

PLANIFICACIÓN DE CURSO

Primer Semestre académico 2025

I. ACTIVIDAD CURRICULAR Y CARGA HORARIA

Asignatura: Nutrición Mineral	Código: AGR52091
Semestre de la Carrera: X	
Carrera: Ingeniería Agronómica	
Escuela: Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales	
Docente(s): Dilier Olivera Viciedo	
Ayudante(s):	
Horario: Martes, de 10:30 a 13:20	

Créditos SCT:	4
Carga horaria semestral ¹ :	120 horas
Carga horaria semanal:	6,7 horas

Tiempo de trabajo sincrónico semanal:	2.7 horas
Tiempo de trabajo asincrónico semanal:	4 horas

II. RESULTADOS U OBJETIVOS DE APRENDIZAJE ESPERADOS ESTE SEMESTRE

1)	Conoce los procesos y reacciones fisiológicas que rigen la nutrición mineral de las plantas frutales, hortalizas y cultivos anuales.
2)	Aplica las bases conceptuales para identificar el estado nutricional y realizar la fertilización de las plantas frutales, hortalizas y cultivos anuales.

¹ Considere que 1 crédito SCT equivale a 30 horas de trabajo total (presencial/sincrónico y autónomo/asincrónico) en el semestre.

III. UNIDADES, CONTENIDOS Y ACTIVIDADES

UNIDAD 1: Introducción, definiciones y propiedades del suelo que afectan la disponibilidad de nutrientes				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clase sincrónica		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
25/03/2025	<ul style="list-style-type: none"> - ¿Por qué estudiamos la nutrición vegetal? - Conceptos y antecedentes. - Principales objetivos de la fertilización en la agricultura. - Principales problemas nutricionales en la agricultura. - Esencialidad de elementos minerales. - Macronutriente y micronutriente. - Propiedades Físicas del suelo. - Propiedades Químicas del suelo. - Materia Orgánica del suelo. 	2.7 horas	4 horas	<p>Lectura y selección de grupos</p> <p>Sumativas</p> <p>Evaluación oral</p>

UNIDAD 2: Absorción y transporte de elementos minerales por las plantas				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clases sincrónicas		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
01/04/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Movimiento de elementos minerales hacia las raíces. - Flujo de nutrientes a través del apoplasto celular. - Flujo de nutrientes a través de membranas celulares (membrana plasmática y tonoplasto). 	2.7 horas	4 horas	<p>Análisis escrito</p> <p>formativa</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Transportadores intermembrana, canales iónicos, bombas redox, enzimas ATP- y PPi-asas, y sus regulaciones. - Cinética de absorción de elementos minerales. - Transporte radial de iones en la raíz. - Movimiento xilemático de iones (carga, transporte y descarga). - Transporte floemático de elementos minerales. 			
--	--	--	--	--

UNIDAD 3: Nitrógeno (N)				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clases sincrónicas		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
08/04/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Funciones del N en las plantas. - Síntomas de déficit y exceso de N. - Fuentes nitrogenadas presentes en los suelos agrícolas. - Transportadores intermembrana del N y sus regulaciones. - Absorción y transporte de N en las plantas. - Asimilación del N en las plantas: enzimas GS, GOGAT, GDH. - Influencia de portainjertos en asimilación de N. - Removilización de N en las plantas. - Implicancias del N en parámetros fisiológicos, vegetativos y productivos. - Implicancias del N en la calidad de las cosechas y su comportamiento en postcosecha. - Lixiviación de N en los suelos. 	2.7 horas	4 horas	Sumativas Evaluación oral
15/04/2025	Actividades/talleres evaluativos 1 y 2	2.7 horas		Evaluación sumativa

UNIDAD 4: Fósforo (P)				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clases sincrónicas		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
22/04/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Dinámica del P en el suelo. - Absorción de P por las plantas: transportadores. - Funciones del P en la planta. - Déficit de P: mecanismos de adaptación de las plantas. 	2.7 horas	4 horas	Estudio de casos Actividad formativa y sumativa

UNIDAD: Potasio (K)				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clases sincrónicas		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
29/04/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Funciones del K en las plantas. - Síntomas de carencia de K. - Absorción de K en frutales, transportadores intermembrana y sus regulaciones. - Movimiento del K en las plantas, acumulación y repartición en los frutos. 	2.7 horas	4 horas	Estudio de casos Actividad formativa

