



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

**FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURAS en
el CONTEXTO DE PANDEMIA por Covid-19¹**

Año Lectivo: 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MOLECULAR

CARRERA/S: MICROBIOLOGIA Y LICENCIATURA EN CIENCIAS BIOLOGICAS

PLAN DE ESTUDIOS: VERSION 3 (Para Microbiología) y 2013 (Para Lic. en Ciencias Biológicas).

ASIGNATURA: BIOTECNOLOGIA VEGETAL

CÓDIGO: 2184

MODALIDAD DE CURSADO: Presencial/ virtual en el contexto de pandemia

DOCENTES RESPONSABLES:

Dra. Elizabeth Agostini (Prof Titular efectivo DE)

Dra. Melina Talano (Prof Adjunto efectivo DS),

EQUIPO DOCENTE:

Dr. Lucas Sosa Alderete (Ay. de Primera efectivo, DSE)

Bioq. Pamela Gaich (Ay. de Primera efectivo, DS)

Mic. Romina del Pilar Prámparo (Becaria ANPCyT)

AÑO ACADÉMICO: 2020

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Bimestral para Microbiología y **cuatrimestral** para Licenciatura en Ciencias Biológicas.

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: Quinto año, 3B para Microbiología (Ciclo de Profundización) y 2C para Lic. en Ciencias Biológicas (Cuarto y Quinto año)

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

Materias Correlativas para Lic. en Ciencias Biológicas: Genética General (2119), Biología Vegetal (2059), Biología de los Microorganismos (2062).

¹ Res. CS 120/2017 y Res. CD 049/2020



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

Materias Correlativas para Microbiología: Genética General (2119) y Genética Microbiana (2163).

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa

CARGA HORARIA TOTAL: 70 horas

Detalle de horas de clase de acuerdo a la actividad: 35 hs de teóricos, 15 hs de trabajos prácticos, 20 hs de teóricos- prácticos .

Teóricas:	35 hs		Teóricas -Prácticas:	20 hs	Laboratorio:	15 hs
------------------	--------------	--	-----------------------------	--------------	---------------------	--------------

CARGA HORARIA SEMANAL: 10 hs (Microbiología); 5 hs (Lic en Ciencias Biológicas)

A. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Esta asignatura corresponde al Ciclo de Profundización de la Carrera de Microbiología y al Plan de Estudios 2013 de la Lic. en Ciencias Biológicas. Se dicta para estudiantes que cursan el Quinto año de Microbiología y Cuarto y quinto año de la carrera de Lic. en Ciencias Biológicas.

La asignatura Biotecnología Vegetal proporciona una visión global de las aplicaciones biotecnológicas más usadas para la mejora de plantas y la obtención de productos de interés a partir de ellas, para entender las bases de la morfogénesis *in vitro* y comprender su importancia; para analizar las innumerables aplicaciones de los cultivos *in vitro*, conocer los distintos métodos que existen para la obtención de plantas transgénicas y los elementos más importantes que controlan la expresión de transgenes así como para comprender las aplicaciones biotecnológicas más relevantes de las plantas transgénicas y las controversias que se suscitan respecto de su bioseguridad y marcos regulatorios para su aplicación a campo.

Los contenidos se planificaron teniendo en cuenta los objetivos específicos del plan de estudios de ambas Carreras, enfatizando la integración transversal y vertical de los mismos. Para cursar esta asignatura, se requiere que los alumnos tengan conocimientos básicos de Biología Vegetal, con el objeto de conocer los principios básicos que rigen el funcionamiento de las plantas vasculares así como también de Química Biológica y Genética, para comprender mejor las rutas de biosíntesis, las funciones de las moléculas vegetales de interés agrícola e industrial y los procesos de transformación y manipulación genética. Durante el cursado, se brindarán herramientas para que los estudiantes sean capaces de utilizar la literatura científica y técnicas de vanguardia, adquiriendo la capacidad de percibir claramente los avances actuales y los posibles desarrollos futuros, además de promover su capacidad para analizar, sintetizar y utilizar el razonamiento crítico en ciencia así como de adquirir las capacidades de observación e interpretación de los resultados obtenidos.



B. OBJETIVOS PROPUESTOS

Durante el dictado de la asignatura se intentará que los estudiantes logren comprender la importancia de la biotecnología vegetal, sus principales aplicaciones y su impacto en el medio ambiente, aportando los conocimientos básicos y las herramientas adecuadas para que adquieran habilidades en el manejo de tecnologías innovadoras, que presentan importantes perspectivas para su futura inserción laboral. Además, la formación que obtendrán en esta área del conocimiento les permitirá ser partícipes activos del debate respecto del uso de los organismos genéticamente modificados (OGMs), aportando una opinión sólida y bien fundamentada, basada en el entendimiento de las normas de seguridad y éticas a seguir en el laboratorio de biotecnología y en la transferencia de sus productos.

