



C.D. 2162
CUDAP: EXP-UBA 48.910/19

Cdad. Autónoma de Bs. As., 3 de septiembre de 2019.

VISTO las resoluciones C.S. 2210/03, C.S. 6180/16 y C.D. 1537/15 y las presentes actuaciones por las que se tramita la propuesta de la modificación del programa de la asignatura optativa "*Manejo Sitio Específico de la Fertilización de Cultivos*" para la carrera de Agronomía, realizada por la Dra. María de las Mercedes ZUBILLAGA y,

CONSIDERANDO:

Que por resolución C.S. 6180/16 se modificó el plan de estudio de la carrera de Agronomía a partir del ciclo lectivo 2017.

Que la resolución C.S. 2210/03 establece los requisitos, criterios de tratamiento, vigencia de las asignaturas optativas dentro de los planes de estudio de las carreras de la Universidad de Buenos Aires.

Que por tratarse de asignaturas que forman parte del plan de estudio de la carrera, con un carácter especial, corresponde de acuerdo con lo establecido en el inciso e) del artículo 98º del Estatuto Universitario que el Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires de su aprobación a la propuesta realizada por las Facultades.

Que de acuerdo con lo establecido en la resolución C.S. 2210/03 las asignaturas optativas deben ser propuestas anualmente por los profesores a los Consejos Directivos para su aprobación y éste al Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires.

Que por resolución C.D. 1537/15 se aprobó la asignatura optativa "*Manejo Sitio Específico de la Fertilización de Cultivos*" con dos y medio (2,5) créditos.

Que la asignatura mencionada en el Considerando anterior debía volver a presentarse dado que ya se había cumplido el período de vigencia establecido por la resolución C.S. 2210/03 y, además, no se adecuaba totalmente a las nuevas características del plan de estudio de la carrera.

Que en virtud de lo anterior la Dra. ZUBILLAGA a fs. 4 y 5 propone, con el aval de la Junta del Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra, la propuesta de modificación del programa, la que es elevada para su tratamiento por la Comisión Curricular de la carrera.

Que en su reunión del 15 de junio del corriente año, la Comisión Curricular de la carrera de Agronomía aprueba la propuesta y la eleva para su tratamiento por la Comisión de Planificación y Evaluación del Consejo Directivo.

Que de acuerdo con lo establecido en el artículo 113º inciso II) del Estatuto Universitario corresponde al Consejo Directivo "Aprobar los programas de enseñanza proyectados por los profesores".



C.D. 2162
CUDAP: EXP-UBA 48.910/19
//..2

Que, en virtud de lo anterior, en el Punto 4 del Anexo de la resolución C.S. 2210/03 se prevé la elevación anual al Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires para la intervención de su competencia.

Lo aconsejado por la Comisión de Planificación y Evaluación.

Por ello, y en uso de sus atribuciones,

CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
RESUELVE:

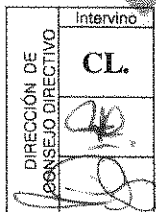
ARTÍCULO 1º.- Aprobar la modificación del programa de la asignatura optativa "*Manejo Sitio Específico de la Fertilización de Cultivos*" para la carrera de Agronomía con una carga horaria de treinta y dos (32) horas – dos (2) crédito, según el Anexo que forma parte de la presente resolución.

ARTÍCULO 2º.- Establecer que la asignatura mencionada en el artículo anterior podrá ser utilizada para acreditar la asignatura obligatoria "*Taller de Práctica III: Intervención Crítica sobre la Realidad Agropecuaria mediante la Articulación con las Aplicadas Agronómicas*".

ARTÍCULO 3º.- Dejar establecido que el presente programa al que se hace referencia en el artículo primero tiene vigencia desde el ciclo lectivo 2019 y por el período 2019-2021.

ARTÍCULO 4º.- Dejar sin efecto a partir del ciclo lectivo 2019 la resolución C.D. 1537/15.

ARTÍCULO 5º.- Regístrese, comuníquese, pase a las Direcciones de Concursos Docentes, de Ingreso, Alumnos y Graduados y de Biblioteca a sus efectos. Cumplido, resérvese en la Dirección General de Asuntos Académicos (Dirección de Consejo Directivo) para dar cuenta al Consejo Superior de la Universidad de Buenos Aires.



