



# EMERGENCIA HÍDRICA

Aportes científico-tecnológicos  
de la Universidad Nacional de Cuyo



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

**SDI**

SECRETARÍA DE  
DESARROLLO INSTITUCIONAL



**ICA**  
Instituto de Ciencias  
Ambientales

**SECTYP**

SECRETARÍA DE CIENCIA  
TÉCNICA Y POSGRADO



## Índice

### 5 **Introducción**

### 6 **Ahorro de agua**

- Agricultura
- Paisajismo y jardines

### 26 **Reuso de agua**

- Agricultura
- Paisajismo y jardines

### 34 **Eficiencia en riego**

### 38 **Gestión para la eficiencia**



## Introducción

El propósito del presente catalogo es ofrecer y permitir la difusión y transferencia de los proyectos de investigación que están desarrollando docentes e investigadores de las distintas unidades académicas de la Universidad Nacional de Cuyo sobre actividades y trabajos que pueden implementarse en un contexto de "emergencia hídrica", situación que prevalece en nuestra provincia, y ponerlos a conocimiento y disposición de los organismos públicos tanto nacionales, como provinciales y municipales, preocupados por buscar paliativos a esta problemática.

Es una guía sencilla, ordenada por temas, que incluye los títulos de los proyectos, un resumen ejecutivo de cada uno de ellos y los datos de contacto del Instituto de Ciencias Ambientales en caso de interés. La intención es ofrecer una herramienta de información confiable, rigurosa, seria, apropiada y oportuna.

Este inventario de proyectos forma parte de uno más amplio y exhaustivo que comprende los diversos aspectos que se abordan sobre el tratamiento de los "Recursos Hídricos" en nuestra Provincia y que también ha sido elaborado desde el Instituto de Ciencias Ambientales (ICA) conjuntamente con la Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado de la Universidad Nacional de Cuyo.

**Lic. Cristina Barbosa**

Secretaria General  
del Instituto de Ciencias Ambientales  
Universidad Nacional de Cuyo

**Dr. Ing. Carlos Bernardo Passera**

Secretario de Ciencia y Técnica y Posgrado  
Universidad Nacional de Cuyo



### 1. Relaciones hídricas de cultivares criollos y europeas de *Vitis vinífera*, bajo condiciones de estrés.

Más del 50 % de la superficie con viñedos de Argentina corresponde a cultivares “criollos” de *Vitis vinifera*. Tanto profesionales como agricultores aceptan el concepto, no demostrado, que las variedades criollas sobresalen por su vigor, productividad y tolerancia a estreses abióticos (sequía, salinidad, altas temperaturas, etc.), aunque poseen baja calidad enológica. La hipótesis de trabajo fue que las variedades criollas son más tolerantes al estrés hídrico porque: a) ellas presentan mayor ajuste osmótico, b) ellas mantienen un mejor estado hídrico de la planta, c) las criollas presentan mejor Eficiencia de Uso del Agua (EUA). El objetivo general fue evaluar la respuesta al estrés hídrico de cuatro variedades criollas y cuatro europeas, en relación con estas hipótesis. Cuatro variedades criollas (Cereza, Criolla Grande, Pedro Giménez y Torrontés Riojano) y cuatro europeas (Malbec, Cabernet Sauvignon, Chardonnay y Syrah) fueron evaluadas. Se trabajó con plantas de dos años de edad, cultivadas en macetas de 20 litros llenas de suelo arenoso. Los tratamientos de riego fueron: A: Testigo, irrigado a capacidad de maceta cuando el contenido de agua disminuía al 40% del total y B: Estresado, regado con la misma frecuencia que el testigo pero con 50% del volumen del testigo. En distintos momentos del ciclo vegetativo se midió: potencial agua pre-amanecer y a medio día, conductividad estomática, transpiración y, al finalizar el ensayo, la EUA. La primera hipótesis fue rechazada porque, en las condiciones de este ensayo, ninguno de los cultivares mostró ajuste osmótico. El potencial agua pre-amanecer fue mayor (menos negativo) en los cultivares criollos que en los europeos y similares resultados se obtuvieron en el muestreo de medio día en la mayoría de las fechas evaluadas. La conductancia estomática y la transpiración fue mayor en los cultivares europeos y en algunas fechas. La diferencia entre ambos grupos de variedades fue mayor en el tratamiento testigo que en el de estrés. La EUA de los cultivares criollos fue mayor que la de los europeos. Estos resultados preliminares avalan las hipótesis b y c planteadas anteriormente. Dentro de cada grupo hay diferencias en el comportamiento de las variedades.

**Director: Juan Bruno Cavagnaro**

### 2. Monitoreo del estado hídrico en vid y su utilización en el control de la calidad enológica.

Durante dos temporadas consecutivas se evaluó el Índice Relativo de Transpiración (IRT) como indicador de estrés hídrico en vid cv. Shiraz, conducida en recipientes dentro de un cultivo comercial, y su aplicación en el manejo del riego para influir sobre la calidad enológica de la uva. Los tratamientos ensayados fueron: T1 sin estrés, T2 estrés moderado desde cuaje a envero (CE) y T3 estrés moderado desde cuaje a vendimia (CV). También se determinaron los potenciales hídricos en hoja al pre-amanecer (PHp) y al mediodía (PHm). Los efectos de los tratamientos se comprobaron en el crecimiento vegetativo y reproductivo, en el rendimiento y sus componentes y en los contenidos fenólicos específicos de las bayas. No se registró estrés durante CE. Un estrés moderado correspondió a valores de IRT 0,68 y PHp -0,78 MPa.

Por lo menos en tres ocasiones se determinaron IRT inferiores a 0,3 durante EV. En T2 y T3 el crecimiento de los sarmientos principales fue menor por falta de emisión de nuevos nudos. Durante CE la velocidad de crecimiento de los brotes en T1 fue de 2,3 mm día<sup>-1</sup> vs. 10,4 mm día<sup>-1</sup> en el promedio de T1 y T3. En EV el crecimiento en T3 fue de 1,5 mm día<sup>-1</sup> vs. 5 mm día<sup>-1</sup> en el promedio de T1 y T2. Los pesos de poda de T2 y T3 fueron 43,7 % y 49,3 % menores, respectivamente, que el de T1. No se encontraron diferencias significativas en los componentes del rendimiento, pero la pérdida de peso durante la maduración fue más evidente en T3. Los tratamientos no afectaron el número de racimos formados en la estación siguiente. La composición fenólica de los mostos está en curso de ejecución. En las dos temporadas el IRT se comportó como un indicador adecuado de la disponibilidad de agua para la planta y una herramienta sencilla para la determinación de la oportunidad del riego.

**Director: Rosana Celia Vallote**



### 3. Respuesta fisiológica de cultivares de vid al estrés hídrico (06/A166)

El proyecto propone estudiar el efecto del estrés hídrico sobre distintos aspectos fisiológicos de la vid. El estudio se desarrollará en tres objetivos principales:

1. Fisiología comparada de tres variedades criollas (Cereza, Criolla Grande, Pedro Giménez) y tres europeas (Cabernet Sauvignon, Malbec y Chardonnay) bajo condiciones de campo;
2. Evaluación a nivel local de la técnica de secado parcial de raíces (PRD) y,
3. Relación entre el estrés hídrico, la concentración de ABA y la síntesis de polifenoles en uvas tintas.

En todos los objetivos se determinarán parámetros de crecimiento (long. de brotes, área foliar, peso de frutos, peso de poda) y aspectos relacionados con el estado hídrico (potencial agua, osmótico, conductancia estomática, eficiencia de uso de agua (EUA). En el último objetivo se efectuarán además determinaciones de contenido de ABA y perfil de polifenoles. En cada uno de ellos se pretende obtener explicación respecto a los mecanismos fisiológicos implicados en cada caso.

