

Guía docente de la asignatura

**Metabolismo Vegetal  
(M48/56/2/16)**Fecha de aprobación por la Comisión  
Académica: 12/07/2022**Máster**

Máster Universitario en Avances en Biología Agraria y Acuicultura

**MÓDULO**

Módulo de Producción Agraria

**RAMA**

Ciencias

**CENTRO RESPONSABLE  
DEL TÍTULO**

Escuela Internacional de Posgrado

**Semestre**

Primero

**Créditos**

6

**Tipo**

Optativa

**Tipo de  
enseñanza**

Presencial

**PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES**

- Conocimientos de inglés científico
- Conocimientos de Fisiología Vegetal

**BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (Según memoria de verificación del Máster)**

En esta Materia se abordan aspectos del Metabolismo Vegetal vinculados con procesos de mejora de cultivos, calidad del alimento que proporciona, y con respuestas a condiciones de estrés, con el fin de integrar y reforzar los conocimientos en esta materia del alumnado del Máster, lo que favorece una mejor comprensión de otras materias del módulo agrario.

Se integran tres procesos de interés:

Se inicia con el **Diagnostico Nutricional de Plantas**, centrado en el estudio de cultivos de interés agronómico, cómo los nutrientes pueden modificar la fisiología de la planta, e influir tanto en la producción y calidad del cultivo y como en respuestas a factores ambientales. Asimismo se aborda el segundo proceso relacionado con el **Metabolismo Secundario** base de los Productos Naturales Bioactivos, perfilando los principales compuestos (fenoles, terpenos, esteroides o alcaloides), en su función biológica y ecológica, y los últimos avances en su utilización en la producción de moléculas de interés biofarmacéutico (alimentos nutraceuticos) e industrial. El tercer proceso se relaciona con la **Bioenergética Vegetal**, mediante la coordinación entre el metabolismo carbonado y nitrogenado en plantas, a nivel bioquímico y molecular. Se contemplará el cambio climático como suma de factores adversos para la vegetación, y la



aplicación en agricultura de criterios de sostenibilidad y buenas prácticas agrícolas en la utilización de fertilizantes

## COMPETENCIAS

### COMPETENCIAS BÁSICAS

- CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES

- CG01 - Que los estudiantes sean capaces de elaborar adecuadamente y con cierta originalidad composiciones escritas o argumentos motivados, de redactar planes, proyectos de trabajo o artículos científicos o de formular hipótesis razonables.
- CG02 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo autodirigido o autónomo

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

- CE01 - Que los estudiantes sean capaces de abordar problemas de forma científica, desde una perspectiva multidisciplinar, formulando hipótesis y objetivos pertinentes para su resolución, así como extraer conclusiones fundadas que sean de aplicación en el ámbito de la Agricultura, la Ganadería y la Acuicultura
- CE02 - Que los estudiantes sepan aplicar las técnicas de investigación, tanto metodológicas como tecnológicas, en el área de estudio y redactar correctamente un trabajo científico
- CE06 - Que los estudiantes sean capaces de aplicar los conocimientos adquiridos al diseño, ejecución y defensa de un proyecto de investigación dentro de alguna de las líneas ofertadas en el Máster

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

- CT01 - Que el estudiante sea consciente de la importancia del desarrollo sostenible y demostrar sensibilidad medioambiental
- CT02 - Que el estudiante comprenda y aplique el liderazgo y posea creatividad, rigor



intelectual, independencia e iniciativa personal y profesional para proponer y emprender proyectos.

- CT03 - Que el estudiante demuestre que sabe reflexionar a partir de la integración de aprendizaje en diferentes áreas para saber abordar situaciones complejas de manera global

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Objetivos)

- RA1. La importancia de los aspectos relacionados con la nutrición mineral, especialmente en plantas con valor agronómico.
- RA2. Los últimos avances en el diagnóstico nutricional de plantas y su relación con la calidad y producción de cultivos.
- RA3. La importancia del estado nutricional de las plantas en las respuestas de resistencia de éstas antes estreses abióticos.
- RA4. Aplicar a la agricultura sus conocimientos en nutrición mineral, y fertilización iónica.
- RA5. La variación del metabolismo secundario en plantas debida al genotipo y al ambiente.
- RA6. Interpretar y discutir publicaciones científicas del área de los metabolitos secundarios, de su biosíntesis, interés y aplicaciones industriales.
- RA7. Las técnicas más utilizadas en el análisis, síntesis, cuantificación, e identificación de metabolitos secundarios de las plantas.
- RA8. Los avances en la utilización de las plantas como biorreactores para la producción de moléculas de interés bio-farmacéutico e industrial y, como alimentos nutraceuticos.
- RA9. Los conceptos y perspectivas de investigación del proceso fotosintético y su relación con técnicas avanzadas aplicadas en agricultura para el diagnóstico de estrés en cultivos.
- RA10. Los conocimientos sobre la interrelación del Metabolismo Carbonado/Nitrogenado relacionada con la aplicación de criterios de sostenibilidad en la utilización de fertilizantes nitrogenados.