Ing. Agr. Adriana M. RODRÍGUEZ
Secretaria Académica

Ing. Agr. Dra. Marcela E. GALLY
Decana



C.D. 2162
CUDAP: EXP-UBA 48.910/19
//..3

ANEXO

1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Manejo Sitio Específico de la Fertilización de Cultivos**
Carácter de la asignatura **Optativa**
Cátedra/Área/Departamento: Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes. Departamento de Ingeniería Agrícola y Uso de la Tierra
Carrera: **Agronomía**
Período lectivo: **2019-2021**

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

Duración: Bimestral
Profesor responsable de la asignatura: Ing. Agr. Dra. Mercedes Zubillaga
Equipo docente: Ing. Agr. Mg. Sci. Alejandro Maggi; Ing. Agr. Marcelo Mendonça; Ing. Agr. Mauricio Niborski y Ing. Agr. Dra. Mercedes Zubillaga
Carga horaria para el estudiante: TREINTA y DOS (32) horas – DOS (2) créditos
Correlativas requeridas:
Fertilidad de Suelos y Fertilizantes y
Teledetección y Sistemas de Información Geográfica
Modalidad: Taller

La materia puede ser utilizada, de acuerdo con lo establecido en la Resolución (CS) 6180/16, para acreditar la asignatura obligatoria: "Taller de Práctica III "Intervención crítica sobre la realidad agropecuaria mediante la articulación con las aplicadas agronómicas" siempre que, al momento de cursarla, además de las correlatividades establecidas, están aprobadas las asignaturas obligatorias "Taller de Práctica I" y "Taller de Práctica II".

3. FUNDAMENTACIÓN

El manejo sitio-específico de la fertilización (MSEF) inserto en la agricultura de precisión se fundamenta en la capacidad de reconocer niveles de heterogeneidad de la productividad de los suelos y adecuar las recomendaciones agronómicas a cada unidad reconocida a escala de lote (Pierce & Nowak, 1999; Zubillaga & Redel, 2015). La adopción de tecnologías de agricultura de precisión referidas al manejo de nutrientes está cobrando interés en los últimos años en la Argentina (Melchiori et al., 2018). En este sentido, es necesario incorporar las tecnologías de información para mejorar la eficiencia productiva en términos agronómicos, económicos y ambientales (Cassman et al., 2002; Hedley, 2015). El uso de sistemas satelitales de navegación global (GNSS), sistemas de información geográfica (SIG) y el acople de estas herramientas informáticas a la maquinaria agrícola han sido los pilares de este cambio tecnológico de manejo a escalas de mayor detalle. Asimismo, la mejor accesibilidad a imágenes satelitales de mayor resolución espacial y temporal que permiten codificar la respuesta de los cultivos (Mulla, 2013; Atzberger, 2013; Zubillaga et al., 2018). La identificación de la variabilidad intralote de demanda y oferta de nutrientes y la adecuación de las recomendaciones de fertilización ajustadas a dichos gradientes debe consolidarse en base a relaciones funcionales acordes a la escala de utilización (Bean et al., 2018). Las tecnologías de fertilización variable a escala de lote han mostrado ser más eficientes que las aplicaciones uniformes incrementando la eficiencia de uso del N (EUN) (Inman et al., 2005; Muschietti et al., 2018). Los componentes básicos del MSEF son: 1) la caracterización de patrones de variabilidad de la respuesta del cultivo a la fertilización (evaluación de la variabilidad del sistema suelo-planta); 2) la gestión de dicha variabilidad a través de sistemas de recomenda-



C.D. 2162
CUDAP: EXP-UBA 48.910/19
//..4

ción y 3) la evaluación de la eficiencia y eficacia de las estrategias de recomendación de la fertilización (Bocchi & Castrignano 2007; Diacono et al., 2013).

4. OBJETIVOS

Que el estudiante logre:

- adquirir una visión integral de las herramientas que permiten adoptar la tecnología de la fertilización variable a escala de lote.
- evaluar alternativas de sistemas de recomendación de fertilización variable a escala de lote que aumenten la eficiencia de uso del nutriente, a partir de aproximaciones sencillas que cuantifiquen la respuesta del cultivo al N.
- aprehender a relacionar espacialmente la variabilidad de la oferta y demanda de N y P estableciendo un protocolo de gestión de datos georreferenciados

5. CONTENIDOS

Fundamentos del Manejo Sitio Específico de la Fertilización. Etapas en la implementación de la fertilización variable a escala de lote. Registro de la variabilidad de atributos de suelo y cultivo. Proceso de delimitación de zonas de manejo. Sistemas de información geográfica, manejo de distintas fuentes de información para la agricultura de precisión

Uso de la teledetección para la delimitación de ambientes.

Delimitación de ambientes productivos.

Fertilización variable a escala de lote. Delimitación de zonas de manejo. Caracterización de la fertilidad. Mapas de fertilidad. Recomendación de fertilización P variable a escala lote.

Prescripción ex ante y prescripción a tiempo real. Ejercitación delimitación de áreas homogéneas para la fertilización nitrogenada por mapas de fertilidad e índices verdes.

