

---

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura: Tecnologías de revalorización de residuos y subproductos agroalimentarios**

(Si el nombre contiene siglas deberán ser aclaradas)

**Modalidad:** **Posgrado**   
(posgrado, educación permanente o ambas) **Educación permanente**

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>: Dr. Ing. Alim. Ignacio Vieitez**

**Profesor Adjunto del Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CYTAL),  
Facultad de Química, Universidad de la República.**

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>: Dra. Sofía Barrios**

Profesor Agregado del Instituto de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República

**Otros docentes de la Facultad:**

(título, nombre, grado, instituto)

**Docentes fuera de Facultad:**

(título, nombre, cargo, institución, país)

- **Dr. Ignacio Vieitez**, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
  - **Dra. Elena Ibáñez**, Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CSIC-UAM), Madrid, España,
  - **Dr. Alejandro Cifuentes**, Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación (CSIC-UAM), Madrid, España,
  - **Dra. Adriana Gámbaro**, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
  - **Dra. Margot Paulino**, Departamento de Experimentación y Teoría de la Estructura de la Materia y sus Aplicaciones, Área Bioinformática, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
  - **Dra. Silvana Alborés**, Departamento de Biociencias, Área Microbiología, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
  - **Dr. Tomas López**, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
  - **Dra. Cecilia Abirached**, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
  - **Dra. Alejandra Medrano**, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
  - **Dra. Adriana Fernández**, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Química, Udelar, Uruguay.
- (título, nombre, cargo, Institución, país)

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado:** Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos.

**Instituto o unidad:**

**Departamento o área:**

-

---

**Horas Presenciales: 42**

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 5**

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:** Estudiantes de posgrados en alimentos, en ingeniería de procesos, en química y de la Maestría Ciencia y Tecnología de Alimentos.

**Cupos:** No corresponde.

(si corresponde, se indicará el número de plazas, mínimo y máximo y los criterios de selección. Asimismo, se adjuntará en nota aparte los fundamentos de los cupos propuestos. Si no existe indicación particular para el cupo máximo, el criterio general será el orden de inscripción, hasta completar el cupo asignado)

---

**Objetivos:** El principal objetivo es proponer la mejora de la sostenibilidad y la minimización de los impactos ambientales en los procesos de extracción que se pueden desarrollar para la revalorización de subproductos agroalimentarios o desperdicios de alimentos. Para ello el temario incluirá conceptos como la identificación de recursos y subproductos de la industria agroalimentaria que puedan constituir una fuente potencial de riqueza; el aprendizaje de los fundamentos de procesos y tecnologías encaminados a la revalorización de residuos agroalimentarios y que se basan en los principios de la Química Verde; y el aprendizaje de las herramientas necesarias para garantizar la calidad de los productos obtenidos, así como su potencial actividad biológica, aspecto de gran interés para la industria alimentaria.

---

**Conocimientos previos exigidos:**

**Conocimientos previos recomendados:** Química de Alimentos

---

**Metodología de enseñanza:**

---

(comprende una descripción de la metodología de enseñanza y de las horas dedicadas por el estudiante a la asignatura, distribuidas en horas presenciales -de clase práctica, teórico, laboratorio, consulta, etc.- y no presenciales de trabajo personal del estudiante)

Se desarrollará en base a clases teóricas o seminarios. Se mantendrá una alta interacción docente – estudiante. Se dictará en la modalidad de dos clases semanales de 4 horas (17 clases teóricas de 2 horas de duración (34 horas de teóricos) y 1 taller final con preparación y exposición de trabajos por parte de los estudiantes de 6 horas de duración (considerando el tiempo de preparación y la actividad presencial de la exposición a realizar).

[Obligatorio]

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 36
- Horas de clase (práctico):
- Horas de clase (laboratorio):
- Horas de consulta: 4
- Horas de evaluación: 2
  - Subtotal de horas presenciales: 42
- Horas de estudio: 33
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 0
- Horas proyecto final/monografía: 0
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 75

---

**Forma de evaluación:**

- Presentación realizada en el taller final (corresponde a un 30% de la nota total).

- Realización de una prueba final escrita (corresponde a un 70% de la nota final).

