

ANEXO

1. IDENTIFICACIÓN DE LA ASIGNATURA

Nombre de la asignatura: **Las paredes celulares vegetales. Aplicaciones agronómicas y agroindustriales**

Carácter de la asignatura: Optativa

Cátedras /Departamento: Cátedra de Química de Biomoléculas y de Bioquímica – Departamento de Biología Aplicada y Alimentos

Carrera: Agronomía

Período lectivo: 2020 -2022

2. CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

Duración: bimestral

Profesores responsables de la asignatura: Dra. Marina Ciancia (Catedra de Química de Biomoléculas) y Dr. Jorge Zavala (Cátedra de Bioquímica).

Equipo Docente: Dra. Paula Virginia Fernández, Dra. Mercedes Pérez Recalde, Lic. Yasmín Daglio, Lic. Víctor Martín Zelaya, Lic. Franco Andrés Arias

Carga horaria para el estudiante: TREINTA y DOS (32) horas – DOS (2) créditos

Correlativas requeridas

Bioquímica Aplicada

Modalidad: Curso

3. FUNDAMENTACIÓN

Las plantas en condiciones naturales y de cultivo están expuestas a factores bióticos, como el ataque de insectos y patógenos, y abióticos, como el viento. Debido a que la pared celular les permite tolerar varias de las condiciones adversas del ambiente, tiene una función ecofisiológica, que aumenta la sobrevivencia de las plantas y el rendimiento de los cultivos. El conocimiento de la estructura y características químicas de los componentes de la pared celular, así como el ensamblado de los mismos para dar estas estructuras supramoleculares contribuirá al entendimiento de su participación en la generación del rendimiento de los cultivos. La pared celular es una estructura altamente dinámica, que se está remodelando constantemente durante el crecimiento y desarrollo, así como en respuesta a factores ambientales actuando como una primera estructura defensiva a la que se enfrentan los patógenos, con anterioridad a las defensas intracelulares.

La estructura de las paredes celulares afecta directamente la calidad de diferentes materias primas para la producción de alimentos, productos textiles, madera y papel. Además, constituyen la base de los llamados biocombustibles de segunda generación, aquellos que se obtienen a partir de desechos lignocelulósicos o plantas de crecimiento rápido. Por otro lado, son componentes fundamentales de los forrajes, cuyo valor nutricional está íntimamente relacionado con el tipo de enlaces entre los biopolímeros que las constituyen.

4. OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general de esta asignatura teórico-práctica es proporcionar al estudiante conocimientos en distintos aspectos del estudio de paredes celulares y sus componentes, abarcando química, morfología, biosíntesis y función ecofisiológica, así como la metodología que se utiliza actualmente para su estudio. Estos estudios básicos se aplicarán a temas específicos como la obtención de biocombustibles, fibras vegetales, papel, hidrocoloides industriales,

la obtención de polímeros bioactivos, etc. También se estudiará su rol en la interacción planta-patógeno. El trabajo de laboratorio representa una importante parte del curso y le permitirá familiarizarse con las técnicas básicas que se utilizan para trabajar en el tema. Los conocimientos prácticos que se adquieren en este curso podrían aplicarse además al trabajo en laboratorio de otras áreas de la química orgánica de productos naturales

5. CONTENIDOS MINIMOS

Estructura y composición de las paredes celulares vegetales. Síntesis y modificación de la pared celular. Ecofisiológica de la pared celular. la pared celular en cultivos y en el agroecosistema, y su relación con el rendimiento de los cultivos. Paredes celulares como materia prima para bioetanol, producción de hidrocoloides, fibras vegetales, madera y papel, forrajes, su rol en la maduración de frutos.

6. CONTENIDOS

Unidad 1. Introducción.

Estructura general de monosacáridos. Grupos funcionales que los constituyen. Reactividad. Estereoquímica. Conformación. Disacáridos. Formación de la unión glicosídica. Polisacáridos. Estructura Primaria. Distintos sustituyentes sobre la cadena hidrocarbonada. Estructura secundaria. Solubilidad.