Un aspecto esencial en el sistema de enseñanza-aprendizaje es el desarrollo y adquisición de competencias específicas y genéricas que permitan al estudiante seleccionar, combinar, utilizar los recursos y conocimientos para resolver situaciones y problemas en contextos cambiantes.

A continuación se describen algunas de las competencias que se pretenden alcanzar durante el cursado de la asignatura:

- 1 -. Comprender el estado actual de la disciplina y las perspectivas futuras de la Biotecnología Vegetal, que les permitirá a los estudiantes ampliar sus expectativas de inserción laboral, al tomar conocimiento de las actividades que desarrollan los profesionales abocados a la biotecnología.
- 2 -. Conocer y usar apropiadamente la terminología específica de la asignatura que resulta básica para la comunicación, entendimiento, búsqueda y actualización continua de los aspectos fundamentales de la disciplina, propiciando que el estudiante sea capaz de transmitir información a otros de forma oral y escrita.
- 3- Desarrollar la capacidad para la búsqueda de información sobre Biotecnología Vegetal de forma autónoma, así como de la comprensión y análisis crítico de esta información, estimulando a los estudiantes a emitir opiniones que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científico o ético.
- 4- Conocer y adquirir habilidades experimentales relacionadas con las metodologías biotecnológicas aplicadas a plantas. Se tendrán en cuenta los conocimientos previos y destrezas experimentales adquiridas en otras asignaturas y se complementarán estas habilidades con una formación específica, aplicada a materiales vegetales.
- 5- Adquirir conocimiento sobre las metodologías de transformación génica en plantas y sus posibilidades de uso a nivel de investigación y de empresas agrobiotecnológicas.
- 6- Comprender aspectos legales, de regulación, elaborar y emitir juicios sobre los riesgos y beneficios de las técnicas de Biotecnología Vegetal, que los capacitará para valorar potencialidades y posibles riesgos de la aplicación de las técnicas biotecnológicas y les permitirá tomar las decisiones más adecuadas o asesorar en esta materia.
- 7- Aplicar los conocimientos biotecnológicos para la resolución de problemas ambientales, producción de alimentos, mejora de la calidad de vida y de la salud humana y de los ecosistemas, que son las áreas de más impacto científico y económico de la Biotecnología Vegetal actual.
- 8- Desarrollar la capacidad creativa que les permita proponer y aplicar soluciones innovadoras a nuevos problemas, a partir de los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos, lo cual constituiría una clara evidencia de la formación integral adquirida. Esto les permitirá no solo resolver los problemas planteados durante el desarrollo de la asignatura sino también en el futuro, durante su desempeño en el ámbito laboral.



En todo momento las estrategias docentes estarán orientadas a desarrollar simultáneamente el aprendizaje autónomo y el trabajo colaborativo en equipo, aprovechando los diferentes conocimientos y habilidades de cada estudiante participante en la actividad, con el fin de lograr la integración e interacción y la potenciación de la discusión crítica y confrontación de ideas.

Para adquirir estas competencias se ha estructurado un Programa de Biotecnología Vegetal con 4 tipos de metodologías docentes: Clases teóricas, Prácticas de Aula, Prácticas de Laboratorio y Seminarios-charlas con especialistas que se encuentran trabajando en el área de interés de la asignatura.

C. EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS

C.1. Contenidos mínimos

El genoma vegetal. Elementos transponibles y transposones. Expresión génica en plantas. Métodos de cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales. Diferentes tipos de cultivo *in vitro*. Obtención y mantenimiento de los cultivos. Aplicaciones de los cultivos *in vitro*. Producción de metabolitos secundarios. Micropropagación. Bancos de germoplasma. Plantas transgénicas. Importancia en la agricultura y en la salud. Transferencia de genes. Promotores. Análisis de plantas transgénicas. Respuesta de la planta al estrés abiótico. Respuesta de la planta a estrés biótico. Manipulación genética a factores adversos. Resistencia a herbicidas. Resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas. Resistencia a insectos. Rol del reloj circadiano bajo condiciones de estrés biótico y abiótico. Manipulación del metabolismo secundario. Fitorremediación. Biorreactores y las plantas como biorreactores. Perspectivas de la Biotecnología vegetal. Aspectos éticos del uso de plantas transgénicas. Patentes.

