



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NAYARIT
ÁREA DE CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS Y PESQUERAS
POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICO AGROPECUARIAS
PROGRAMA

1. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

NOMBRE Y CLAVE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Ecofisiología de Semillas	
---------------------------	--

DOCENTE(S) RESPONSABLE(S)

Dr. Juan Apolinar Aguilar Castillo

SEMESTRE	ÁREA DE FORMACIÓN	TIPO DE UNIDAD DE APRENDIZAJE
I, II, III, IV, V, VI, VII o VIII	Especializante	Optativa

ORIENTACIÓN	LÍNEA DE GENERACIÓN Y APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO (LGAC)	T.U.D.C.
Ciencias Agrícolas	Sistemas de producción agrícola	Curso-Laboratorio

HORAS DE TEORÍA	HORAS DE PRÁCTICA	HORAS DE TRABAJO INDEPENDIENTE	TOTAL DE HORAS	VALOR EN CRÉDITOS
48	32	16	96	6

FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ACTUALIZACIÓN
02 Febrero 2012	25 de junio 2021

ELABORADO POR:	ACTUALIZADO POR:
Dr. Juan Apolinar Aguilar Castillo	Dr. Juan Apolinar Aguilar Castillo

2. PRESENTACIÓN (Justificación)

Esta Unidad de Aprendizaje 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, hasta la activación de la germinación en las semillas. Es un curso Teórico-Práctico, que a la semana se trabaja con 3 horas de teoría y 3 horas de práctica con una hora de trabajo independiente, teniendo un valor de 6 créditos. Todo ello sustentado con los avances científicos logrados en la biología molecular en el entendimiento de procesos fisiológicos y bioquímicos que interactúan con el ambiente y que regulan funciones importantes en la expresión de la fisiología de la semilla, lo que resulta indispensable para la formación de recursos de alto nivel. Fortalece otras unidades de aprendizaje como recursos fitogenéticos, fisiología, ecofisiología de cultivos y fruticultura

3. OBJETIVO

Al finalizar la unidad de aprendizaje, el estudiante será capaz de identificar los 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

La Unidad de Aprendizaje contribuye a la conformación de una actitud crítica, responsable y propositiva del egresado 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, lo que fortalecerá su formación en el área terminal de ciencias agrícolas, contribuyendo en el fortalecimiento de su desempeño profesional. Además, le permitirá proponer proyectos sobre manejo y conservación de recursos fitogenéticos con metas en un mejor aprovechamiento de la diversidad y la mejora en la producción agrícola.

Conocimientos para:

- Realizar investigación con el método científico para generar conocimiento, adecuar tecnología, innovar y resolver problemáticas del Área de Ciencias Biológico Agropecuarias.
- Contribuir a la solución de problemas a través de la investigación científica dirigida y la aplicación de los conocimientos adquiridos en el Área de las Ciencias Biológico Agropecuarias.
- Evaluar y difundir en forma oral o escrita los conocimientos científicos de los resultados de investigación.

Habilidades para:

- Formar grupos de investigación de alto nivel.
- Presentación de resultados en foros científicos especializados o de divulgación, así como la publicación, en revistas arbitradas.
- Generar conocimiento e ideas originales que coadyuven a resolver las problemáticas que afronta el área de su competencia.

- Gestionar recursos económicos para sus proyectos.

Actitudes para:

- Desempeñar sus actividades con responsabilidad y compromiso ético para la conservación y preservación del entorno.
- Hacer uso racional de los recursos naturales.
- Liderar el trabajo en grupos o redes de investigación.

5. CONTENIDO TEÓRICO-PRÁCTICO-FORMATIVO

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 fítico
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. Transporte de asimilados dentro de las 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. Osmoacondicionamiento
 - 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 DIDÁCTICAS

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE
Lectura o exposición de temas por parte del estudiante con base en artículos.	Elaboración de presentaciones en Power Point, así como de mapas conceptuales, diagramas de flujo, cuadros comparativos, esquemas, etc.
Exposición de temas por parte del docente.	Discusión de tópicos.
Explicaciones y ejecución por parte del docente de las técnicas en el laboratorio.	Aplicación de técnicas experimentales

