

## **ANEXO**

### **1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA**

**Nombre de la asignatura:** Manejo de Cultivos de Granos: Estructura del Cultivo

**Carácter de la asignatura:** Optativa

**Cátedras - Departamento:** Cátedras de Cerealicultura y Cultivos Industriales -

Departamento: Producción Vegetal

**Carrera:** Agronomía

**Período lectivo:** 2025-2027

### **2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA**

**Duración:**

Otra: Cuatro encuentros semanales de 8 horas de duración cada uno

**Profesores responsables de la asignatura:** Gustavo A. Maddonni y Daniel J.

Miralles

**Equipo docente:** Docentes de la Cátedras de Cerealicultura y Cultivos Industriales

**Carga horaria para el estudiante:**

TREINTA y DOS (32) horas – DOS (2) créditos presenciales

**Correlativas requeridas:** Producción de Granos o Cultivos Industriales (condición regular)

**Modalidad de enseñanza:**

Taller.

La asignatura puede ser utilizada para acreditar la asignatura obligatoria, de acuerdo con lo establecido en la resolución C.S. 6180/16 y modificatorias RESCS-2021-430-E-UBA-REC y RESCS-2023-1096-E-UBA-REC, “Taller de Práctica III – Intervención crítica sobre la realidad agropecuaria mediante la articulación con las aplicadas agronómicas” solo si al momento de cursarla tiene, además de las correlativas requeridas mencionadas en este apartado acreditadas las asignaturas obligatorias Taller de práctica I y Taller de practica II.

### **3. FUNDAMENTACIÓN**

Los alumnos de la carrera de Agronomía se enfrentarán a un campo de acción muy dinámico, en el cual los paquetes tecnológicos adoptados por los productores muchas veces anteceden a la generación de conocimientos. El taller profundiza los principales aspectos abordados en las asignaturas Producción de Granos y Cultivos Industriales, de manera de actualizar a los alumnos en los últimos conocimientos de las bases que sustentan las actuales prácticas de manejo, en los diversos escenarios productivos del país. Además, en cada una de las clases, los alumnos adquirirán habilidades para el manejo de diversas herramientas prácticas que les permitan estimar la respuesta de los cultivos a cambios en el manejo, como por ejemplo mediciones de captura de radiación para distintas densidades de siembra, índices de suficiencia nutricional según dosis de fertilización, estimaciones de componentes de rendimiento para distintos genotipos y fechas de siembra, cuantificación y descripción de la arquitectura de las plantas de diversos genotipos en diferentes arreglos espaciales, análisis de bases de datos para interpretar interacciones genotipo x ambiente.

#### **4. OBJETIVOS**

Objetivos generales

Que los alumnos logren:

- Analizar los criterios de decisión para la ubicación de los cultivos dentro de los esquemas de rotación, su fecha de siembra y las elecciones de los genotipos y densidad a utilizar en diferentes sistemas modernos de producción de cultivos de grano.
- Adquirir el manejo de herramientas para la realización de diagnósticos del estado de los cultivos y predicciones del rendimiento, reconociendo los efectos del manejo sobre la generación de biomasa y rendimiento.

Objetivos específicos:

Que los alumnos logren:

- Evaluar los efectos de la densidad y la fecha de siembra sobre la fenología, la morfología, y la productividad de las plantas de trigo, maíz, soja y girasol.
- Identificar cambios en la estructura de los cultivos asociados a la fecha de siembra, la densidad, el genotipo y las interacciones entre estas prácticas de manejo.
- Analizar el probable impacto de la fecha de siembra y la densidad sobre el rendimiento y sus componentes.
- Identificar los genotipos mejor adaptados a diferentes escenarios productivos, sobre la base del análisis de la interacción genotipo x ambiente mediante diferentes métodos estadísticos.
- Cuantificar el crecimiento de cultivos y plantas mediante técnicas sencillas no destructivas, identificando los principales errores de estimación asociados.
- Diagnosticar en cultivos creciendo en el campo, el estado nutricional, sanitario y la variabilidad inter-plantas, producidos por diferentes diseños de la estructura del cultivo.
- Valorar el posible impacto de las fallas de la densidad y la des-uniformidad de siembra sobre el rendimiento en diferentes escenarios productivos.

#### **5. CONTENIDOS**

El Taller brindará herramientas a los alumnos de la Carrera de Agronomía para analizar distintas alternativas de manejo de los principales cultivos de granos (trigo, maíz, girasol, soja). Ejemplo: (i) criterios de elección de genotipos para lograr un mayor aprovechamiento de los recursos del ambiente, (ii) bases y utilización de la interacción genotipo\*ambiente, (iii) elección de fecha y densidad de siembra: impacto sobre la producción de biomasa, el rendimiento y la calidad comercial y agro-industrial de los granos, e (iv) importancia del arreglo espacial: su relación con la intercepción de radiación y la producción de biomasa.

