



## Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural 28920 - Biotecnología

Guía docente para el curso 2013 - 2014

Curso: 3, Semestre: 1, Créditos: 6.0

---

### Información básica

---

#### Profesores

- **María Ángeles Latorre Gorriz** malatorr@unizar.es
- **Ester Sales Clemente** esalesc@unizar.es
- **Jesús Luis Yániz Pérez de Albéniz** jyaniz@unizar.es

#### Recomendaciones para cursar esta asignatura

Para el alumno que accede a esta asignatura es fundamental la formación previa recibida en las asignaturas de Biología, Botánica, Fitotecnia y Ciencia animal I. Sobre esta base, en particular sobre los conocimientos básicos relacionados con bioquímica, genética y fisiología, se van a desarrollar los contenidos tanto teóricos como prácticos de esta asignatura de corte eminentemente técnico y aplicado.

#### Actividades y fechas clave de la asignatura

Las actividades de evaluación se realizarán en las fechas previstas en el calendario oficial de exámenes. La prueba parcial se realizará al finalizar el primer bloque de temas (según programa), en un margen de dos o tres semanas en función del calendario de clases.

---

### Inicio

---

#### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

- 1:** Explicar los fundamentos de las aplicaciones biotecnológicas más relevantes en agronomía, tanto en el ámbito de la producción vegetal como en la producción ganadera.
- 2:** Describir las técnicas básicas de biología molecular y saber aplicar algunas de ellas
- 3:** Comprender y explicar las técnicas de cultivo in vitro e ingeniería genética de plantas.

**4:** Aplicar técnicas de cultivo in vitro de plantas

**5:** Comprender, describir y contrastar las diferentes biotecnologías utilizadas en sanidad, reproducción y mejora genética animal.

**6:** Aplicar biotecnologías reproductivas en laboratorio y campo para el desarrollo de programas de mejora genética animal.

**7:** Aplicar biotecnologías utilizadas en reproducción animal.

**8:** Realizar el seguimiento de su trabajo práctico y analizar e interpretar los resultados de las experiencias propuestas.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura 'Biotecnología' en el plan de estudios del Grado en Ingeniero Agroalimentario y del Medio Rural de la Universidad de Zaragoza pretende formar al alumno para que adquiera la 'capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de las aplicaciones de la biotecnología en la ingeniería agrícola y ganadera', una de las competencias específicas que ha de tener el Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural de cualquier especialidad, para que este titulado pueda ejercer la profesión de Ingeniero Técnico Agrícola (ORDEN CIN/323/2009).

---

## Contexto y competencias

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

#### La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Los objetivos generales de la asignatura son que el alumno comprenda los fundamentos de la biotecnología y que conozca las técnicas que se aplican en los procesos agroalimentarios. Deberá ser capaz de desarrollar actividades básicas en un laboratorio de biotecnología de plantas (aislamiento de ADN, cultivo in vitro, etc.) y de biotecnología ganadera (análisis de la calidad seminal, aislamiento de oocitos, conservación de gametos y embriones, etc.) siguiendo los protocolos más frecuentes y manejando los equipos y el instrumental correspondientes.

#### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta materia obligatoria permite dar a conocer al estudiante los conceptos en los que se fundamentan las herramientas y estrategias biotecnológicas de aplicación en agronomía. En esta asignatura se incide en la adquisición de conocimientos básicos e instrumentales cuyas aplicaciones se estudiarán posteriormente de forma más detenida en otras asignaturas como por ejemplo 'Ciencia animal II', 'Producción de monogástricos', 'Producción de rumiantes', 'Genética y mejora vegetal en hortofruticultura', 'Genética y mejora vegetal', 'Fundamentos de la tecnología de los alimentos' o 'Protección de cultivos', en función de la especialidad cursada. El alumno parte con la base adquirida en primer y segundo curso en las materias de 'Biología' y 'Botánica', siendo especialmente necesarios los conceptos relacionados con genética molecular, biología de la reproducción y fisiología. También habrá cursado ya materias que versan sobre la tecnología de la producción agraria como 'Fitotecnia' y sobre la tecnología de la producción animal, como 'Ciencia animal I'.

#### Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

**1:**

Conocer, comprender y utilizar los principios de las aplicaciones de la biotecnología en la ingeniería agrícola y ganadera, en concreto será capaz de:

- Comprender los fundamentos de las aplicaciones biotecnológicas.
- Describir y aplicar las técnicas de genética molecular.
- Describir y aplicar técnicas de micropropagación de vegetales.
- Conocer las técnicas de ingeniería genética de plantas y de animales.
- Describir y aplicar las técnicas de reproducción animal.

**2:** Capacidad para el trabajo en laboratorio.

**3:** Capacidad de análisis y síntesis.

**4:** Trabajo en equipo

**5:** Comunicación oral y escrita

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura permitirán al alumno en primer lugar afianzar sus conocimientos sobre los fundamentos biológicos de los procesos de producción agrícola y ganadera. En segundo lugar, podrá conocer y aplicar técnicas derivadas de estos conocimientos de biología molecular, especialmente de genética molecular, así como las técnicas de cultivo in vitro de plantas y de reproducción animal, que son empleadas en la actualidad para el desarrollo y la mejora de los procesos productivos en el ámbito agroalimentario. De esta forma, el estudiante podrá cursar con mejor preparación las materias relacionadas con dichos procesos productivos que se imparten en el mismo curso y en el siguiente, donde se explicarán de modo particular las biotecnologías empleadas en el contexto de los procesos de producción agrícola y ganadera, así como en la industria alimentaria.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

#### **El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:** Realización de una prueba escrita al finalizar el primer Bloque teórico constituido por 6 temas (según programa). Dicha prueba estará constituida por 6 preguntas abiertas que incluirán aspectos desarrollados en estas clases teóricas. Cada pregunta se calificará sobre 0,5 puntos. La superación de este examen exigirá la obtención de al menos 2 puntos. Los alumnos que superen esta prueba podrán optar por examinarse al final de curso únicamente sobre los contenidos de los restantes 9 temas.

**2:** Realización de una prueba escrita al finalizar el curso, en la primera y en la segunda convocatoria, sobre los contenidos expuestos en las clases teóricas y prácticas. Dicha prueba estará constituida por 20 preguntas objetivas (elección múltiple) que puntuarán hasta 4 puntos y 6 preguntas abiertas, que se calificarán cada una sobre 1 punto. Los alumnos que hayan superado la prueba parcial descrita en el apartado anterior, podrán eliminar de su examen 3 preguntas abiertas de esta prueba. Para superar esta prueba será preciso obtener al menos 5 puntos, o 3,5 puntos en el caso de los alumnos que superaron el primer examen. La calificación obtenida en esta prueba o al sumar las calificaciones de las dos pruebas escritas supondrá un 75% de la calificación global de la asignatura.

**3:**

Realización de un examen práctico en laboratorio o gabinete, en las mismas fechas de las convocatorias oficiales, sobre el programa de prácticas adjunto. Este examen será calificado sobre 10 puntos. Para superar esta prueba será preciso obtener un mínimo de 5 puntos. La calificación de este examen supondrá un 25% de la calificación global de la asignatura.

## **Criterios de Evaluación**

### **Criterios de Evaluación**

Pruebas escritas: se valorará en las respuestas la corrección, concreción y exposición ordenada de conceptos, así como el establecimiento de relaciones entre técnicas aplicables en distintos campos.

Prácticas: se valorará la realización correcta de las experiencias propuestas de acuerdo a los protocolos planteados, el manejo adecuado del instrumental y la pulcritud y precisión en el desarrollo del trabajo de laboratorio.