	<ul style="list-style-type: none"> - Influencia del K en flujo de carbohidratos hacia los frutos. - Rol del K en activación de enzimas. - Rol del K en movimiento estomático. 			
--	--	--	--	--

UNIDAD 5: Calcio (Ca) y magnesio (Mg)				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clases sincrónicas		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
06/05/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Funciones. - Síntomas de déficit. - Absorción y transporte en las plantas. - Rol del Ca en estabilización de la pared celular y regulación del potencial osmótico. - Rol del Ca y Mg en susceptibilidad a desórdenes fisiológicos. 	2.7 horas	4 horas	<p style="text-align: center;">Estudio de casos Actividad formativa</p>

Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clases sincrónicas		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
13/05/2025	Prueba de Cátedra 1	2.7 horas		Evaluación sumativa
UNIDAD 6: Micronutrientes y elementos beneficiosos				
20/05/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Funciones. - Síntomas de déficit. - Aspectos fisiológicos del metabolismo. - Mecanismos de respuesta de las plantas a carencias y excesos. - Implicancias fisiológicas de micronutrientes en variables vegetativas, productivas y cualitativas de la las plantas. 	2.7 horas	4 horas	Taller, sumativa
27/05/2025	Semana del aprendizaje autónomo y autocuidado			

UNIDAD 7: Diagnóstico nutricional. Análisis de suelo, agua y tejidos				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: Clases sincrónicas		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
03/06/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos de las herramientas de diagnóstico nutricional. - Metodologías de colección y análisis de muestras vegetales, de suelo y de agua. - Interpretación de análisis de tejidos, de suelos y de agua. 	2.7 horas	4 horas	Estudios de casos

UNIDAD 8: Elaboración de un programa de fertilización en cultivos y frutales: consideraciones prácticas				
Semana	Contenidos	Actividades de enseñanza y aprendizaje: clases sincrónicas, ejercicios grupales, salida a terreno, presentaciones orales		Actividades de evaluación diagnóstica, formativa y/o sumativa
		Tiempo sincrónico	Tiempo asincrónico (trabajo autónomo del o la estudiante)	
10/06/2025	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos de la fertilización de frutales, hortalizas y cultivos anuales. - Cálculo de dosis de fertilización. - Distribución y aplicación de fertilizantes durante el 	2.7 horas	4 horas	Análisis escrito formativa

	ciclo de crecimiento de un cultivo. - Selección de fertilizantes y sus características principales.			
17/06/2025	Salida a terreno. - Reconocimiento de síntomas de déficit de nutrientes in situ. - Conocimiento de infraestructura y equipamiento para realizar labores de fertirrigación.	2.7 horas	4 horas	Estudio de caso/formativa. Síntomas de deficiencia de nutrientes
24/06/2025	Prueba de Cátedra 2	2.7 horas		Evaluación sumativa
01/07/2025	Entrega y presentación del programa de fertilización	2.7 horas		Evaluación formativa
22/12/2023	Examen final	2.7 horas		Evaluación sumativa

IV. CONDICIONES Y POLÍTICAS DE EVALUACIÓN

La evaluación de la asignatura se realizará mediante Pruebas de Cátedra y una actividad aplicada grupal basada en la elaboración de un programa de fertilización para una unidad agrícola productiva. Al final del semestre se realizará un examen general de todos los conceptos revisados en clases.

El examen se realizará de forma escrita, y corresponde a un instrumento integrador obligatorio, y cuya calificación además tendrá el carácter de prueba recuperativa para reemplazar la nota de una prueba de Cátedra, debidamente justificada. Cabe destacar que estarán exentos de la obligación de rendir examen, conservando su nota de presentación, los/as estudiantes que tengan un promedio ponderado igual o superior a 5,0 y que no hayan tenido nota inferior a 4,0 en las pruebas de cátedra.

Las ponderaciones serán las siguientes:

Evaluación	Ponderación	
Actividades/talleres/estudios de casos	25%	70%
Prueba de cátedra 1	25%	
Prueba de cátedra 2	25%	
Programa de fertilización	25%	
Examen		30%
Nota final		100%

Asistencia:

La asistencia exigida para poder aprobar el curso es de un 70% a clases de Cátedra, y 100% a Laboratorio/Seminarios (Art. 46 Reglamento de Pregrado UOH).

