



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
*Formamos seres humanos para una cultura de paz*  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
**Escuela Profesional de Biología**  
**SILABO**  
**Semestre 2023-I**

### I. DATOS ADMINISTRATIVOS

|                       |  |
|-----------------------|--|
| 1. Asignatura         | : Taller de Biotecnología Vegetal  |
| 2. Código             | : CB-0861  |
| 3. Naturaleza         | : Taller Presencial (ver adapt. prot. bioseguridad) *  |
| 4. Condición          | : Obligatorio  |
| 5. Requisito          | : Fisiología Vegetal   |
| 6. N° de créditos     | : 2  |
| 7. N° de horas        | : 4  |
| 8. Semestre académico | : 2022 – II  |
| 9. Docente            | : Ph.D. Mauro M. Quiñones Aguilar.<br>: <a href="mailto:mauro.quinones@urp.pe">mauro.quinones@urp.pe</a> |

### II. SUMILLA.

Es taller obligatorio del área de formación profesional especializada, que tiene como propósito que el estudiante conozca, comprenda y desarrolle las diferentes metodologías biotecnológicas de transformación genética, de clonación, de revaloración y de aprovechamiento sostenido de la biodiversidad vegetal, que contribuyan a la producción de bienes y servicios. Comprende áreas temáticas tales como: Sistema de obtención de plantas libres de virus y multiplicación clonal. Cultivo de células (callogénesis), embriogénesis, cultivo de células en suspensión y aplicaciones de la biotecnología moderna.

### III. COMPETENCIAS GENERICAS A LAS QUE APOYA LA ASIGNATURA:

**Pensamiento crítico y creativo 2 (CG 02):** Manifiesta sentido crítico en la valoración de objetos conceptuales y de hechos, así como de los productos y procesos biotecnológicos de su propio trabajo, basado en criterios teóricos y metodológicos, orientándose a la mejora continua. Propone soluciones creativas a los problemas de productividad, resistencia a factores bióticos y abióticos de plantas alimenticias, medicinales, frutales, forestales y ornamentales, mediante el uso de la biotecnología clásica y moderna al servicio de la sociedad.

**Autoaprendizaje:** Gestionan su aprendizaje, utilizando procesos cognitivos y metacognitivos de forma estratégica y flexible de acuerdo a sus finalidades de su aprendizaje, aplicando en forma permanente sus conocimientos y habilidades, para mejorar su talento y su competitividad.

**Investigación Científica, tecnológica y de innovación:** analizan el estado del arte de la investigación, formulan un proyecto, desarrollan, recolectan e interpretan la información, redactan informe estructurado y socializan en eventos científicos o publican en revistas científicas.

### IV. COMPETENCIAS ESPECIFICAS A LAS QUE APOYA LA ASIGNATURA

Identificar, valorar y conservar la biodiversidad vegetal en bancos de germoplasma, con criterio integral y sostenible utilizando métodos e instrumentos biotecnológicos adecuados.

Producir clonalmente *in vitro* plantas de alto valor económico (alimenticias, frutales, medicinales, forestales, ornamentales), para mejorar la productividad y la calidad de vida del hombre y del ambiente.

Desarrollar técnicas de cultivo de células en suspensión y cultivo en medio líquido de órganos (raíces genéticamente modificadas), para producir metabolitos secundarios de uso medicinal, basados en principios éticos y la ley de bioseguridad.

#### V. DESARROLLA EL COMPONENTE DE: INVESTIGACION (x):

Desarrollan la investigación formativa (aplicada), tales como: Cultivo *in vitro* y micropropagación clonal de plantas libres de virus, obtención de células desdiferenciadas (calogénesis) y cultivo en suspensión para obtener metabolitos secundarios; conservación *in vitro* de especies en extinción o de alto valor económico, transformación genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens* y *A. rhizogenes*.

#### VI. LOGROS DEL APRENSAJE DEL TALLER.

Analiza críticamente los fundamentos básicos de la biotecnología clásica y moderna, artículos científicos, acción o rol de los reguladores de crecimiento (fitohormonas), vitaminas, componentes del medio de cultivo (macro y microelementos) y sustancias no definidas, aplica métodos de cultivo *in vitro*, embriogénesis somática, cultivo en suspensión y transformación genética, formulando y desarrollando proyectos de investigación colaborativo en forma de taller, socializa los resultados obtenidos en eventos científicos en forma oral o escrita y publicando en revistas científicas a nivel local, nacional, demostrando el rigor científico.