#### **6. METODOLOGÍA DIDÁCTICA y FORMAS DE INTEGRACIÓN DE LA PRÁCTICA**

El Taller se organiza en 4 reuniones de 8 horas (total 32 horas) en las que se trabajará sobre el material didáctico que será entregado al inicio del curso. Cada clase se centrará en uno de los cultivos mencionados e incluyen con diferente grado de organización: i) contenidos teóricos discutidos en el aula, ii) actividades prácticas a campo sobre parcelas cultivadas ad hoc para este taller, y iii) actividades prácticas en gabinete incluyendo organización de la información, y ejercitación y actividad práctica domiciliaria incluyendo ejercitación y elaboración de informes.

Descripción de actividades:

### **Clase 1 Maíz**

Objetivos: Al finalizar la clase los alumnos serán capaces de: (i) Identificar las principales restricciones abióticas que condicionan el diseño de la estructura del cultivo de maíz, (ii) Analizar el impacto de los cambios en la estructura sobre el crecimiento, funcionamiento y rendimiento de plantas y cultivos de maíz, (iii) Cuantificar el crecimiento de cultivos y plantas mediante técnicas sencillas no destructivas, (iv) Diagnosticar, en cultivos creciendo en el campo, el estado nutricional y la variabilidad inter-plantas, producidos por diferentes diseños de la estructura del cultivo.

Actividad 1: Discusión de contenidos teóricos en el aula (4 horas): se tratarán los siguientes temas acompañados por material audiovisual elaborado por el docente (i): Limitantes climáticas para la producción de maíz de secano en Argentina: a) el ambiente y la fenología, b) el ambiente, los rendimientos potenciales y las heladas, c) restricciones al crecimiento: baja temperatura a la siembra, d) restricciones al crecimiento: oferta de agua, e) restricciones al crecimiento: golpes de calor, f) tablas de control; (ii) Efecto de los estreses abióticos sobre el rendimiento: radiación, nitrógeno, agua; (iii) Implicancias para el manejo: densidad x ambiente, densidad x genotipo, densidad x fecha de siembra, distanciamiento entre hileras x densidad, des-uniformidades.

Actividad 2: Actividades prácticas en parcelas demostrativas (2 horas): mediciones y determinaciones en parcelas sembradas con maíz en distintas fechas y densidades. Entre otras se realizarán estimaciones de biomasa, cobertura (con lectura de radiómetro), contenido de N foliar y área foliar.

Actividad 3: Elaboración de conclusiones: En grupo (2 horas) analizarán la información para luego interpretarla. Sintetizarla en un informe que presentaran por escrito al docente.

Actividad teórica: 4 horas

Actividad práctica en el campo: 2 horas

Actividad práctica en gabinete: 2 horas

### **Clase 2 Soja**

Objetivos: Al finalizar las actividades, el alumno será capaz de (i) Reconocer los escenarios productivos en los cuales la densidad, la des-uniformidad de siembra, la fecha de siembra y el genotipo pueden ejercer efectos relevantes sobre el rendimiento de soja, (ii) Cuantificar la densidad y des-uniformidad de siembra a campo, analizando su probable impacto sobre el rendimiento e identificando las principales fuentes de error en las mediciones, (iii) Identificar los efectos de la fecha de siembra sobre la fenología y la determinación del rendimiento en genotipos de diferente ciclo, (iv) Analizar la interacción Genotipo x Ambiente mediante diferentes métodos estadísticos, e identificar los genotipos mejor adaptados a diferentes escenarios productivos.

Actividad 1: Actividades en parcelas demostrativas (2 horas): Sobre cultivos de soja sembrados dos y cuatro meses antes del inicio del taller se determinará la densidad

de siembra lograda y se cuantificará la des-uniformidad del stand logrado. Se tomarán muestras de plantas dominadas y dominantes, estimando su fenología y atributos relacionados con el crecimiento (número de nudos, altura, número de ramas) y los componentes del rendimiento (cantidad y distribución de órganos reproductivos). Se observará y registrará la presencia de adversidades bióticas (plagas, enfermedades, malezas) y abióticas (restricciones físicas del suelo) y se discutirán posibles estrategias de manejo para reducir su impacto.

Actividad 2: Discusión de contenidos teóricos (1 hora): En el aula, se discutirán evidencias bibliográficas y experimentales sobre los efectos de la des-uniformidad sobre el rendimiento en diferentes escenarios productivos (fechas de siembra, genotipos, regiones).

