



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**

"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513



SALTA, 25 de agosto de 2022

**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

**VISTO:**

Las presentes actuaciones relacionadas con el dictado del Curso de Posgrado, titulado "**DISPONIBILIDAD Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO PARA USO AGROPECUARIO**", en el marco de los cursos programados para la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua; y

**CONSIDERANDO:**

Que, el dictado de este Curso estará a cargo de la Dra. Graciela Viviana ZUCARELLI (Universidad Nacional del Litoral) como Directora responsable, con el siguiente Cuerpo docente: Mag. Fernando TORRES y M.Sc. Salvador PRIETO;

Que el presente Curso es de Posgrado, tiene una carga horaria de 60 (sesenta) horas teórico -prácticas;

Que tiene por objetivo brindar conocimientos que permitan a los estudiantes conocer y comprender la hidrología superficial y subterránea y como estas impactan sobre la producción agrícola.

Brindar los elementos que permitan a los estudiantes comprender los elementos que modifican la disponibilidad de agua en los cultivos y como la misma afecta su producción;

Que la fecha de dictado se fija entre el 22 de noviembre al 2 de diciembre de 2022;

Que la metodología del curso consistirá en el dictado de clases teóricas, teóricas-prácticas y prácticas con definición de casos de estudio.

Los participantes deberán cumplir con un mínimo de asistencia del 80 %. Se otorgará certificado de Aprobación a los graduados, previa evaluación;

Que este curso está dirigido a alumnos de la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua. El cupo es de 10 participantes como mínimo y 30 participantes como máximo.

Que se fijan los siguientes aranceles:

- Estudiantes de la Maestría en Riego: \$5.500 (pesos cinco mil quinientos)
- Otros interesados: \$7.500 (pesos siete mil quinientos);

Que a fs. 23 a 29 de estas actuaciones obra Dictamen del Comité Académico de la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua que recomienda aprobar el dictado del presente curso;

Que a fs. 106 obra Dictamen de la Comisión de Docencia y Disciplina, en igual sentido;



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

Que a fs. 107 obra Despacho N° 0660/22 de Consejo y Comisiones que transcribe lo aconsejado por la Comisión de Docencia y Disciplina (fs. 106), y que, solicita emisión de la presente "Ad- Referéndum del Consejo Directivo";

**POR ELLO** y en uso de las atribuciones que le son propias,

**EL DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES**  
**(Ad Referéndum del Consejo Directivo)**  
**RESUELVE:**

**ARTÍCULO 1º.- AUTORIZAR** el dictado del Curso de Posgrado N° 8 -22 titulado: "DISPONIBILIDAD Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO PARA USO AGROPECUARIO", a cargo de la Dra. Graciela Viviana ZUCARELLI (Universidad Nacional del Litoral) como Directora responsable, con el siguiente Cuerpo docente: Mag. Fernando TORRES y M.Sc. Salvador PRIETO, en el marco de los cursos programados para la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua.

**ARTÍCULO 2º.- APROBAR** los objetivos, modalidad, programa, bibliografía y demás aspectos particulares de este Curso de Posgrado, que obran en fs. 40 a 47 y que como Anexo I forman parte de la presente.

**ARTÍCULO 3º.- INDICAR** que este curso tiene una carga horaria de 60 (sesenta) horas teórico -prácticas. La fecha de dictado se fija entre los días 22 de noviembre al 2 de diciembre de 2022;

Se requerirá el 80 % de asistencia como mínimo de clases teóricas-prácticas, se otorgará certificado de Aprobación a los graduados, previa evaluación.

Está dirigido a alumnos de la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua.

**ARTÍCULO 4º.- FIJAR** los siguientes aranceles:

\$5.500 (pesos cinco mil quinientos): Estudiantes de la Maestría en Riego.

\$7.500 (pesos siete mil quinientos): Otros interesados.

Cupo:

Máximo: 30 participantes.

Mínimo: 10 participantes.

El pago del arancel debe realizarse en la Dirección General Administrativa Económica de la Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta.