El curso se aprueba si se obtiene un 60% o más en ambas evaluaciones.

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de posgrado, si corresponde]

[Indique la forma de evaluación para estudiantes de educación permanente, si corresponde]

---

**Temario:**

**Teórico 1.-** Introducción al curso. Identificación de fuentes de residuos y subproductos agroalimentarios como fuente de compuestos bioactivos.

**Teórico 2.-** Principales compuestos con actividad antioxidante. Polifenoles, Carotenoides, Tocoferoles y Orizanoles. Clasificación y estructura química. Fuentes naturales en los que se encuentran.

**Teórico 3.-** Métodos de extracción convencionales y novedosos.

Preparación del material de partida. Extracción por solventes. Maceración en solventes. Extracción a reflujo. Extracción por arrastre con vapor. Tratamientos enzimáticos. Ultrasonido. Microondas. Campo Eléctrico pulsado. Aplicaciones de altas presiones en la gestión de residuos y subproductos.

**Teórico 4.-** Procesos verdes y sostenibilidad. Procesos basados en el empleo de Fluidos Comprimidos para la extracción de compuestos de alto valor añadido para la industria alimentaria. Fundamentos y aplicaciones.

**Teórico 5.-** Procesos verdes y sostenibilidad. Fundamentos de la extracción con fluidos supercríticos. Aplicaciones, análisis de casos concretos.

**Teórico 6.-** Biorrefinería: uso integral, medioambientalmente limpio y racional de los recursos.

**Teórico 7.-** Definición de antioxidantes. Mecanismos de acción. Antioxidantes sintéticos y antioxidantes provenientes de diversas fuentes naturales. Procesos de oxidación lipídica. Mecanismo y cinética del deterioro oxidativo (enranciamiento). Daños producidos por especies reactivas al oxígeno. Métodos aplicados para la determinación de antioxidantes naturales y sintéticos. Métodos de evaluación de la oxidación lipídica.

**Teórico 8.-** Tecnologías avanzadas para la caracterización de compuestos bioactivos I. Metodologías in-vitro para la caracterización de compuestos bioactivos. Actividad antioxidante de extractos naturales. Métodos de transferencia de átomo de hidrógeno (HAT) y transferencia de electrones (ET). Análisis in vitro e in vivo de extractos naturales obtenidos de residuos. Fundamentos y aplicaciones.

**Teórico 9.-** Tecnologías avanzadas para la caracterización de compuestos bioactivos II. Actividad antimicrobiana de extractos naturales. Nanobiotecnología aplicada a la inocuidad alimentaria. Fundamentos y aplicaciones.

**Teórico 10.-** Tecnologías avanzadas para la caracterización de compuestos bioactivos III. Cromatografía líquida (LC), técnicas multidimensionales (MDLC, LCxLC, LC-MS), cromatografía de gases (GC), técnicas multidimensionales (MDGC, GCxGC, GC-MS). Fundamentos y aplicaciones.

**Teórico 11.-** Tecnologías avanzadas para la caracterización de compuestos bioactivos IV. Espectrometría de masas (MS). Fundamentos y aplicaciones.

**Teórico 12.-** Tecnologías avanzadas para la caracterización de compuestos bioactivos V. Técnicas ómicas. Fundamentos y aplicaciones.

**Teórico13.-** Foodomics. Fundamentos y aplicaciones.

**Teórico 14.-** Bioinformática estructural de compuestos bioactivos y dianas asociadas a su funcionalidad: estructura, conformaciones, propiedades fisicoquímicas, y medidas de energía libre de interacción.

**Teórico 15.-** Caracterización desde el punto de vista de las propiedades tecno-funcionales los residuos de los diferentes procesos de extracción, que constituyen harinas que pueden tener contenidos significativos de fibra y de proteína.

**Teórico 16.-** Tecnologías de encapsulación de principios activos obtenidos a partir de subproductos agroalimentarios. Fundamentos y aplicaciones. Elección del material encapsulante. Mecanismos de liberación. Evaluación del desempeño funcional, biodisponibilidad y estabilidad del compuesto antioxidante.