La inasistencia a Evaluaciones de Cátedra y Laboratorio deberá ser justificada de acuerdo con el Art. 44 Reglamento de Pregrado UOH.

Todo/a estudiante deberá cautelar el cumplimiento de buena conducta, estipulado en el Art. 7, incisos b, c, e y g; y en el Art. 14, incisos a, c y d, del Reglamento estudiantil.

V. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS OBLIGATORIOS

- Hirzel, J. (ed.). 2008. Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. Colección Libros INIA N° 24. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 295p.
- Loulakakis, K.A., Morot-Gaudry, J.F., Velanis, C.N., Skopelitis, D.S., Moschou, P.N., Hirel, B. and Roubelakis-Angelakis, K.A. 2009. Advancements in nitrogen metabolism in grapevine. In Grapevine Molecular Physiology & Biotechnology; 2nd edn. Roubelakis-Angelakis (Eds), pp. 161-205.
- Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic Press. 674p.
- Razeto, B. 1993. La nutrición mineral de los frutales: deficiencias y excesos. SQM. 105p.
- Razeto, B. 2009. Symptoms of Nutrient Imbalances in Fruit Trees. SQM. 187p.
- Román, S.; L. Taladriz y J.F. Araos. 2003. Fertilizantes, enmiendas y abonos orgánicos para la agricultura. (pp. 233-267). En: SOQUIMICH. Agenda del Salitre. 11a. ed. Santiago, Chile. 1515p.

VI. BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS COMPLEMENTARIOS

- Bavaresco, L. and Poni, S. 2003. Effect of calcareous soil on photosynthesis rate, mineral nutrition, and source-sink ratio of table grape. *Journal of plant nutrition*. Vol. 26, Nos 10&11, pp. 2123-2135.
- Bell, S.J. and Henschke, P.A. 2005. Implications of nitrogen nutrition for grapes, fermentation and wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 11, 242–295.
- Cesco, S., Neumann, G., Tomasi, N., Pinton, R. and Weisskopf, L. 2010. Release of plant-borne flavonoids into the rhizosphere and their role in plant nutrition. *Plant and Soil* DOI 10.1007/s11104-009-0266-9.
- Cheng, X. and Baumgartner, K. 2004. Arbuscular mycorrhizal fungi-mediated nitrogen transfer from vineyard cover crops to grapevines. *Biol Fertil Soils* 40: 406–412.
- Christou, M., Avramides, E.J. and Jones, D.L. 2006. Dissolved organic nitrogen in a Mediterranean vineyard soil. *Soil Biol & Biochem* 38, 2265-2277.
- Covarrubias, J.I., Retamales, C., Donnini, S., Rombolà, A.D., Pastenes, C. 2016. Contrasting physiological responses to iron deficiency in Cabernet Sauvignon grapevines grafted on two rootstocks. *Scientia Horticulturae* 199:1-8.
- Covarrubias, J.I., Rombolà, A.D. 2015. Organic acids metabolism in roots of grapevine rootstocks under severe iron deficiency. *Plant and Soil* 394:165-175.
- Grabov, A. 2007. Plant KT/KUP/HAK potassium transporters: single family – multiple functions. *Ann Bot*; 99: 1035–41.
- Gruber, B. and Kosegarten, H. 2001. Depressed growth of non-chlorotic vine grown in calcareous soil is an iron deficiency symptom prior to leaf chlorosis. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 165: 111-117.
- Granja, F., Covarrubias, J.I. 2018. Evaluation of acidifying nitrogen fertilizers in avocado trees with iron deficiency symptoms. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 18(1):157-172.
- Hilbert, G., Soyer, J.P., Molot, C., Giraudon, J., Milin, S. and Gaudillere, J.P. 2003. Effects of nitrogen supply on must quality and anthocyanin accumulation in berries of cv. Merlot. *Vitis* 42 (2), 69–76.
- Jackson, L.E., Burger, M. and Cavagnaro, T.R. 2008. Roots, nitrogen transformations, and ecosystem services. *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:341–63.
- Jiménez, S., Gogorcena, Y., Hévin, C., Rombolà A.D., Ollat, N., 2007. Nitrogen nutrition influences some biochemical responses to iron deficiency in tolerant and sensitive genotypes of *Vitis*. *Plant and Soil*, 290:343-355.
- Keller, M. 2005. Deficit irrigation and vine mineral nutrition. *Am. J. Enol. Vitic.* 56:3. pp 267-283.
- Kim, S.A. and Guerinot, M.L. 2007. Mining iron: Iron uptake and transport in plants. *FEBS Letters* 581, 2273–2280.
- Ksouri, R., M'rah, S., Gharsalli, M. and Lachaâl, M. 2006. Biochemical responses to true and bicarbonate-induced iron deficiency in grapevine genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 29:305-315.
- Lillo, C., Lea, U. and Ruoff, P. 2008. Nutrient depletion as a key factor for manipulating gene expression and product formation in different branches of the flavonoid pathway. *Plant, Cell and Environment* 31, 587–601.
- Ludewig, U., Neuhäuser, B. And Dynowski, M. 2007. Molecular mechanisms of ammonium transport and accumulation in plants. *FEBS Letters* 581, 2301-2308.
- Michel, L., Beyá-Marshall, V., Rombolà, A.D., Pastenes, C., Covarrubias, J.I. 2019. Evaluation of Fe-heme applications or intercropping for preventing iron deficiency in blueberry. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. DOI: 10.1007/s42729-019-0017-9
- Michel, L., Peña, Á., Pastenes, C., Berríos, P., Rombolà, A.D., Covarrubias, J.I. 2019. Sustainable strategies for preventing iron deficiency improve yield and berry composition in blueberry (*Vaccinium* spp.). *Frontiers in Plant Science* 10:255.
- Molina, J., Covarrubias J.I. 2019. Influence of nitrogen source on physiological responses to alkaline conditions in the grapevine rootstock 110 Richter. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. DOI: 10.1007/s42729-019-00030-1.

