



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT

Área de Ciencias Biológico Agropecuarias y Pesqueras

Coordinación de Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias

PROGRAMA ACADÉMICO DEL DOCTORADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS

1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE Y CLAVE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ecofisiología de semillas

FECHA DE ELABORACIÓN

Elaborado el 2 de febrero de 2012 por el C. Dr. Juan Apolinar Aguilar Castillo

FECHA DE ACTUALIZACIÓN

22/03/2017

2. PRESENTACIÓN

Esta UA pertenece al bloque de optativas de la Maestría y el Doctorado en Ciencias Biológico-Agropecuarias. Es teórico-práctica con 48 horas de docencia, 48 horas de trabajo independiente que suman un total de 96 horas y tiene un valor en créditos de 6. Esta UA pretende que el estudiante desarrolle las competencias para analizar los diversos aspectos de la fisiología, bioquímica y hormonal que ocurren durante la fecundación del óvulo y el subsecuente crecimiento, síntesis y acumulación de compuestos de reserva, maduración y secado y germinación de semillas. Todo ello sustentado con los avances científicos logrados en la biología molecular en el entendimiento de procesos bioquímicos que regulan funciones importantes, lo que resulta indispensable para la formación de recursos de alto nivel.

3. OBJETIVOS

Proporcionar a los estudiantes los conceptos, procesos evolutivos, fisiológicos y bioquímicos involucrados en la formación y germinación de la semilla, así como la expresión y regulación de los genes involucrados en estos procesos y su interacción con el ambiente.

4. RELACIÓN CON EL PERFIL DE EGRESO

En el perfil de egreso de la Maestría o Doctorado en Ciencias Biológico-Agropecuarias, se espera que el egresado tenga la capacidad de realizar investigación en el área, resolver problemas científicos o incluso de índole tecnológico. Esta UA le permitirá llevar a cabo dichas actividades que involucren la fisiología y bioquímica de semillas, así como la utilidad y relevancia de estos conocimientos en la producción y tecnología de semillas. Además, tendrá formación respecto a la comunicación oral y escrita de los resultados de investigación

5. CONTENIDOS

1. Germinación, Estructura y Composición de las Semillas (2 horas)

- 1.1. Germinación de semillas
- 1.2. Medición de la germinación
- 1.3. Evolución de las semillas
- 1.4. Estructura de las semillas
- 1.5. Embrión
- 1.6. Tejidos de almacén
- 1.7. Cubierta de semilla (testa)
- 1.8. Reserva de semillas

- 1.8.1. Carbohidratos
- 1.8.2. Grasas y aceites
- 1.8.3. Proteínas
- 1.8.4. Ácido fitico

2. Desarrollo de semillas y maduración (6 horas)

- 2.1. Ciclo celular
- 2.2. Dinámica de cromosomas
- 2.3. Formación de gametos y Fecundación
- 2.4. Microsporogénesis y expresión de genes
- 2.5. Megasporogénesis y expresión de genes
- 2.6. El saco embrionario
- 2.7. Fusión de gametos
- 2.8. Fusión de nucelas
- 2.9. Polinización y desarrollo del tubo polínico
 - 2.9.1. Genes involucrados en la dirección del tubo polínico
- 2.10. Embriogénesis y formación de tejidos de reserva
 - 2.10.1. Cambios morfológicos (División celular)
 - 2.10.2. Regulación del desarrollo (diferenciación de tejidos)
 - 2.10.3. Control hormonal
 - 2.10.4. Genes involucrados
- 2.11. Desarrollo de cotiledones
- 2.12. Fuente y demanda para grano y llenado de semilla
 - 2.12.1. Cereales
 - 2.12.2. Leguminosas
 - 2.12.3. Trasporte de asimilados dentro de la semillas
- 2.13. Efecto ambiental sobre el desarrollo de semillas

