



**UBA**  
Universidad de Buenos Aires



**Facultad de Agronomía**  
Universidad de Buenos Aires

Av. San Martín 4453 | C1417DSE  
Argentina | Tel. +54-11 5287-0000  
www.agro.uba.ar

**C.D. 2170**  
**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**

**Cdad. Autónoma de Buenos Aires, 3 de septiembre de 2019.-**

**V I S T O** las resoluciones C.S. 2837/07, C.S. 8261/14, C.D.1647/15 y C.D. 1675/19 y las presentes actuaciones por las que se tramita la propuesta de modificación del programa de la asignatura obligatoria "Sistemas de Riego y Drenaje" correspondiente a la Tecnicatura en Floricultura incorporando la condición de promoción sin examen final y,

**CONSIDERANDO**

Que la resolución C.S. 2837/07 se aprobaron las normas para la gestión y modificación de los planes de estudio de las carreras de esta Universidad incluyendo en ellas las características de las asignaturas obligatorias.

Que por resolución C.S. 8264/14 se aprobó el plan de estudio de la Tecnicatura en Floricultura.

Que por resolución C.D. 1647/15 – Anexo II – se aprobó el programa para la asignatura mencionada en el Visto no contemplando la promoción sin examen final como forma de aprobación de la asignatura.

Que por Resolución C.D. 1675/19 se aprobó el nuevo Reglamento de Cursado y Aprobación de Asignaturas Obligatorias y Electivas de Carreras de Grado y Tecnicaturas.

Que el profesor titular de la cátedra de Riego y Drenaje, con el aval de la Junta del Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra, solicita incluir la condición de "promocionado" como modo de aprobación de la asignatura.

Que de fojas 3 a 7 el profesor Mag. Alejandro A. PANNUNZIO eleva la propuesta definitiva del nuevo programa de la asignatura.

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 113° inciso 11 del Estatuto Universitario corresponde al Consejo Directivo "aprobar los programas de enseñanza proyectados por los profesores".

Lo aconsejado por la Comisión de Planificación y Evaluación.

Por ello, y en uso de sus atribuciones,

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**R E S U E L V E:**

**ARTÍCULO 1º.-** Aprobar el nuevo programa de la asignatura obligatoria "Sistemas de Riego y Drenaje" para la Tecnicatura en Floricultura – plan



**UBA**  
Universidad de Buenos Aires



**Facultad de Agronomía**  
Universidad de Buenos Aires

Av. San Martín 4453 | C1417DSE  
Argentina | Tel. +54-11 5287-0000  
www.agro.uba.ar



**C.D. 2170**  
**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**  
**..//2**

de estudio 2014 – con una carga horaria de treinta y dos (32) horas – dos (2) créditos – según el Anexo que forma parte de la presente resolución.

**ARTÍCULO 2º.-** Dejar establecido que el programa al que se hace referencia en el artículo anterior tiene vigencia desde el ciclo lectivo 2019.

**ARTÍCULO 3º.-** Dejar sin efecto el programa de la asignatura aprobada por resolución C.D. 1647/15 desde el ciclo lectivo 2019 para el plan de estudio mencionado en el artículo primero.

**ARTÍCULO 4º.-** Regístrese, comuníquese, pase a las Direcciones de Concursos Docentes, de Ingreso, Alumnos y Graduados y de Biblioteca a sus efectos. Cumplido, archívese.

DIRECCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO	Intervino
	<b>MEC</b>  

  
Ing. Agr. Adriana M. RODRÍGUEZ  
Secretaría Académica

  
Ing. Agr. Dra. Marcela E. GALLY  
Decana

**RESOLUCIÓN C.D. 2170**



**UBA**  
Universidad de Buenos Aires



**Facultad de Agronomía**  
Universidad de Buenos Aires

Av. San Martín 4453 | C1417DSE  
Argentina | Tel. +54-11 5287-0000  
www.agro.uba.ar

**C.D. 2170**  
**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**  
**..//3**

## ANEXO

### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Sistemas de Riego y Drenaje**

Carácter de la asignatura: **Obligatoria**

Cátedra/Área/: Cátedra de Riego y Drenaje – Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra.

Carrera: **Tecnicatura en Floricultura**

Período lectivo: Desde 2019.