**Director: Juan Bruno Cavagnaro**

### 4. Relaciones entre el estrés hídrico, contenido de ABA y polifenoles en vid (*Vitis vinifera* L.) para vinos tintos de alta calidad (06/A223)

En resultados preliminares se constató un aumento de polifenoles en vinos de uvas de vides asperjadas con ABA. En sequía se detectan aumentos de ABA foliar. De modo que, combinando tratamientos de riego y sequía con ABA e inhibidores de su síntesis, se espera dilucidar la relación causal entre el ABA aumentado por estrés hídrico y polifenoles. Se realizarán experimentos en un viñedo de la FCA e in vitro (cv. Cabernet Sauvignon), con: A) sin restricción hídrica; B) sequía, (suspensión del riego desde cuaje o PEG). Cada uno se sub-tratará con: 1) agua, 2) ABA y, 3) fluridona (inhibidor de la síntesis de ABA). En campo se medirá longitud de brotes, área foliar, conductividad estomática, tasa fotosintética (IRGA), antocianos y polifenoles y ABA (GC-MS) en hojas y bayas, RNA total y RNAm, expresión diferencial de genes (microarreglos). Luego de cosecha se evaluarán: componentes del rendimiento, ABA, antocianos y polifenoles en bayas, antocianos y polifenoles en vinos obtenidos por microvinificación, características organolépticas de estos vinos. In vitro se evaluará antocianos, polifenoles y ABA (GC-MS), RNA total y RNAm, expresión diferencial de genes. Se espera, aceptar o rechazar la hipótesis, desarrollar capacidades de análisis en genómica funcional, avanzar en dos tesis doctorales y finalizar una de maestría, obtener conocimientos sobre los mecanismos de regulación del metabolismo de polifenoles, aportar información sobre el manejo de la restricción hídrica de viñedos para vinos calidad y su interacción con ABA para un manejo técnico adecuado.

**Director: Rubén Bottini**



### 5. Respuesta de la vid a estrés hídrico y ABA. Influencia sobre el crecimiento, polifenoles, estrés oxidativo y característica de los vinos obtenidos. (06/PA07)

Resultados anteriores del grupo de trabajo demostraron que tratamientos post-envero de estrés hídrico y/o aplicaciones de ABA aumentan el contenido y la biosíntesis de Antocianos (ANT) y Polifenoles totales (PT). Se ha postulado que el estrés actúa a través del aumento de ABA que se genera por efecto del mismo. Sin embargo, no se conoce si el estrés y el ABA actúan de igual forma en la composición relativa de los diferentes compuestos fenólicos. Se postula que el ABA actuaría activando enzimas que intervienen en la ruta metabólica de síntesis de ANT y PT. Otra hipótesis incluye un efecto protector del ABA en los daños ocasionados por el estrés oxidativo. Los objetivos principales del proyecto son: 1) estudiar el perfil polifenólico en bayas y/o vinos provenientes de tratamientos con y sin ABA, bajo condiciones de riego y de estrés hídrico; 2) evaluar en esos tratamientos la variación en la actividad de enzimas de la síntesis de comp. fenólicos; 3) dilucidar si el efecto protector del ABA en el estrés oxidativo se debe al aumento de la actividad de enzimas como APX y catalasas o al aumento de polifenoles que actúan como antioxidantes. Se realizarán ensayos en condiciones de riego y estrés hídrico. En cada condición a su vez se harán tratamientos con y sin aplicación de ABA. Sobre el material vegetal de esos ensayos se realizarán las determinaciones para poner a prueba las hipótesis.

**Director: Juan Bruno Cavagnaro**

### 6. Efecto de altas temperaturas, estrés hídrico y ácido abscísico sobre el crecimiento, producción, composición de bayas y vinos obtenidos en *Vitis vinífera*, cv. Malbec. (06/A380)

Los estudios científicos sobre el cambio climático global predicen para la región de Cuyo, aumentos importantes de la temperatura, reducción de precipitación de nieve y aumento en la variabilidad e intensidad de las tormentas estivales. Estos cambios seguramente provocarán respuestas en la fisiología de la planta de vid y consecuentemente en la composición de sus frutos a partir de los cuales se elaboran los vinos finos de Mendoza. Malbec es la variedad emblemática de la vitivinicultura argentina. Sin embargo, existen muy pocos trabajos científicos sobre la respuesta fisiológica de esta variedad a diversos estreses abióticos como alta temperatura (AT) y estrés hídrico (EH) y la interacción de estos factores con la aplicación exógena de ácido abscísico (ABA). Se postula que las altas temperaturas disminuyen el contenido de compuestos fenólicos, mientras que el EH y el ABA, tienen un efecto opuesto. El proyecto propone profundizar estudios preliminares de nuestro grupo de trabajo y generar información respecto a la respuesta del cv. Malbec cuando estos factores actúan en forma simultánea. Los objetivos incluyen: a) determinar cómo afectan AT (superiores a 35 - 40 °C) el crecimiento, producción y composición química de las bayas; b) determinar si la aplicación exógena de ABA o EH en envero son capaces de revertir el efecto detrimental de AT. Para poner a prueba las hipótesis planteadas se realizarán ensayos en dos invernáculos con diferentes condiciones térmicas: Alta y Baja Temperatura en los cuales plantas del cv. Malbec cultivadas en macetas, serán sometidas a tratamientos de estrés hídrico y aplicaciones exógenas de ABA. Sobre esas plantas se realizarán las mediciones para poner a prueba las hipótesis planteadas.

**Director: Juan Bruno Cavagnaro**



### 7. Riegos deficitarios en fruticultura: efectos sobre el estado hídrico, crecimiento y calidad de fruta en duraznero (06/A210)

Se propone valorar los efectos de la restricción hídrica sobre el estado hídrico de la planta, el crecimiento vegetativo, reproductivo y la calidad de fruta en duraznero. Partiendo de la hipótesis que existiría un nivel de estrés hídrico en la planta de duraznero, producto de riegos deficitarios, que induciría a un descenso del potencial tallo al mediodía y del índice de transpiración relativa, provocando menor crecimiento vegetativo, y se mantendrían los rendimientos y aumentaría el calibre del fruto.

Para su comprobación se revisará y actualizará la bibliografía relacionada y se realizará un ensayo de campo con la variedad Elegant Lady sometida a tres estrategias de riego deficitario (RDI) y se efectuarán mediciones en planta del estado hídrico, expresión vegetativa, rendimiento y calidad de fruta obtenidos; se determinarán el contenido de humedad y succión matriz del suelo durante el ciclo, el patrón de enraizamiento, perfiles presiométricos y evapotranspiración real del cultivo durante el ciclo.

Con los resultados se obtendrán índices de estrés hídrico; pautas para elaborar un protocolo de RDI en duraznero; fruta de calidad exportable; mayor eficiencia en el uso del agua; recursos humanos formados y transferencia mediante publicaciones, divulgación en programas periodísticos, jornadas y reuniones demostrativas de campo y docencia de grado y posgrado.

**Director: Rosa Celia Vallote**

### 8. Efecto del riego deficitario controlado sobre el potencial hídrico del tallo, crecimiento vegetativo, reproductivo y precocidad en cerezo (06/A281)

Entre los factores que condicionan la rentabilidad del cultivo de cerezo uno de los principales es la falta de precocidad de la especie. El problema a investigar es determinar el nivel de restricción hídrica controlada (RDC) que en plantaciones jóvenes vigorosas se puede aplicar para disminuir el crecimiento vegetativo y favorecer la fructificación precoz.

Línea de investigación: relación suelo-agua-planta, comenzada en 1998 in vivo y en el 2002 en frutales de carozo. La hipótesis planteada es que en árboles vigorosos de cerezo un nivel de estrés hídrico moderado en poscosecha disminuye el crecimiento vegetativo, aumenta la floración y fructificación, afecta los carbohidratos no estructurales (TNC) y favorece la fructificación precoz sin afectar significativamente la calidad de la fruta.

Se realizará un ensayo en un monte comercial de cerezas Bing, sometido a tres estrategias de RDC poscosecha: riego a demanda plena (ETc 100 %), RDC ETc 50 % y RDC ETc 20 %. Los resultados se evaluarán mediante mediciones en planta del estado hídrico, expresión vegetativa, estado nutricional, acumulación de reservas, retorno de floración, rendimiento y calidad de fruta obtenidos. Asimismo se determinarán el contenido de humedad y succión matriz del suelo durante el ciclo.

Se esperan obtener índices de estrés hídrico basados en variables fisiológicas, pautas para desarrollar estrategias de riego que permitan aumentar la precocidad y productividad, mayor eficiencia en el uso del agua, recursos humanos formados (sustenta una tesis de maestría). Posibles beneficios: Generar conocimiento; concientizar sobre el manejo racional del recurso agua; lograr sólidas relaciones interdisciplinarias e interinstitucionales; formar un equipo de especialistas que sean referentes válidos para otras zonas áridas de regadío; mayor rentabilidad y posibilidades de acceso al mercado externo del sector frutícola regional.