6. METODOLOGÍA DIDÁCTICA Y FORMAS DE INTEGRACIÓN DE LA PRÁCTICA

Las clases serán principalmente prácticas con fundamento teórico y se llevarán a cabo en el Laboratorio de Computación de FAUBA. Se propone que el estudiante integre información geográfica proveniente de distintas fuentes (imágenes satelitales, mapas de suelo, derivados topográficos, mapas de rendimientos, entre otros) para poder implementar recomendaciones de nutrientes sitio específicas. Para ello se realizarán, entre otras, ejercitaciones consistentes en a) cargar distintos formatos de datos (tablas, capa raster y vectorial) y operaciones de los atributos de los mismos; b) análisis visual (Google Earth) y digital de imágenes satelitales (Landsat, Sentinel), imagen multispectral capturada por vehículos aéreos no tripulados para la agricultura de precisión. Búsqueda de imágenes (INPE), selección de imagen, descarga de la web, (SIG), el uso de bandas, formas de mejora de resolución con banda pancromática, la georreferenciación de imágenes, mapas de índices verdes, clasificación, detección de cambios, delimitación de ambientes productivos, digitalización de los ambientes a través de polígonos (capa raster), discusión de verificación a campo.

El curso promoverá una activa participación de los estudiantes en el proceso de aprendizaje a partir de: la discusión de los conceptos claves de la asignatura en lugar de su recepción pasiva; la ejercitación en el uso de los conceptos aprendidos a partir de la resolución de problemas; el manejo y procesamiento de datos e información y la expresión oral y escrita.

Se integrarán los temas a través de un proyecto SIG que aúne diferentes capas de información para realizar una recomendación de fertilización variable a escala de lote. En todas las actividades se pondrá especial énfasis en la capacitación para el uso de bibliografía y otras herramientas de información. Se incluirá material científico para la familiarización de los estudiantes. Se realizarán demostraciones prácticas vinculadas: Práctica con GPS, radiometría espectral sobre cultivos. Uso de SIG (QGIS) en el manejo de capas vectoriales y raster de distintas fuentes. Las clases se basarán en la lectura y discusión de textos por parte de los



C.D. 2162

CUDAP: EXP-UBA 48.910/19

//..5

estudiantes. Los textos por utilizar incluirán capítulos de libros, artículos en revistas científicas. Los trabajos prácticos se realizarán en forma individual y grupal.- Las actividades prácticas consistirán: Medición de radiometría espectral, análisis de bandas y cálculo de índices verdes. Práctica de captura de registros georreferenciados, y conversión de coordenadas cartográficas. Con software SIG, se creará un proyecto de fertilización, con diferentes capas de información. El producto final será un mapa de prescripción de nutrientes variable a escala de lote. Se evaluará la factibilidad de la propuesta.

7. FORMAS DE EVALUACIÓN

Los estudiantes deberán elaborar dos informes técnicos que serán presentados por escrito y expuestos oralmente con discusión de los resultados.

Para aprobar la asignatura los estudiantes deberán:

1. acreditar como mínimo el 75 % de asistencia a clases
2. aprobar el "Informe técnico" – grupal- sobre el estudio de caso: I. Delimitación de Ambientes a Escala Lote.
3. aprobar el "Informe técnico" – grupal - sobre el estudio de caso: II. Recomendación variable de la fertilización a escala lote. Entrega TP por escrito.

La calificación final de la asignatura será individual. Su aprobación se alcanzará con una nota igual o superior a cuatro (4) puntos, en una escala de 0-10. La calificación de cuatro (4) puntos implica que el estudiante ha alcanzado un 60% de logro en las competencias propuestas para el Taller.

El estudiante que no alcanza esa calificación quedará en condición de libre como única posibilidad alternativa.

8. BIBLIOGRAFÍA

8.1. Bibliografía obligatoria

- Bean, G M.; N R Kitchen, J J Camberato, R B Ferguson, F G Fernandez et al., 2018. Active-Optical Reflectance Sensing Corn Algorithms Evaluated over the United States Midwest Corn Belt. Agron. J. 110: 2552-2558.
- Fridgen, J J; Kitchen, N R; Sudduth, K A; Drummond, S T; Wiebold, W J & Fraisse, C W. 2004. Management Zone Analyst (MZA): Software for Subfield Management Zone Delineation. Agronomy Journal 96:100-108
- Melchiori, R J.; Albarenque, S M & Kemmerer AC. 2018. Evolución y cambios en la Adopción de la Agricultura de Precisión en Argentina. Actas 17 C. Internacional de Agricultura de Precisión. Manfredi, Argentina.5 pág.
- Zubillaga, MM & H M Redel., 2015. Fertilización variable a escala de lote. En. Fertilidad de Suelos y Fertilización. Ed. Facultad de Agronomía UBA. Ed. Roberto Álvarez. Ed. Facultad de Agronomía UBA, Argentina Pág. 431-443 ISSN 978-987-3738-03-6

8.2. Bibliografía complementaria

- Atzberger C. 2013. Advances in remote sensing of agriculture: Context, description, existing operational monitoring systems and major information needs. Remote Sensing 5: 949-981
- Bocchi S & Castrignanó, A. 2007. Identification of different potential production areas for corn in Italy through multitemporal yield map analysis. Field Crop Res. 102: 185-197.
- CROPSCAN Inc. (2000). Data Logger Controller, User's Guide and Technical Reference. CROPSCAN Inc., Rochester, MN.