### 2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

Ubicación de la materia en el plan de estudio: Segundo año

Duración: Bimestral

Profesor responsable de la asignatura: Alejandro Pannunzio

Equipo docente: Pamela Teixeira Soria, Lida Borello, Francisco Doufour, Gerardo De Marco.

Carga horaria para el estudiante: TREINTA y DOS (horas) – DOS (2) créditos.

Correlatividades requeridas

Física

Suelos y Mejoradores de Suelos

### 3. FUNDAMENTACIÓN

El agua es un recurso que se encuentra sometido a la presión de una demanda cada vez más exigente, tanto en cantidad como en calidad. En este punto es necesario considerar que el sector agrícola es el principal consumidor de este recurso a nivel mundial, con un 70% del total, esta situación se acentúa en los países de menores ingresos.

Actualmente, la agricultura bajo riego representa cerca del 20 % de las tierras cultivadas del mundo (AQUASTAT, 2005) y contribuye con el 40 % del total de la producción de alimentos, se prevé que para el 2025 esta contribución aumente considerablemente (Seckler et al., 1998). Por lo señalado anteriormente resulta imprescindible la optimización del uso del agua para riego. Además, desde el punto de vista social el riego es un elemento estratégico para la generación de empleo por su alto impacto en las economías regionales.

La FAO, estima que la extracción de agua para riego en todos los países en desarrollo se incrementará de los 2.128 km<sup>3</sup> registrados en el período 1997/99 a 2.420 km<sup>3</sup> en 2030, un incremento de cerca de 14%. También estima que el área bajo riego en los países en desarrollo aumentará de 202 millones de hectáreas en 1997/99 a 242 millones en 2030, un incremento de cerca de 20%.

Es importante destacar que el 76% del territorio de la República Argentina se extiende bajo condiciones áridas y semiáridas, además 60 millones de hectáreas están afectadas por



**C.D. 2170**

**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**

**..//4**

distintos procesos y grados de desertificación. Las regiones áridas y semiáridas disponen sólo del 18% de los recursos hídricos superficiales del país y producen el 50% de la producción agrícola y el 47% de la ganadera. Estos datos indican la necesidad de realizar obras de infraestructura de riego que permitan aprovechar todas las posibilidades de agua sin alterar el medio ambiente ni competir con la disponibilidad de agua para uso humano y animal.

Se considera que el potencial de tierras aptas para riego, en la Argentina, es del orden de 6,3 millones de hectáreas, de las cuales solo 2,5 millones pueden ser factibles de habilitar para riego integral. La superficie regada actualmente, es del orden de 1,5 millones de hectáreas, mientras que la superficie con infraestructura de riego disponible cubre alrededor de 1,75 millones de hectáreas. El 68% de la superficie bajo riego se ubica en las regiones áridas y semiáridas del país y el 32% restante, en las regiones húmedas y se trata de riego complementario o riego para arroz. El 74% de los sistemas o áreas pertenecen y/o son administradas por el sector público y el 26% por el sector privado. La eficiencia del uso del agua, en general, se encuentra en niveles muy bajos: la media es inferior a 40%. De total de 1,5 millones de hectáreas bajo riego, se considera que existen 0,5 millones hectáreas que están afectadas, en distintos grados de intensidad, por problemas de drenaje y/o salinidad.

Con relación a los impactos ambientales producidos por el riego, hay que considerar la complejidad de las interacciones de los procesos ambientales y el desempeño de los sistemas de riego y drenaje.

La información referente a calidad de agua y suelos en la región latinoamericana es escasa y se encuentra fragmentada espacial y temporalmente (Fernández Cirelli et al., 2009). La mayoría de los estudios se refiere a los problemas de salinización y sodificación de los suelos, en este punto es necesario considerar que la sobreexplotación de acuíferos genera un deterioro sobre el propio recurso hídrico, en este aspecto todavía hay un largo camino por recorrer.

Sobre la base de los puntos antes mencionados, es evidente la necesidad de capacitación en la tecnología del riego de los futuros egresados de las tecnicaturas, esta materia permitirá un conocimiento de la realidad del riego del país y de los avances tecnológicos a nivel mundial que permiten la optimización del recurso agua en la producción agrícola.

