

# TOXICOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

## Grado en Nutrición Humana y Dietética (2019/20)

**Código:** 803985

**Tipo de asignatura:** Obligatoria

**Curso:** Segundo

**Cuatrimestre:** Primer cuatrimestre

**Departamento:** Farmacología y Toxicología

**Créditos:** 6 ECTS

### PROFESORADO

**Coordinadores:** Del Pino Sans, Javier (E-mail: [jdelpino@pdi.ucm.es](mailto:jdelpino@pdi.ucm.es)); Frejo Moya, Maria Teresa (E-mail: [maytef@ucm.es](mailto:maytef@ucm.es))

Frejo Moya, María Teresa (T.U.)

Martínez Caballero, María Aránzazu (T.U.)

Sánchez-Fortún Rodríguez, Sebastián (T.U.)

Ares Lomban, Irma (Contratado Dr.)

Del Pino Sans, Javier (Contratado Dr.)

Ramos Alonso, Eva (Contratado Dr.)

Romero Martínez, Alejandro (Contratado Dr.)

Lobo Alonso, Margarita (P.A. Tiempo Parcial 6 +6 h.)

Martínez Caballero, Marta (P.A. Tiempo Parcial 6 +6 h.)

### COMPETENCIAS

Son las correspondientes al Módulo y Materia al que pertenece esta asignatura

### COMPETENCIAS GENERALES

CG.1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.1, 2.2, 2.3, 3.4, 4.2, 5.4, 6.1, 6.2, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4 y 8.1.

### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

CE.M1.1, 1.5, 1.7, 2.5, 3.8, 4.22, y 5.5.

### COMPETENCIAS

- Manejar los conceptos vinculados a la Toxicología de los Alimentos.
- Conocimiento de los diferentes tipos de contaminantes alimentarios y/o residuos de mayor incidencia, conocer e interpretar sus mecanismos de acción tóxica, su fisiopatología, entender definir la magnitud del riesgo que presentan en ciertas condiciones, y conocer los síntomas y tratamientos de sus intoxicaciones.
- Aprender a diseñar los protocolos e interpretar los resultados de los ensayos de toxicidad en animales

- experimentales para asegurar la seguridad a corto y largo plazo de los alimentos.
- Conocer y prevenir los riesgos asociados a los tóxicos y sus residuos presentes en los alimentos.
- Saber analizar los estándares o parámetros de seguridad para la evaluación toxicológica de los contaminantes y de sus residuos en productos alimenticios.

### OBJETIVOS

#### Objetivos Generales

La Enseñanza de la "Toxicología de los Alimentos" se abordará en nuestro Programa con un contenido dirigido

hacia el conocimiento de la Toxicología básica y experimental y aplicada abarcando dos partes fundamentales:

- **Parte A: Principios de Toxicología general aplicables a los tóxicos de los alimentos.** Consta de 13 temas. En esta parte del curso se intenta conseguir como objetivos: dar a los estudiantes información acerca de la evolución histórica de la Toxicología y estado actual de la Toxicología de los Alimentos, definir, identificar y distinguir los procesos de absorción, distribución, metabolismo y excreción de las sustancias xenobióticas, los mecanismos de acción tóxica, las principales manifestaciones de efectos tóxicos, la etiología de las intoxicaciones y su tratamiento así como la identificación y valoración de los distintos bioensayos toxicológicos básicos para el análisis del riesgo de las sustancias o compuestos xenobióticos presentes en los alimentos.