**Director: Rosana Celia Vallote**



### 9. Estrategias de riego deficitario en cerezos para exportación. Evaluación de la productividad, sustentabilidad y rentabilidad. (06/A344)

La escasa precocidad del cerezo es condicionante de su rentabilidad. En estudios locales anteriores se ha encontrado que, en plantaciones jóvenes, un nivel adecuado de restricción hídrica disminuyó el crecimiento vegetativo y favoreció la floración precoz luego de un año de restricción. Sin embargo en especies leñosas, los efectos de restricción hídrica van manifestándose de a poco, en la medida en que la planta acusa el estrés anualmente. Es necesario un seguimiento de al menos 3 temporadas de restricción para evaluar otros efectos que pueden manifestarse como la variación de reservas de carbohidratos no estructurales (TNC), que pueden comprometer la sustentabilidad del manejo y la rentabilidad. El problema a investigar es evaluar la sustentabilidad fisiológica (rendimientos, calidad de fruta, reservas de TNC) y económica (rentabilidad) de estrategias de riego deficitario aplicadas en temporadas sucesivas en plantaciones vigorosas para controlar crecimiento vegetativo y aumentar precocidad. Línea de investigación: Relación suelo-agua-planta en frutales, comenzada en 2002 en duraznero y en 2005 en cerezos. Hipótesis: en árboles vigorosos de cerezo un nivel de estrés hídrico moderado en poscosecha, para controlar el crecimiento vegetativo y aumentar la producción precoz, aplicado en temporadas sucesivas puede reducir los (TNC), podría disminuir la diferenciación floral, los rendimientos y la calidad de los frutos, y comprometer la sustentabilidad económica del manejo. Se continuará un ensayo de riego deficitario en un monte comercial de cerezos Bing, que ya ha sido sometido a tres estrategias de riego poscosecha: demanda plena (ETc 100 %), y riegos deficitarios controlados (ETc 75 % y ETc 50 %). Se medirán variables fisiológicas (estado hídrico y nutricional, expresión vegetativa, acumulación de TNC, retorno de floración, rendimiento y calidad de fruta) y económicas (costos, rentabilidad). Se esperan obtener pautas para desarrollar estrategias de riego que aumenten precocidad y productividad y que sean sustentables, mayor eficiencia en el uso del agua, recursos humanos formados (sustenta una tesis de maestría). Posibles beneficios: generar conocimiento; concientizar sobre manejo racional del agua; lograr sólidas relaciones interdisciplinarias e interinstitucionales; formar especialistas que sean referentes para otras zonas áridas de regadío; mayor rentabilidad y posibilidades de acceso al mercado externo del sector frutícola.

**Director: Lidia Podestá**

### 10. Factores productivos en el cultivo de papa: tolerancia a la sequía y material de multiplicación.

La papa (*Solanum tuberosum*) (tbr) es una especie sensible al estrés hídrico, siendo importante el desarrollo de germoplasma resistente. Existe un inmenso reservorio de variabilidad genética en las papas silvestres. *S. kurtzianum* (ktz) y *S. commersonii* (cmm) han sido propuestas pero no evaluadas como resistentes al estrés hídrico. En condiciones in vitro pueden generarse potenciales aguas decrecientes suplementando el medio nutritivo con distintas cantidades de polietilén glicol (PEG). A partir de la hipótesis que cmm y ktz presentan mayor resistencia al déficit hídrico que tbr, se planteó el objetivo de realizar un relevamiento ("screening") de los genotipos disponibles de estas especies por su comportamiento frente al déficit hídrico.

Se utilizaron la cultivar Spunta y Kennebeck de tbr, un genotipo de cmm, originado de semilla de Entre Ríos y 7 genotipos de ktz. Estacas uninodales de cada genotipo se transplantaron a frascos conteniendo 30 ml de medio de Murashige Skoog (1962) + 3 % de sacarosa + 0,8 % de agar (llamado MS). Se realizaron dos ensayos. Ensayo 1: las estacas brotadas y con 2 - 3 raíces, fueron trasplantadas a medio MS (testigo) y a MS con 3 concentraciones de PEG-6000, generando 4 tratamientos: -0,5 (testigo), -0,64, -0,83 y -0,9 MPa. Ensayo 2: con iguales tratamientos que el anterior. El pot. agua del medio y las soluciones fue determinado con osmómetro Wescor 5500. Las condiciones de cultivo en cámara climatizada fueron de 23 °C y 16 hs de luz (80 micromoles de fotones.m<sup>2</sup>.seg) y 8 hs de oscuridad. En ambos ensayos el efecto de los tratamientos fue altamente significativo (p < 0,01). En el Ensayo 1, tbr-Spunta, ktz-2, ktz-3, ktz 7 y cmm aumentaron significativamente la producción de materia seca bajo condiciones de estrés. En el Ensayo 2, tbr-Kennebeck, ktz 2, ktz 7 y cmm presentaron el mayor porcentaje de PS total con respecto al testigo. Las cultivares de tbr no presentaron mayor sensibilidad al déficit hídrico que los de ktz y cmm. El parámetro de mayor sensibilidad de respuesta fue el área foliar que presentó, por ejemplo en el Ensayo 2, en promedio un 31 % en los genotipos menos sensibles y del 14 % en los otros. Ambos ensayos permitieron diferenciar a los mismos genotipos por su respuesta frente a los potenciales agua evaluados.

**Director: Olga María Stahlschmidt**





### 11. Diferenciación de cultivares monoclonales de ajo (*Allium sativum* L.): Efecto del déficit regulado de riego sobre el rendimiento, la calidad y la conservación de diferentes clones de ajo (06/A239)

El ajo es un cultivo muy susceptible a los factores de manejo en que crece y se desarrolla. Entre estos factores se destaca la disponibilidad hídrica, expresándose esa susceptibilidad en diferencias en productividad y en la aparición de malformaciones en el bulbo, que con variaciones de un clon a otro generan bajos niveles de calidad, con importantes disminuciones en el rendimiento económico potencial. A pesar de la importancia mundial del cultivo de ajo, pocos trabajos se han realizado sobre el uso y manejo del agua considerando, que en la mayoría de los países productores, el cultivo se realiza en zonas áridas. La investigación interdisciplinaria e interinstitucional de los cultivares monoclonales argentinos respecto a factores de manejo de cada uno de ellos, permitirá sentar las bases para establecer estrategias que permitan la diferenciación del producto y la elección de cada clon a las condiciones edafoclimáticas óptimas de cultivo. Se consideran cuatro estados fenológicos: establecimiento, crecimiento vegetativo, bulbificación y maduración, y el déficit regulado de riego (DDR) permitirá relacionar el efecto del estrés hídrico en ciertos estados fenológicos de la planta y la pérdida de producción y tamaño de bulbo. Los resultados obtenidos a través de los ensayos con DRR permitirán seleccionar las estrategias más productiva de programación del riego para un consumo de agua ajustada a la fisiología del desarrollo y producción de diferentes clones de ajo. Las plantas serán sometidas a un moderado estrés hídrico en uno o varios estados fenológicos y los resultados obtenidos serán analizados en términos de producción y tamaño de bulbo como también en eficiencia de uso del agua. Las técnicas actuales para medir o para estimar el contenido de humedad del suelo cubren una variedad de métodos muy amplia, que van de los métodos destructivos (gravimétricos) a los no destructivos (atenuación de radiaciones gamma, aspersores de neutrones, bloques poroso, etc). En los últimos años, la técnica de la reflectometría en el dominio temporal, TDR, se ha difundido progresivamente y ahora es bastante común para la mediación del contenido y cinética de humedad del suelo, convirtiéndose así en una herramienta útil para el apoyo de la investigación en hidrología. Recientemente el INTA La Consulta ha adquirido una sonda Diviner 2000 (Seedmech) que aplica los principios técnicos de esta técnica la cual será utilizada para el control de la marcha de los tratamientos de investigación.