#### **4. OBJETIVOS GENERALES**

Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Conocer las distintas formas y comportamiento del agua en el suelo.
- Conocer los distintos tipos de sistemas de riego.
- Conocer y manejar los distintos componentes de los sistemas de riego.
- Evaluar y proyectar sistemas de riego y drenaje.



**C.D. 2170**

**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**

**..II5**

## **5. CONTENIDOS**

### **Contenidos mínimos:**

Introducción a los sistemas de riego y drenaje. Hidrología aplicada al estudio y manejo de cuencas y de sistemas de riego y drenaje. Hidráulica aplicada a sistemas de riego y drenaje. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Riego. Métodos de riego.

### **Contenidos desarrollados - Programa analítico**

#### UNIDAD 1. Introducción a los Sistemas de Riego y Drenaje

- 1.1. Sistemas de riego y drenaje: presentación de la asignatura. Temáticas principales de las disciplinas Hidrología, Hidráulica, Riego y Drenaje que integran la asignatura.
- 1.2. Importancia de los Sistemas de Riego y Drenaje en el desarrollo de las ciencias agrarias.
- 1.3. Desempeño del técnico en el campo de la agrohidrología, con énfasis en el manejo de aguas, suelos y cultivos.
- 1.4. Desarrollo nacional e internacional de los sistemas de riego y drenaje y de la irrigación. Principales áreas argentinas bajo riego integral y complementario.
- 1.5. Recursos hídricos superficiales y subterráneos. Estudio, aprovechamiento y conservación de los recursos hídricos.

#### UNIDAD 2. Hidrología aplicada al estudio de sistemas de riego y drenaje.

- 2.1. Ciclo hidrológico y distribución de agua en el Planeta.
- 2.2. Precipitación total y precipitación efectiva. Métodos de medición y estimación. Análisis de datos.
- 2.3. Escurrimiento superficial, subsuperficial y subterráneo. Hidrogramas. Relación precipitación - escorrentía.
- 2.4. Evaporación, transpiración y evapotranspiración. Métodos de medición y estimación.
- 2.5. Infiltración. Métodos de medición y estimación. Construcción de modelos matemáticos de aplicación en diseño de riego.

#### UNIDAD 3. Hidráulica aplicada a sistemas de riego y drenaje.

- 3.1. Hidrostática e Hidrodinámica. Presiones hidrostáticas. Corriente líquida: elementos técnicos que la caracterizan. Principios de conservación de la masa y la energía.
- 3.2. Circulación de agua en tuberías. Pérdidas de carga: medición y estimación. Aplicaciones.
- 3.3. Circulación de agua en canales. Aplicaciones para el diseño de acequias y pequeños canales de distribución y drenaje.
- 3.4. Hidrometría: clasificación, fundamentos y aplicaciones de métodos de aforo en distintos sistemas hídricos. Aforo de cursos libres. Circulación de agua por orificios y vertederos. Medición de caudales mediante estructuras.
- 3.5. Sistemas de bombeo. Clasificación y descripción de bombas, transmisiones y motores. Determinación de requerimientos de bombeo. Análisis de sistemas de bombeo, selección del equipamiento y cálculo de potencia.



**C.D. 2170**

**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**

**..//6**

UNIDAD 4. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera.

4.1. Relaciones agua-suelo. Contenidos hídricos referenciales. Humedad aprovechable total, consumida y residual. Potencial de agua del suelo: componentes, medición y cálculo. Relaciones entre tensiones y contenidos hídricos en los suelos.

4.2. Relación agua-suelo-planta. Absorción de agua del suelo por las plantas. Sistemas de raíces: patrón de distribución, profundidad, tasa y modelos de absorción. Umbral de riego: concepto, uso y determinación experimental. Láminas neta y bruta de riego.

4.3. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Flujo de agua en la fitósfera. Relaciones entre transpiración y fotosíntesis. Sensibilidad de las plantas al déficit hídrico. Respuesta de los cultivos a niveles de humedad aprovechable. Modelos de producción.

UNIDAD 5. Riego.

5.1. Riego en zonas húmedas y zonas áridas. Impacto ambiental y socioeconómico del riego integral y complementario.

5.2. Análisis de la oferta y demanda de agua, para poner bajo riego sistemas de producción vegetal. Evaluación de la disponibilidad de agua. Construcción de curvas de demanda.