C.2. Ejes temáticos o unidades

Unidad 1: Descripción y objetivos de la asignatura. Concepto de la Biotecnología vegetal. Relación con otras disciplinas.

Unidad 2: Cultivo *in vitro* vegetal: principios y fundamentos. Breve historia y antecedentes del cultivo vegetal *in vitro*. Concepto de cultivo *in vitro*. Totipotencia celular. Laboratorio: Infraestructura, equipos y materiales. Cabina de flujo laminar. Medios de cultivo. Composición y preparación. Medios sólidos y líquidos. Recipientes utilizados. Esterilización. Obtención, preparación y desinfección del material vegetal. Fuentes y tipos de explantos. Obtención de plantas en condiciones de asepsia. Tipos de incubación. Factores físicos.

Unidad 3: Procesos morfogénicos *in vitro*: organogénesis y embriogénesis somática. Micropropagación: principales conceptos, esquema general de la micropropagación, aplicaciones. Diferentes protocolos para la micropropagación y regeneración de plantas. Cultivos de meristemas y su aplicación para el saneamiento vegetal. Bancos de germoplasma *in vitro*. Criopreservación. Las biofábricas como modelo productivo.

Unidad 4: Diferentes tipos de cultivo *in vitro*. Cultivo de callos y suspensiones celulares. Inducción, mantenimiento y subcultivo. Estabilidad genética. Variación somaclonal. Potencial biosintético de los cultivos *in vitro*. Producción de metabolitos secundarios y enzimas. Biotransformaciones. Cultivo de raíces transformadas: Transformación mediada por *Agrobacterium rhizogenes*, mecanismo de transformación. Obtención y mantenimiento de los cultivos. Principales características y aplicaciones. Cultivo de protoplastos.

Unidad 5: El genoma vegetal. Composición. Tamaño. Secuencias repetidas. Organización. Elementos transponibles y transposones. Expresión génica en plantas



Unidad 6: Plantas transgénicas. Concepto. Ventajas y desventajas de las técnicas tradicionales. Importancia en la agricultura y en la salud.

Unidad 7: Transferencia de genes. Métodos de transformación mediada por vectores biológicos. *Agrobacterium tumefaciens* y *A. rhizogenes*. Agroinfección. Vectores co-integrados y vectores binarios. Virus como vectores de genes. Inoculación en tallos, discos de hojas, infiltración de órganos florales, protoplastos. Genes de selección: nptII, bar. Genes reporteros: GUS, beta-galactosidasa, luciferasa, GFP. Promotores constitutivos y tejido específicos. Métodos de transformación directa. Métodos químicos, Físicos. Electroporación. Microinyección. Biobalística. Tecnología de CRISPR-Cas9. Perspectivas.

Unidad 8: Análisis de plantas transgénicas. Pruebas físicas, fenotípicas y genotípicas. Fundamento y aplicaciones de la PCR en tiempo real. Diseño de oligonucleótidos. Nociones básicas de bioinformática.

Unidad 9: Respuesta de la planta a estrés abiótico. Cambios generales en la expresión génica: recepción de la señal, elementos de la transducción de señales, factores de transcripción y proteínas blanco de respuesta. Implicancia de hormonas y cross-talk de señales. Carácter poligénico de la respuesta a estrés abiótico, ventajas de técnicas de estudios genómicos en plantas (microarreglos de ADN) Plantas transgénicas resistentes a frío, salinidad, sequía. Estrés secundario, estrés oxidativo. Solutos compatibles, transportadores de iones, desaturasas, enzimas antioxidantes. Enfoque de sobreexpresión de un único gen a la expresión de factores de transcripción.

Unidad 10: Respuesta de la planta a estrés biótico. Resistencia a patógenos y desarrollo de enfermedad. Patogénesis. Patógenos bacterianos, virales, fúngicos (necrotrofos, biotrofos hemibiotrofos) nemátodos y artrópodos. Respuesta hipersensible y respuesta sistémica adquirida (SAR). Rol de las fitohormonas en la respuesta al estrés biótico. Rol fisiológico del reloj circadiano en plantas y su función bajo condiciones de estrés biótico y abiótico.

Unidad 11: Manipulación genética a factores adversos. Resistencia a herbicidas. Resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas. Resistencia a insectos.

Unidad 12: Manipulación del metabolismo secundario. Maduración de frutos. Producción de vitamina C. Durabilidad y pigmentación floral. Cambios en el contenido de lignina. Modificación del valor nutricional y propiedades para el consumo de los productos vegetales.