**Director: Silvia Gaviola**

### 12. Estudios de Estrategias de Riego Deficitario en Horticultura: Efecto sobre el rendimiento y calidad de cultivares de ajo. (06/A315)

Definición del problema: establecer las estrategias más productivas de programación del riego para un consumo de agua ajustado a la fisiología del desarrollo y producción de diferentes cultivares de ajo en procura de la optimización económica (rendimiento-calidad). Línea de investigación: relación suelo-agua-planta en la horticultura intensiva regadía. Hipótesis: existiría un cierto nivel de estrés hídrico en las plantas de diferentes grupos de cultivares de ajo, producto de riegos deficitarios impuestos en diferentes etapas del ciclo, que no provocarían una disminución significativa del rendimiento y lograrían mejorar la calidad pos cosecha de los bulbos. Objetivo principal: identificar cuál es el estado fenológico específico de los diferentes cultivares de ajo en el cual las plantas son menos sensibles al estrés hídrico, y dónde podría ser restringida la irrigación sin un significativo decrecimiento de la evapotranspiración de modo de no provocar una excesiva disminución del rendimiento y mejorar la calidad. Desarrollo: i) se revisará y actualizará la bibliografía relacionada al tema; ii) se realizarán ensayos de campo en la E.E.A. INTA La Consulta. Los programas de riego, para los cultivares de ajo blanco y colorado, se diferenciarán por niveles de déficit de reposición respecto a la demanda hídrica ambiental estimada en tres etapas del cultivo de ajo, identificadas sobre la base de una escala fenológica desarrollada para ajos del grupo ecofisiológico III (ARG). Estas etapas son: una de crecimiento lento de parte aérea y bulbo que va desde plantación hasta agosto (E1), una segunda etapa de crecimiento rápido de parte aérea de agosto a fines de octubre (E2) y la tercera etapa de bulbificación desde principios de noviembre a cosecha (E3). Los resultados se evaluarán mediante la determinación de rendimiento, calidad, eficiencia de uso del agua y valor del factor de respuesta de rendimiento ( $ky$ ), de cada cultivar, obtenido de la relación entre el decrecimiento relativo de producción y el déficit relativo de evapotranspiración. Producto a obtener: un protocolo de manejo de riego, a partir de déficit controlado de riego, que permita un uso eficiente del agua, compatible con máximos rendimientos y calidad pos cosecha para cada grupo de cultivares de ajo. Posibles beneficios: generar conocimiento; formar y consolidar un equipo interdisciplinario de especialistas en esta área de investigación tecnológica; concientizar sobre el manejo racional del recurso agua.

**Director: Silvia Gaviola**



### 13. Evaluación de cultivares de ajo (*Allium sativum* L.) con diferentes manejos del riego por goteo. (06/A395)

Definición del problema: establecer las estrategias más productivas de programación del riego para un consumo de agua ajustada a la fisiología del desarrollo y producción de diferentes cultivares de ajo colorado en procura de la optimización económica (rendimiento-calidad). Línea de investigación: relación suelo-agua-planta en la horticultura intensiva regadía. Hipótesis: frente a un estrés hídrico moderado, es de esperar que cada clon se exprese de manera diferente según la etapa de crecimiento en que ocurra el déficit. Es posible restringir el riego en el cultivo de ajo colorado sin provocar una excesiva disminución del rendimiento y sí aumentar la calidad. Objetivos principales: evaluar el efecto de diferentes regímenes hídricos sobre el rendimiento, el índice de cosecha y eficiencia de uso de agua en diferentes cultivares de ajo colorado regados por goteo; y obtener funciones de producción entre el rendimiento, calidad y conservación y el total de agua recibida por el cultivo. Desarrollo: i) se revisará y actualizará la bibliografía relacionada al tema; ii) se realizarán ensayos de campo en la E.E.A. INTA La Consulta. Los programas de riego, para los cultivares de ajo colorado, se diferenciarán por niveles de déficit de reposición respecto a la demanda hídrica ambiental estimada en tres etapas del cultivo de ajo, identificadas sobre la base de una escala fenológica desarrollada para ajos del grupo ecofisiológico III (ARG). Estas etapas son: una de crecimiento lento de parte aérea y bulbo que va desde plantación hasta agosto (E1), una segunda etapa de crecimiento rápido de parte aérea de agosto a fines de octubre (E2) y la tercera etapa de bulbificación desde principios de noviembre a cosecha (E3). Los resultados se evaluarán mediante la determinación de rendimiento, calidad, eficiencia de uso del agua y valor del factor de respuesta de rendimiento (ky), de cada cultivar, obtenido de la relación entre el decrecimiento relativo de producción y el déficit relativo de evapotranspiración. Producto esperado: Protocolo de manejo de riego, a partir de déficit controlado de riego, que permita un uso eficiente del agua compatible con máximos rendimientos y calidad pos cosecha para cada grupo de cultivares de ajo. Posibles beneficios: generar conocimiento; formar y consolidar un equipo interdisciplinario de especialistas en esta área de investigación tecnológica; concientizar sobre el manejo racional del recurso agua.

**Director: Silvia Gaviola**

### 14. Colza bajo riego en Mendoza. Rendimientos bajo distintos regímenes de riego en períodos no críticos. (06/A367)

La colza es un cultivo utilizado desde la antigüedad para la alimentación y la iluminación, que en la actualidad tiene como destino principal la obtención de aceite de excelente calidad bromatológica para consumo humano y su harina para uso animal dado su gran tenor proteico -las semillas, tienen hasta un 50% de su peso en materia grasa. Hoy se agrega el interés de su cultivo para la obtención de biodiesel. Cultivar colza puede ser estratégico en Argentina cuyo cultivo y producción de semillas dan origen al aceite colza pudiendo producir 1.200 a 1.500 litros de aceite por Ha. Es un cultivo de ciclo invierno-primaveral, el cual está siendo estudiado en Nuestra Provincia en los últimos años, por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo en el oasis Norte y el INTA en el oasis Centro (La Consulta), por lo que se tiene información en lo referente a la adaptación de los cultivares de colza a nuestras condiciones ecológicas, a la fecha de siembra, resistencia a bajas temperatura y rendimientos potenciales. Es una especie de bajo requerimiento hídrico; al encontrarnos en un lugar de clima árido, donde los cultivos sólo prosperan bajo riego y siendo el agua un recurso escaso por excelencia, se hace imprescindible no sólo cuantificar sus necesidades hídricas totales, sino también determinar el manejo óptimo del riego en cuanto láminas y momentos de aplicación, a fin de maximizar la ecuación de producción por m<sup>3</sup> de agua aplicada. Los estadios fisiológicos del cultivo son: Germinación A; Plántula B1, B2, B3; Roseta B4, B5, B6; Elongación D1, D2, E; Floración F; Maduración G; Caída 1ª pétalo G1; Granos negros G2. Como es en la zona un cultivo nuevo en fase de experimentación, se hace sumamente importante determinar y cuantificar los ahorros de agua que se puedan realizar durante la fase o período no crítico al estrés hídrico, sin que esto produzca disminuciones en el rendimiento que incidan negativamente en la ecuación económica del cultivo. Para ello se analizará, durante dos años la respuesta al riego del cultivo, aplicándose 4 diferentes tratamientos de riego durante el período no sensible, reponiéndose durante el período crítico el 100 % de la demanda evapotranspirativa. Como períodos no sensibles en el ensayo se considerarán: Plántula, Roseta y Elongación. Los tratamientos durante el período no sensible al estrés hídrico son los siguientes: un Tratamiento denominado T0 en donde se aplicará el 120 % de las necesidades hídricas del cultivo y luego tres tratamientos denominados T1, T2 y T3 en donde se aplicarán respectivamente el 125, 75 y 50 % de las necesidades hídricas. A partir del rendimiento en granos y porcentaje de aceite de cada ensayo se podrá determinar el manejo del riego que arroje la mejor relación producción por m<sup>3</sup> de agua (eficiencia de uso del agua) como también a cuantificar el factor KY (de sensibilidad al suministro de agua para el período crítico). Con esto estaríamos aportando valiosa información al conocimiento de la tecnología del cultivo de la colza en zonas áridas bajo riego, lo cual redundará en una mejor difusión y aceptación de los agricultores a desarrollar el cultivo en la zona.

**Director: Carlos Augusto Antonini**



### 15. Respuesta de productividad del pasto llorón (*Eragrotis curvula* (Schraeder) Nness) a riego limitado.

El recurso hídrico disponible para el riego, sobre todo en el oasis norte de Mendoza, es cada vez más limitado en periodos críticos, debido al crecimiento de la demanda agrícola, urbana e industrial. Por ello se ha pensado en la alternativa de usar para las explotaciones agrícola-ganaderas, pasturas de bajo requerimiento hídrico, que no compitan por el recurso con los cultivos tradicionales, sobre todo en los periodos críticos. Debido a las características adaptativas del pasto llorón, se evaluó su productividad en un régimen de riego limitado, aplicado en periodos de mayor disponibilidad del recurso hídrico, que sumado a las precipitaciones alcance aproximadamente los 400 mm anuales. El ensayo se inició sobre el cultivo definitivamente implantado en abril de 1998 y se ha completado actualmente tres ciclos. El diseño experimental contempla 16 parcelas de 30 m<sup>2</sup> cada una, en bloques al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los riegos se han aplicado con volúmenes de agua medidos por medio de un acoplado tanque. Como resultados (en todos los casos con el correspondiente análisis estadístico de los datos) se presenta: a) la producción de MS para los distintos cortes, tratamientos y ciclos; se discute el efecto sobre la productividad de la disponibilidad hídrica y su distribución a lo largo de los ciclos vegetativos; b) al final de cada ciclo se ha realizado el correspondiente estudio de la vegetación por el método Point Quadrat Modificado (Passera y otros, 1983), y se presenta la cuantificación de la dinámica de la misma. Se evidencia la regresión irreversible en el caso del tratamiento de secano y que los riegos invernales logran mantener una cobertura significativamente mayor; c) con los datos de producción de los distintos ciclos y tratamientos se ha construido una curva de regresión con respecto al agua aplicada, riego más lluvia, que permite prever la producción de MS en función de la disponibilidad hídrica. Además, los análisis químicos de fertilidad de suelo permiten señalar un aumento interesante en el contenido de P, N y MO en el suelo entre las muestras extraídas antes de la siembra con respecto a las extraídas 1 año después y una parcela con 20 años de pasto llorón.