Aminoácidos y proteínas. Conceptos básicos de estructura. Glicoproteínas y proteoglicanos. Tipos de unión entre la porción de hidratos de carbono y la cadena peptídica características de vegetales. Otros componentes macromoleculares de la pared: Compuestos polifenólicos y otros.

Unidad 2. Estructura de las paredes vegetales.

Paredes de plantas vasculares. Componentes: Hemicelulosas, pectinas, celulosa, polifenoles, glicoproteínas y ligninas. Estructura química y propiedades físicas. Diferencias en función de su origen. Modelos de pared celular primaria. Función de sus componentes. Teoría sobre el mecanismo de crecimiento de la pared primaria. Características de las paredes celulares secundarias.

Paredes de algas. Características de los componentes de las paredes celulares de algas marinas. Polisacáridos sulfatados de la matriz intercelular (carragenanos, agaranos, fucanos, etc.). Modelos de pared celular de algas.

Unidad 3. Síntesis y modificación de la pared celular. Mecanismos de síntesis de los polisacáridos de la pared. NDP-azúcares y enzimas involucradas (glicosiltransferasas, glicosidohidrolasas, epimerasas, mutasas, decarboxilasas, etc.). CESA; hipótesis CSL. Síntesis de lignina. Glicosilación de glicoproteínas de la pared celular.

Unidad 4. Importancia y ecofisiológica de la pared celular. La pared celular como defensa contra insectos y patógenos, y su función iniciadora de la señalización del sistema inmunológico de las plantas. Importancia y función de la pared celular en cultivos y en el agroecosistema, y su relación con el rendimiento de los cultivos.

Unidad 5. Temas aplicados:

1. Biocombustibles a partir de biomasa vegetal: Introducción y perspectivas actuales.

2. Hidrocoloides: Aplicaciones industriales. Actividad biológica de polisacáridos de pared celular y oligosacáridos.

3. Fibras vegetales. Madera y papel.
4. Paredes celulares como factor determinante de las propiedades de los forrajes.
5. Importancia de las paredes celulares en los procesos de maduración de frutos.

7. METODOLOGÍA

Sesiones académicas teórico-prácticas: Se impartirán los conceptos a desarrollar aplicando el método expositivo y a continuación se realizarán ejercicios elaborados por los docentes y se analizarán distintos trabajos de investigación en los que estos conceptos estén ejemplificados.

8. FORMAS DE EVALUACIÓN

Los estudiantes expondrán un trabajo de investigación publicado en una revista sobre un tema relacionado con el curso, según sus intereses particulares.

9. CONDICIONES DE APROBACIÓN

Para aprobar la asignatura, los estudiantes deberán aprobar el seminario y una evaluación integradora oral o escrita con una calificación final igual o superior a cuatro (4) puntos, que implica el logro del 60% de las competencias del curso. El estudiante que no alcance la calificación mínima resultará "libre" como única condición alternativa.

10. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía obligatoria

El material bibliográfico se subirá a la página de la asignatura (CED) a fin de que el estudiante tenga acceso al mismo. Esta materia no tiene bibliografía de lectura obligatoria fija, aunque para cada tema se dará a los estudiantes bibliografía de lectura obligatoria consistente en trabajos de investigación, capítulos de libro o apuntes preparados por los docentes para su discusión, todo este material de lectura obligatoria estará en castellano.

Bibliografía complementaria

Bibliografía general:

Albersheim, P.; Darvill, A.; Roberts, K.; Sederoff, R.; Staehelin, A. 2011. Plant Cell Walls. Garland Science, Taylor & Francis Group, New York, Estados Unidos.

Aspinall, G.O. (ed.) 1982. The Polysaccharides. Vol. 1. Academic Press, Inc. New York, Estados Unidos.

Aspinall, G.O. (ed.) 1983. The Polysaccharides. Vol. 2, capítulos 1-4, 7. Academic Press, Inc. New York, Estados Unidos.

Aspinall, G.O. (ed.) 1985. The Polysaccharides. Vol. 3, capítulos 1 y 2. Academic Press, Inc. New York, Estados Unidos.

Binkley, R.W. 1988. Modern Carbohydrate Chemistry. Marcel Dekker, Inc. New York, Estados Unidos.