**ARTÍCULO 5º.- DESIGNAR** como Coordinadora Académica de este Curso a la M.Sc. Josefina DIEZ, por las razones mencionadas en el exordio. -



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"

**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513



**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

**ARTÍCULO 6°.- ESTABLECER** la distribución de los fondos generados por aranceles de este Curso de Posgrado, de acuerdo a lo dispuesto en la R-CDNAT-2015-539, de la siguiente manera:


- 5% a la Cuenta "Ingresos No Tributarios" de la Facultad de Ciencias Naturales, según Res. C.S. N° 128/99 y C.S. N° 122/03.

- 95% para el desarrollo del presente Curso de Posgrado: Se deberán atender los siguientes rubros:

- 1.- 70%: Gastos en concepto de Pasajes, Viáticos, Traslados en taxi o similares, honorarios, gastos de cafetería, gastos de librería.
- 2.- 20% para la Escuela de Posgrado para atender contratos del personal de apoyo universitario.
- 3.- 5% para la carrera que organiza la actividad.

**ARTÍCULO 7°.- HÁGASE SABER** a los mencionados en la presente, remítanse copias a la Escuela de Posgrado, Dirección Administrativa Económica, Tesorería General de la Universidad, y **ELEVESE** al Consejo Directivo solicitando la convalidación de la presente.

**ARTÍCULO 8°.- PUBLÍQUESE** en la página de Internet de la Universidad Nacional de Salta.  
ifa/cng.

  
Dra. NORMA REBECA ACOSTA  
SECRETARIA ACADÉMICA  
Facultad de Ciencias Naturales

  
Dr. JULIO RUBÉN NASSER  
DECANO  
Facultad de Ciencias Naturales



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"



ESCUELA DE POSGRADO

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 4255513

EXPEDIENTE N° 10.600/2021

R- DNAT- 2022 N° 1182

## ANEXO I

### CURSO DE POSGRADO: "DISPONIBILIDAD Y MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO PARA USO AGROPECUARIO"

#### **Objetivos del Curso**

Brindar conocimientos que permitan a los estudiantes conocer y comprender la hidrología superficial y subterránea y como estas impactan sobre la producción agrícola.

Brindar los elementos que permitan a los estudiantes comprender los elementos que modifican la disponibilidad de agua en los cultivos y como la misma afecta su producción.

#### **Fundamentación**

El agua, como recurso finito y vulnerable debe ser considerado en forma integral tomando a la cuenca como unidad de gestión y planificación. En ese contexto, se habla de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), lo que implica planificación y gestión del agua y los recursos relacionados. Para lograrlo, se necesitan herramientas que aseguren el uso productivo y eficiente del agua en todos sus usos y niveles de toma de decisiones.

#### **Contenidos**

El agua como recurso natural renovable, finito, vulnerable, de valor social y económico. Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH). Conceptos básicos de Hidrología Superficial y Subterránea. La cuenca hidrográfica como unidad de planificación y gestión. Conceptos básicos de aptitud del agua para uso agropecuario. Riesgo hídrico y producción agropecuaria.

#### **Programa analítico**

Tema 1: El agua como un recurso natural renovable, finito, vulnerable, de valor social y económico. Gestión Integrada del Recurso Hídrico (GIRH) en relación con los otros recursos naturales. Fuentes de agua y su uso sustentable en la producción agropecuaria. La cuenca como sistema, características, clasificación.

Tema 2: Conceptos básicos de Hidrología Superficial. Precipitación, Pérdidas, Escorrentía, Relaciones entre la precipitación y la escorrentía. Estadísticas hidrológicas. Parámetros, análisis de frecuencia, distribuciones de probabilidad, correlaciones. Incertidumbre hidrológica, análisis de eventos extremos. Balances hídricos: diferencias conceptuales y metodológicas asociadas a propósitos y aplicaciones. Precipitación total y precipitación efectiva. Métodos de medición y





**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"



**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

estimación. Esguerrimiento superficial, sub-superficial y subterráneo. Hidrogramas. Relación precipitación-escurrerentía.