**Director: Marcos Bajuk**



### 1. Valoración de especies nativas con fines ornamentales (06/A283 y 06/A359)

Estos trabajos se proponen realizar el estudio de las especies autóctonas, herbáceas perennes y leñosas, que posean cualidades ornamentales y comprobar su adaptabilidad para ser incluidas en el diseño de jardines, especialmente en aquellos de nuestra región semiárida, con bajo mantenimiento o con limitaciones en el suministro de agua.

El empleo de especies nativas en el jardín le otorga una estética que mantiene una clara afinidad con el paisaje natural. El uso de estas especies brinda al medio urbano e industrial mendocino un elemento decorativo diferente, acorde con el entorno. La necesaria composición paisajística que estas plantas imponen constituye un nuevo desafío para la jardinería y el paisajismo. Sustentar la variación que presenta la naturaleza, creando espacios verdes con las especies más adaptadas, es valorar la diversidad, introduciendo nuevos conceptos estéticos.

Se realizará la selección de las especies en función de su forma, color, textura, transparencia, entre otros caracteres estéticos, teniendo en cuenta el riesgo de erosión genética que puedan correr y el impacto que su puesta en cultivo pueda tener en el medio. Se procederá a la recolección y conservación de las especies para su multiplicación y el estudio del comportamiento en cultivo. Esta etapa se desarrollará en la parcela experimental de la Cátedra de Espacios Verdes y en el Jardín Botánico Chacras de Coria de la Cátedra de Botánica Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias.

Con los resultados obtenidos se elaborarán fichas descriptivas con la información técnico-científica y documentación fotográfica necesarias para brindar apoyo a viveros productores, comercializadores y paisajistas. Estos productos contribuirán al mayor conocimiento de la flora nativa ornamental, la formación de recursos humanos y permitirá la interacción de grupos de investigación con el sector productivo. Asimismo, se considera una acción estratégica para preservar y utilizar nuestros recursos naturales. Los estudios de manejo de cultivos contribuirán a la obtención de un paquete tecnológico transferible al sector productivo.

**Director: Eugenia Videla**

### 2. Valoración de especies nativas ornamentales. (06/A450)

La práctica de economizar el agua mediante la elección de especies tolerantes al estrés hídrico ha sido la tradición en los pueblos que habitaban los ambientes áridos del mundo. Bajo este mismo criterio, en la jardinería de las zonas áridas se suma a la urgencia de hacer más eficiente el uso del agua, la necesidad de selección de plantas apropiadas. Es por ello que se propone la búsqueda de especies rústicas de alto valor ornamental para ser incorporadas en el paisajismo de estas regiones donde se suman los efectos de la alta radiación solar y de las bajas precipitaciones. El objetivo de este proyecto es la recolección, evaluación y estudio de las condiciones de cultivo de nuevos materiales ornamentales seleccionados a partir de los elementos de la flora oriunda del oeste árido argentino. Está encuadrado en la línea de introducción y domesticación de especies nativas, especialmente aquellas de bajo requerimiento hídrico. Muchas especies de la flora mendocina cuentan con atributos estéticos y funcionales que los hacen aptos para ser usados en los espacios verdes como plantas ornamentales. Estos valiosos recursos genéticos son susceptibles de domesticación y de cultivo bajo riego. Su estudio metodológico permitirá ofrecer pautas para la introducción de nuevas especies con fines ornamentales. El producto de colecciones previas se caracterizará en base a descriptores morfo-fenológicos, caracteres ornamentales y condiciones de cultivo. Se trabajará con especies tanto herbáceas como leñosas, mediante propagación agámica y multiplicación por semillas, con los ensayos de germinación pertinentes. El logro de los objetivos planteados permitirá disponer de especies nativas con valor ornamental: como colecciones "in vivo", caracterizadas morfológica y fenológicamente y algunas de ellas en proceso de domesticación. Dicho material podrá ser transferido a otros proyectos, para su posterior mejoramiento, o al sector productivo, diversificando la oferta del sector, para ser accesibles al paisajista, como conformador de espacios verdes. Estos productos contribuirán al mayor conocimiento de la flora nativa ornamental, a la formación de recursos humanos y, a la vez, permitirá la interacción de grupos de investigación. La información generada sobre la flora nativa ornamental beneficiará tanto a la comunidad científica como a la comunidad en general. Los resultados se difundirán a través de: jornadas de investigación, reuniones con productores de plantas, publicaciones científicas y de divulgación.

**Director: María Eugenia Videla**



### 3. Mejoramiento genético de especies nativas del oeste Argentino con potencial como ornamentales. (06/A381)

La producción de plantas ornamentales es una actividad cada vez más competitiva donde la novedad juega un rol preponderante. Los conceptos modernos de paisajismo sustentable consideran importantes en la planificación de espacios verdes, los criterios de biodiversidad y de uso de especies ornamentales con bajo consumo hídrico. En condiciones de climas secos, este concepto está expresado con el nombre de Xeripaisajismo que se define como: "el ahorro de agua a través del paisajismo creativo". La diversidad presente en especies nativas jugará un importante rol en los programas de mejoramiento en floricultura. Poblaciones naturales de especies del género *Sphaeralcea* (Malvaceae) y de *Schizantus grahamii* (Solanácea) han sido caracterizadas por su aptitud ornamental y se ha encontrado que tienen floración abundante y prolongada, y que existe gran variabilidad respecto a caracteres como forma y color de hojas, de flores y hábito de crecimiento de las plantas, y una marcada tolerancia a sequía sobre todo en el género *Sphaeralcea*. En este proyecto se propone como objetivo general "Obtener información y material para comenzar un programa de mejoramiento de las especies citadas con fines ornamentales". Como objetivos específicos se espera determinar la existencia de variabilidad genética respecto a resistencia a sequía en plantas con caracteres ornamentales destacados; realizar estudios de autocompatibilidad para las tres especies y de compatibilidad entre las dos especies de *Sphaeralceas*, y evaluar diferentes formas de multiplicación (sexual y agámica) para la domesticación de la especie. Se espera obtener una colección de germoplasma caracterizada por su valor ornamental y resistencia a sequía así como materiales avanzados con caracteres ornamentales y resistencia a sequía. Asimismo, información sobre la distribución de la variabilidad dentro y entre poblaciones y sobre la biología reproductiva de las especies e información sobre técnicas de propagación adecuadas para cada especie.

**Director: María Laura Foschi**

### 4. Introducción de gramíneas ornamentales en el paisajismo de zonas semi-áridas. (06/A308) - Gramíneas en el paisaje de zonas semiáridas. (06/A389)

Estos trabajos tienen por finalidad contribuir al estudio local de gramíneas ornamentales y su uso en el paisajismo de zonas semiáridas, con un mínimo mantenimiento. En primer lugar se propone realizar ensayos de gramíneas ornamentales, autóctonas y exóticas, relacionados a la producción, manejo y evaluación del impacto estético. A partir de la experiencia del cultivo de gramíneas ornamentales en espacios verdes urbanos e industriales (fincas y bodegas) de la región del gran Mendoza, se dispone de información sobre la respuesta a diferentes condiciones de clima, suelo y riego. Estos antecedentes han permitido plantear una segunda etapa de trabajo, en la cual se estudiará a aquellas especies que presentaron resistencia al frío y bajo requerimiento hídrico. El objetivo del proyecto durante el primer año es: seleccionar aquellas gramíneas que mejor respondieron a las citadas condiciones, multiplicarlas por semilla y por división de mata, plantarlas en surco en las mismas condiciones de suelo, riego y clima. En el segundo año, cuando se disponga de cantidad de ejemplares, realizar ensayos de altura de poda, y medir el impacto estético. Continuar con la adquisición de especies recorriendo viveros del medio ampliando la colección que dispone la Cátedra de Espacios Verdes. Identificar correctamente los cultivares o variedades. El producto a obtener es el conocimiento de la expresión vegetativa (altura y diámetro) para las mismas condiciones, determinar el máximo esplendor en los distintos meses del año cuantificado en las condiciones de Chacras de Coria, condiciones básicas e imprescindibles para ubicar las especies de gramíneas ornamentales en el lugar definitivo, en las condiciones adecuadas para que logren su máxima expresión. Con los resultados obtenidos se elaborarán fichas descriptivas con la información técnica-científica para Mendoza y documentación fotográfica que brindará apoyo principalmente a viveros con atención al público y paisajistas. La práctica de economizar el agua mediante el riego eficiente y de seleccionar especies de gramíneas en función a la tolerancia al estrés hídrico, se constituye en línea de investigación; cuya finalidad es contribuir al estudio local de gramíneas ornamentales y su uso en el paisajismo de zonas semiáridas.