#### VII. PROGRAMACION DE CONTENIDOS

| UNIDA 1. Sistema de Obtención de plantas libres de virus y Multiplicación Clonal.  |  |
|--|--|
| <p><b>Logros de Aprendizaje.</b> Aplica y explica los métodos de cultivo de tejidos y células <i>in vitro</i>. Formula y ejecuta proyectos de producción de plantas libres de virus. Reconoce, determina, modifica y aplica los medios de cultivo. Establece protocolos de micropropagación clonal de plantas (producción de semilla certificada), conservación en banco de germoplasma de especies en estado de extinción. Aplica con rigor las medidas de bioseguridad en laboratorio de investigación. <b>Taller 1:</b> Obtención y Multiplicación Clonal de Plantas Libres de Virus.</p> |  |
| Semana   | Contenido  |
| 1  | <p>Introducción, objetivos e importancia del taller. Corrientes filosóficas de la biotecnología. Organización de un laboratorio de biotecnología vegetal. Análisis del sílabo. Manejo de bioseguridad en el laboratorio. Pautas de trabajo en grupo. Presentación en forma digital.</p> <p><b>Taller:</b> Elección del delegado. Conformación de grupos de trabajo y elección del líder del grupo. Elección de especies vegetales para el taller</p>                                     |
| 2  | <p><b>Monitoreo:</b> retroalimentación y evaluación de logros obtenidos en la clase anterior</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Método de cultivo <i>in vitro</i>. Tipos de cultivo. Medios de cultivo. Sistema de esterilización de los medios de cultivo y el material biológico y material biológico. Pautas para la formulación del proyecto del taller: obtención y multiplicación clonal de plantas libres de virus.</p> <p><b>Taller:</b> Formulación del proyecto.</p>                  |
| 3  | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Componentes del Medio de Cultivo: Macro y micro elementos. Fitohormonas o fitoreguladores de crecimiento. Antioxidantes, agentes gelificantes y otros componentes no definidos. Métodos de preparación de los medios de cultivo. Preparación del medio de cultivo (soluciones de stock o madre).</p> <p><b>Taller:</b> ejecución o desarrollo del proyecto.</p> |

|   |   |
|---|---|
| 4 | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Cultivo de meristemos y propagación clonal de plantas. Enfermedades (virus, hongos, nematodos) que merman la productividad de las plantas. Técnicas de multiplicación clonal y microinjerto. Bancos de germoplasma.</p> <p><b>Taller:</b> continua la ejecución del proyecto.</p>  |
| 5 | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Biorreactor temporalmente sumergido. Principios y métodos de certificación de plantas libres de virus y Manejo y control de vitroplantas en condiciones controladas. Establecimiento de bancos de germoplasma <i>in vitro</i>, métodos de conservación en Banco de germoplasma.</p> <p><b>Taller:</b> Análisis de los resultados y elaboración del informe estructurado.</p> |

## Unidad 2. Cultivo de células (callogénesis), embriogénesis, cultivo de células en suspensión

**Logros de Aprendizaje:** Maneja conceptos de totipotencialidad celular, embriogénesis somática y variabilidad genética. Aplica método cultivo de callo o desdiferenciación celular para obtener variantes somaclonales para el mejoramiento genético de plantas. Aplica cultivo de células en suspensión para obtener metabolitos secundarios de uso medicinal, alimenticio, agrícola, etc. aplica técnicas de aislamiento y cultivo de protoplastos y obtención de híbridos entre especies incompatibles. Maneja técnicas del cultivo de polen para la obtención de plantas supermachos de alta productividad y cultivo de embriones inmaduras que permite el rescate de especies recalcitrantes. Formula y ejecuta proyectos de investigación. Redacta informe estructurado y divulga en eventos científicos y revistas científicas.

**Taller 2.** Cultivo de Callo y Suspensión para obtener variabilidad genética y/o productos biológicamente activos.

| Semana | Contenido   |
|--------|---|
| 6      | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Cultivo de callos. Desdiferenciación celular. Características morfológicas, fisiológicas, proliferación, maduración y regeneración de plantas. Tipos de callos. Organogénesis <i>in vitro</i>. Preparación del Medio de cultivo, suplementado con 2,4D y otros reguladores de crecimiento.</p> <p><b>Taller:</b> Formulación del proyecto colaborativo.</p>                |
| 7      | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Morfogénesis: Embriogénesis somática, clases y características de embriones somáticos. Variación somaclonal. Aplicaciones en el mejoramiento genético. Conservación <i>in vitro</i> del tejido calloso. Determinación de la viabilidad en tejidos de callos. Análisis del estado del arte del proyecto de investigación.</p> <p><b>Taller:</b> Ejecución del proyecto.</p> |
| 8      | <b>Evaluación:</b> SUSTENTACION DEL PRIMER TALLER.  |
| 9      | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Cultivo de células en suspensión: Establecimiento del cultivo, conservación y morfología del tejido y/o células en suspensión. Tipos de células en suspensiones. Ciclo de crecimiento y cambios metabólicos. Métodos para determinar la vitalidad celular.</p> <p><b>Taller:</b> continua con la ejecución del proyecto.</p>   |
| 10     | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Cultivo de Protoplastos: Definición. Métodos de Obtención. Enzimas usadas en el aislamiento. Métodos de cultivo. Fusión e hibridación somática y sus aplicaciones en la agricultura.</p> <p><b>Taller:</b> continua con la ejecución del proyecto.</p>   |
| 11     | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Embriogénesis zigótica y somática. Producción de plantas haploides. Ventajas y desventajas. Cultivo de polen y obtención de plantas supermachos y sus aplicaciones en la agricultura. Presentación del Proyecto pos grupos, preguntas y respuestas.</p> <p><b>Taller:</b> continua con la ejecución del proyecto.</p>  |