**Teórico 17.-** Desarrollo de alimentos funcionales: relación entre nutrición, satisfacción sensorial y beneficio específico en la salud de los consumidores.

**Trabajo en grupo.** Búsqueda de información para la identificación de los residuos y subproductos agroindustriales generados en diferentes industrias alimentarias. Selección para los casos de estudio y organización de trabajos.

Taller de participantes. Presentación de trabajos.

---

#### **Bibliografía:**

(título del libro-nombre del autor-editorial-ISBN-fecha de edición)

- Anal, A.K. Food Processing By-Products and their Utilization. John Wiley & Sons, Inc., 2017.
- Ballesteros-Vivas, D., Alvarez, G., del Pilar Sánchez-Camargo, A., Ibáñez, E., Parada-Alfonso, F., Cifuentes, A. A multi-analytical platform based on pressurized-liquid extraction, in vitro assays and liquid chromatography/gas chromatography coupled to high resolution mass spectrometry for food by-products valorisation. Part 1: Withanolides-rich fractions from goldenberry (*Physalis peruviana* L.) calyces obtained after extraction optimization as case study, *J. Chromatogr A* 1584, (2019a) 155-164.
- Ballesteros-Vivas, D., Alvarez, G.; A., Ibáñez, E., Parada-Alfonso, F., Cifuentes, A., A multi-analytical platform based on pressurized-liquid extraction, in vitro assays and liquid chromatography/gas chromatography coupled to high resolution mass spectrometry for food by-products valorisation. Part 2: Characterization of bioactive compounds from goldenberry (*Physalis peruviana* L.) calyx extracts using hyphenated techniques *J Chromatogr A* 1584, (2019b) 144-154.
- Banerjee, Rituparna, Verma, Arun K., Wasim Siddiqui, Mohammed. Natural Antioxidants. Applications in Foods of Animal Origin. AAP, Apple Academic press, Oakville, 2017.
- Barba, F.J., Zhu, Z., Koubaa, M., de Souza Sant'Ana, A., Orlie, V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and byproducts: a review. *Trends in Food Science and Technology*.49, (2016) 96-109.

- Bockisch, M. *Fats and Oils Handbook*. American Oil Chemists' Society (AOCS Press). Champaign, 1998.
- Börjesson P., Castro-Puyana, M., Ibañez, E., Mendiola, J.A., Rodríguez-Meizoso I., Turner, V. Life cycle assessment of green pilot-scale extraction processes to obtain potent antioxidants from rosemary leaves. *Journal of Supercritical Fluids*, 72, (2012) 205-212.
- Brunner G., Roggalinski, T., del Valle J.M., Zetzl, C. Extraction of boldo (*Peumus boldus* M.) leaves with supercritical CO<sub>2</sub>. *Food research International*, 38, (2005) 203-213.
- Burt, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foodsea review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, (2004) 223-253.
- Cabrera, M., Medrano, A., Lecot, N., Fernandez, M., Moreno, M., Chabalgoity, J., Gambini, J., Alonso, O., Balter, H., Cabral, P. A Novel Method to Radiolabel Stealth Liposome through 1,2- dimyristoyl-sn-glycero-3-phosphoethanolamine-N-DTPA with 99mTc and Biological Evaluation. *Journal of Analitical Oncology* 21, (2013) 1-9.
- Campos-Vega, R., Dave Oomah, B., Vergara-Castaneda, H.A. *Food Wastes and By-products: Nutraceutical and Health Potential*. John Wiley & Sons, Inc., 2020.
- Castro-Puyana M., Herrero, M., Ibañez, E., Mendiola, J.A. Compressed fluids for the extraction of bioactive compounds. *Trends in Analytical Chemistry*, 43, (2013).
- Cavero S., García-Risco, M. R., Marín, F. R., Jaime, L., Santoyo, S., Señoráns, F. J., Reglero, G., Ibañez, E. Supercritical fluid extraction of antioxidant compounds from ore-gano. Chemical and functional characterization via LC-MS and in vitro assays. *Journal of Supercritical Fluids*, 38, (2006) 62-69.
- Fernandez, A., Medrano, A., Lopez, T. Evaluation of antioxidant, antiglycant and ACE-inhibitory activity in enzymatic hydrolysates of lactalbumin. *Food and Nutrition Science* 8, 84-98, 2017.
- Frankel, Edwin N. *Lipid Oxidation*. American Oil Chemists' Society (AOCS Press). Champaign, 1998.
- Frankel, Edwin N. *Lipid Oxidation*. Second Edition. The Oily Press, Champaign, 2005.
- Herrero, M., Castro-Puyana M., Ibanez, E., Mendiola, J.A. Compressed fluids for the extraction of bioactive compounds. *Trends in Analytical Chemistry*, (2013) 43, 67-83.
- Hu, Min y Jacobsen, Charlotte. *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods containing Oils and Fats*. Elsevier - AOCS Press, Urbana IL, 2016.
- Ibáñez, E., Palacios, J., Señorans, F.J., Santa-Maria, G., Reglero, G. Isolation and separation of tocopherols from olive by products with supercritical fluids, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 77(2), (2000) 187-190.
- Ibáñez, E., Cifuentes, A. Green extraction techniques. *TrAC Trends Anal. Chem.* 71, (2015).
- Madhavi, D.L., Deshpande, S.S., Salunkhe, D.K. *Food Antioxidants: Technological: Toxicological and Health Perspectives*. Ed. Marcel Ekker Ink, Nueva York, USA, 1997.
- O'Brien, R. D. *Fats and Oils. Formulating and Processing for Applications*, Third Edition. CRC Press. Boca Raton, 2009.