---

## **Actividades y recursos**

### **Presentación metodológica general**

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en proporcionar al alumno los conceptos y las herramientas básicas para el aprendizaje posterior de las aplicaciones biotecnológicas más relevantes en agronomía. Por ello se ha combinado el enfoque fundamental de las clases teóricas con un conjunto de actividades prácticas que permitan la mejor comprensión de las técnicas y al mismo tiempo muestren su aplicabilidad.

### **Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)**

**El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...**

- 1:** Clases magistrales participativas: 30 horas presenciales. El programa teórico de la asignatura se divide en 15 temas, que serán expuestos en sesiones de 2 horas de duración. Los temas se han agrupado en tres Bloques claramente diferenciados: el primero recoge los fundamentos y las técnicas basadas en los ácidos nucleicos, con referencias a sus aplicaciones más importantes. El segundo recoge los temas específicos de biotecnología vegetal y finalmente el tercero se centra en las biotecnologías empleadas en la producción animal.
- 2:** Prácticas de laboratorio/ gabinete, 30 horas presenciales, distribuidas en 15 sesiones de 2 horas de duración. En cada sesión se realizará una experiencia práctica en correspondencia con el programa teórico. El trabajo práctico consistirá en experiencias en laboratorio (28 h) y en prácticas de gabinete en aula de ordenadores (2 h).
- 3:** Estudio para la prueba escrita y elaboración del informe sobre una práctica, un total de 86 horas de trabajo autónomo del alumno. El profesor sugerirá bibliografía básica y herramientas de autoaprendizaje disponibles en internet que apoyen el trabajo autónomo del alumno y refuercen los conocimientos explicados en las clases.

Para un mejor seguimiento del proceso de aprendizaje se favorecerá que los estudiantes utilicen las horas de tutoría, especialmente para la realización del informe sobre la práctica.

- 4:** Superación de las pruebas escritas: 4 horas presenciales.

# Planificación y calendario

## Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

| Semana             | Clase teórica (2 h)                   | Clase práctica (2 h) | Trabajo del alumno | Total |
|--------------------|---------------------------------------|----------------------|--------------------|-------|
| 1                  | Tema 1                                | Práctica 1           |                    | 4     |
| 2                  | Tema 2                                | Práctica 2           | Estudio (3 h)      | 7     |
| 3                  | Tema 3                                | Práctica 3           | Estudio (4 h)      | 8     |
| 4                  | Tema 4                                | Práctica 4           | Estudio (4 h)      | 8     |
| 5                  | Tema 5                                | Práctica 5           | Estudio (4 h)      | 8     |
| 6                  | Tema 6                                | Práctica 6           | Estudio (4 h)      | 8     |
| 7                  | Tema 7                                | Práctica 7           | Estudio (4 h)      | 8     |
| 8                  | Tema 8<br>Prueba escrita parcial (2h) | Práctica 8           | Estudio (2 h)      | 8     |
| 9                  | Tema 9                                | Práctica 9           | Estudio (4 h)      | 8     |
| 10                 | Tema 10                               | Práctica 10          | Estudio (4 h)      | 8     |
| 11                 | Tema 11                               | Práctica 11          | Estudio (4 h)      | 8     |
| 12                 | Tema 12                               | Práctica 12          | Estudio (4 h)      | 8     |
| 13                 | Tema 13                               | Práctica 13          | Estudio (4 h)      | 8     |
| 14                 | Tema 14                               | Práctica 14          | Estudio (4 h)      | 8     |
| 15                 | -                                     |                      | Estudio (8 h)      | 8     |
| 16                 | -                                     | -                    | Estudio (8 h)      | 8     |
| 17                 | -                                     | -                    | Estudio (8 h)      | 8     |
| 18                 | Tema 15                               | Práctica 15          | Estudio (4 h)      | 8     |
| 19                 | -                                     |                      | Estudio (8 h)      | 8     |
| 20                 | Examen escrito (2h)                   | Examen práctico (1h) |                    | 3     |
| <b>Horas total</b> | 34                                    | 31                   | 85                 | 150   |