Carpita, N., Ralf, J. & McCann, M. 2015. The Cell Wall, en Biochemistry & Molecular Biology of plants, Eds. Buchanan, B. B., Guissem, W. & Jones, R.L., John Wiley & Sons, Ltd (The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, Reino Unido), pp. 45-110.

Jung, H.G., Buxton, D.R., Hatfield, R.D., & Ralf, J. (ed) 1993. Forage Cell Wall Structure and Digestibility, American Society of Agronomy Inc., Crop Science Society of America Inc, Soil Science Society of America Inc, Madison Wisconsin, Estados Unidos.

Bibliografía Específica:

Akin, D.E. 2013. Linen Most Useful: Perspectives on Structure, Chemistry, and Enzymes for Retting Flax. Hindawi Publishing Corporation ISRN Biotechnology. Article ID 186534, 23 pages, <http://dx.doi.org/10.5402/2013/186534>

Bayer, E.A., Belaich, J.P., Shoham, Y., & Lamed, R. 2004. THE CELLULOSOMES: Multienzyme Machines for Degradation of Plant Cell Wall Polysaccharides. *Annu. Rev. Microbiol.*, 58: 521–54.

Barnes, W.J. & Anderson, C.T. 2018. Release, Recycle, Rebuild: Cell-Wall Remodeling, Autodegradation, and Sugar Salvage for New Wall Biosynthesis during Plant Development. *Molecular Plant* 11, 31–46.

Burton, R.A., Michael J Gidley, M.J. & Fincher, G.B., 2010. Heterogeneity in the chemistry, structure and function of plant cell walls. *Nature Chemical Biology*. vol 6. www.nature.com/naturechemicalbiology. doi: 10.1038/nchembio.439.

Caffall, K.H. & Mohnen, D. 2009. The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides. *Carbohydr. Res.*, 344: 1879–1900.

Cannon, M.C., Terneus, K., Hall, Q., Tan, L., Wang, Y., Wegenhart, B.L., Chen, L., Lamport, D.T.A., Chen, Y., & Kieliszewski, M.J. 2008. Self-assembly of the plant cell wall requires an extensin scaffold. *PNAS*, 105: 2226–2231.

Chundawat, S.P.S., Beckham, G.T., Himmel, M.E. & Dale, B.E. 2011. Deconstruction of Lignocellulosic Biomass to Fuels and Chemicals. *Annu. Rev. Chem. Biomol. Eng.*, 2:121–45.

Ciancia, M., Quintana, I. & Cerezo, A.S. 2010. Overview of anticoagulant activity of sulfated polysaccharides from seaweeds in relation to their structures, focusing on those of green seaweeds”, *Curr. Med. Chem.*, 17: 2503-2529.

Cosgrove, D.J. 2005. Growth of plant cell wall. *Nature* 6: 850-61.

Estevez, J.M & DeBolt, S. (ed.) 2013. Current Challenges in Plant Cell Walls, in *Frontiers in Plant Science*, vol. 3.

Dicker, M.P.M., Duckworth, P.F., Baker, A.B. Francois, G., Hazzard, M.K., & Weaver, P.M. 2014. Green composites: A review of material attributes and complementary applications. *Composites: Part A* 56: 280–289.

Fry, S.C. 2001. Plant Cell Walls. *ENCYCLOPEDIA OF LIFE SCIENCES* / & 2001 Nature Publishing Group / 1-11.

Agnelo Furtado, A. Lupoi, J.S., Hoang, N.V., Healey, A., Singh, S., Simmons, B.A. & Henry, R.J. 2014. Modifying plants for biofuel and biomaterial production.

Geisler, D.A., Sampathkumar, A., Mutwil, M. & Persson, S. 2008. Laying down the bricks: logistic aspects of cell wall biosynthesis. *Curr. Op. Plant Biol.* 11:647–652.

Geitmann, A. 2010. Mechanical modeling and structural analysis of the primary plant cell wall. *Current Opinion in Plant Biology*, 13:1–7.