3. Disposición de reservas dentro de los tejidos de almacenamiento (6 horas)

- 3.1. Depósito de carbohidratos
- 3.2. 1. Síntesis de almidón
- 3.3. Estructura de almidón
- 3.4. Genes en la síntesis de almidón
- 3.5. Síntesis de triglicéridos
 - 3.5.1. Síntesis de lípidos
 - 3.5.2. Estructura de lípidos de almacén
 - 3.5.3. Formación de cuerpos lipídicos
 - 3.5.4. Biología molecular de lípidos de almacén
- 3.6. Síntesis y almacenamiento de proteínas
 - 3.6.1. Activación genética
 - 3.6.2. Tipos de proteínas de almacenamiento
 - 3.6.3. Estructura molecular
 - 3.6.4. Proteínas de almacén sin actividad biológica
 - 3.6.5. Proteínas de almacén con actividad biológica
 - 3.6.6. Genes de proteínas de almacén
- 3.7. Fosfatos y minerales
 - 3.7.1. Síntesis de ácido fítico
 - 3.7.2. Almacenamiento y distribución de Fe
 - 3.7.3. Almacenamiento y distribución de Ca
 - 3.7.4. Importancia de estos compuestos
- 3.8. Regulación génica de la acumulación de proteínas y carbohidratos
 - 3.8.1. Regulación génica de síntesis de proteínas
 - 3.8.2. Regulación entre síntesis de proteínas y carbohidratos
 - 3.8.3. Regulación de síntesis de carbohidratos
 - 3.8.4. Regulación metabólica de carbohidratos
- 3.9. Alteración biotecnológica de compuestos de reserva
 - 3.9.1. Modificación en la composición de los carbohidratos
 - 3.9.2. Modificación a la composición de aceites

4. Control de la Maduración y Secado de las Semillas (6 horas)

- 4.1. Efectos ambientales durante el desarrollo de semillas
 - 4.1.1. Estrés hídrico
 - 4.1.2. Estrés por frío

- 4.1.3. Estrés por calor
- 4.2. Tolerancia al secado
- 4.2.1. Semillas ortodoxas
- 4.2.2. Semillas recalcitrantes
- 4.2.3. Pérdida de humedad
- 4.2.4. Tipos de agua en la semilla
- 4.2.5. Función de los azúcares
- 4.2.6. función de los fosfolípidos
- 4.2.7. La función del ABA
- 4.2.8. Sistema antioxidante
- 4.2.9. Alteraciones ultraestructurales
- 4.2.10. Activación de genes
- 4.2.11. El ADN y la desecación

5. Eventos celulares durante la germinación y crecimiento de las semillas (6 horas)

- 5.1. Imbibición y relaciones hídricas en la semilla
- 5.1.1. Fases de la imbibición
- 5.1.2. Reparaciones de daños
- 5.1.3. Respiración
- 5.1.4. Síntesis de ADN y ARN
- 5.1.5. Productos intermedios
- 5.2. Germinación
- 5.2.1. Eventos de la germinación
- 5.2.2. División celular
- 5.2.3. Removilización de reservas
- 5.2.3.1. Proteínas
- 5.2.3.2. Carbohidratos
- 5.2.3.3. Lípidos

6. Regulación hormonal de la germinación en semillas (4 horas)

- 6.1. Composición y localización
- 6.1.1. Giberelinas
- 6.1.2. Citocininas
- 6.1.3. ABA
- 6.2. Avances biotecnológicos en la germinación
- 6.3. Osmocondicionamiento
- 6.3.1. Importancia
- 6.3.2. Procesos Bioquímicos
- 6.3.3. Limitaciones

7. Dormancia y Control de la germinación (6 horas)

- 7.1. Control interno
- 7.1.1. Papel biológico de la dormancia
- 7.1.2. Categorías de la dormancia
- 7.1.3. Mecanismos de la dormancia
- 7.1.4.. Dormancia en el embrión
- 7.2. Testa y dormancia
- 7.2.1. Inferencia con el agua
- 7.5.3. Rompimiento mecánico
- 7.6.3. Interferencia con el cambio de gases
- 7.7. Embriones incompletos
- 7.7.1. Metabolismo de semillas dormantes
- 7.7.2. Expresión génica
- 7.7.3. Membranas y dormancia
- 7.8. Desarrollo de la dormancia
- 7.8.1. Cuando ocurre primeramente la dormancia
- 7.8.2. Control genético de la dormancia
- 7.8.3. Efectos relacionados con la dormancia
- 7.8.4. Inducción de dormancia por el ABA
- 7.8.5. El medio ambiente en la dormancia
- 7.8.6. El desarrollo de cubiertas duras
- 7.9. Control Externo

- 7.9.1. Rompimiento de la dormancia
- 7.9.1.1. Baja temperatura
- 7.9.1.2. Luz
- 7.9.1.3. Semillas con cubierta impermeable
- 7.9.1.4. Rompimiento de la dormancia por agentes químicos
- 7.9.1.5. Rompimiento de la dormancia por hormonas
- 7.9.1.6. Rompimiento de la dormancia y metabolismo
- 7.9.1.7. Rompimiento de la dormancia y elongación celular
- 7.9.2. Control del medio ambiente
- 7.9.2.1. Efectos de la Luz
- 7.9.2.2. Imbibición en periodos cortos
- 7.9.2.3. Efecto de la temperatura
- 7.9.2.4. Estrés por agua
- 7.9.2.5. Oxígeno y Dióxido de carbono