- **Parte B: Contaminantes y aditivos alimentarios.** Consta de 17 temas que abarcan: Toxicología de tóxicos endógenos derivados de plantas superiores y hongos, Toxicología de contaminantes de alimentos, Toxinas de alimentos marinos, micotoxinas, toxinas bacterianas y otros contaminantes bacterianos, Toxicología de contaminantes de procesos tecnológicos, Toxicología de metales y metaloides, Toxicología de plaguicidas/biocidas, y de medicamentos presentes en alimentos de origen animal, Toxicología de aditivos alimentarios, aromatizantes, auxiliares tecnológicos y materiales contaminantes de la cadena alimentaria. En esta parte del curso se pretende alcanzar como objetivos: dar a los estudiantes el conocimiento de la naturaleza y de las propiedades de sustancias tóxicas de los alimentos, analizar los diferentes tipos de contaminantes alimentarios de mayor incidencia en las crisis alimentarias, definir e interpretar sus mecanismos de acción tóxica, su fisiopatología, definir la magnitud del riesgo que presentan en ciertas condiciones, dar conocimiento de los síntomas y tratamientos de sus intoxicaciones así como de su posible prevención, definir los límites de tolerancia o límites máximos de residuos y dar las bases y normativas para la evaluación toxicológica de los contaminantes y de sus residuos en productos alimenticios.

## TEMARIO

### TEÓRICO

**Lección 1.** Concepto y evolución histórica de la Toxicología. Subdivisión de la Toxicología. Concepto de Toxicología alimentaria y nutricional. Seguridad de los alimentos y requisitos reglamentarios.

**Lección 2.** Etiología general de las intoxicaciones.

Sintomatología y diagnóstico. Tratamiento general de las intoxicaciones.

**Lección 3.** Toxicocinética. Procesos LADME. Absorción, distribución y eliminación de tóxicos. Análisis compartimental. Parámetros cinéticos implicados en Toxicología.

**Lección 4.** Biotransformación de tóxicos. Reacciones de Fase I. Familias del citocromo P450 y aspectos toxicológicos.

**Lección 5.** Biotransformación de tóxicos. Reacciones de Fase II. Enzimas que catalizan las reacciones de Fase II. Factores que afectan la biotransformación de tóxicos.

**Lección 6.** Papel de la microflora intestinal o microbiota en la toxicidad de compuestos químicos. Interacciones de compuestos metales y N-nitrosos con la microbiota intestinal y sus implicaciones toxicológicas.

**Lección 7.** Toxicodinamia. Mecanismos de acción de tóxicos. Principales manifestaciones de efectos tóxicos. Citotoxicidad: mecanismos de muerte celular.

**Lección 8.** Evaluación de la seguridad, análisis del riesgo y reglamentación de sustancias químicas en los alimentos. Bioensayos de toxicidad y tipos de sustancias o productos alimenticios.

**Lección 9.** Ensayos de mutagénesis y carcinogénesis. Interpretación de resultados.

**Lección 10.** Ensayos de toxicidad sobre la reproducción y el desarrollo. Embriotoxicidad y fetotoxicidad. Interpretación de resultados.

**Lección 11.** Inmunotoxicidad. Alergia y reacciones de sensibilidad a los componentes alimenticios.

**Lección 12.** Ensayos especiales de toxicidad. Hepatotoxicidad. Nefrototoxicidad. Hematotoxicidad. Neurotoxicidad.

**Lección 13.** Criterios de toxicidad. Nomenclatura y unidades en Toxicología. Unidades usadas para estimar los niveles de exposición aceptables para el hombre. Programas de monitorización de contaminantes en alimentos. Índices de riesgo usados en epidemiología.

**Lección 14.** Toxicología de nutrientes. Impacto de la concentración de nutrientes sobre la salud. Interacciones entre nutrientes y tóxicos. Efectos de tóxicos sobre la nutrición.

**Lección 15.** Toxicología de sustancias naturales nocivas en los alimentos derivados de plantas superiores. Glucósidos cianógenos. Sustancias psicoactivas. Hongos superiores. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento.

**Lección 16.** Toxicología de inhibidores de la colinesterasa. Solanina. Glucósidos de las habas. Taninos, cicasina, terpenos y otros. Latirógenos. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento.

**Lección 17.** Toxicología de compuestos nitratos, nitritos y *N*-nitroso. Oxalatos. Xantinas y productores de tiramina. Alcaloides. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento

**Lección 18.** Toxicología de sustancias naturales nocivas en los alimentos de origen marino. Toxinas procedentes de moluscos. Neurotoxinas. Saxitoxina y otras toxinas relacionadas. Toxinas presentes en peces. Tetrodotoxina. Ciguatoxina. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento.