Unidad 13: Fitorremediación. Aspectos generales de la fitorremediación de contaminantes inorgánicos y orgánicos (metales pesados, plaguicidas, compuestos fenólicos, nitroderivados, PCBs). Fitoextracción, fitoestabilización; fitodegradación; rizofiltración, rizorremediación. Mecanismos bioquímicos involucrados. Adaptaciones fisiológicas y metabólicas de las plantas expuestas a contaminantes ambientales. Evaluación de eficiencia de remediación. Oportunidades y controversias relacionadas con el uso de plantas transgénicas para remediación ambiental. Perspectivas. Análisis de casos prácticos.

Unidad 14: Biorreactores y las plantas como biorreactores. Ventajas y limitaciones. Métodos para purificación de proteínas recombinantes. Rizosecreción. Producción de proteínas en tricomas glandulares secretores. Magnificación. Producción de compuestos de interés farmacológico y vacunas. Planticuerpos y dificultades para su producción. Producción de bioplásticos.

Unidad 15: Perspectivas de la Biotecnología vegetal. Problemas específicos. Impacto en el ambiente, en la industria y en la sociedad. Aspectos éticos del uso de plantas transgénicas. Patentes.



D. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

D.1. Actividades en modalidad virtual (modalidades alternativas a la presencialidad).

Se utilizarán diversas estrategias de aprendizaje: **1) Clases teóricas expositivas**, en las que se les proporcionarán los marcos conceptuales teóricos (35 hs) correspondientes a cada una de las unidades temáticas descritas en este programa. **2) Actividades teórico- prácticas: trabajos prácticos de aula (AA) y Clases de seminarios/charlas formativas** (20 hs), en donde los estudiantes realizarán trabajos grupales de resolución de casos prácticos y actividades integradoras, coordinados por los docentes responsables (se describen algunas, más adelante) o bien presentarán y discutirán artículos científicos relacionados con los temas tratados en las clases teóricas y prácticas, bajo la supervisión de los docentes. Además, se contará con la participación de especialistas en Biotecnología que ofrecerán charlas formativas y brindarán a los estudiantes la posibilidad de conocer diferentes ámbitos laborales. **3) Trabajos prácticos de laboratorio virtuales** (15 hs), donde se discutirán una serie de experimentos relacionados con los contenidos teóricos que se complementarán con videos y simulaciones, se discutirán potenciales resultados y se efectuará un análisis crítico de los mismos. **4) Visita virtual a un Laboratorio de Biotecnología vegetal** (2 hs),

Se pretende de esta manera transmitir los conocimientos básicos de Biotecnología vegetal, estimular la participación activa de los estudiantes y favorecer los procesos de construcción paulatina de los conocimientos.

Nómina de Trabajos prácticos de aula (AA)

AA1: Actividad diagnóstica: Se realiza en dos instancias, una al inicio de la asignatura y otra al finalizar el dictado de la misma (en esta última se re-elaboran las respuestas, analizando aciertos y/o desaciertos, modificando según sea necesario los conceptos, basados en un conocimiento y una argumentación más profunda y criteriosa).

AA2: Micropropagación: Análisis, discusión y comparación de diferentes protocolos de uso habitual para la micropropagación de especies vegetales de interés agrícola, ornamental, hortícola, etc

AA 3: Bioinformática: Introducción y herramientas básicas para el diseño de oligonucleótidos a utilizar en los trabajos prácticos.

AA4: Redacción de una publicación científica: Diagramación y escritura de un manuscrito científico con las secciones correspondientes, en un tema relacionado al programa de la asignatura y con la entrega del título original, figuras y datos mínimos de un trabajo original. Actividad grupal.

AA-5: Seminarios/Charlas formativas: Exposición grupal de trabajos recientemente publicados en revistas científicas, previamente seleccionados por los docentes. Disertaciones y encuentros virtuales con Especialistas en Biotecnología.



Nómina de Trabajos prácticos de Laboratorio

Trabajo Práctico N°1: Esterilización y siembra de semillas en medios de cultivo sólidos. Obtención de plántulas en condiciones de asepsia. Incubación. Inducción de callos en medios de cultivos suplementados con fitohormonas. Incubación.

Trabajo Práctico N°2: Obtención de cultivos de raíces transformadas. Mantenimiento. Subcultivo. Extracción de peroxidasas a partir de cultivos de raíces transformadas de tomate y nabo. Determinación de actividad enzimática. Estudio de perfiles de isoenzimas mediante electroforesis en geles de poliacrilamida.