Tema 3: Conceptos básicos de Hidrología Subterránea. Principios de hidrogeología aplicada al riego y drenaje. Cuencas subterráneas, origen y clasificación. Propiedades hidrológicas de los sedimentos: porosidad, permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento, conductividad hidráulica. Perforación de pozos profundos, monitoreo y control de niveles estáticos y dinámicos, puntos de control.

Tema 4: Captación, uso productivo y eficiente del agua en el sector agropecuario; inventario del recurso; contaminación, descontaminación. Conceptos básicos de aptitud de agua para uso agropecuario. Impacto en la producción agrícola (salinidad, sodicidad, toxicidad específica) y en la producción ganadera.

Tema 5: Análisis del riesgo hídrico en la producción agrícola. Uso de perspectivas climáticas y análisis estadístico de precipitaciones para la toma de decisiones. Relación entre períodos críticos de los cultivos y oferta hídrica. Estrés térmico. Estrategias para la implementación de prácticas de manejo para optimizar el uso del agua y su productividad.

Tema 6: Cuantificación de la demanda de agua para uso ganadero. Captación, conducción, almacenamiento y tratamiento de agua. Sistemas de abrevaderos, fuentes de agua (pozos, perforaciones, represas, tajamares) y sistemas de bombeo. Pérdidas asociadas a represas, impermeabilización, recuperación de la percolación profunda mediante pozos.

**Actividades Prácticas**

P1- Cuantificación de la disponibilidad del recurso en cuencas superficiales y subterráneas.

P2- Cuantificación del riesgo en la producción del agrícola. Estrategias productivas y de manejo.

P3- Balance hídrico en los cultivos. Calculo de los componentes del balance hídrico. Calculo de la productividad del agua en cultivos agrícolas.

**Metodología de enseñanza**

Se presentarán clases teóricas, teóricas – prácticas y prácticas con definición de casos de estudio.

En la modalidad virtual, se presentarán clases sincrónicas y asincrónicas, en aula Zoom.



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA**  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"



**ESCUELA DE POSGRADO**

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

**Instancias de evaluación**

Se evaluarán los trabajos prácticos realizados y se realizará una evaluación final.

**Requisitos de aprobación del curso**

Se otorgará certificado de asistencia a los alumnos que alcancen el 80% de asistencia a clases.  
Se otorgará certificado de Aprobación a los graduados, previa evaluación.

**Destinatarios del Curso**

Alumnos de la Maestría en Riego y Uso Agropecuario del Agua

**Carga Horaria Total**

Teóricas: 40 hs

Prácticas: 20 hs

Teórico-prácticas: 60 hs

Modalidad de dictado: Modalidad virtual con clases sincrónicas y asincrónicas

**Bibliografía:**

Ayers R.S. y D.W. Westcot, "Water Quality for Agriculture" - Manual FAO de Riego y Drenaje N° 29, Rev. 1. 1990.

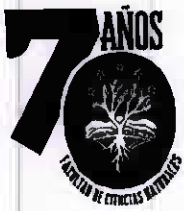
Abbate, P.E., Dardanelli, J.L., Cantarero, M.G., Maturano, M., Melchiori, R.J.M., Suero, E.E., 2004.  
Climatic and Water Availability Effects on Water-Use Efficiency in Wheat. Crop Sci 44, 474-483.

Custodio, E. y Llamas, C. Hidrología Subterránea, Editorial Omega, Barcelona, España. 1976.

Remenieras, G. Tratado de Hidrología Aplicada, Ed. G. Gilli, Barcelona, España, 1974.

Apuntes del curso: "Hidrología subterránea básica y explotación de acuíferos". Fernando Torres. UNCa. 2012. Hidrología Subterránea. E. Custodio y M. Llamas. Omega. Tomos I y II. 2001.

Chaves, M.M., Pereira, J.S., Maroco, J.P. 2003. Understanding plant responses to drought - From



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"



ESCUELA DE POSGRADO

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513

EXPEDIENTE N° 10.600/2021

R- DNAT- 2022 N° 1182

genes to the whole plant. *Functional Plant Biology* 30, 239-264.