**Director: Sonia Beatriz Fioretti**



### 1. Monitoreo de reuso para riego como herramienta de gestión ambiental de efluentes agroindustriales.

Las industrias conserveras frutihortícolas de Mendoza procesan aproximadamente el 90% de las conservas de frutas y el 70% de las de hortalizas elaboradas en el país y, por su naturaleza, utilizan y evacuan en forma de efluente líquido una importante cantidad de agua, cuyos costos de tratamiento biológico resultan imposibles de afrontar. En los últimos años, el Departamento General de Irrigación ha permitido el reuso de los efluentes en riego de ACREs (Áreas de Cultivo Restringido) debidamente monitoreados.

El presente trabajo tiene como objetivo monitorear el comportamiento de suelos y cultivos (alfalfa) en parcelas regadas con los efluentes líquidos eliminados por una industria conservera frutihortícola (previa separación de sólidos gruesos y filtración, además de una estricta regulación del pH) en comparación con parcelas regadas con aguas procedentes del sistema de riego (río Diamante). Dado que el agua usada por la industria proviene de napas subterráneas (alto contenido de sales) se requiere dicho monitoreo para prevenir tempranamente la aparición de problemas de salinización.

Se realizaron frecuentes análisis de los efluentes utilizados en una amplia gama de parámetros físico químicos, así como ensayos de suelos en diferentes puntos de las parcelas regadas con las aguas residuales y parcelas aledañas regadas con aguas de río y con iguales cultivos de forrajeras. Los resultados del monitoreo realizado durante un año muestran que no hay diferencias significativas entre los suelos y cultivos regados con los efluentes industriales y los regados con aguas superficiales, a pesar de que la conductividad del efluente es prácticamente el doble que la del agua de río. La materia orgánica contenida en el efluente no muestra tampoco ninguna influencia. Los valores de RAS encontrados en los suelos no muestran peligro de salinización ni de alcalinización de los suelos, debido al manejo del riego y el tipo de terreno, constituido principalmente por terrenos francos a franco arenosos.

**Director: María Esther Balanza**

### 2. Afectación de suelo y aguas subterráneas por riego con efluentes industriales y domiciliarios (06/L030)

Dadas las características de la región y el alto costo de los tratamientos secundarios de descontaminación de los efluentes industriales, el uso agrícola de los mismos aparece como una alternativa para una producción más limpia, mediante el ahorro de energía y el aprovechamiento de materia orgánica, si los efectos adversos sobre el ambiente pueden ser evitados.

Este trabajo se propone evaluar los efectos en el suelo del uso de efluentes de industrias frutihortícolas y vitivinícolas en diversas zonas del Departamento de San Rafael, para riego gravitacional, y el impacto sobre suelo y napas de agua subterránea por uso agrícola de los efluentes domiciliarios de la ciudad. Se pretende verificar el grado de cumplimiento de las reglamentaciones vigentes respecto del uso agrícola de los efluentes y proponer modificaciones a las mismas.

Para ello, se realizará el análisis de parámetros, con muestreos basados en un diseño estadístico de experimentos válido (análisis jerarquizado), del suelo y de aguas subterráneas que permita el análisis estadístico de los datos.

Se espera contar con conocimiento específico para diferentes zonas de la región, de acuerdo al tipo de suelo y cultivos, que sirva de base para el diseño y desarrollo de planes de aprovechamiento de los efluentes industriales y domiciliarios para el riego gravitacional usual en la zona, que permitan utilizar el potencial nutriente e hídrico de los mismos, a la vez que minimizar su impacto sobre el suelo y las aguas subterráneas.

**Director: María Esther Balanza**



### 3. Uso de aguas residuales urbanas para la producción de cultivos energéticos destinados a biocombustibles. (06/A321)

La Ley argentina N° 26.093, sobre biocombustibles, establece que para el 2010 la nafta y el gasoil deberán ser cortados en un 5% con alcohol y biodiesel, respectivamente. Los cultivos agrícolas constituyen la principal fuente de materia prima para obtener dichos combustibles, alternativos a los de origen fósil. Cada región presenta ventajas comparativas para diferentes cultivos. En experiencias locales previas hemos probado topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) como una materia prima para obtener alcohol (bioetanol) y colza (*Brassica napus* L.) como fuente de aceite para fabricar biodiesel. En ambos casos con buenos rendimientos. El presente proyecto pretende evaluar el comportamiento de estos cultivos cuando son regados con aguas cloacales, ya que el reuso de las mismas es factible cuando los productos no se destinan a consumo humano directo, y se solucionaría el destino de esas aguas de potencial contaminante. El ensayo se realizará en tierras pertenecientes a una planta de tratamiento de agua cloacal de OSM en el Valle de Uco y se contrastará el rendimiento de cada cultivo para los tratamientos de riego (agua cloacal y agua cruda). Se ajustará la metodología para obtener alcohol a partir del topinambur y se determinará el contenido de aceite de la semilla de colza. Además se medirá el consumo de agua cloacal que representan estos cultivos para poder calcular la superficie que podría incorporarse al oasis productivo.

**Director: Horacio Lelio**

### 4. Efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) regado con aguas residuales urbanas. (06/A406)

El topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) produce tubérculos ricos en hidratos de carbono fermentables que pueden ser usados para producir etanol. Para el destino energético el cultivo puede ser regado con aguas residuales urbanas; existen experiencias en el mundo y locales, que indican que se obtienen muy altos rendimientos cuando se riega con estas aguas de alto contenido de nutrientes. La densidad poblacional en un cultivo de topinambur afecta sus parámetros de crecimiento y su rendimiento. La densidad de plantación más convencional varía entre 3 a 4 plantas/m<sup>2</sup>, aunque en condiciones de recursos no limitantes, la densidad poblacional indicada para obtener máximo rendimiento puede aumentarse. Con este proyecto se pretende evaluar el efecto de la densidad de plantación sobre el rendimiento de tubérculos. La experiencia de campo se llevará a cabo en tierras de Obras Sanitarias Tunuyán, contiguas a la planta de tratamiento de aguas residuales urbanas de la localidad de igual nombre; 33° 32' 89" S y 69° 00' 80" O. Se plantearán 6 tratamientos de densidad, combinando 2 espaciamientos entre hileras (0,70 y 0,80 m) y 3 espaciamientos entre plantas en la hilera (0,30, 0,40 y 0,50 m), generando stands que varíen desde las 25.000 a 47.600 plantas/ha.

**Director: Horacio Lelio**



### 5. Gestión tecnológica del recurso agua en la industria olivícola.

Teniendo en cuenta que en Mendoza el 90% de la producción de aceitunas verdes se destina al consumo en fresco, en el presente trabajo se estudian las aguas residuales provenientes de tal actividad. Los efluentes anuales provenientes del desamarizado tienen un menor aporte contaminante en cuanto a la carga orgánica y los sólidos disueltos, en relación con las de las otras operaciones; mientras que, si se considera la duración de cada una de las operaciones, la carga diaria orgánica y los sólidos aportados, son los lavados los que tienen la mayor importancia relativa.

Considerando las principales características de los distintos tipos de efluentes, se han analizado técnicas de minimización y reuso de las aguas residuales a nivel regional, habiéndose determinado también la factibilidad del uso de la dilución en el sistema de tratamiento de líquidos cloacales. Las características tan complejas de las salmueras han llevado a la investigación de su reutilización en una nueva fermentación. Sin embargo no se han obtenido buenos resultados, por su alta capacidad de buffer y elevados contenidos de ácido láctico y polifenoles. En lo que respecta al reuso de la salmuera de fermentación como líquido final de envasado, es necesario realizar un tratamiento para decolorar y eliminar los sólidos suspendidos, mejorando de esta manera sus características organolépticas. Para ello, se han ensayado métodos como adsorción en carbón activado, utilización de tierras decolorantes, ultrafiltración, intercambio iónico y coagulación-filtración. Las experiencias realizadas hasta ahora presentan los mejores resultados para el uso del carbón activado-filtración y la ultrafiltración.