- Ollat, N., Laborde, B., Neveux, M., Diakou-Verdin, P., Renaud, C. and Moing, A. 2003. Organic acid metabolism in roots of various grapevine (*Vitis*) rootstocks submitted to iron deficiency and bicarbonate nutrition. International Symposium of Iron Nutrition and Interactions in Plants. Udine , Italy, Vol. 26, N° 10-11, 438 p.
- Peuke, A.D. 2000. The chemical composition of xylem sap in *Vitis vinifera* L. cv Riesling during vegetative growth on three different franconian vineyard soils and as influenced by nitrogen fertilizer. *Am. J. Enol. Vitic.* 51:4:329-339.
- Poni, S., Quartieri, M. and Tagliavini, M. 2003. Potassium nutrition of Cabernet Sauvignon grapevines (*Vitis vinifera* L.) as affected by shoot trimming. *Plant and Soil* 253: 341–351.
- Pratelli, R., Lacombe, B., Torregrosa, L., Gaymard, F., Romieu, C., Thibaud, J. and Sentenac, H. 2002. A grapevine gene encoding a guard cell K⁺ channel displays developmental regulation in the grapevine berry. *Plant Physiology* 128, 564–577.
- Rombolà, A.D. and Tagliavini, M. 2006. Iron nutrition of fruit tree crops. In *Iron Nutrition in Plants and Rhizospheric Microorganisms* (Eds. J. Abadía and L. Barton), pp. 61-83, Springer, Berlin, Germany.
- Schreiner, R.P. 2005. Mycorrhizas and mineral acquisition in grapevines. In *Proceedings of the Soil Environment and Vine Mineral Nutrition Symposium*. P. Christensen and D.R. Smart (Eds.), pp. 49-60. American Society for Enology and Viticulture, Davis, CA.
- Szczerba, M.W., Britto, D.T. and Kronzucker, H.J. 2009. K⁺ transport in plants: Physiology and molecular biology. *Journal of Plant Physiology* 166, 447-466.
- Volder, A., Smart, D.R., Bloom, A.J. and Eissenstat, D.M. 2005. Rapid decline in nitrate uptake and respiration with age in fine lateral roots of grape: implications for root efficiency and competitive effectiveness. *New Phytologist*, Vol. 165, No. 2, pp. 493-501.
- Zhang, Y.L., Dong, Y.Y., Shen, Q.R. and Duan, Y.H. 2004. Characteristics of NH₄⁺ and NO₃⁻ uptake by rices of different genotypes. *Acta Pedologica Sinica*. 41(6): 918-923.