Chenu, K., Deihimfard, R., Chapman, S.C., 2013. Large-scale characterization of drought pattern: a continent-wide modelling approach applied to the Australian wheatbelt – spatial and temporal trends. *New Phytol.* 198, 801-820.

Dardanelli, J.L., Collino, D.J., Otegui, M.E., Sadras, V.O., 2003. Bases funcionales para el manejo del agua en los sistemas de producción de los cultivos de grano. In: Satorre, E.H., Benech Arnold, R.L., Slafer, G.A., de La Fuente, E.B., Miralles, J., Otegui, M., Savin, R. (Eds.), *Producción de granos. Bases funcionales para su manejo.* Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires., pp. 375-440.

Díaz-Ambrona, C.G.H., O'Leary, G.J., Connor, D.J., Sadras, V.O., O'Connell, M.G., 2005. Environmental risk analysis of farming systems in a semi-arid environment: Effect of rotations and management practices on deep drainage. *Field Crops Res.* 94, 257-271.

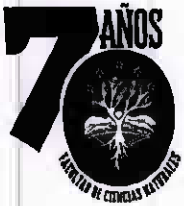
Fereres, E., Orgaz, F., Gonzalez-Dugo, V., 2011. Reflections on food security under water scarcity. *J. Exp. Bot.* 62, 4079-4086.

Linsley, R.K., Kohler, M.A. & Paulhus, J.L.H. *Hidrología para Ingenieros*, Editorial McGraw Hill Latinoamericana S.A. Bogotá, Colombia. 1977.

Maddoni, G.A., 2012. Analysis of the climatic constraints to maize production in the current agricultural region of Argentina—a probabilistic approach. *Theor Appl Climatol* 107, 325-345.

Mercau, J.L., Dardanelli, J.L., Collino, D.J., Andriani, J.M., Irigoyen, A., Satorre, E.H., 2007. Predicting on-farm soybean yields in the pampas using CROPGRO-soybean. *Field Crops Res.* 100, 200-209.

Monzon, J.P., Sadras, V.O., Andrade, F.H., 2012. Modelled yield and water use efficiency of maize in response to crop management and Southern Oscillation Index in a soil-climate



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"



ESCUELA DE POSGRADO

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

transect in Argentina. Field Crops Res. 130, 8-18.

Pascale, A.J. y E.A. Damario. 2004. Bioclimatología agrícola y agroclimatología. Editorial Facultad Agronomía-Universidad de Buenos Aires.

Passioura, J. 2006. Increasing crop productivity when water is scarce-from breeding to field management. Agric. Water Manag. 80, 176-196.

Passioura, J.B., Angus, J.F., Donald, L.S., 2010. Improving Productivity of Crops in Water-Limited Environments. Ad. Agron. Academic Press, pp. 37-75.

Prieto, D.; C. Angueira. Curso a Distancia "Métodos de Riego". Módulo II: Calidad de Agua. INTA-PROCADIS. 1996.

Rodriguez, D., Sadras, V.O., 2007. The limit to wheat water-use efficiency in eastern Australia. I. Gradients in the radiation environment and atmospheric demand. Aust. J. Agric. Res. 58, 287-302.

Rodriguez, D., Sadras, V.O., 2011. Opportunities from integrative approaches in farming systems design. Field Crops Res. 124, 137-141.

Sadras, V.O. and D.F. Calderini (eds.). 2009. Crop Physiology. Applications for genetic improvement and agronomy. Academic Press. Elsevier Inc.

Sadras, V.O., McDonald, G.K., 2012. Water use efficiency of grain crops in Australia: principles, benchmarks and management. Grains Research and Development Corporation, South Australian Research and Development Institute and University of Adelaide, Adelaide, p. 28.

Steduto, P., Hsiao, C., Fereres, E., Raes, D., 2012. Crop yield response to water. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66.

Steduto, P., Hsiao, T., Fereres, E., 2007. On the conservative behavior of biomass water productivity. Irrigation Science 25, 189-207.