Actividad 3: Análisis de los resultados a campo (1 hora): Se deberá resolver un ejercicio práctico. Se trata de un cuestionario en el que se solicita analizar los resultados obtenidos e interpretar su potencial impacto sobre el rendimiento del cultivo, sobre la base de los contenidos teóricos discutidos previamente. En base a los datos recogidos en el campo, se deben elaborar diferentes índices (promedios, desvíos, relaciones cuantitativas). Se elaborará un informe domiciliar que será utilizado como parte de la evaluación.

Actividad 4: Analizar la interacción Genotipo x Ambiente (1 hora): Se explican diferentes métodos para evaluar el comportamiento de cultivares (estabilidad, adaptabilidad, potencialidad) y se discute su interpretación sobre la base del conocimiento de la variabilidad genotípica de los mecanismos de generación del rendimiento.

Actividad 5: Ejercitación: elección de genotipos (2,5 horas): Organizados en grupos y sobre una base de datos real de una red de ensayos, los estudiantes trabajarán en grupos, cada uno con una computadora. Organizarán la base de datos en matrices en Excel y luego procederán a su análisis mediante una técnica bivariada y otra multivariada, utilizando InfoStat. Compararán los resultados de ambos métodos. En la base de datos, se investigarán las características de los genotipos que posean comportamiento contrastante.

Actividad 6 (media hora): Se deberá responder un cuestionario sobre los diferentes resultados obtenidos en clase, avanzando sobre el análisis del comportamiento de algunos genotipos en particular. El informe forma parte de la evaluación.

Actividad teórica: 3 horas

Actividad práctica en el campo: 2 horas

Actividad práctica en gabinete: 3 horas

### **Clase 3: Girasol**

Objetivos: Al finalizar la clase los alumnos serán capaces de (i) Identificar cambios en la estructura del cultivo asociados a la fecha de siembra, a la densidad y al genotipo, (ii) Analizar el impacto de la estructura del cultivo sobre la morfofisiología de las plantas en el stand del cultivo y su impacto sobre rendimiento del cultivo y sus componentes numéricos.

Actividad 1: Introducción teórica (3 horas): Se tratarán los siguientes temas: i) rendimiento potencial en secano y cosechado en Argentina; brechas de rendimiento, ii) fechas de siembra en el NEA y zona Pampeana, c) restricciones al crecimiento: altas temperaturas y oferta hídrica, iii) respuesta del rendimiento potencial en aceite a la densidad poblacional iv) bases fisiológicas de la plasticidad reproductiva: variabilidad intraespecífica, v) distancia entre surcos, vi) des-uniformidad y vii) manejo de la densidad y la distancia entre surcos x ambiente.

Actividad 2: En el campo de prácticas (3 horas) sobre dos genotipos de girasol (i.e. aceitero y confitero) sembrados a tres densidades de siembra (i.e. baja, media, y alta) los alumnos identificarán el estado fenológico de ambos genotipos y cuantificarán la densidad lograda, la des-uniformidad del stand, la proporción de radiación interceptada y el porcentaje de plantas volcadas y quebradas. Se cortarán tres plantas de cada densidad y genotipo para evaluar los cambios en la morfología (i.e. altura de plantas, diámetro de los tallos, longitud de entrenudos basales y distales, proporción de plantas inclinadas), plasticidad vegetativa (i.e. cambios en el área foliar) y en los componentes del rendimiento del girasol aceitero (i.e., número de granos totales y llenos y, peso de granos) y confitero (i.e., número de granos llenos con un calibre mayor a 8 mm) en respuesta a la densidad de ambos genotipos ). Se observará y registrará la presencia de adversidades bióticas (plagas, enfermedades, malezas) y abióticas (restricciones físicas del suelo) y se discutirán posibles estrategias de manejo para reducir su impacto.

Actividad 3: En el aula (2 horas), se analizarán e interpretarán los resultados obtenidos a partir de las mediciones realizadas en el experimento. – Los alumnos presentarán un informe por escrito con los resultados y conclusiones de esta actividad.

Total de actividad teórico: 3 horas

Actividad práctica en el campo: 3 horas

Actividad práctica en gabinete: 2 horas

#### **Clase 4: Trigo**

Objetivos: (i) Identificar cambios en la estructura del cultivo asociados a la fecha de siembra, a la densidad y a la interacción entre estas prácticas, (ii) Analizar el probable impacto sobre el rendimiento de los efectos de la fecha de siembra y la densidad sobre el rendimiento y sus componentes.