5.3. Calidad del agua para riego. Métodos para interpretar la calidad del agua y sus efectos en el sistema productivo. Mejoramiento de la calidad del agua.

5.4. Clasificación de métodos de aplicación de agua al suelo. Descripción de distintas unidades de riego. Selección de alternativas de sistemas de riego de acuerdo al método de aplicación de agua más adecuado a las condiciones físicas, económicas y humanas disponibles.

5.5. Distritos de riego y drenaje: infraestructuras de almacenamiento, regulación, derivación, conducción, distribución y avenamiento. Formas de entrega del agua a los usuarios.

5.6. Evaluación de distintas eficiencias en riego: eficiencia de conducción, de aplicación, de distribución y de almacenaje de agua.

**6. METODOLOGIA DIDACTICA**

Los encuentros con los estudiantes serán teórico-prácticos, abordando la totalidad de los ejes temáticos correspondientes a las unidades de aprendizaje.

Los encuentros teórico-prácticos incluirán la utilización de técnicas de enseñanza tradicionales (exposiciones y explicaciones breves), de doble vía (diálogo, interrogación, demostración, ejemplificación) y grupales (conversación, discusión grupal, estudio dirigido y otras).

Al cierre de cada unidad de aprendizaje se presentarán situaciones inéditas que, apoyándose en la problemática de dichas unidades, permitirán al estudiantado la transferencia del aprendizaje.

Los encuentros teórico-prácticos deben asegurar la ejecución de los trabajos prácticos obligatorios dispuestos para todo el curso.



**C.D. 2170**  
**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**  
**.J17**

El equipo docente debe cumplir el rol de guía y orientador durante el abordaje de las investigaciones seleccionadas por los grupos de estudiantes.

El equipo docente debe orientar a los estudiantes para el diseño de pequeños proyectos relacionados con los centros de interés planteados por los grupos de estudiantes.

## **7. FORMAS DE INTEGRACIÓN DE LA PRÁCTICA**

Los estudiantes realizarán dos tipos de actividades prácticas, una en el aula, otra en el campo experimental, en forma individual y grupal, con la guía del personal docente, durante el desarrollo de la clase práctica, abordando los temas que a continuación se enumeran y la otra, parte en clase y parte fuera de ella, organizados en comisiones, para trabajar sobre los centros de interés elegidos por ellos mismos.

Los temas correspondientes a trabajos prácticos obligatorios son:

1. Estimación de lámina de precipitación efectiva, pronóstico de la evapotranspiración de referencia de un sitio geográfico y de la evapotranspiración real de un cultivo específico (aula).
2. Aforo de una perforación (campo experimental).
3. Obtención de la curva de infiltración por medio de distintos métodos (campo experimental).
4. Medición de niveles estático y dinámico de una perforación (campo experimental)
5. Circulación de agua por tuberías. Medición y estimación de pérdidas de carga. Selección de tuberías y de equipos de bombeo. Cálculo de potencias requeridas (aula)
6. Relaciones agua-suelo-planta-atmósfera. Cálculo de lámina e intervalo de riego (aula).

Drenaje agrícola. Caracterización de la dinámica freática para la prevención y control de excesos hídricos (aula).

## **8. SISTEMA DE EVALUACIÓN**

- Se evaluará la integración de contenidos y la resolución de problemáticas concretas, sencillas y trascendentes, surgidas del campo real.
- Está previsto: a) el seguimiento continuo del cumplimiento en cantidad y calidad de las actividades del estudiante y de los resultados logrados, aportarán información válida para su calificación y b) una instancia de parcial con opción a recuperatorio.



**C.D. 2170**  
**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**  
**.//8**

Condición del estudiante al finalizar el curso.