8. Algunos aspectos ecofisiológicos de la germinación (6 horas)

- 8.1. Semilla enterrada en bancos de germoplasma
- 8.2. Germinación en luz solar directa
- 8.3. Germinación bajo sombra
- 8.4. Temperatura
- 8.5. Agua
- 8.6. Interacciones
- 8.7. Dormancia secundaria y germinación estacional
- 9. Ecología de la germinación (6 horas)
- 9.1. Ecología de la germinación de especies silvestres
- 9.2. Bancos de semillas de especies silvestres
- 9.3. Ciclos de latencia
- 9.4. Alelopatía, autotoxicidad y germinación

6. ESTRATEGIAS DIDACTICAS Y DE APRENDIZAJE

.Metodología docente: metodología sugerida y actividades de aprendizaje. Exposición de temas por parte del maestro, aplicación del tema expuesto, tareas que refuerzen lo visto en clase que consisten en: trabajos de investigación bibliográfica y presentación oral o escrita de los mismos.

Para promover el desarrollo de actitudes, habilidades y valores. Se integrara al contenido del curso la elaboración de una monografía, que se desarrollará en torno a los temas de actualidad del área de especialidad y relacionados con la investigación agrícola.

Se impulsará el desarrollo de habilidades para la comunicación verbal y escrita del estudiante, bajo la forma de pequeños ensayos o resúmenes de carácter científico.

Además, se fomentará la capacidad de análisis, síntesis y evaluación de los artículos revisados, y podrán hacer la conexión con casos particulares donde puedan ejemplificar el uso de los conceptos y las técnicas aprendidas.

Para complementar el conocimiento se utilizarán al menos tres prácticas, en fisiología de semillas.

7. PROCEDIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DEL APRENDIZAJE

1. Se realizarán tres exámenes, el primero constituirá hasta la unidad III y el segundo de las unidades IV a la VI, y por último de las unidades de VII al IX
2. Como portafolio, el estudiante integrará los resúmenes de artículos o libros propuestos en clase, así como las prácticas de laboratorio o campo, tema que se le dará a conocer con oportunidad.
3. En los trabajos extraclase se evaluará el manejo (comprensión y escritura) del lenguaje científico y la gestión de la información.

8. CRITERIOS DE ACREDITACIÓN

Cumplir con el 80 % de asistencia y obtener calificación mínima de 80.

9. CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Exámenes	30%
Portafolio	30%
Trabajos extra clase	20%
Discusión de literatura científica	20%

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aurélien Boisson-Dernier^{1,2,,}, Sucharita Roy, Konstantinos Kritsas, Monica A. Grobeij, Miloslawa Jaciubek, Julian . Schroeder and Ueli Grossniklaus. 2009. Disruption of the pollen-expressed FERONIA homologs ANXUR1 and ANXUR2 triggers pollen tube discharge. *Development* 136, 3279-3288 (2009) doi:10.1242/dev.040071
- Alice Y. Cheung,, Leonor C. Boavida, Mini Aggarwal, Hen-Ming Wu and Jose' A. Feij. 2010. The pollen tube journey in the pistil and imaging the in vivo process by two-photon microscopy. *Journal of Experimental Botany*, Page 1-9
- Berger F, Hamamura Y, Ingouff M, Higashiyama T. 2008. Double fertilization: caught in the act. *Trends in Plant Science* 13, 437–443
- Bewley, J.D. and M.Black. 1994. Seeds: physiology of development and germination. Plenum Press, New York N.Y. 445 p
- Baskin C.C. and J.M. Baskin 1998. Seeds, Ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination . Academic Press San Diego California USA 666 p
- Bertram Manz, Kerstin Muller, Birgit Kucera, Frank Volke, and Gerhard Leubner-Metzger.2005. Water Uptake and Distribution in Germinating Tobacco Seeds Investigated in Vivo by Nuclear Magnetic Resonance Imaging. *Plant Physiology*, July 2005, Vol. 138, pp. 1538–1551.
- Buchman B.B. W. Gruissen and R.L. Jones 2000. Biochemistry and molecular biology of plants. American Society of Plant Physiology Rockville Maryland 1367 p. Biosson-Dernier A, Roy S, Kritsas K, Grobeij MA, Jaciubek M, Schroeder JL,
- Buckley, T.M. 2015. The contributions of apoplastic, symplastic and gas phase pathway for water transports outsides the bundle sheath in leaves. *Plant, Cell and Environment* . 38: 7-22. Costa Jm, Ortuño M.F., Lopes C. M, Chaves MM 2012 Grapevine varieties exhibiting differences in stomatal response to water deficit. *Functional Plant Biology*, 2012, 39, 179–189. <http://dx.doi.org/10.1071/FP11156>
- Cheung AY, Wu HM. 2008. Structural and signalling networks for the polar cell growth machinery in pollen tubes. *Annual Review of Plant Biology* 59, 547–572.
- Escobar-Restrepo J-M, Huck N, Kessler S, Gagliardini V, Gheyselinck J, Yang W-C, Grossniklaus U. 2007. The FERONIA receptor-like kinase mediates male–female interactions during pollen tube reception. *Science* 317, 656–660.