**Lección 19.** Micotoxinas en alimentos. Micotoxicosis. Aflatoxicosis. Fusariosis. Ocratoxicosis. Clavatoxicosis. Otras micotoxicosis. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento. Residuos en alimentos. Parámetros de seguridad alimentaria.

**Lección 20.** Toxinas bacterianas en los alimentos. Toxiinfecciones por *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* y otras bacterias. Intoxicaciones por *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* y *Clostridium botulinum*. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento.

**Lección 21.** Toxicología de sustancias nocivas resultantes de procesos tecnológicos. Hidrocarburos aromáticos, alifáticos y halogenados. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento. Materiales de contacto con los alimentos plásticos y no-plásticos. Riesgos y exigencias en materia de toxicidad y evaluación de la seguridad.

**Lección 22.** Toxicidad por metales no esenciales en alimentos. Toxicología del mercurio, plomo, y cadmio. Toxicología del arsénico, aluminio, talio, cromo y otros. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento. Residuos en alimentos. Parámetros de seguridad alimentaria.

**Lección 23.** Toxicología de plaguicidas/biocidas. Toxicología de insecticidas organoclorados, organofosforados, carbamatos y piretroides. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento. Residuos en alimentos. Parámetros de seguridad alimentaria.

**Lección 24.** Toxicología de herbicidas y fungicidas. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento. Residuos en alimentos. Parámetros de seguridad alimentaria.

**Lección 25.** Toxicología de agentes promotores del crecimiento en animales para consumo. Compuestos beta-agonistas, hormonas esteroides y peptídicas y aditivos antimicrobianos. Resistencias cruzadas a antimicrobianos usados en terapéutica humana. Fraudes alimentarios.

**Lección 26.** Toxicología de aditivos alimentarios. Uso de los aditivos alimentarios en relación a su seguridad.

Antioxidantes, colorantes, emulgentes, y saborizantes, conservadores, edulcorantes y reguladores de la acidez. Enzimas y coadyuvantes tecnológicos. Requerimientos de ensayos toxicológicos para fijar la seguridad de los aditivos para los alimentos. Sustancias GRAS. Parámetros de seguridad alimentaria.

**Lección 27.** Toxicología del alcohol. Efectos metabólicos y nutricionales del alcohol. Hipervitaminosis A y D. Fisiopatología. Cuadro clínico. Diagnóstico. Tratamiento.

**Lección 28.** Nuevos alimentos e ingredientes funcionales. Exigencias en materia de toxicidad y evaluación de la seguridad.

**Lección 29.** Residuos. Clasificación de residuos. Implicaciones en la salud pública y en el medio ambiente. Minimización y tratamiento de residuos en la industria agroalimentaria. Control y vigilancia. Toxicología de residuos de medicamentos en los alimentos de origen animal. Parámetros de seguridad alimentaria.

**Lección 30.** Toxicovigilancia alimentaria. Organismos nacionales y europeos relacionados con la seguridad alimentaria. Programa conjunto FAO y OMS. Otras agencias internacionales.

Lugar de las clases teóricas: aula asignada en la Facultad de Medicina.

## PRÁCTICO

Se realizarán 5 prácticas: duración 3 horas/práctica, 15 horas prácticas/estudiante.

1. Ensayos de toxicidad. Ensayos de toxicidad por administración única (toxicidad aguda) y por administración reiterada (toxicidad subcrónica y crónica). Modelos y cálculos de índices de toxicidad. Determinación de la  $DL_{50}$  y  $CL_{50}$  por los métodos de Reed-Muench, Miller y Tainer, y Karber.
2. Clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y mezclas peligrosas. Peligrosidad intrínseca. Normativa sobre la evaluación y autorización de sustancias y mezclas (Reglamento REACH). Nuevo sistema de clasificación (Reglamento CLP). Supuestos prácticos.
3. Investigación toxicológica. Presentación de casos de intoxicación alimentaria. Toma de muestras. Principales muestras para el análisis toxicológico. Normas para la recogida, preparación y remisión de muestras para la investigación químico-toxicológica. Investigación de tóxicos extractivos, volátiles y fijos. Redacción y exposición de los resultados de la investigación clínica y laboratorial. Informes toxicológicos. Fuentes de información electrónicas en Toxicología. Bases de datos.
4. Taxonomía de plantas tóxicas. Diferenciación e identificación de las principales plantas tóxicas que

afectan al sistema nervioso, cardiovascular, digestivo, y sistema hepático, y aquellas que provocan síndrome hematórico y fotosensibilización.