Si bien en nuestra zona se reusa la lejía, no existe acuerdo en la cantidad de ciclos en los que esta práctica sería factible, por problemas con el manejo de la soda, ya que se enriquece en sedimentos difíciles de remover y se producen espumas que interfieren en el bombeo del fluido. En cuanto a los líquidos de lavado, que presentan un elevado pH, gran cantidad de azúcares fermentables, y baja proporción de NaOH, pueden re utilizarse.

**Director: Selva Nidia Ugarte**

### 6. Estudio técnico-económico de la recuperación de las salmueras de fermentación en la elaboración de aceitunas (06/B080)

La industria olivícola reviste gran importancia para la provincia de Mendoza, la cual es la principal productora de aceitunas en la Argentina. Las aceitunas se exportan en una proporción que alcanza el 65% de la producción y está orientada fundamentalmente a la preparación de aceitunas verdes en salmuera.

Un importante problema que hoy enfrenta la industria aceitunera, debido a las exigencias de las normas vigentes, es la producción de aguas contaminadas que genera a lo largo de todo el año. Actualmente, la mayoría de las empresas productoras de aceitunas trasladan el problema contratando camiones para la evacuación de estos efluentes sin ningún tipo de tratamiento.

A pesar de que existen distintas alternativas para el tratamiento y destino de las salmueras, la reutilización se presenta como la más atrayente debido a que, además de ser una solución al problema de la contaminación, permite el ahorro de insumos para el envasado, como cloruro de sodio, ácidos orgánicos, etc.

Si bien existen antecedentes en la reutilización de las salmueras madre para el envasado, éstos se llevaron a cabo con variedades de aceitunas diferentes a la predominante en nuestra provincia (Arauco) y con productos que no están disponibles en el mercado local (tipos de carbón activado, tierras decolorantes, etc.), por lo que se considera necesario investigar, técnica y económicamente, estos métodos para nuestras condiciones.

**Director: Selva Nidia Ugarte**





### 1. Reuso del agua de lavarropas automáticos para el riego de parques y jardines (06/L063)

El agua es un bien escaso que debe cuidarse. La mayoría de los hogares del radio urbano de la ciudad de San Rafael cuentan con lavarropas automáticos y también con jardines o parques. Y tanto uno como otros se nutren para sus fines, de la red general de agua potable. Si el uso de jabones líquidos de buena calidad no alterara la calidad del suelo para el cultivo de las especies ornamentales, podría usarse el agua de lavado para el riego de jardines y/o parques. Los objetivos que se propone este trabajo son estudiar por un lado la calidad del suelo y las variaciones que pueda sufrir por el regado, reutilizando el agua de lavado de lavarropas automáticos a lo largo de dos años y por otro el cambio (si lo hubiera) de las características cualitativas de especies ornamentales de uso frecuente en jardines y parques del radio urbano. Para ello se trabajará sobre dos superficies de terreno con iguales condiciones de sol, aire, temperatura, etc, una de las cuales será sometida al riego descrito y la otra al riego tradicional. Se tendrán en cuenta las diluciones que sufre el jabón por los distintos enjuagues, como así también las diluciones propias de las precipitaciones pluviales. No se descarta la posibilidad de plantear algún sistema de tratamiento primario domiciliario, si los resultados no fueran los esperados. Si pudiera reutilizarse el agua de lavado de lavarropas automáticos para el riego de jardines y/o parques, la transferencia al Departamento General de Irrigación se podría hacer en forma directa en virtud de convenios pre-existentes, y desde allí podría surgir una campana de concientización para que este sistema se ponga en práctica ya que sería una forma de riego que supone un ahorro importante de agua potable, tan escasa, sobre todo en la época veraniega. Se propone la presentación en eventos científicos para la transferencia al sector académico.

**Director: Luis Guillermo Balada**



### 1. Evaluación integral del riego por pulsos en los oasis regadíos. Eficiencia de riego, análisis económico y opinión de los usuarios.

Los oasis bajo riego de Mendoza y San Juan, al igual que los del resto del centro-oeste del país, por sus condiciones de zona semiárida, deben su sustentabilidad exclusivamente al agua de riego de origen nival. La disponibilidad del recurso, cada día más escaso en cantidad y en calidad, requiere de la permanente incorporación de tecnología para mejorar la eficiencia de su manejo. La reciente aparición en nuestra zona del riego por pulsos (por ondas de caudal o caudal discontinuo) representa – por sus características – una alternativa más económica que el riego presurizado, a la vez que permite mejorar sensiblemente las eficiencias de riego en comparación con las del riego tradicional (especialmente en riego con pendiente).

En este trabajo se presentan los resultados de una evaluación integral del método (riego por pulsos en comparación con el riego tradicional) que comprende eficiencia, costos y opinión de los usuarios llevada a cabo en los oasis regadíos de dichas provincias. Entre los resultados se destacan el aumento de eficiencia (42% vs. 19%), la disminución de los costos, mucho mayor cuando se usa agua subterránea y la opinión –mayoritariamente satisfactoria– de los distintos niveles de usuarios encuestados.

**Director: José Antonio Morábito**

### 2. Riego y energía: operación y mantenimiento de sistema de irrigación haciendo más eficiente el uso del agua (06/B085)

El objetivo de esta investigación es analizar y estudiar del comportamiento hidráulico del Primer y Segundo Tramo del Canal San Martín, con la finalidad de optimizar la gestión, mejorar la operación y el mantenimiento y evaluar las factibilidades de generación hidroeléctrica en dichos tramos.

La línea de investigación a la que corresponde es la de la Ingeniería Hidráulica, la Ingeniería Estructural de conducciones de agua y la Ingeniería Hidroelectromecánica incluidas dentro del concepto de hacer más eficiente el uso del agua.

Las hipótesis de trabajo a utilizar surgen de los conceptos hidráulicos básicos necesarios para el estudio y análisis completo del fenómeno que se produce en el escurrimiento, en particular supercrítico, y ciertas condiciones singulares de transiciones de régimen supercrítico a subcrítico.

La metodología incluye el estudio o análisis con herramientas modernas de simulación matemática, y el desarrollo experimental en modelo físico a escala en el Laboratorio de Hidráulica de singularidades hidráulicas. También en la búsqueda de materiales para mejorar la gestión principalmente en el mantenimiento de estructuras de hormigón.

El producto a obtener es la ingeniería completa de mejora en la gestión, optimización en la operación y mantenimiento y en las factibilidades de generación con la ayuda de líneas de financiamiento de Energía Limpia sin la contaminación de gases de efecto invernadero.

En la transferencia y beneficios de los resultados que se esperan obtener se incluyen instituciones destinadas a la administración del recurso agua para riego y a hacer un uso más eficiente del agua con otros usos no consuntivos para optimizar el sistema de Riego de la Provincia de Mendoza y áreas similares.

**Director: Daniel Omar Bonilla**



### 3. Riego y energía: nuevas herramientas para el diseño hidráulico. (06/B125)

El objetivo de esta investigación es analizar y aplicar herramienta matemática moderna en el comportamiento hidráulico del Primer y Segundo Tramo del Canal San Martín, con la finalidad de optimizar la gestión, mejorar la operación y el mantenimiento en dichos tramos. La línea de investigación a la que corresponde es la de la Ingeniería Hidráulica y la Ingeniería Estructural de conducciones de agua incluidas dentro del concepto de hacer un uso más eficiente del agua. Las hipótesis de trabajo a utilizar surgen de los conceptos hidráulicos básicos necesarios para el estudio y análisis completo del fenómeno que se produce en el escurrimiento, en particular supercrítico, y ciertas condiciones singulares de transiciones de régimen supercrítico a subcrítico. La metodología incluye el estudio o análisis con herramientas modernas de simulación matemática, desarrollo experimental en modelo físico a escala en el Laboratorio de Hidráulica de singularidades hidráulicas. El producto a obtener es la ingeniería completa de mejora en la gestión, optimización en la operación y mantenimiento. En la transferencia y beneficios de los resultados a obtener se incluyen instituciones destinadas a la administración del recurso agua para riego, y al aprovechamiento más eficiente para optimizar el sistema de Riego de la Provincia de Mendoza y áreas similares.