### Unidad 3. Transformación Genética de plantas.

**Logros de Aprendizaje:** Maneja y aplica métodos de transformación genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens* y *A. rhizogenes*, Biobalística y Electroporación en cultivos agrícolas para obtener o producir plantas con resistencia a factores Bióticos (plagas y enfermedades), abióticos (salinidad, sequia, heladas, etc.), así como buscar la calidad alimenticia de los productos, respetando la ley de bioseguridad (protocolo de Cartagena). Analiza los impactos económicos y ambientales de la biotecnología moderna, en la agricultura, la salud y sociedad en general. Formula y ejecuta proyectos de investigación formativa o aplicada. Redacta informe estructurado y divulga en eventos científicos y revistas científicas.

**Taller N°3:** Transformación genética mediada por *Agrobacterium tumefaciens* o *A. rhizogenes*.

|           |   |
|-----------|---|
| <b>12</b> | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Biotecnología Moderna: Introducción, fundamentos básicos. Métodos de transformación directos e indirectos. Vectores de transformación genética. cultivo de <i>Agrobacterium tumefaciens</i> o <i>A. Rhizógenes</i></p> <p><b>Taller:</b> Formulación del Proyecto de Transformación Genética</p>                                       |
| <b>13</b> | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Plantas Modificadas genéticamente: resistentes a estreses bióticos y abióticos. Plantas transgénicas productoras de proteínas de interés farmacéutico e industrial. Plantas transgénicas productoras de vacunas.</p> <p><b>Taller:</b> Formulación del Proyecto de investigación colaborativo.</p>                                     |
| <b>14</b> | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Aplicaciones de cultivos transgénicos en la agricultura moderna. Situación Mundial de la comercialización de cultivos transgénicos. Biotecnología moderna y los alimentos transgénicos.</p> <p><b>Taller:</b> Sustentación de los resultados del 2do Taller y Continuación de la ejecución del 3er. taller.</p>                        |
| <b>15</b> | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Clase Teoría:</b> Plantas medicinales del Perú y sus conocimientos ancestrales. Fundamentos básicos de obtención de metabolitos secundarios. Sistema de producción de biomasa de plantas medicinales (Biorreactores. temporalmente sumergidos. Medio líquido en constante agitación).</p> <p><b>Taller:</b> Continúan con la ejecución del Proyecto.</p> |
| <b>16</b> | <p><b>Monitoreo:</b> evaluación de logros obtenidos en la clase anterior y retroalimentación</p> <p><b>Taller:</b> Redacción del informe estructurado del 3er taller y sustentación</p>   |
| <b>17</b> | <p><b>Taller:</b> Sustentación de los resultados del 1er, 2do y 3er taller, por grupos que no lograron presentar en su debida oportunidad.</p>  |

#### VIII. ESTRATEGIA DIDÁCTICA:

Aprendizaje basado en Proyecto Colaborativo (**Presencial**), donde los estudiantes construyen su aprendizaje formulando y desarrollando proyectos de investigación aplicada, redactando, sustentando y socializando sus resultados obtenidos en eventos científicos y/o publicando en revistas indizadas.

#### IX. EVALUACIÓN: Ponderación, fórmula, criterios e indicadores de logro

| CRITERIOR DE EVALUACIÓN   | INDICADORES |
|---|-------------|
| Asistencia puntualidad y dedicación al taller   | <b>5 %</b>  |
| Participación activa en las clases de teoría.   | <b>5 %</b>  |
| Evaluación oral de clases de teoría   | <b>10 %</b> |
| Calidad en la formulación del proyecto  | <b>15 %</b> |
| Creatividad para adaptar protocolos de investigación.   | <b>15 %</b> |
| Calidad de redacción de informes e interpretación de los resultados obtenidos en cada taller. | <b>15 %</b> |

|   |             |
|---|-------------|
| Presentación y sustentación oportuna de los proyectos e informes de los talleres. | <b>10 %</b> |
| Presentación oral o posters en eventos científicos                                | <b>10 %</b> |
| Publicación en revistas de divulgación científica.                                | <b>15 %</b> |
| <b>Nota: Cada taller se evalúa independientemente de la manera indicada.</b>      |             |

El promedio final de aprobación del taller se obtiene utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{FORMULA : } \quad \text{PF} = \frac{\text{T1} + \text{T2} + \text{T3}}{3}$$

Dónde: **PF** = promedio final; **T1** = promedio del taller 1; **T2** = Promedio del taller 2 y **T3** = Promedio del taller 3.