Gibeaut, D.M. & Carpita, N.C. 1993. Structural models of primary cell wall in flowering plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. *Plant J.*, 3: 1-30.

Gibeaut, D.M. & Carpita, N.C. 1994. Biosynthesis of plant cell wall polysaccharides
FASEB J. 8: 904-915.

Giordanengo, P., Brunissen, L., Rusterucci, C., Vincent, C., van Bel, A., Dinant, S., Girouse, C, Faucher, M. & Bonnemain, J-L. 2010. Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses. *C.R. Biologies*, 333: 516-523.

Hématy, K., Cherk, C. & Somerville, S. 2009. Host-pathogen warfare at the plant cell wall. *Curr. Op. Plant Biol.* 12:406-413.

Kacuráková, M. & Wilson, R.H. 2001. Developments in mid-infrared FT-IR spectroscopy of selected carbohydrates. *Carbohydr. Pol.* 44:291-303.

La Manti, F.P., Morreale, M. 2011. Green composites: A brief review. *Composites: Part A* 42:579–588.

Lerouxel, O., Cavalier, D.M., Liepman, A.H. & Keegstra, K.2006. Biosynthesis of plant cell wall polysaccharides — a complex process. *Curr. Op. Plant Biol.*, 9:621–630.

McCann, M.C. & Carpita, N.C. 2008. Designing the deconstruction of plant cell walls. *Curr. Op. Plant Biol.* 2008, 11:314–320.

Mikshina, P., Chernova, T., Chemikosova, S., Ibragimova, N., Mokshina, N. & Gorshkova, T. 2013. Cellulosic Fibers: Role of Matrix Polysaccharides in Structure and Function. InTech, <http://dx.doi.org/10.5772/51941>

Mohnen, D. 2008. Pectin structure and biosynthesis. *Curr. Op. Plant Biol.*, 11:266–277.

Mouille, G., Robin, S., Lecomte, M., Pagant, S. & Höfte, H. 2003. Classification and identification of *Arabidopsis* cell wall mutants using Fourier-Transform InfraRed (FT-IR) microspectroscopy. *Plant J.* 35:393-404.

Neutelings, G. 2011. Lignin variability in plant cell walls: Contribution of new models. *Plant Science* 181:379– 386.

Ochoa-Villarreal, M. Aispuro-Hernández, E., Vargas-Arispuro, I. & Martínez-

Télez, M.A. 2013. Chapter 4. Plant Cell Wall Polymers: Function, Structure and Biological Activity of Their Derivatives. <http://dx.doi.org/10.5772/46094>

Park, Y.B. & Cosgrove, D.J. 2012. A Revised Architecture of Primary Cell Walls Based on Biomechanical Changes Induced by Substrate-Specific Endoglucanases. *Plant Physiol.*, 158, 1933-1943.

Pattathil, S., Avci, U., Baldwin, D., Swennes, A.G., McGill, J.A., Popper, Z., Bootten, T., Albert, A., Davis, R.H., Chennareddy, C., Dong, R., O'Shea, B., Rossi, R., Leoff, C., Freshour, G., Narra, R., O'Neil, M., York, W.S. & Hahn, M.G. 2010. A Comprehensive Toolkit of Plant Cell Wall Glycan-Directed Monoclonal Antibodies. *Plant Physiol.* 153:514–525.

Popper, Z.A., Michel, G., Herve, C., Domozych, D.S., Willats, W.G.T., Tuohy, M.G., Kloareg, B., & Stengel, D.B. 2011. Evolution and Diversity of Plant Cell Walls: From Algae to Flowering Plants. *Annu. Rev. Plant Biol.* 62:567–90.

Qin L.X., Rao Y., Li L., Huang J.F., Xu W.L., Li X.B. 2013. Cotton *GalT1* encoding a putative glycosyltransferase is involved in regulation of cell wall pectin biosynthesis during plant development. *PLoS ONE* 8(3): e59115. doi:10.1371

Reis, D. & Vian, B. 2004. Helicoidal pattern in secondary cell walls and possible role of xylans in their construction. *C. R. Biologies* 327:785–790.