Trabajo Práctico N°3: Análisis de plantas transgénicas por PCR. Parte A: Extracción de ADN. PCR. Parte B: Análisis de productos de PCR mediante electroforesis en geles de agarosa.

Trabajo Práctico N°4: Fitorremediación de fenol mediante la aplicación de cultivos de raíces transformadas. Determinación de fenol residual por ensayo colorimétrico. Análisis de expresión de enzimas involucradas en el metabolismo de xenobióticos por RT-PCR

Trabajo Práctico N°5: Visitas a empresas y/o Instituciones donde se desarrollan proyectos de biotecnología. Bio-Sidus SA, INTA Castelar, CEPROCOR; Agroplant S.A.

Durante el año 2020, los trabajos prácticos de laboratorio se realizarán de manera virtual, con simulaciones, videos y otros recursos didácticos. Eventualmente, si la UNRC retorna a la presencialidad antes de fin de año los trabajos prácticos de laboratorio podrán ser re-estructurados en 2 a 3 encuentros presenciales. De no ocurrir esta situación, se brindará a los estudiantes la posibilidad de realizar Prácticas Profesionales en el laboratorio de Biotecnología vegetal y ambiental, del Dpto de Biología Molecular, donde podrán desarrollar prácticas de obtención y mantenimiento de plantas o cultivos *in vitro*, micropropagación (con todas sus etapas), técnicas bioquímicas y de biología molecular y otras actividades estrechamente vinculadas a la asignatura, que se desarrollan habitualmente en dicho laboratorio, en el marco de actividades de investigación y de servicios a terceros que se ofrecen a la comunidad.

Actividades evaluativas

La asignatura se evaluará mediante una serie de actividades que tienen por objeto valorar el grado en el que los estudiantes han adquirido las competencias previamente descriptas en este programa. La evaluación será continua, a través de cuestionarios relacionados con las unidades temáticas desarrolladas, grado de participación y actividades integradoras. Se suma a ello los resultados obtenidos en los dos exámenes parciales, las evaluaciones de los seminarios y los informes escritos de las actividades áulicas.



D.2. Actividades en la presencialidad

Trabajos prácticos de laboratorio: Si se pudiera retornar a la enseñanza presencial, se propone la realización de dos trabajos prácticos integradores. Se pretende que los estudiantes desarrollen habilidades en el manejo del material y equipamiento de laboratorio, discutan los resultados y elaboren un informe final integrador (bajo la supervisión de los docentes de manera continua) que les permita desarrollar la capacidad para comunicar sus datos experimentales, constituyendo una importante etapa de aprendizaje de la producción científica escrita.

Estas actividades se evaluarán valorando el desempeño de los estudiantes en el laboratorio y la presentación del informe. La descripción de los trabajos prácticos de laboratorio se especifica en el ítem F2. En caso de no poder realizarse se reemplazarán por Prácticas Profesionales, como se explicitó previamente.

E. PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS INNOVADORES E INCLUSIVOS

Salidas de campo: Se ofrece la posibilidad de efectuar un viaje en el cual se llevan a cabo visitas a empresas y/o Instituciones donde se desarrollan proyectos relacionados con Biotecnología. En este contexto de pandemia, dada la imposibilidad de efectuar viajes se ha programado realizar una visita virtual a laboratorios de Biotecnología vegetal y/o Biofábricas, ya sea de nuestro país o bien del extranjero.

Proyectos Pedagógicos: Algunas de las estrategias didácticas aplicadas por el equipo docente corresponden a un Proyecto de Innovación e Investigación para el Mejoramiento de la Enseñanza de Grado (PIIMEG), denominado: “Desde el genoma vegetal a la fitorremediación: nuevas estrategias prácticas como herramientas didácticas en la comprensión de la biotecnología vegetal”; aprobado oportunamente por la Secretaría Académica de la UNRC.

F. CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES E INSTANCIAS EVALUATIVAS a realizar en la virtualidad y en la presencialidad

F.1. Cronograma tentativo de clases e instancias evaluativas a realizar en la virtualidad.

Se dictan dos clases teóricas o teórico/prácticas y una clase práctica de laboratorio, por semana. Los dos parciales son teórico-prácticos. Hacia el final del bimestre o cuatrimestre se incorporan los seminarios, charlas formativas y visitas virtuales. Se ofrece una hora de consulta semanal para actividades teóricas y una para actividades prácticas.