## PROGRAMA DE CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS

### TEÓRICO

- **Tema 1. Nutrición mineral de las plantas.** - Aspectos generales de la Nutrición Mineral. Macronutrientes en las plantas (P, K, Ca y Mg): Absorción, transporte, funciones fisiológicas e importancia en la agricultura. Micronutrientes en las plantas (Fe, Cu, Mn, B, Zn, Cl, Mo y Ni): Absorción, transporte, funciones fisiológicas e importancia en la agricultura. Elementos beneficiosos en las plantas: Definición e importancia en la agricultura
- **Tema 2. Bioenergética vegetal.** - Etapa fotoquímica de la fotosíntesis. La fluorescencia de la clorofila como indicador de estrés en fotosíntesis. Fijación fotosintética del CO<sub>2</sub>. Fotorrespiración. Fotosíntesis y cambio climático. Respiración vegetal. Asimilación del Nitrógeno y del Azufre en plantas.
- **Tema 3. Metabolismo secundario en plantas.** - Principales metabolitos secundarios (compuestos fenólicos, terpenos, esteroides o alcaloides): estructura química y las rutas biosintéticas generales de cada uno de ellos. Técnicas más utilizadas en el análisis, síntesis, cuantificación, e identificación de metabolitos secundarios de las plantas. Empleo de las plantas como biorreactores para la producción de moléculas de interés bio-farmacéutico e industrial. Potencial biosintético de las plantas. Biotransformaciones.



- **Tema 4. Metabolómica vegetal.** - Integración del metabolismo primario y secundario. Análisis metabólico en plantas: Definición, interpretación, ejemplos y utilización como herramienta para definir la respuesta de las plantas a condiciones de estrés

## PRÁCTICO

## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL

- BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W. y JONES, R.L. (2015): *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. American Society of Plant Physiologists. Wiley Blacwell.
- BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W. y JONES, R.L. (2018): *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. Second edition American Society of Plant Physiologists. Wiley Blacwell.
- HOPKINS W.G. y HÜNER, N.P.A. (2009): *Introduction of Plant Physiology*. John Wiley and Son, USA.
- MADHAVA RAO, N.M.; A. RAGHAVENDRA, Y K. JANARDHAN REDDY (2006): *Physiology and molecular biology of stress tolerance in plants*. Dordrecht, The Netherlands: Springer,
- OSBORNE, D.J. Y MCMANUS., M.T. (2005): *Hormones, signals and target cells in plant development*. Cambridge: Cambridge University Press,
- RIDGE, I. (2003): *Plants*. Hodder and Stoughton. The Open University, London
- SHINA, R.K. (2002): *Modern Plan Physiology*. Intercet Limited, PO Box 716, Andover Hampshire SPIO IYG, UK.
- TAIZ L., ZEIGER, E., MOLLER, I.M. y MURPHY, A. (2015): *Plant Physiology and Development*. Sixth edition. Sinauer Associates. Oxford University Press.
- TAIZ L., ZEIGER, E., MOLLER, I.M. y MURPHY, A. (2018): *Fundamentals of Plant Physiology*. Sinauer Associates. Oxford University Press.
- VICENTE, C. y LEGAZ, M. (2000): *Fisiología Vegetal Ambiental*. Pirámide, Madrid
- YUNUS, M., PATHRE, U. y MOHANTY, P. (2000) *Probing Photosynthesis: Mechanisms, regulation and adaptation*. Taylor and Freeman, U.K.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Alric, J., Johnson, X. Alternative electron transport pathways in photosynthesis: a confluence of regulation (2017) *Current Opinion in Plant Biology*, 37, pp. 78–86.
- Armbruster, U., Correa Galvis, V., Kunz, H.-H., Strand, D.D. The regulation of the chloroplast proton motive force plays a key role for photosynthesis in fluctuating light (2017) *Current Opinion in Plant Biology*, 37, pp. 56–62.
- Bathellier, C., Tcherkez, G., Lorimer, G.H., Farquhar, G.D. Rubisco is not really so bad (2018) *Plant Cell and Environment* 41(4), pp. 705–716.
- Baxter, I. Should we treat the ionome as a combination of individual elements, or should we be deriving novel combined traits? (2015) *Journal of Experimental Botany*, 66 (8), pp. 2127–2131.
- Cho, M.-H., Park, H.L., Hahn, T.-R. Engineering leaf carbon metabolism to improve plant productivity (2015) *Plant Biotechnology Reports*, 9 (1), pp. 1–10.
- Dimkpa, C.O., Bindraban, P.S. Fortification of micronutrients for efficient agronomic production: a review (2016) *Agronomy for Sustainable Development*, 36 (1), 7, pp. 1–26.