- Oreopoulou, V., Russ, W. Utilization of By-Products and Treatment of Waste in the Food Industry. Springer Nature Switzerland AG. 2007.
  - Putnik, P., Bursac Kovacevic, D., Radojcin, M., Dragovic-Uzelac, V. Influence of acidity and extraction time on the recovery of flavonoids from grape skin pomace optimized by response surface methodology. Chemical and Biochemical Engineering Quarterly, 30, (2017a) 455-464.
  - Putnik, P.; Barba, F.J.; Španic, I.; Zoric, Z.; Dragovic-Uzelac, V.; Bursac Kovacevic, D. Green extraction approach for the recovery of polyphenols from Croatian olive leaves (*Olea europea*). Food and Bioproducts Processing, 106, (2017b) 19-28.
  - Putnik, P., Lorenzo, J. M., Barba, F. J., Roohinejad, S., Režek, A. J., Granato, D., Bursac, D. K. Novel food processing and extraction technologies of high-added value compounds from plant materials. Foods, 7, (2018) 106.
  - Señorans, F.J., Ibáñez, E., Cavero, S., Tabera, J. Reglero, G. Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of supercritical fluid extracts of rosemary plant, J. Chromatogr. A, 870, (2000) 491-499.
  - Shahidi, Fereidoon. Natural Antioxidants: Chemistry, Health effects, and Applications. American Oil Chemists' Society (AOCS Press). Champaign, 1997.
  - Vieitez, Ignacio., Mailhe, Isabel, Braun, Matias, Jachmanián, Iván. Stabilizing edible oils with supercritical extracts from herbs. INFORM 24, (2013) 494-496.
  - Vieitez, Ignacio., Maceiras, Lucía., Jachmanián, Iván., Alborés, Silvana. Antioxidant and antibacterial activity of different extracts from herbs obtained by maceration or supercritical technology. The Journal of Supercritical Fluids 133, (2018) 58-64.
  - Yang, J., Xiao, A., Wang, C. Novel development and characterisation of dietary fibre from yellow soybean hulls. Food Chemistry, 161, (2014) 367-375.
  - Xavier, M.P., Lopez, T., Medrano, A. Encapsulación de quercetina en nano y micro emulsiones alimenticias. INNOTEC 6, 32, 2011.
-



## Facultad de Ingeniería Comisión Académica de Posgrado

---

### Datos del curso

---

**Fecha de inicio y finalización:** 25/10 al 1/12 de 2023

**Horario y Salón:** 17:30 a 19:30 hs por zoom clases teóricas y talleres.

**Arancel:**

[Si la modalidad no corresponde indique “no corresponde”. Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:** No corresponde

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:** No corresponde

---