F.2. Cronograma tentativo de clases e instancias evaluativas a realizar en la presencialidad.

Solo se realizarán en caso de retornar a la presencialidad entre los meses de septiembre a noviembre. De lo contrario serán reemplazados por Prácticas Profesionales, como se explicitó previamente.

Semana	Día/Horas	Actividad: tipo y descripción* (ver descripción más abajo)
1	Viernes/4 hs	Trabajo práctico de laboratorio Integrador <u>Nº1</u>
2	Viernes/4 hs	Trabajo práctico de laboratorio Integrador <u>Nº2</u>

*Teóricos, teóricos-prácticos, trabajos de laboratorios, seminarios, talleres, coloquios, instancias evaluativas, consultas grupales y/o individuales, otras.



TRABAJOS PRACTICOS INTEGRADORES

Trabajo Práctico N°1: Micropropagación de especies de interés en condiciones de asepsia. Inducción de cultivos *in vitro* de callos en medios de cultivos suplementados con fitohormonas. Obtención de cultivos de raíces transformadas. Subcultivo. Extracción de peroxidasas a partir de cultivos de raíces. Determinación de actividad enzimática. Estudio de perfiles de isoenzimas mediante electroforesis en geles de poliacrilamida.

Trabajo Práctico N°2: Análisis de plantas transgénicas por PCR. Parte A: Extracción de ADN. PCR. Parte B: Análisis de productos de PCR mediante electroforesis en geles de agarosa. Análisis comparativo de la fitorremediación de fenol mediante la aplicación de cultivos salvajes (wt) y transgénicos. Determinación de fenol residual por ensayo colorimétrico.

G. BIBLIOGRAFÍA

G.1. Bibliografía obligatoria y de consulta

- Abiri R, Valdiani A, Maziah M, Shaharuddin NA, Sahebi M, Yusof ZN, Atabaki N, Talei D. (2016).** A Critical Review of the Concept of Transgenic Plants: Insights into Pharmaceutical Biotechnology and Molecular Farming. *Curr. Issues Mol. Biol.* 18: 21-42.
- Agostini, E; Talano MA; Gonzalez PS; Wevar- Oller AL; Medina MI. (2013).** Application of hairy roots for phytoremediation: what makes them an interesting tool for this purpose? *Applied Microb. and Biotechnology.* 97:1017–1030.
- Alberts B, Johnson A; Lewis J, Morgan; Raff M; Roberts K; Walter P (2016).** *Biología Molecular de la célula*, 6ta Ed. Omega, Barcelona.
- Ansari, A.A., Gill, S.S., Gill, R., Lanza, G.R., Newman, L (2015)** *Phytoremediation: Management of Environmental Contaminants*, Volume 1. Springer BWF Books- Switzerland.
- Buchanan BB, Gruissem W, Jones RL. (2015).** *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*. 2 nd Ed. American Society of Plant Physiologists. USA.
- Dirisala VR, Nair RR., Srirama K, Reddy PN et al (2017)** Recombinant pharmaceutical protein production in plants: unraveling the therapeutic potential of molecular pharming *Acta Physiol Plant* 39:18 DOI 10.1007/s11738-016-2315-3
- Feduchi Canosa E, Romero Magdalena C, Yáñez Conde E, Blasco Castiñeyra I, García-Hoz Jiménez C (2015)** *Bioquímica: Conceptos esenciales*, 2da edición, Editorial Médica Panamericana. España.
- Gao Y, Min Zhao, Xiao-HanWu, Da Li, Devajit Borthakur, Jian-HuiYe, Xin-QiangZheng & Lu JL (2019).** Analysis of differentially expressed genes in tissues of *Camellia sinensis* during dedifferentiation and root redifferentiation. *Scientific Reports.* 9: 2935.
- Gerhardt KE, Gerwing PD, Greenberg BM. (2017)** Opinion: Taking phytoremediation from proven technology to accepted practice. *Plant Science* 256: 170-185.
- Green MR, Sambrook J (2012)** *Molecular Cloning: A Laboratory manual*, 4th ed. Cold Spring Harbor. New York.
- Ibañez S.G.; Wevar Oller AL, Paisio C.E., Sosa Alderete LG; González PS, Medina MI, Agostini E. (2018).** “The challenge of remediating metals using phytotechnologies”. En *Heavy metals in the environment: Microorganisms and Bioremediation*. CRC Press Taylor and Francis. Editor: Donati E. 370 pag.
- Ibañez SG; Talano MA; Ontañón OM; Suman J; Macek T. Medina MI; Agostini E (2016)** Transgenic plants and hairy roots: exploiting the potential of plant species to remediate contaminants. *New Biotechnology* 33 (5): 625-635.
- Jewell MC., Campbell BC., Godwin ID. (2010)** Chapter 2 Transgenic Plants for Abiotic Stress Resistance C. Kole et al. (eds.), *Transgenic Crop Plants*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Kamburova VS, Nikitina EV, Shermatov SE, Buriev ZT (2017)** Genome Editing in Plants: An Overview of. Tools and Applications. *International Journal of Agronomy*, Article ID 7315351, 1-15.
- Kurien BT, Scofield RH (2012)** *Protein Electrophoresis. Methods and Protocols*. Springer Protocols, Humana Press Ed. Londres.