Actividad 1: Introducción teórica (3 horas): Se explicarán muy brevemente los conocimientos básicos del tema haciendo especial énfasis en las respuestas del rendimiento y la generación de biomasa con las prácticas de manejo (i.e. densidad de siembra, fechas de siembra y genotipos) que determinan la estructura de canopeo. Se discutirán las bases funcionales y las implicancias agronómicas de i) la respuesta del rendimiento y la estructura de canopeo, ii) impacto de la fecha de siembra y su relación con las variables fenológicas del cultivo.

Actividad 2: En el campo de prácticas (3 horas): Al momento de la realización del curso, se habrán sembrado en el campo de alumnos varias fechas de siembra y densidades en genotipos de trigo de ciclo largo y cortos. Se identifican con los alumnos i) los estados fenológicos, ii) las diferencias morfológicas de las plantas en las distintas fechas de siembra. Luego, en el experimento de densidad se

cuantificará la densidad lograda, la des-uniformidad del stand, la proporción de radiación interceptada. Se observará y registrará la presencia de adversidades bióticas (plagas, enfermedades, malezas) y abióticas (restricciones físicas del suelo) y se discutirán posibles estrategias de manejo para reducir su impacto.

Actividad 3: En el campo (2 horas) se trabajará con las plantas cosechadas y los alumnos contarán con una planilla que les proveerá la información básica de los dos experimentos (i.e. fechas de siembra, densidad objetivo, información meteorológica). En esa misma planilla anotarán las variables respuesta que medirán en el cultivo y en el aula sobre las plantas cosechadas.

Total de actividad teórico: 3 horas

Actividad práctica en el campo: 3 horas

Actividad práctica en gabinete: 2 horas.

## **7. FORMAS DE EVALUACIÓN Y APROBACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Luego de cada actividad/clase, en grupos de 2 a 4 los estudiantes elaborarán un informe sobre las actividades realizadas. El informe deberá incluir el resultado de las prácticas realizadas en el campo experimental y en el aula, analizada e interpretada según las consignas de cada clase. Solo podrán presentar el informe los alumnos que hayan realizado la práctica correspondiente.

Son requisitos para aprobar la asignatura:

- 1) Acreditar 75% de asistencia
- 2) Aprobar al menos 3 de los 4 informes

La calificación final del Taller corresponderá al promedio de los 4 informes. La aprobación se alcanzará con una calificación mayor o igual a 4 (cuatro), lo cual implica un 60% de logro en las capacidades o competencias en cada una de las evaluaciones. El estudiante que no cumpla con los requisitos establecidos quedará en condición “Libre” como única condición alternativa.

## **8. BIBLIOGRAFÍA**

### **8.1. Bibliografía obligatoria**

El Taller se basa en los conocimientos adquiridos en las asignaturas “Producción de Granos” y “Cultivos Industriales”, ambas asignaturas tienen un libro elaborado por el cuerpo docente, como base de lectura.

Complementariamente los alumnos recibirán una copia de las presentaciones de los docentes, así como también de algún trabajo específico del tema tratado en cada clase. Asimismo, los estudiantes deben contar con el programa Infostat que posee un manual que debe utilizarse como bibliografía en el análisis estadístico de los resultados. (Se detalla algunos ejemplos de literatura obligatoria)

- Cárcova, J.; Borrás, L.; Otegui, M.E. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en maíz. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y Savín, R. (Eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 135-166.
- De la Vega, A., de la Fuente, E. 2003. Elección del genotipo. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y

Savín, R. (Eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 319-376.

- Kruk, B., Satorre, E.H. 2003. Densidad y arreglo espacial del cultivo. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y Savín, R. (Eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 279-318.

- Kantolic, A.G. de la Fuente, E.B, F. Oreja, M. Nico, D. Becheran, P.I. Giménez y Y. Correndo. 2023. Soja. En: de la Fuente, E. B., y otros (Eds.) Producción y usos de cultivos industriales. Editorial Facultad de Agronomía ISBN 978-987-3738-50-0. p:25-56

- Kantolic, A.; Giménez, P.; de la Fuente, E. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en soja. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y Savín, R. (Eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 167-204.

- Kantolic, A.G. de la Fuente, E.B y E.L. Ploschuk. 2023. Generación del rendimiento y su calidad en los cultivos industriales: bases ecofisiológicas y decisiones de manejo En: de la Fuente, E. B., y otros (Eds.) Producción y usos de cultivos industriales. Editorial Facultad de Agronomía ISBN 978-987-3738-50-0. p:93-144

- López Pereira, M., Rondanini, D., Arata, G., Trapani, N. 2023. Girasol En: de la Fuente, E. B., y otros (Eds.) Producción y usos de cultivos industriales. Editorial Facultad de Agronomía ISBN 978-987-3738-50-0. p:93-144

- Maddonni, G.A.; de la Fuente, E. 2003. ¿Qué se entiende por estructura del cultivo?. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y Savín, R. (Eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 247-258.