## Programa de Teoría

### Programa de teoría

| Bloque I | Fundamentos y técnicas  |
|----------|---|
| Tema 1   | Introducción y contexto general   |
|          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Concepto y evolución de la biotecnología.</li> <li>2. Biotecnología blanca.</li> <li>3. Biotecnología roja.</li> <li>4. Biotecnología verde.</li> <li>5. El negocio de la biotecnología: patentes.</li> </ol>                           |
| Tema 2   | Fundamento de los avances biotecnológicos: bioquímica y biología molecular  |
|          | <p>Las moléculas biotecnológicas.<br/>           Procesos bioquímicos: metabolismo.<br/>           Proteínas.<br/>           Producción y aplicaciones industriales de las enzimas.<br/>           Microorganismos en la industria agroalimentaria.</p>                           |
| Tema 3   | Ácidos nucleicos: la genética molecular   |
|          | <p>Los ácidos nucleicos.<br/>           La expresión del ADN.<br/>           La capacidad de variación: mutación génica.<br/>           El ADN en el núcleo.<br/>           Pero ¿qué es un gen?<br/>           ADN citoplásmico.<br/>           La evolución de los genomas.</p> |

|        |   |  |
|--------|---|--|
| Tema 4 | Herramientas y técnicas de genética molecular |  |
|        |   | Aislamiento y purificación de ácidos nucleicos.<br>Las primeras herramientas: endonucleasas.<br>Transformación genética.<br>ADN clonado, ADN recombinante.<br>Vectores para almacenar el ADN. Genotecas.<br>Replicación in vitro: reacción en cadena de la polimerasa.<br>Electroforesis de fragmentos de ADN. |
| Tema 5 | Herramientas genómicas                        |  |
|        |   | Mapas genéticos y mapas físicos.<br>Secuenciación nucleotídica.<br>Proyectos genómicos y bases de datos. Bioinformática.<br>Secuenciación de segunda generación. Resecuenciación.<br>Purificación y electroforesis de proteínas.<br>Secuenciación de proteínas.  |
| Tema 6 | Análisis de la función génica                 |  |
|        |   | Clonación de genes mediante estudios de expresión.<br>Detección de secuencias de ADN: Southern-blot, FISH.<br>Northern blot y Western-blot.<br>PCR a tiempo real, PCR cuantitativa.  |

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| <b>Bloque II</b> | <b>Biotecnología vegetal</b>                    |   |
| Tema 7           | Cultivo in vitro de tejidos y órganos vegetales |   |
|                  |   | Introducción: concepto y condicionantes.<br>Fundamentos: totipotencia celular y desarrollo.<br>Fitohormonas.<br>Embriogénesis somática.<br>Bases fisiológicas de la embriogénesis in vitro.<br>Organogénesis de tallos.<br>Bases fisiológicas de la organogénesis in vitro. |
| Tema 8           | Aplicaciones de la micropropagación de plantas  |   |
|                  |   | Multiplicación de plantas.<br>Propagación de plantas a escala industrial.<br>Producción in vitro de metabolitos vegetales.<br>Conservación in vitro. Criopreservación.<br>Aplicaciones en mejora genética.  |
| Tema 9           | Ingeniería genética de plantas.                 |   |
|                  |   | ¿Qué es una planta transgénica?<br>Construcciones genéticas para transformar plantas.<br>Métodos de transformación de plantas.<br>Confirmación de la transformación.<br>Aplicaciones de las plantas transgénicas.   |

|                   |   |  |
|-------------------|---|--|
| <b>Bloque III</b> | <b>Biotecnología animal</b>   |  |
| Tema 10           | Biotecnología de la reproducción animal I. Detección y sincronización del estro |  |
|                   |   | Técnicas de detección del estro.<br>Técnicas de inducción y sincronización del estro.  |
| Tema 11           | Biotecnología de la reproducción animal II. Inseminación artificial             |  |
|                   |   | Métodos de recogida seminal.<br>Evaluación de la calidad seminal.<br>Envasado y conservación del semen.<br>Técnicas de inseminación.<br>Factores que condicionan el éxito reproductivo tras la inseminación. |