- Lee JW; Chan CTY; Slomovic S, Collins J.J. (2018)** Next-generation biocontainment systems for engineered organisms
- Levitus G, Echenique V; Rubinstein C; Hopp E.Mroginski L. (2010)** Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Ediciones INTA, 643Pag.
- Lodish HF, Berk A,Kaiser CA; Krieger M; Bretscher A; Ploegh H; Amon A; Scott MP (2016)** Biología celular y Molecular 7ma ed. Editorial Médica Panamericana.
- Ludwig-Müller JL; Xu J; Agostini E., Georgiev MI. (2014).** Advances in Transformed Root Cultures for Root Biofactory and Phytoremediation Research. En: "Root Engineering, Soil Biology 40 (eds. Morte, A., Varma, A.), Springer, pp. 387-405.
- Manuales de BIORAD** para uso de Miniprotean III Electrophoresis Cell. Miniprotean II-2D Cell, Miniprotean II Tube Cell and Miniprotean II tube module.
- Ouyang B; Gu X; Holford P (2017)** Plant genetic engineering and biotechnology: a sustainable solution for future food security and industry. *Plant Growth Regul.* 83: 171–173.
- Papikian A., Wanlu Liu, Javier Gallego-Bartolomé & Steven E. Jacobsen (2019)** Site-specific manipulation of *Arabidopsis* loci using CRISPR-Cas9 SunTag systems. *Nature communications* 10:729.
- Ruf S, Forner J, Hasse C, Kroop X, Seeger S, Schollbach L, Schadach A and Bock R (2019)** High-efficiency generation of fertile transplastomic *Arabidopsis* plants. *Nature Plants*, 5,282–289.
- Sabbadini S, L. Capriotti , B. Molesini , T. Pandolfni, O. Navacchi, C. Limerá, A. Ricci & B. Mezzetti (2019)** Comparison of regeneration capacity and *Agrobacterium* mediated cell transformation efficiency of different cultivars and rootstocks of *Vitis* spp. via organogenesis. *Nature Scientific Reports* 9:582.
- Sanagala R, Moola AK, Bollipo Diana RK (2017)** A review on advanced methods in plant gene targeting. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology* 15: 317–321
- Shi J, Huirong G., Hongyu W, Renee Lafitte H., L. Rayeann A, Meizhu Y. et al (2017)** ARGOS8 variants generated by CRISPR-Cas9 improve maize grain yield under field drought stress conditions. *Plant Biotechnology Journal* 15: 207-216.
- Sosa Alderete, LG; Guido ME; Agostini E.; Mas P. (2018)** Identification and characterization of key circadian clock genes of tobacco HRs: putative regulatory role in xenobiotic metabolism. *Env Sci Poll. Res.* 25(2):1597-1608.
- Stephenson FH (2012)** La reacción en cadena de la polimerasa a tiempo real (RT-PCR) Cap. 9. Cálculo en Biología Molecular y Biotecnología. 2da edición. Elsevier. España. pp 211-311.
- Tamay de Dios L, Ibarra C, Velasquillo C (2013)** Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real. *Tecnología en Salud* 2: 70-78.
- Thakur AK., Singh KH., Sharma D, Singh L, Parmar N, Nanjundan J, Khan Y. (2018)** Transgenic development for biotic and abiotic stress management in horticultural crops. *Genetic Engineering of Horticultural Crops*. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-810439-2.00015-5> 353-386. Elsevier Inc.
- Van Eck J (2018)** Genome editing and plant transformation of Solanaceous food crops. *Curr. Opinion in Biotechnology*, 49:35–41.
- vanPelt-Verkuil E, van Belkum A, Hays JP (2010)** Principles and technical aspects of PCR Amplification, Springer ISBN978-90-481-7579-6.
- Vázquez-Núñez E, Peña-Castro JM., Fernández-Luqueño F, Cejudo E, de la Rosa-Alvarez MG., García-Castañeda MC. (2018)** A Review on Genetically Modified Plants Designed to Phytoremediate Polluted Soils: Biochemical Responses and International Regulation. *Pedosphere* 28(5): 697-712.
- Verma AK, Deepti S. (2016)** Abiotic stress and crop improvement: current scenario. *Adv Plants Agric Res.*;4(4):345–346. DOI: 10.15406/apar.2016.04.00149
- Verma V., Ravindran P., Kumar P.P. (2016).** Plant hormone-mediated regulation of stress responses. *BMC Plant Biology* 16: 86.
- Walker JM (2009)** The Protein Protocols Handbook, 3rd edition. Detailed theory and laboratory protocols for a range of electrophoretic techniques and blotting procedures. New York, Humana Press
- Wani, S.H., Kumar V., Shriram V., Kumar S.S. (2016).** Phytohormones and their metabolic engineering for abiotic stress tolerance in crop plants. *The Crop Journal* 4: 162-176.
- Watson JD, Baker, TA, Bell, SP, Gann A, Levine M, Losick R (2016)** Biología molecular del Gen. 7ma edición. Editorial Médica Panamericana. España.