- Otegui, M.E.; López Pereira, M. 2003. Fecha de siembra. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y Savín, R. (Eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 259-278.

- Slafer, G.A.; Miralles, D.J.; Savin, R.; Whitechurch, E.; Gonzalez, F. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y Savín, R. (Eds) Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 101-132.

- Trápani, N.; López Pereira, M.; Sadras, V.; Hall, A. 2003. Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en girasol. En: Satorre, E., Benech-Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D.J, Otegui, M.E., y Savín, R. (Eds). Producción de granos: bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía. 205-246.

## **8.2. Bibliografía complementaria**

Toda la bibliografía utilizada en las clases teóricas estará disponible en formato digital (pdf) para los alumnos que la soliciten. Algunos ejemplos se detallan a continuación:

- Carrera, C. S., Savin, R., & Slafer, G. A. (2024). Critical period for yield determination across grain crops. Trends in Plant Science, 29 (3), 329-342.
- Di Mauro, G., Parra, G., Santos, D. et al. 2022. Defining soybean maturity group

options for contrasting weather scenarios in the American Southern Cone. *Field Crops Research* 287,108676

- López Pereira, M., Connor, D. J., & Hall, A. J. 2020. Intercepted radiation and radiation-use efficiency in sunflower crops grown at conventional and wide inter-row spacings: Measurements and modeled estimates of intercepted radiation. *Field Crops Research*, 246, 107684.
- López-Pereira, M., Casal, J. J., & Hall, A. J. 2022. Is the tolerance of sunflower floret differentiation to crop density associated with the stem growth and with the oil yield response to density? *Field Crops Research*, 275, 108362.
- Maddonni, G. A.; Cirilo, A.G., and Otegui, M. E. 2006. Row width and maize grain yield. *Agronomy Journal* 98: 1532-1543.
- Maddonni, G. A.; Parco, M.; Rotili, D. H. 2021. Manejo de la estructura del cultivo de maíz en ambientes marginales de Argentina. *Agronomía y Ambiente*. 41:90-105.
- Maddonni, G. A.; Otegui, M. E.; Cirilo, A. G. 2001. Plant population density, row spacing and hybrid effects on maize architecture and light attenuation. *Field Crops Research* 71: 183-193.
- Rattalino Edreira, J. I., Mourtzinis, S, Conley, S.P., et al. 2017. Assessing causes of yield gaps in agricultural areas with diversity in climate and soils. *Agricultural and Forest Meteorology* 247:170–180.
- Olson, N. A., Trostle, C., Meyer, R., & Hulke, B. S. 2024. Canopy closure, yield, and quality under heterogeneous plant spacing in sunflower. *Agronomy Journal*, 116(5), 2275-2283.
- Rodríguez, I. M., Hall, A. J., Monzon, J. P., Mercau, J. L., Gayo, S., Pereira, M. L., ... & Cipriotti, P. A. (2024). Sunflower yield gaps and their causes in Argentina. *Field Crops Research*, 315, 109480.
- Rotili, D.H.; Micheloud, J.R.; Ross, F.; Abeledo, L.G.; Maddonni, G.A. 2024. Does tillering affect the grain yield of maize crops? A quantitative review. *Crop & Pasture Science*. *Crop & Pasture Science* 75, CP24064 <https://doi.org/10.1071/CP24064>.
- Severini, AD, S Álvarez-Prado, ME. Otegui, M Kavanová, CR. C. Vega, S Zuil, S Ceretta, M Acreche, F Amarilla, M Cicchino, ME. Fernández-Long, A Crespo, R Serrago, and DJ. Miralles (2024). CRONOSOJA: a daily time-step hierarchical model predicting soybean development across maturity groups in the Southern Cone. *In Silico Plants Online* ISSN 25175025 <https://doi.org/10.1093/insilicoplants/diae005>
- Slafer GA, García GA, Serrago RA and Miralles DJ. (2022) Physiological driver of responses in number of grains per m<sup>2</sup> to environment and genetic factor in wheat (2022). *Field Crops Res* (<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2022.108593>) Available on line free access.



## Anexo Resolución Consejo Directivo

### Hoja Adicional de Firmas

*1821 Universidad de Buenos Aires*

**Número:**

**Referencia:** ANEXO - EX-2022-02501265 - Asignatura optativa Manejo de Cultivos de Granos: Estructura del Cultivo - Agronomía

---

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.