Eiji Nambara1 and Hiroyuki Nonogaki. 2012. Seed Biology in the 21st Century: Perspectives and New Directions. *Plant Cell Physiol.* 53(1): 1–4

E. Kerdaffrec and M. Nordborg 2017. The maternal environment interacts with genetic variation in regulating seed dormancy in *Arabidopsis thaliana*. Mar. 17, 2017; doi: <http://dx.doi.org/10.1101/117879>

Fogliani B., G. G^ateble', M. Villegente, I. Fabre, N. Klein, N. Anger, C. C. Baskin and C. P. Scutt 2017. The morphophysiological dormancy in Amborella trichopoda seeds is a plesiomorphic trait in angiosperms. *Annals of Botany* 119: 581–590, 2017 doi:10.1093/aob/mcw244, available online at www.aob.oxfordjournals.org

Fernández-Arbaizar, A., Regalado, J.J. and Lorenzo, O. (2012) Isolation and characterization of novel mutant loci suppressing the ABA hypersensitivity of *Arabidopsis* coronatine insensitive 1-16 (coi1-16) mutant during germination and seedling growth. *Plant Cell Physiol.* 53: 53–63.

Grossniklaus U. 2009. Disruption of the pollenexpressed FERONIA homologs ANXUR1

and ANXUR2 triggers pollen tube discharge. *Development* 136, 3279–3288

Gilbert, N. (2011) Local benefits: the seeds of an economy. *Nature* 474: S18–S19

Hudson A.R., D.J. Ayre and M.K.J. Ooi. 2015. Physical dormancy in a changing climate. *Seed Sci Research.* DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0960258514000403> (About

DOI), Published online: 13 January 2015.

Ishibashi Y., N. Aoki, S. Kasa, M. Sakamoto, K. Kai, R. Tomokiyo, G. Watabe, T. Yuasa† and M. Iwaya-Inoue 2017. The interrelationship between abscisic acid and reactive oxygen species plays a key role in barley seed dormancy and germination.

Frontiers in Plant Science Volume 8 | Article 27 doi: 10.3389/fpls.2017.002755

Kigel J. and G. Galili 1995. *Seed development and germination* .Mercel Dekker Inc NY 1267 p.

Kristof JR, Coppersmith JL, Hong K, Liu P-P, Homrichhausen TM, Sun J, Martin RC, Nonogaki H. 2008. An *Arabidopsis thaliana* embryo arrest mutant exhibiting

germination potential. *Seed Science Research* 18: 55-65.

Le, B.H., Cheng, C., Bui, A.Q., Wagstafer, J.A., Henry, K.F., Pelletier, J. et al. (2010) Global analysis of gene activity during *Arabidopsis* seed development and identification of seed-specific transcription factors. *Proc. Natl Acad. Sci USA* 107: 8063–8070. Leymarie, J., Vitkauskaitė, G., Hoang, H.H., Gendreau, E., Chazoule, V., Meimoun, P. et al. (2012) Role of reactive oxygen species in the regulation of *Arabidopsis* seed dormancy. *Plant Cell Physiol.* 53: 96–106.