7. SISTEMA DE EVALUACIÓN

EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE DESEMPEÑO
Examen escrito	Dominio de conceptos y términos dentro de la disciplina de ecofisiología de semillas
Portafolio con Mapas conceptuales, infografías, cuadros comparativos, esquemas, resúmenes y exposición con	Se debe evidenciar el uso eficiente del lenguaje científico, propio del área y excelente presentación de temas asignados por el

discusión de artículos.	profesor. Estos organizadores gráficos de información deberán ser presentados con limpieza, en tiempo y forma de acuerdo con las fechas establecidas.
Prácticas de laboratorio	Las prácticas de laboratorio serán evaluadas de acuerdo con los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> • Desempeño durante las prácticas 20% • Revisión Bibliográfica actualizada del tema y entrega oportuna del reporte 30% • Resultados, Discusión y Conclusiones 50%
Trabajo de investigación	La evaluación del trabajo de investigación será una evaluación de acuerdo con los siguientes criterios: <ul style="list-style-type: none"> • Entrega del trabajo escrito 40% • Metodología propuesta 30% • Exposición del trabajo de investigación 30%

8. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

CRITERIOS DE ACREDITACIÓN	CRITERIOS DE CALIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> • Obtener una calificación mínima de 80 en una escala de 0 al 100 • Asistencia mínima del 90% de las sesiones. 	Examen escrito.....30%
	Portafolio.....40%
	Trabajo de investigación.....15%
	Reporte de prácticas.....15%

9. ACERVOS DE CONSULTA

BÁSICOS
Anil Kumar, R. Kumar Pathak, A. Gayen, S.Gupta, M. Singh, C. Lata, H.Sharma, J. Kumar Roy, S. Mohan Gupta 2018. System biology of sedes: decoding the secreto f biochemical seed factories for nutritional security. Biotech 8:460 https://doi.org/10.1007/s13205-018-1483-9
Abley K, Formosa-Jordan P, Tavares H, Chan EY, Afsharinafar M, Leyser O, Locke JC.2021.

Bewley, J.D., Bradford, K., Hilhorst, H., nonogaki, h. 2013. Seed: Physiology of development Germination and dormancy 3a Edition. ISBN 978-1-4614-4693-4

Bareke T. Biology of seed development and germination physiology. *Adv Plants Agric Res*. 2018;8(4):336-346.

DOI: [10.15406/apar.2018.08.00335](https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00335)

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 pleisiomorphic trait in angiosperms. *Annals of Botany* 119: 581–590, 2017 doi:10.1093/aob/mcw244, available online at www.aob.oxfordjournals.org

Herrera Salazar, Juan Carlos, comp. 2021. Biodiversidad y ecología mexicana. Nuevos conocimientos y tecnologías para los retos actuales. Durango: Universidad Juárez del Estado de Durango.

K. Shu, Y. J. Meng, H. W. Shuai, W. G. Liu, J. B. Du, J. Liu, W. Y. Yang. **2015. Dormancy and germination: how does the crop seed decide?** <https://doi.org/10.1111/plb.12356>

K. Shu, S.D. Liu, Q. Xie, Z.H. He. 2016. Two faces of one seed.; Hormonal regulation of dormancy and germination.

DOI: [10.1016/j.molp.2015.08.010](https://doi.org/10.1016/j.molp.2015.08.010)

Penfield S. 2017. Seed dormancy and germination. *J Exp Bot*. 2017 Feb 1; 68(4): 761–763.

Steinbrecher T, Leubner-Metzger G. 2017. The biomechanics of seed germination. *J Exp Bot*. 2017 Feb 1;68(4):765-783. doi: 10.1093/jxb/erw428.

Huang Y, Lu M, Wu H, Zhao T, Wu P, Cao D. 2021. High drying temperature accelerates sunflower seed deterioration by regulating the fatty acid metabolism, glycometabolism and abscisic acid/gibberellin balance. *Front Plant Sci*. 2021 May 28;12:628251. doi: 10.3389/fpls.2021.628251. eCollection 2021.

COMPLEMENTARIOS

Aurélien Boisson-Dernier^{1,2}, Sucharita Roy, Konstantinos Kritsas, Monica A. Grobei, 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, Grobei MA, Jaciubek M, Schroeder JI,
Buckley, T.M. 2015. The contributions of apoplastic, symplastic and gas phase pathway for water transports outside 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 pollen-expressed 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., Wagmaister, 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., Vitkauskaite´, 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 Zygote 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 changes. *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.

Rodríguez 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

10. PERFIL PROFESIOGRÁFICO

Área de especialidad:	Fisiología de Semillas
Grado académico mínimo:	Doctorado en Ciencias en el Área de Ciencias Agrícolas.
Experiencia docente:	1 año a nivel licenciatura o posgrado, con participación en cursos teóricos y talleres.
Experiencia en investigación:	1 año participando en proyectos de investigación en el área agrícola.
Idiomas:	Competencia de comunicación oral y lectura en inglés.