|         |   |   |
|---------|---|---|
| Tema 12 | Biotecnología de la reproducción animal III. Tecnologías embrionarias.                  |   |
|         |   | Programas MOET.<br>Producción in vitro de embriones.  |
| Tema 13 | Aplicaciones de la biotecnología en mejora genética animal. Ingeniería genética animal. |   |
|         |   | Desequilibrio de ligamiento y selección.<br>Selección asistida por genes y marcadores.<br>Selección genómica.<br>Manipulación del genoma en la mejora genética animal.<br>Transgénesis como herramienta en producción animal. |
| Tema 14 | Aplicaciones biotecnológicas en alimentación animal.                                    |   |
|         |   | Elaboración y utilización de aditivos (enzimas, bacterias, levaduras, etc.) en alimentación animal.<br>Elaboración y utilización de aminoácidos sintéticos.   |
| Tema 15 | Aplicaciones biotecnológicas en el diagnóstico y salud animal.                          |   |
|         |   | Diagnóstico hormonal.<br>Diagnóstico de enfermedades.<br>Producción de vacunas.   |

## Programa de Prácticas

|    |  |   |
|----|--|---|
| 1  | El protocolo en el laboratorio de biotecnología vegetal. |   |
|    |  | Equipamiento e instrumental. Seguridad e higiene. Protocolos. Preparación de soluciones básicas de biología molecular.        |
| 2  | Cultivo de bacterias.                                    |   |
|    |  | Preparación de medio LB. Métodos de siembra.  |
| 3  | Aislamiento de ADN de tomate (miniprep).                 |   |
|    |  | Aislamiento de ADN a partir de hojas de tomate mediante un protocolo CTAB básico.   |
| 4  | Amplificación de ADN por PCR.                            |   |
|    |  | Diseño y realización de la reacción de amplificación para un locus específico.  |
| 5  | Electroforesis de ADN.                                   |   |
|    |  | Electroforesis en gel de agarosa de las muestras de ADN aisladas en la práctica 3 y de las reacciones de la práctica 4.       |
| 6  | Bioinformática en genética vegetal.                      |   |
|    |  | Manejo de bases de datos: búsqueda de motivos microsatélite con MEGA en el genoma del arroz. Diseño de cebadores con Primer3. |
| 7  | Cultivo in vitro de plantas: organogénesis en tomate.    |   |
|    |  | Preparación de medios de cultivo con diferentes balances de fitorreguladores. Siembra de cotiledones. Análisis de resultados. |
| 8  | Cultivo in vitro de plantas: micropropagación de patata. |   |
|    |  | Desinfección de tallos de patata y siembra de ápices en medios con distintos balances de fitorreguladores.                    |
| 9  | El protocolo en el laboratorio de biotecnología animal   |   |
|    |  | Equipamiento e instrumental. Seguridad e higiene. Protocolos. Preparación de soluciones básicas.                              |
| 10 | Espermiograma (1). Evaluación clásica                    |   |
|    |  | Evaluación laboratorial de la calidad seminal utilizando técnicas de análisis clásicas.                                       |
| 11 | Espermiograma (2). Nuevas técnicas de análisis seminal   |   |
|    |  | Evaluación laboratorial de la calidad seminal utilizando nuevas técnicas de análisis.   |
| 12 | Obtención de oocitos y cultivo in vitro de embriones     |   |
|    |  | Obtención de oocitos de ovarios de matadero, clasificación y simulación de maduración, fecundación y cultivo in vitro.        |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | Determinación del sexo  |  |
|    |   | Sexaje de espermatozoides y determinación del sexo en espermatozoides y embriones.           |
| 14 | Conservación de gametos y embriones                           |  |
|    |   | Elaboración de los medios, conservación en refrigeración, congelación lenta y vitrificación. |
| 15 | Aplicación de la técnica ELISA en producción y sanidad animal |  |
|    |   | Aplicación de la técnica ELISA en diagnóstico de enfermedades y niveles hormonales           |