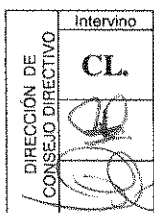


C.D. 2162

CUDAP: EXP-UBA 48.910/19

//..6

- Diacono, M, Rubino, P. & Montemurro, F. 2013. Precision nitrogen management of wheat. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 33: 219-241.
- Gregoret, M C, M Diaz Zorita, J Dardanelli, & R Bongiovanni. 2011. Regional model for nitrogen fertilization of site-specific rainfed corn in Haplustolls of the Central Pampas, Argentina. *Precision Agric* 12:831-849.
- Hedley, C. 2015. The role of precision agriculture for improved nutrient management on farms. *J Sc Food Agric* 95: 12-19.
- Kravchenko A N, Robertson G P, Thelen K D & Harwood R. 2005. Management, topographical and weather effects on spatial variability of crop grain yields. *Agron. J.* 97:514-523.
- Mulla, D. 2013. Twenty five years of remote sensing in precision agriculture: Key advances and remaining knowledge gaps *Biosystems engineering* 114:358-371
- Muschiatti-Piana MP, P Cipriotti, S Urricariet, N Peralta & M. Niborski. 2018. Using site-specific nitrogen management in rainfed corn to reduce the risk of nitrate leaching. *Agricultural Water Management* 199 : 61-70
- Peralta, N, J L Costa, M. Baizarini, M Castro Franco, M Córdoba & D Bullock. 2015. Delineation of management zones to improve nitrogen management of wheat. *Computers and Electronics in Agriculture* 110:103-113
- Pierce F J & Nowak P 1999 Aspects of precision agriculture. *In Advances in Agriculture.* Ed. D L Sparks. pp. 1-85. Academic Press.
- Puntel LA, A. Pagani & S V. Archontoulis. 2019. Development of a nitrogen recommendation tool for corn considering static and dynamic variables. *European Journal of Agronomy* 105, 189-199
- Raun W R, Solie J B, Stone M L, Martin K L, Freeman K W, Mullen R W, Zhang H, Schepers J S & Johnson G V. 2005. Optical sensor based algorithm for crop nitrogen fertilization. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 36: 2783-2792.
- Redel, H.M. & M.M.Zubillaga. 2014. Aproximaciones para el manejo sitio-especifico de la fertilización nitrogenada en maíz a través de índices espectrales. *Informaciones Agronómicas de Hispanoamérica.* Sept.2014. Versión Cono Sur: 15-21.
- Teal R K, B Tubana, K Girma, K W Freeman, D B Arnall, O Walsh & W R Raun. 2006. In season prediction of corn grain yield potential using normalized difference vegetation index. *Agro. J* 98: 1488-1494.
- Zubillaga M M and S Urricariet. 2005. Assessment of Nitrogen Status in Wheat Using Aerial Photography. *Communication in Soil Science Plant Analysis* 36: 1787-1798. Editorial: Marcel Dekker Inc. ISSN: 0010-3624.
- Zubillaga M M, M L Cabrera, D Kissel & J Rema. 2007. Modelling field scale N mineralization in Coastal Plain soils. *Ecological Modelling* 207: 243-250.
- Zubillaga, M M; Di Beco, E; Micheloud, J & Sanahuja, M. E. 2018. Mineralización de N aparente a escala intraparcela. XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Miguel de Tucumán, Tucumán. Pág.: 383-388. ISBN 978-987-46870-0-5
- Zubillaga, M M; Leanes, L; Osinaga, N & Pérez, M. 2018. Uso de Sentinel y la fertilización N en maíz tardío a escala intraparcela. XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. San Miguel de Tucumán, Tucumán. Pág.: 389-394. ISBN 978-987-46870-0-5.
- Zubillaga M M, H. M Redel & M L. Cabrera. 2019. Assessment of apparent N mineralization at field scale. *Soil Use and Management (In press).*



Ing. Agr. Adriana M. RODRÍGUEZ
Secretaría Académica

Ing. Agr. Dra. Marcela E. GALLY
Decana

RESOLUCIÓN C.D. 2162