5. Evaluación del riesgo medioambiental. Evaluación de la exposición. Modelos de cálculo. Supuestos prácticos.

Lugar de las clases prácticas: aula de informática de la Facultad de Medicina.

## SEMINARIOS

Se realizarán seminarios complementarios a las clases teóricas con presentación de casos específicos de sustancias con un alto índice de presencia en los alimentos y su evaluación de la seguridad.

## MÉTODO DOCENTE

Lecciones magistrales, aprendizaje basado en problemas, clases prácticas, seminarios monográficos, tutorías individualizadas. Se proporcionará materiales docentes que faciliten el aprendizaje de los temas tratados en la asignatura.

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se realizará una evaluación sumativa y formativa al final del cuatrimestre. La evaluación será según criterio del profesorado. Se hará una evaluación una vez impartido el programa. Esta evaluación consistirá:

- Examen sobre el contenido teórico de la asignatura (85 %).

Se formularán una media de 2 preguntas por Lección o Tema del programa de clases teóricas, con un total de 60 preguntas. Las preguntas serán de tipo "selección múltiple" y "respuesta única".

El estudiante superará la asignatura cuando obtenga como mínimo un 60 % de respuestas correctas de todas las preguntas formuladas.

- Evaluación del trabajo en el laboratorio y seminarios (15 %):

Examen tipo test (se formularán una media de 2 preguntas por práctica realizada. Las preguntas serán de tipo "verdadero/falso".

Para aprobar la asignatura, además de superar la evaluación de las clases teóricas, el alumno deberá haber demostrado suficiencia en la evaluación de las clases prácticas (con presentación de cuaderno de prácticas).

## **Actitud a seguir ante una infracción voluntaria o accidental en las normas de realización del examen.**

*La infracción voluntaria o accidental de las normas de realización del examen impide la valoración del mismo, por lo que el alumno infractor se presentará a examen oral de la asignatura para establecer su conocimiento sobre la materia. De confirmarse intencionalidad en el engaño, se considerará falta ética muy grave, y se pondrá en conocimiento de la Inspección de Servicios para tomar las medidas disciplinarias que la misma estime oportunas.*

Para aprobar la asignatura, además de superar la evaluación de las clases teóricas, el estudiante deberá haber demostrado suficiencia en las clases prácticas (con presentación de cuaderno de prácticas) y en los seminarios. La asistencia a las clases prácticas y seminarios es obligatoria para aprobar la asignatura.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Calvo, M. C. y Mendoza E. (2012) Toxicología de los Alimentos. Ed. McGraw-Hill
- Camean, A.M. y Repetto, M. (2006), Toxicología Alimentaria, Ed. Díaz de Santos, Madrid.
- Concon, J.M. (1988), Food Toxicology (Part A & Part B), Ed. Marcel Dekker Inc., New York, USA.
- Derache, R. (1990), Toxicología y Seguridad de los Alimentos, Ed. Omega, Barcelona.
- Eley, R. (1992), Intoxicaciones Alimentarias de Etiología Microbiana, Ed. Acribia S.A., Zaragoza.
- KLAASSEN, D. (2005). Casarett & Doull's. Fundamentos de Toxicología. McGraw-Hill, Interamericana de España.
- Lindner, E. (1994), Toxicología de los Alimentos, Ed. Acribia, S.A., Zaragoza.
- Recuerda Girela, M.A. (2011), Tratado de Derecho Alimentario. Thomson Reuters, Cizur (Navarra).