**Director: Dante Guillermo Bragoni**

### 4. Eficiencia de riego (río Tunuyán) y evaluación de la calidad del agua en áreas regadías (ríos Mendoza y Tunuyán). Recomendaciones para un aprovechamiento racional y sustentable. (06/A335 y 006/A422)

Eficiencia de riego y contaminación hídrica constituyen la línea de investigación que viene desarrollando –desde siempre– nuestro equipo de trabajo. El crecimiento de las ciudades y de sus industrias localizadas sobre la red aductora a cielo abierto ha transformado a los canales en colectores de residuos urbano-pluviales e industriales que se suman al aporte salino de los desagües agrícolas. La sustentabilidad del oasis norte exige hoy una distribución racional y equitativa del recurso, tanto en cantidad como en calidad. Los objetivos del presente estudio son: conocer –en el área del río Tunuyán– el grado de aprovechamiento del agua de riego en propiedad; identificar los parámetros físicos y de manejo que contribuyen a mejorar la eficiencia de riego; evaluar en los ríos Mendoza y Tunuyán los niveles de contaminación físico-química y microbiológica; detectar variaciones espacio-calidad identificando las causas que la originan y elaborar recomendaciones. Las hipótesis del trabajo son: la eficiencia de riego actual es baja; existen distintas alternativas viables de mejoramiento y tecnificación del riego en propiedad; y hay un grado diferencial de contaminación en función de las características de la zona que atraviesan la red de riego. Para la evaluación de las eficiencias de riego se utilizará la metodología desarrollada por Chambouleyron et al. (1982). Se determinará en cada propiedad evaluada los siguientes parámetros: eficiencia de almacenaje (EAL), de aplicación (EAP), de distribución (EDI), de distribución absoluta (EDIA) y las respectivas eficiencias potenciales. Para conocer la evolución de la calidad del agua, se seleccionarán 22 sitios de muestreo, georreferenciados y distribuidos a lo largo de la red de canales de los dos ríos. Se medirá el caudal pasante. Los análisis físico-químicos y microbiológicos a realizar serán: conductividad eléctrica, temperatura, pH, sólidos solubles totales, sólidos sedimentables en 10 min, oxígeno disuelto, DQO, contenido de cationes y aniones, RAS, metales pesados (cadmio, plomo, cobre y zinc), bacterias aerobias mesófilas, bacterias coliformes totales y fecales por técnicas oficiales y por el Standard Methods (APHA, AWWA, WPCF, 1992). En el río Tunuyán se espera obtener la calificación del riego de cada propiedad a través de indicadores de eficiencia y la eficiencia global media. En lo que se refiere a contaminación, se espera una cuantificación de la misma, la identificación de los distintos tipos y grados de contaminación y la detección de las principales causas de deterioro. Los destinatarios de los posibles resultados del proyecto serán los administradores del recurso y los usuarios. Del mismo modo se prevé la difusión académica de los resultados y la formación de recursos humanos a nivel de grado y posgrado.

**Director: José Antonio Morábito**



### 1 Evaluación de la calidad del agua en el área regadía del río Mendoza. Recomendaciones para un aprovechamiento eficiente y sustentable (06/A263)

La preocupación por la menor disponibilidad de agua de buena calidad para la agricultura, va de la mano de una indelegable responsabilidad de los encargados de la gestión del recurso por preservar la calidad de vida de los habitantes del oasis. El río Mendoza concentra en sólo 800 km<sup>2</sup> más de 800.000 habitantes, genera el 68 % del PBI provincial y el uso potable e industrial ya consume un 25% de la oferta del río. Asimismo el modelo descentralizado y participativo de gestión -vigente desde hace más de 100 años- muestra una gran debilidad en la eficiencia de la distribución del agua, el mantenimiento de la red de riego y drenaje y, fundamentalmente, en el efectivo control de los distintos usos. Esta complejidad obliga a continuar este estudio para generar una propuesta superadora de la situación actual y de la casi segura crisis de sostenibilidad que espera al oasis en el futuro. Una vez afectada la calidad del recurso hídrico superficial se verá afectada también la producción unitaria y la calidad de los productos, la disponibilidad y el potencial productivo de tierras regadías, la agroindustria, la economía provincial y la salud de la población. Los objetivos específicos del proyecto responden a la evaluación temporo-espacial de parámetros indicadores de calidad, en puntos estratégicos del río, la red de canales, de drenaje y de freáticos. Se obtendrán parámetros físicos (conductividad eléctrica, pH, T°, OD, DQO, sólidos totales, fijos y volátiles); físico-químicos (salinidad completa, RAS, nitratos, nitritos, amonios y metales pesados y agrotóxicos) y microbiológicos (bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales y fecales). Se pretende estudiar, además, la consecuencia del avance de la urbanización sobre la red de conducción con su carga contaminante de heterogéneos materiales que ocasionan problemas de equidad en la distribución, desbordes e inundaciones, afectando el paisaje, la producción agrícola y la calidad de vida de los habitantes. Los resultados obtenidos se materializarán con una visión integradora, en pautas de alerta y manejo destinadas a los responsables de la gestión del agua.

**Director: José Antonio Morábito**

### 2. Instituciones para el uso eficiente del recurso hídrico superficial y subterráneo.

El objeto de este proyecto es analizar los instrumentos que pueden ser utilizados para inducir a un uso más racional y eficiente de los escasos recursos hídricos con que cuenta la Provincia de Mendoza. Para ello se ha abordado el tema a través del planteo de la relación entre la política hídrica y la política económica provincial en general y se ha establecido un proceso lógico de diseño de un Plan Hídrico, como instrumento expresivo de tal política.

Dicho análisis ha permitido identificar los instrumentos aptos para la aplicación eficiente de la política hídrica, entre los cuales se destacan el sistema de inversiones y el esquema de financiamiento. A partir de tal identificación se ha pretendido abordar en detalle estos dos temas, por tratarse de áreas en las cuales el punto de vista económico juega un rol fundamental al momento de efectuar aportes útiles para eficientizar el manejo del recurso hídrico en la Provincia.

Los aportes más importantes de este trabajo son el diseño de metodologías para la evaluación socioeconómica de proyectos específicos del área y el de un sistema tarifario óptimo para el cobro de los servicios que presta el Departamento general de Irrigación.

En cuanto a las metodologías de evaluación socioeconómica, se han elaborado las siguientes:

- Metodología para la evaluación de proyectos de nuevas perforaciones para proveer agua subterránea
- Metodología para la evaluación de proyectos de entubamiento de agua.

**Director: Claudia Nerina Botteon**



### 3. Optimización de la gestión del agua en Mendoza: hacia el cobro volumétrico en riego.

El objetivo principal de este trabajo es identificar las actitudes de los regantes acerca de la implementación de un nuevo sistema de cobro volumétrico del agua de riego. Para recabar la información básica se realizó un relevamiento mediante una encuesta.

La unidad de análisis seleccionada es el usuario de agua de riego. Se utilizó un formulario de encuesta estructurado. Se diseñó una muestra probabilística sobre la base de un muestreo estratificado proporcional por Inspecciones de Cauce de los principales ríos de Mendoza. Por Inspección se sortearon canales o ramas hijuelas de riego. Se realizaron 105 encuestas en toda la provincia, distribuidas por río.

Según la opinión recabada sobre el cobro volumétrico del agua, los resultados concluyen que el 45% de los usuarios no tiene suficiente información para anticipar su posición al respecto. El 28% "no está de acuerdo" con la implementación del sistema, el 19% respondió favorablemente y el 9% está medianamente de acuerdo. Los fundamentos de la posición negativa son dos: 1) porque la adopción de un sistema de entrega volumétrica les demanda una inversión importante, que no están en condiciones de realizar dada la rentabilidad actual de la producción, y 2) porque habría que acondicionar todos los cauces para un apropiado funcionamiento del sistema. Esto sólo se justifica con sistemas de riego más tecnificados que los existentes. Los principales argumentos para la aceptación del sistema de entrega volumétrica son dos: 1) se reconocen las ventajas del sistema en cuanto al ahorro en el consumo del agua, y 2) abre la posibilidad de adquirir toda el agua que requiera el productor.

**Director: Armando Llop**

## Instituto de Ciencias Ambientales

Institutos Multidisciplinarios

Secretaría de Desarrollo Institucional

Universidad Nacional de Cuyo

+54 261 4299986

[www.imd.uncu.edu.ar](http://www.imd.uncu.edu.ar)

[ica@uncu.edu.ar](mailto:ica@uncu.edu.ar)

Espacio de la Ciencia y la Tecnología

Lic. Elvira Calle de Antequeda

Padre Contreras 1300, Parque General San Martín

Mendoza, República Argentina, CP 5500