- Dziggel, C., Schäfer, H., Wink, M. Tools of pathway reconstruction and production of economically relevant plant secondary metabolites in recombinant microorganisms (2017) *Biotechnology Journal*, 12 (1), 1600145.
- Fu, P.P. Pyrrolizidine Alkaloids: Metabolic Activation Pathways Leading to Liver Tumor Initiation (2017) *Chemical research in toxicology*, 30 (1), pp. 81-93.
- Hänsch R, Mendel RR 2009. Physiological functions of mineral micronutrients (Cu, Zn, Mn, Fe, Ni, Mo, B, Cl). *Current Opinion in Plant Biology* 12: 259-266
- Katz, L., Baltz, R.H. Natural product discovery: past, present, and future (2016) *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 43 (2-3), pp. 155-176.
- Kaur, S., Kaur, N., Siddique, K.H.M., Nayyar, H. Beneficial elements for agricultural crops and their functional relevance in defence against stresses (2016) *Archives of Agronomy and Soil Science*, 62 (7), pp. 905-920.
- Kong, J.-Q. Phenylalanine ammonia-lyase, a key component used for phenylpropanoids production by metabolic engineering (2015) *RSC Advances*, 5 (77), pp. 62587-62603.
- Maathuis FJM 2009. Physiological functions of mineral macronutrients. *Current Opinion in Plant Biology* 12: 250-258
- Piasecka, A., Jedrzejczak-Rey, N., Bednarek, P. Secondary metabolites in plant innate immunity: Conserved function of divergent chemicals (2015) *New Phytologist*, 206 (3), pp. 948-964.
- Pilon-Smits EAH, Quinn C, Tapken W, Malagoli M, Schiavon M 2009. Physiological functions of beneficial elements. *Current Opinion in Plant Biology* 12: 267-274
- Salt DE, Baxter I, Lahner B 2008. Ionomics and the study of the plant ionome. *Annual Review of Plant Biology* 59: 709-733
- Watanabe T, Broadley MR, Jansen S, White PJ, Takada J, Satake K, Takamatsu T, Tuah SJ, Osaki M 2007. Evolutionary control of leaf element composition in plants. *New Phytologist* 174: 516-523
- Zhao F-J, McGrath SP 2009. Biofortification and phytoremediation. *Current Opinion in Plant Biology* 12: 373-380

## ENLACES RECOMENDADOS

- <http://www.ugr.es/~fisioveg/>
- <http://www.sefv.net/>
- <http://www.fespb.org/fespb/?%94x8ufb919k4i4yzoy%92yfmyc%92yas8bn>
- <http://my.aspb.org/?CFID=176725&CFTOKEN=38916240&jsessionid=8430c57aec23137ed451a1b3e5c1f6e6131>
- [www.eead.csic.es/index.php?id=46](http://www.eead.csic.es/index.php?id=46)
- [www.safv.com.ar/](http://www.safv.com.ar/)

## METODOLOGÍA DOCENTE

- MD01 Lección magistral/expositiva
- MD02 Sesiones de discusión y debate
- MD03 Resolución de problemas y estudio de casos prácticos y Prácticas de laboratorio
- MD04 Seminarios
- MD05 Análisis de fuentes y documentos
- MD06 Realización de trabajos individuales o en grupo

## EVALUACIÓN (instrumentos de evaluación, criterios de evaluación y porcentaje sobre la



**calificación final)****EVALUACIÓN ORDINARIA**

- Realización de pruebas, ejercicios y problemas, resueltos en clase o individualmente a lo largo del curso: 30% de la nota final
- Valoración final de informes, trabajos, proyectos, etc. (individual o en grupo): 25% de la nota final
- Presentaciones orales: 40% de la nota final
- Aportaciones del alumno en sesiones de discusión y actitud del alumno en las diferentes actividades desarrolladas: 5% de la nota final

**EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA**

- El artículo 19 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. De esta forma, el estudiante que no haya realizado la evaluación continua tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de un examen de los contenidos teóricos (60% de la nota final) y la realización y presentación oral de un seminario de algún tema del contenido teórico (40% de la nota final).

**EVALUACIÓN ÚNICA FINAL**

- El artículo 8 de la Normativa de Evaluación y Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada establece que podrán acogerse a la evaluación única final, el estudiante que no pueda cumplir con el método de evaluación continua por causas justificadas.
- Para acogerse a la evaluación única final, el estudiante, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura o en las dos semanas siguientes a su matriculación si ésta se ha producido con posterioridad al inicio de las clases o por causa sobrevenidas. Lo solicitará, a través del procedimiento electrónico, a la Coordinación del Máster, quien dará traslado al profesorado correspondiente, alegando y acreditando las razones que le asisten para no poder seguir el sistema de evaluación continua.
- De esta forma, el estudiante tendrá la posibilidad de obtener el 100% de la calificación mediante la realización de un examen de los contenidos teóricos (60% de la nota final) y la realización y presentación oral de un seminario de algún tema del contenido teórico (40% de la nota final).

**INFORMACIÓN ADICIONAL**

La metodología docente se realizará siguiendo las siguientes pautas:

- Lección magistral/expositiva
- Sesiones de discusión y debate
- Seminarios
- Análisis de fuentes y documentos
- Realización de trabajos individuales o en grupo