El estudiante quedará en alguna de las siguientes condiciones al finalizar el curso:

- a) Promovido:  
Acreditar al menos el 75% de asistencia a las clases teórico-prácticas  
Aprobar el parcial con una calificación de siete (7) o más puntos. Si la calificación obtenida fue de entre cuatro (4) y siete (7) puntos o estuvo ausente, podrá recuperar el parcial para promocionar la asignatura. Para tal fin, deberá obtener siete (7) o más puntos en el examen recuperatorio.
- b) Regular  
Acreditar al menos el 75% de asistencia a las clases teórico-prácticas  
Aprobar el parcial con una calificación de entre más de cuatro (4) y menos de siete (7) puntos. Si la calificación obtenida fue inferior a cuatro (4) puntos, podrá rendir un recuperatorio para regularizar, para lo cual deberá obtener una calificación superior a cuatro (4) o más puntos. El estudiante en condición de regular deberá rendir un examen final para aprobar la asignatura, consistente en una evaluación oral o escrita. La vigencia de esta condición se adecuará a lo establecido en la Resolución (CD) 1675/19
- c) Libre  
Quedará en condición de alumno libre aquel que obtuvo en el parcial y/o recuperatorio una calificación inferior a cuatro (4) puntos o estuvo ausente en ambos. El estudiante en condición de libre deberá rendir un examen final que constará de dos etapas, la primera escrita y la segunda oral, ambas eliminatorias sino se obtiene en cada una de ellas una calificación igual o superior a cuatro (4) puntos.
- d) Asistencia cumplida:  
El estudiante que no aprueba el parcial, pero cumplió con el requisito de asistencia, quedará en condición de asistencia cumplida, condición válida sólo para el cuatrimestre inmediatamente posterior al que realizó la cursada.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

### OBLIGATORIA

La bibliografía que se utiliza como base para la materia está constituida por 11 entregas elaboradas por los docentes de la Cátedra de Riego y Drenaje:

- Entrega 1 Introducción
- Entrega 2 Hidráulica
- Entrega 3 Sistemas de bombeo
- Entrega 4 Relación agua, suelo, planta, atmósfera
- Entrega 5 Calidad de agua
- Entrega 6 Infiltración
- Entrega 7 Demanda de agua
- Entrega 8 Oferta de agua subterránea y superficial



**UBA**  
Universidad de Buenos Aires



**Facultad de Agronomía**  
Universidad de Buenos Aires

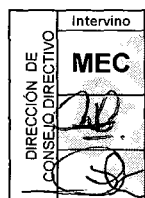
Av. San Martín 4453 | C1417DSE  
Argentina | Tel. +54-11 5287-0000  
www.agro.uba.ar

**C.D. 2170**  
**CUDAP: EXP-UBA: 48.890/19**  
**.//9**

- Entrega 9 Hidrometría
- Entrega 10 Canales
- Entrega 14 Drenaje

#### **OPTATIVA**

- Azevedo Neto, J y G, Acosta Alvarez. 1975. Manual de Hidráulica. Ed. Harla. Sao Pablo.
- Camargo, G. y D. Salazar. Elementos de hidráulica para ingenieros. Ed. UACH. México.
- Trueba Coronel, S. 1981. Hidráulica. Ed. CECSA. México.
- Linsley, R. et al. 1997. Hidrología para ingenieros. Ed. Mc. Graw-Hill. México.
- Luque, J. 1995. Hidrología agrícola aplicada. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Martín de Santa Olalla, F. y J. De Juan Valero. 1993. Agronomía del riego. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- Grassi, C. 1988. Fundamentos del riego. Ed. CIDIAT. Mérida.
- Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistemas de riego. Ed. IICA. San José de Costa Rica.
- Israelsen, O. y V. Hansen. 1989. Principios y aplicaciones del riego. Ed. Reverté. Barcelona.
- Taduelo, J. 1995. El riego por aspersión y su tecnología. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Nakayama, F. y D. Bucks. 1986. Trickle irrigation for crop production: design, operation and management. Ed. Elsevier. New York.
- FAO Irrigation and drainage papers. Numbers 24, 25, 27, 29, 33, 35, 36. Ed. FAO, Roma.
- Irrigation water management. Training manuals numbers 4 and 5. Ed. FAO. Roma.
- Boletines técnicos de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos de México. Van Konijnenburg, A. 2006. Agricultura orgánica. El riego en los cultivos. Material didáctico 3. Año 1 n°2. ISSN 1669-5178. EEA Valle Inferior del Río Negro. 15 pp.



  
Ing. Agr. Adriana M. RODRÍGUEZ  
Secretaria Académica

  
Ing. Agr. Dra. Marcela E. GALLY  
Decana

**RESOLUCIÓN C.D. 2170**