## Bibliografía recomendada

### Bibliografía Básica

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Bibliografía básica</b> |   |
| <b>Bloque I</b>            | LUQUE J, HERRÁEZ A. Biología molecular e ingeniería genética. Elsevier, Madrid, 2009.<br>McKEE T, McKEE JR. Bioquímica, la base molecular de la vida 3ª Ed. McGraw-Hill Interamericana, Madrid, 2003.<br>RATLEDGE C, KRISTIANSEN B. Biotecnología básica. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, 2006.<br>SMITH JE. Biotecnología 4ª ed. Editorial Acribia, Zaragoza, 2006. |
| <b>Bloque II</b>           | BENÍTEZ-BURRACO A. Avances recientes en biotecnología vegetal e ingeniería genética de plantas. Ed. Reverté, Barcelona, 2005.<br>CHAWLA HS. Introduction to plant biotechnology (3rd Ed.), 2008.<br>RAZDAN MK. Introduction to plant tissue culture (2nd Ed.). Science Publishers, USA, 2003.   |
| <b>Bloque III</b>          | ABECIA JA, FORCADA F. "Manejo Reproductivo en Ganado Ovino". Ed. Servet, Zaragoza, 2011.<br>PALMA GA. Biotecnología de la Reproducción. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina, 2001.<br>STRINGFELLOW DA, SEIDEL SM. Manual of the International Embryo Transfer Society, IETS, 1998.  |

### Bibliografía complementaria

|  |   |
|--|---|
| <b>Bibliografía complementaria</b>     |   |
|  | CASAL I, GARCÍA LÓPEZ JL, GUISÁN JM, MARTÍNEZ ZAPATER JM. La biotecnología aplicada a la agricultura. SEBIOT - Eumedia, Madrid, 2000.<br>KLUG WS, CUMMINGS MR, SPENCER CA. Conceptos de Genética 8ª Ed. Pearson-Prentice Hall, Madrid, 2006.<br>KREUZER H., MASSEY A. ADN recombinante y biotecnología. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, 2001.<br>TAGU D, MOUSSARD C. Fundamentos de las técnicas de biología molecular. Editorial Acribia, Zaragoza, 2006. |
| <b>Herramientas de autoaprendizaje</b> |   |
| CD-ROM                                 | UNED. Ingeniería genética, laboratorio virtual de identificación de transgénicos.<br>REPROLOGY. Controlar la reproducción es controlar el futuro, CEVA Santé Animale, 2001.<br>REPROLOGY. Ecografía del aparato genital de los rumiantes, CEVA Santé Animale, 2005.   |



|          |   |
|----------|---|
| Internet | <p>DNA from the beginning: molecules of genetics. The Josiah Macy Jr. Foundation.<br/> <a href="http://www.dnafb.org/dnafb/">http://www.dnafb.org/dnafb/</a><br/> DOLAN DNA LEARNING CENTER. Biology Animation Library.<br/> <a href="http://www.dnalc.org/ddnalc/resources/animations.html">http://www.dnalc.org/ddnalc/resources/animations.html</a><br/> HARMS U., SHEARER C., SIMONNEAUX L. Transgenic animals. European Initiative for Biotechnology Education, 1998. Unit 11:<br/> <a href="http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/T/TransgenicAnimals.html">http://users.rcn.com/jkimball.ma.ultranet/BiologyPages/T/TransgenicAnimals.html</a><br/> OIE, ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SALUD ANIMAL. Aplicación de las biotecnologías al desarrollo de vacunas de uso veterinario, 2010.<br/> <a href="http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-terrestre/acceso-en-linea/">http://www.oie.int/es/normas-internacionales/manual-terrestre/acceso-en-linea/</a><br/> ORACLE FOUNDATION, THINKQUEST LIBRARY. LIFE: A STUDY OF GENETICS AND MOLECULAR BIOLOGY. <a href="http://library.thinkquest.org/20465/index.html">http://library.thinkquest.org/20465/index.html</a><br/> PLANT MOLECULAR BIOTECHNOLOGY. <a href="http://www.molecular-plant-biotechnology.info/">http://www.molecular-plant-biotechnology.info/</a><br/> RAVEN PH, JOHNSON GB, LOSOS J, SINGER S. BIOLOGY 7<sup>TH</sup> EDITION.<br/> <a href="http://highered.mcgrawhill.com/sites/dl/free/0072437316/120060/ravenanimation.html">http://highered.mcgrawhill.com/sites/dl/free/0072437316/120060/ravenanimation.html</a></p> |
|----------|---|