Stone, P.J. 1999. The effects of heat stress on cereal yield and quality. In Crop responses and





FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA  
 "1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"



ESCUELA DE POSGRADO

Avda. Bolivia 5150  
 4400 - SALTA  
 REPÚBLICA ARGENTINA  
 TEL. 387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

adaptations to temperature stress. A. Basra (ed.), Food Products Press, NY.

Andriani, J.M., Andrade, F.H., Suero, E.E., Dardanelli, J.L., 1991. Water deficits during reproductive growth of soybeans. I. Their effects on dry matter accumulation, seed yield and its components. *Agronomie* 11, 737-746.

Chenu, K., Cooper, M., Hammer, G.L., Mathews, K.L., Dreccer, M.F., Chapman, S.C. 2011. Environment characterization as an aid to wheat improvement: Interpreting genotype-environment interactions by modelling water-deficit patterns in North-Eastern Australia. *Journal Experimental Botany* 62, 1743-1755.

Cicchino, M., Edreira, J.I.R., Otegui, M.E., 2010. Heat Stress during Late Vegetative Growth of Maize: Effects on Phenology and Assessment of Optimum Temperature. *Crop Sci.* 50, 1431-1437.

Collino, D.J., Dardanelli, J.L., De Luca, M.J., Racca, R.W., 2005. Temperature and water availability effects on radiation and water use efficiencies in alfalfa (*Medicago sativa* L.). pp. 383-390.

Collino, D.J., Dardanelli, J.L., Sereno, R., Racca, R.W., 2000. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Water uptake and water use efficiency. *Field Crops Res.* 68, 133-142.

Dardanelli, J.L., Suero, E.E., Andrade, F.H., Andriani, J.M., 1991. Water deficits during reproductive growth of soybeans. II. Water use and water deficiency indicators. *Agronomie* 11, 747-756.

Lake, L., Chenu, K., Sadras, V., 2016. Patterns of water stress and temperature for Australian chickpea production. *Crop and Pasture Science*.

Monzon, J.P., Sadras, V.O., Andrade, F.H., 2006. Fallow soil evaporation and water storage as affected by stubble in sub-humid (Argentina) and semi-arid (Australia) environments. *Field Crops Res.* 98, 83-90.



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES- UNSA  
"1972-2022: 50 Años de la Universidad Nacional de Salta"



ESCUELA DE POSGRADO

Avda. Bolivia 5150  
4400 - SALTA  
REPÚBLICA ARGENTINA  
TEL. 387 - 4255513

**EXPEDIENTE N° 10.600/2021**

**R- DNAT- 2022 N° 1182**

- Rattalino Edreira, J.I., Budakli Carpici, E., Sammarro, D., Otegui, M.E., 2011. Heat stress effects around flowering on kernel set of temperate and tropical maize hybrids. *Field Crops Res.* 123, 62-73.
- Rondanini, D., Mantese, A., Savin, R., Hall, A.J., 2006. Responses of sunflower yield and grain quality to alternating day/night high temperature regimes during grain filling: Effects of timing, duration and intensity of exposure to stress. *Field Crops Res.* 96, 48.
- Sadras, V.O., Rodriguez, D., 2007. The limit to wheat water-use efficiency in eastern Australia. II. Influence of rainfall patterns. *Aust. J. Agric. Res.* 58, 657-669.
- Sadras, V.O., Angus, J.F., 2006. Benchmarking water-use efficiency of rainfed wheat in dry environments. *Aust. J. Agric. Res.* 57, 847-856.
- Savin, R., Nicolas, M.E., 1996. Effects of Short Periods of Drought and High Temperature on Grain Growth and Starch Accumulation of Two Malting Barley Cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.* 23, 201.
- Stone, P.J., Nicolas, M.E., 1998. Comparison of sudden heat stress with gradual exposure to high temperature during grain filling in two wheat varieties differing in heat tolerance. II\*. Fractional protein accumulation. *Aust. J. Plant Physiol.* 25, 1-11.