Sánchez-Rodríguez, C., Rubio-Somoza, I, Sibout, R. & Persson, S. 2010. Phytohormones and the cell wall in *Arabidopsis* during seedling growth. *Trends Plant Sc.* 15:291-301.

Seki Y., Kikuchi Y., Yoshimoto R., Aburai K., Kanai Y., Ruike T., Iwabata K., Goitsuka R., Sugawara F., Abe M., Sakaguchi K. 2015. Promotion of crystalline cellulose degradation by expansins from *Oryza sativa*. *Planta*, 241:83–93.

Stiligoj Smole, M., Hribernik, S., Stana Kleinschek, K., & Kreže, T. 2013. Chapter 15. Plant Fibres for Textile and Technical Applications. <http://dx.doi.org/10.5772/52372>

Somerville, C., Bauer, S., Brininstool, G., Facette, M., Hamann, T., Milne, J., Osborne, E., Paredes, A., Persson, S., Raab, T., Vorwerk, S. & Youngs, H. 2004. Toward a Systems Approach to Understanding Plant Cell Walls, *Science*, 306: 2206-11.

Sticklen, M. 2008. Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol. *Nature Reviews*, 2008, 9:433-443.

Taylor-Teeples M., Lin L., de Lucas M., Turco G., Toal T.W., Gaudinier A., Young N.F., Trabucco G.M., Veling M.T., Lamothe R., Handakumbura P.P., Xiong G., Wang C., Corwin J., Tsoukalas A., Zhang L., Ware D., Pauly M., Kliebenstein D.J., Dehesh K., Tagkopoulos I., Breton G., Pruneda-Paz J.L., Ahnert S.E., S. A. Kay S.A., S. P. Hazen S.P. & Brady S.M. 2015. An *Arabidopsis* gene regulatory network for secondary cell wall synthesis. *Nature*, 517: 571-575.

Terrett, O.M. & Dupree, P. 2019. Covalent interactions between lignin and hemicelluloses in plant secondary cell walls. *Current Opinion in Biotechnology*, 56:97–104

Tan, H.T., Corbin, K.R. & Fincher, G.B. 2016. Emerging Technologies for the Production of Renewable Liquid Transport Fuels from Biomass Sources Enriched in Plant Cell Walls. *Front.Plant Sci.* doi: 10.3389/fpls.2016.01854, 7,1854: 1-18.

Usman, A., Khalid, S., Usman, A., Hussain, Z., Wang, Y. 2017. Chapter 5: Algal Polysaccharides, Novel Application, and Outlook . In: *Algae Based Polymers, Blends, and Composites*. Elsevier Inc. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-812360-7.00005-7>

Waldron, K.W., Parker, M.L, & Smith, A.C. 2003. Plant Cell Walls and Food Quality. *Compr. Rev. Food Sc. Food Safety*, 2:128-146.

Willats, W.G.T., Steele-King, C.G., McCartney, L., Orfila, C., Marcus, S.E. & Knox, J.P. 2000. Making and using antibody probes to study plant cell walls. *Plant Physiol. Biochem.* 38: 27–36.

Yan, L., Chouw, N., & Jayaraman, K. 2014. Flax fibre and its composites – A review. *Composites: Part B* 56:296–317.

Yapo, B.M. 2011. Rhamnogalacturonan-I: A Structurally Puzzling and Functionally Versatile Polysaccharide from Plant Cell Walls and Mucilages. *Polymer Reviews*, 51:391–413.

Zerillo, M.M., Adhikari B.N., Hamilton J.P., Buell C.R., Lévesque C.A., Tisserat N. 2013. Carbohydrate-active enzymes in *Pythium* and their role in plant cell wall and storage polysaccharide degradation. *PLoS ONE* 8(9): e72572. doi:10.1371.

CL.



Anexo Resolución Consejo Directivo

Hoja Adicional de Firmas

1821 Universidad de Buenos Aires

Número:

Referencia: ANEXO de la asignatura optativa “Las Paredes Celulares vegetales: Aplicaciones Agronómicas y Agroindustriales” para la carrera de Agronomía - CUDAP: TRI.UBA 120.162/19

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 7 pagina/s.