Peter J.D. 1995. *Plant hormones. Physiology, Biochemistry and molecular Biology*

Kluwer Academic Publisher 833 p

Golberg R.B. and G.P. Ramin Yadegary 1994. Plant embryogenesis Zigote to seed
Science 266: 605-614

Lu Wang*, Fang-Lei Liao*, Li Zhu, Xiong-Bo Peng and Meng-Xiang Sun. 2008.
NtGNL1 is involved in embryonic cell division patterning, root elongation, and pollen
tube growth in tobacco. Journal compilation © New Phytologist (2008). doi:
10.1111/j.1469-8137

Martinez-Andujar, C., Martin, R.C. and Nonogaki, H. 2012. Seed traits and genes
important for translational biology—highlights from recent discoveries. Plant Cell
Physiol. 53: 5–15.

Murphy D.J. S. Rawsthorne and M.J. Hills. 1993. Storage lipid formation in seeds.
Seed Sci Res 3:79-95

Matthew M.S. Evans. 2007. The indeterminate gametophyte1 Gene of Maize Encodes
a LOB Domain Protein Required for Embryo Sac and Leaf Development. The Plant
Cell, Vol. 19: 46–62,

Nambara, E., Okamoto, M., Tatematsu, K., Yano, R., Seo, M. and Kamiya, Y. 2010.
Abscisic acid and the control of seed dormancy and germination. Seed Sci. Res. 20:
55–67.

Taiz L. and E. Zeiger 1998. Plant physiology 2a edition. Sinauer Associates Inc.
Massachusetts 792 p.

.Mc Donald M.B. 1999. Seed deterioration: Physiology, repair, and assessment
Seed Sci Technol 27: 177-237

Nambara E, Nonogaki H. 2012. Seed biology in the 21st century: perspectives and
new directions. Plant and Cell Physiology 53, 1-4.

Matinez-Andujar C, Martin RC, Nonogaki H. 2012. Seed traits and genes important for
translational biology - Highlights from recent discoveries. Plant and Cell Physiology 53,
5-15.

Nonogaki H, Bassel GW, Bewley JD. 2010. Germination - still a mystery. Plant
Science
179, 574-581

Ogawa, M., Hanada, A., Yamauchi, Y., Kuwahara, A., Kamiya, Y. and Yamaguchi, S.
2003. Gibberellin biosynthesis and response during *Arabidopsis* seed germination.
Plant Cell 15: 1591–1604

Okabe, Y., Asamizu, T., Saito, T., Matsukura, T., Ariizumi, T., Bres, C. et al. 2011.
Tomato TILLING technology: development of a reverse genetics tool for efficient
isolation of mutants from Micro-Tom mutant libraries. Plant Cell Physiol. 52: 1994–005
Seo, M., Nambara, E., Choi, G. and Yamaguchi, S. 2009. Interaction of light and

hormone signals in germinating seeds. *Plant Mol. Biol.* 69: 463–472

Rodríguez A J.P., .D.Barbosa, S. Rambal, A.M. Soares, F. Mouillont, J.M. Pelleira N., and G.A. Martins. 2012. Plant physiological ecology and the global chances. *Cienc. Agrotex. Lavras* 36(3): 253-269.

Rodríguez, M.V., Mendiondo, G.M., Cantoro, R., Auge, G.A., Luna, V., Masciarelli, O. 2012. Expression of seed dormancy in grain sorghum lines with contrasting pre-harvest

sprouting behavior involves differential regulation of gibberellin metabolism genes. *Plant Cell Physiol.* 53: 64–80.

Rodriguez M.V., J.M. Barrero, F. Corbineau, F. Gluber and R. L. Benech A. 2015.

Dormancy in cereals (no too much, not so little) about the mechanisms behinds this trait. *Seed Sci Research.* DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/S0960258515000021> (About DOI), Published online

P. Milberg1, L. Andersson and K. Thompson. 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Science Research* (2000) 10, 99–104

Reyes, F.C., Chung, T., Holding, D., Jung, R., Vierstra, R., and Otegui, M.S. 2011.

Delivery of prolamins to the protein storage vacuole in maize aleurone cells. *Plant Cell* 23: 769–784

Nonogaki H. 2006. Seed germination - The biochemical and molecular mechanisms. *Breeding Science* 56, 93-105.

Venkatesan Sundaresan. 2005. Control of seed size in plants. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0509021102

Yamamoto, A., Kagaya, Y., Usui, H., Hobo, T., Takeda, S. and Hattori, T. 2010 Diverse

roles and mechanisms of gene regulation by the *Arabidopsis* seed maturation master regulator FUS3 revealed by microarray analysis. *Plant Cell Physiol.* 51: 2031–2046

11. PERFIL PROFESIOGRÁFICO

El profesor de esta materia deberá tener conocimientos en fisiología y bioquímica de semillas, así como de biología molecular.