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Abecia Martínez, Alfonso. Manejo reproductivo en ganado ovino / Alfonso Abecia Martínez, Fernando Forcada Miranda . Zaragoza : Servet, [2010]
- Benítez Burraco, Antonio. Avances recientes en biotecnología vegetal e ingeniería genética de plantas / Antonio Benítez Burraco . Barcelona [etc.] : Reverté, D. L. 2005
- Biotecnología básica / editado por Colin Ratledge, Bjorn Kristiansen ; traducido por Paloma Liras Padín . 2ª ed. Zaragoza : Acribia, D.L. 2009
- Chawla, H.S. Introduction to plant biotechnology. 3rd. ed 2008
- Fundamentos de las técnicas de biología molecular / Denis Tagu, Christian Moussard, editores ; traducción realizada por Josep M. Casacuberta . Zaragoza : Acribia, 2006
- Ingeniería genética, laboratorio virtual de identificación de transgénicos. CD-Rom. UNED
- Klug, William S.. Conceptos de genética / William S. Klug, Michael R. Cummings, Charlotte A. Spencer ; traducción y revisión técnica, José Luis Ménsua, David Bueno i Torrens . 8ª ed. Madrid [ etc.] : Pearson, D.L. 2006
- Kreuzer, Helen. ADN recombinante y biotecnología : guía para estudiantes / Helen Kreuzer, Adrienne Massey ; [traducción a cargo de María Isabel Mora y María Jesús Arrizubieta Balardi] . Zaragoza : Acribia, 2004
- La biotecnología aplicada a la agricultura / edición coordinada por la Sociedad Española de Biotecnología . Madrid : Eumedia, 2000
- Luque Cabrera, José. Texto ilustrado de biología molecular e ingeniería genética : conceptos, técnicas y aplicaciones en Ciencias de la Salud / José Luque Cabrera, Ángel Herráez Sánchez . Barcelona [etc.] : Elsevier , D.L. 2008
- McKee, Trudy. Bioquímica : la base molecular de la vida / Trudy McKee, James R. McKee; [traducción : José Manuel González de Buitrago] . 1ª ed. en español, traducción de la 3ª ed. en inglés Madrid [etc.] : McGraw-Hill Interamericana, 2003
- Palma, G.A. Biotecnología de la reproducción Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2001
- Razdan, M.K.. Introduction to plant tissue culture / M.K. Razdan . 2nd ed. Enfield : Science Publishers, cop. 2003
- Reprology : Controlar la reproducción es controlar el futuro[Archivo de ordenador] / M. Ennuyer... [et al.] . Libourne : CEVA Sanité Animale, 2001
- Reprology : ecografía del aparato genital de los rumiantes, 2005
- Smith, John E.. Biotecnología / John E. Smith ; traducción a cargo de Fernando Escrivá Pons... [et al.] . [1a. ed.] Zaragoza : Acribia, D.L. 2006
- Stringfellow, D.A. ; Seidel, S.M. Manual of the international embryo transfer society. IETS, 1998