G.2. Plataformas/herramientas virtuales; materiales audiovisuales, otros.

Las clases se dictarán de manera virtual sincrónica mediante el uso de las plataformas SIAL y Google meet. Los materiales didácticos (teóricos, diapositivas, fotografías, capítulos de libros, publicaciones, etc) quedarán disponibles en la plataforma SIAL al igual que los videos, nómina de páginas web, etc. En caso de considerarse necesario se utilizará la plataforma EVELIA.



H. DÍA Y HORARIOS DE CLASES VIRTUALES y PRESENCIALES

Martes de 14-17 hs, Jueves: 14-18 hs y viernes 14-17 hs

I. DÍA Y HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS VIRTUALES y PRESENCIALES

Clases de consulta: Miércoles de 10-11 hs (clases de TP) y Viernes de 11-12 hs (clases teóricas)

J. REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

- **Exámenes parciales:** 2 exámenes escritos
- **Examen integrador:** 1 examen oral
- **Examen final:** escrito
- **La asignatura no puede rendirse Libre.**

- **Condiciones de Regularidad:** los alumnos deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:
 1. Asistencia al 80 % de las clases teóricas, teórico-prácticas, seminarios y al 80 % de los trabajos prácticos de laboratorio. En la calificación de los trabajos prácticos se tendrá en cuenta la participación del estudiante y la presentación de una actividad que tendrá carácter evaluativo.
 2. Se deberán aprobar dos parciales con nota 5 o superior. Se podrá recuperar cada uno de ellos, una sola vez. Los parciales constan de una parte teórica y una parte práctica. Para aprobar el examen parcial se deberá tener el 50 % del examen que equivale a una calificación de 5 puntos.
- **Condiciones de Promoción:** los alumnos deberán cumplir los siguientes requisitos mínimos:
 - 1- Asistir al 80 % de las clases teóricas, seminarios y al 80 % de los trabajos prácticos de laboratorio. En la calificación de los trabajos prácticos se tendrá en cuenta la participación del estudiante y la presentación de una actividad que tendrá carácter evaluativo.
 - 2- Se deberán aprobar 2 parciales con una calificación promedio de 7 puntos (sin registrar instancias evaluativas de aprobaciones con notas inferiores a cinco puntos). Si habiendo aprobado una instancia de la evaluación parcial, un alumno no hubiere alcanzado la nota mínima de cinco puntos, tendrá derecho a presentarse al recuperatorio para intentar levantar esa nota y mantenerse en el sistema de promoción.
 - 3- Los trabajos prácticos y seminarios deberán aprobarse con una nota no inferior a 7 puntos.
 - 4- Para promocionar la asignatura se deberá aprobar una actividad integradora.
 - 5- A los estudiantes que estén en condiciones de obtener la promoción pero que no cuenten con las condiciones previas de correlatividades, se les conservará la promoción.



Universidad Nacional de Río Cuarto

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

K. CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS

- **Exámenes parciales:** 2 exámenes escritos
- **Examen integrador para aspirar a la promoción:** 1 examen oral
- **Examen final:** escrito
- **La asignatura no puede rendirse Libre.**

Las especificaciones se explicitaron en el ítem J.

Firma Profesor/a Responsable

Firma Secretario/a Académico/a