La escala de notas es vigesimal, el taller se aprueba con la nota 11. La fracción mayor o igual a 0.5 se computa como una unidad a favor del alumno, esto es sólo para el caso del promedio de la nota final.

**Nota.** El taller no contempla los exámenes parciales, finales ni sustitutorios. La evaluación del mismo se basa en los aspectos contemplados en el cuadro de evaluaciones.

La asistencia es obligatoria. La inasistencia a las mismas no debe exceder al 30% (Art. 53 del Estatuto de la URP).

La escala de nota es vigesimal, se aprueba el curso con la nota 11. La fracción mayor o igual a 0.5 se computa como la unidad a favor del alumno, solo para el caso del promedio de la nota final. Opcionalmente se tomará un examen sustitutorio que reemplazará a una de las evaluaciones teóricas más bajas.

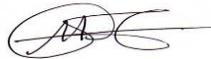
#### X. RECURSOS

- Equipos: computadora, multimedia.
- Materiales: PPT de clase del Docente, lecturas, videos.

#### X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. **Reinhard Renneberg 2008.** Biotecnología para principiantes. Ed. Reverté, Barcelona, España.
2. **Frank H. Stephenson, 2012.** Biología Molecular y Biotecnología. Ed. Elsevier, Barcelona, España.
3. **William J. Thieman, Michael A. Palladino 2010.** Introducción a la Biotecnología Ed. Grafica Arial, S.L., Madrid, España.
4. **Antonio Benitez Burraco, 2005.** Avances Recientes en Biotecnología Vegetal e Ingeniería Genética de Plantas. Ed. Reveté S.A. Barcelona, España.
5. **Albert Sason 2006.** Plant and Agricultural Iberotechnology. Ed. Ciencia y Tecnología de nueva visión UNESCO.
6. **Sabemos que es la Biotecnología?** <http://www.explora.cl/otros/biotec/salacuna.html>
7. **Biotecnología agrícola y el tercer mundo** <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/tercermundo.htm>
8. **La Importancia Actual de la Técnica de Cultivo de Tejidos Vegetales con Referencia a la Biotecnología.** <http://www.catolica.edu.sv/investiga/frames/revista22007/cultivotejidosinvitro.pdf>

9. **Embriogenesis somática en el cultivo de tejidos vegetales.**  
<http://www.geocities.com/cucba/asignaturas/embriogenesisomatica.htm>
10. **Embriogénesis somática en paraíso (*Melia azedarach*) cultivado *in vitro***  
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/animaciones/ciclos/paraiso/paraiso%20in%20vitro/texto.htm>
11. **Productos terapéuticos a partir de células vegetales.**  
<http://www.fiagro.org.sv/publicArticuloPrintVersion.Aspx?idArt=1201>
12. **Plantas como biorreactores para la producción de biomoléculas y remoción de xenobióticos**  
<http://www.cinvestav.mx/Portals/0/Publicaciones%20y%20Noticias/Revistas/Avance%20y%20perspectiva/sep02/10%20Plantas.pdf>
13. **Biología en la mira: el problema de la percepción**  
<http://www.nature.com/nrg/index.html>
14. **Los cultivos biotecnológicos se consolidan en su segunda década de crecimiento** [web www.isaaa.org](http://www.isaaa.org) .
15. **Chemists engineer plants to produce new compounds.**  
[http://www.arirang.co.kr/News/News\\_View.asp?nseq=85179&code=Ne5#](http://www.arirang.co.kr/News/News_View.asp?nseq=85179&code=Ne5#)
16. **Mariposa Monarca y plantas Bt** <http://www.ugr.es/~eianez/Biotecnologia/monarca.htm>



Prof. Mauro M. Quiñones A

\* El taller de Biotecnología Vegetal se desarrolla máximo con 12 o 13 estudiantes por grupo (establecidos por la FCB desde su creación del Taller): al momento de la ejecución del taller, los 12 o 13 estudiantes se subdividen en grupos de 4 estudiantes, o sea en 3 grupos. El Laboratorio de Biotecnología Vegetal cuenta con 3 ambientes, donde desarrollaran el taller, respetando el distanciamiento establecido por el protocolo de bioseguridad. Importante mencionar, el laboratorio cuenta con todos los equipos, instrumentos y reactivos requeridos por el taller. Además, el taller cuenta con un manual propio. La fórmula de evaluación se encuentra claramente establecido en este sílabo. El método de enseñanza aprendizaje del taller está basado en **proyecto colaborativo**.