

## Posgrado en Productos Naturales y Alimentos

### Introducción

Los estudios de posgrado en maestría y doctorado en Productos Naturales y Alimentos que imparte la Universidad Tecnológica de la Mixteca tienen como misión formar especialistas de alto nivel de calidad educativa y humana en las áreas de Química, Bioquímica, Ingeniería en Alimentos, Ciencia de los Alimentos, o áreas afines, capaces de realizar actividades científicas, profesionales y docentes en química de productos naturales y alimentos que contribuyan al desarrollo de la ciencia y la tecnología y que participen en la formación de recursos humanos de alto nivel académico. Los objetivos del posgrado en productos naturales y alimentos son:

1. Formar recursos humanos de alto nivel capaces de realizar investigación original relacionada con la química de productos naturales y alimentos.
2. Generar conocimiento en la caracterización de principios activos, identificación de trazas de contaminantes y evaluación de propiedades funcionales de los alimentos, así como, el desarrollo de procesos para la obtención de alimentos y productos con beneficios potenciales a la salud.
3. Fomentar el aprovechamiento integral y sustentable de recursos naturales para beneficio de la región, del estado y del país.

### Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento

El programa de posgrado en productos naturales y alimentos desarrolla las siguientes líneas de generación y aplicación del conocimiento.

- **Estudio de principios bioactivos a partir de fuentes naturales.** En esta línea de generación y aplicación del conocimiento se desarrollan proyectos que involucran extracción, separación, cuantificación,

caracterización, conservación y monitoreo de compuestos bioactivos, así como, la evaluación *in vitro* e *in vivo* de propiedades biológicas y funcionales de productos naturales, desechos agroindustriales y alimentos.

Se utilizan métodos de extracción generales tales como la extracción líquido-líquido o sólido-líquido, así como también extracción con Soxhlet, asistida por microondas o ultrasonido y microextracción en fase sólida. La separación de compuestos de interés involucra métodos de membranas de ultra y nanofiltración, así como métodos cromatográficos de líquidos o gases con sistemas de detección simples. Las membranas de filtración se utilizan para refinar los extractos, previo a la utilización de técnicas cromatográficas.

En la cuantificación de los compuestos de interés se emplean métodos analíticos e instrumentales que permiten la medición de compuestos bioactivos o metabolitos secundarios. La actividad de extractos, fracciones y compuestos puros se determina usando experimentos *in vitro* para evaluaciones antioxidantes, antidiabéticas, antitopoisomerasa, antimicrobianas e *in vivo* para actividad plaguicida.

La caracterización se realiza a través de espectrometría de masa baja y alta resolución, espectroscopía de infrarrojo (IR), Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$  uni y bidimensional e incluso difracción de rayos X. Adicionalmente, se realizan síntesis orgánicas para la obtención de compuestos con bioactividad; así como el desarrollo e implementación de métodos enzimáticos y fermentativos para la producción y monitoreo de productos de interés en la industria de los alimentos y el sector salud.

**Tabla 1.** Planta docente del posgrado en productos naturales y alimentos.

Nombre del Docente	Formación académica básica	Grado académico
Norma Francenia Santos Sánchez	Químico Farmacéutico Biólogo Química Orgánica	Doctorado en Ciencias
Raúl Salas Coronado	Ingeniería Química Ciencias Químicas	Doctorado en Ciencias
Rogelio Valadez Blanco	Ingeniería en Alimentos Química Aplicada	Doctorado en Ciencias
Mirna Patricia Santiago Gómez	Ingeniería Bioquímica Ciencias de los Alimentos	Doctorado en Ciencias
Paula Cecilia Guadarrama Mendoza	Química de Alimentos Bioprocesos	Doctorado en Ciencias
Edith Graciela González Mondragón	Ciencias Químicas	Doctorado en Ciencias
Luz Hermila Villalobos Delgado	Ingeniería Agroindustrial Producción Animal Ciencias de los Alimentos	Doctorado en Ciencias
Beatriz Hernández Carlos	Químico Farmacéutico Industrial Química Bioorgánica Ciencias Químicas	Doctorado en Ciencias
Thalia Isolda Ramírez Reyes	Biología Ecología y Biotecnología	Doctorado en Ciencias
Héctor Manuel Arreaga González	Químico Farmacobiólogo Ciencias Químicas	Doctorado en Ciencias

- **Ingeniería de procesos biotecnológicos sustentables.** Esta línea de generación y aplicación del conocimiento tiene como objetivo el desarrollo de bioprocesos sustentables y sistemas de separación de compuestos bioactivos de alto valor agregado y biocatalizadores con aplicación tecnológica. Está relacionada con el desarrollo de procesos biotecnológicos para aprovechar residuos agroindustriales líquidos o sólidos, involucrando tratamientos fisicoquímicos y/o biológicos, tales como el aprovechamiento del suero lácteo, de las vinazas mezcaleras y otros residuos de la industria de alimentos.

Estos procesos están orientados principalmente a generar productos de interés comercial, por ejemplo, biomasa, biocombustibles, probióticos derivados de agaves, proteínas vegetales de alta calidad nutrimental, biofertilizantes y agentes de control biológico, hongos comestibles, así como metabolitos secundarios derivados de microorganismos como péptidos bioactivos, enzimas, ácidos grasos poliinsaturados, prebióticos, vitaminas y compuestos fenólicos. Estos últimos son de particular interés, debido a que tienen un alto valor agregado atribuido a su actividad antioxidante, asociada con la prevención del cáncer, enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas. Esta línea también está asociada con la producción enzimática de aromas derivados de aldehídos y ésteres.

### Personal adscrito al posgrado en productos naturales y alimentos

El núcleo académico básico está formado por profesores con una formación académica relacionada con la química, la biología, la fármaco-biología, ingeniería en alimentos, bioquímica, ciencias de los alimentos, bioprocesos, producción animal, ecología y biotecnología, etc. (ver la Tabla 1).

### Participación de estudiantes del posgrado y profesores del núcleo académico básico en Patentes

La tabla 2 muestra el número de alumnos matriculados a la maestría y en la tabla 3 se muestra la participación de alumnos y profesores del núcleo académico en el registro de patentes.

**Tabla 2.** Número de alumnos matriculados.

Generación	Número de Alumnos
2010-2012	2
2012-2014	4
2013-2015	2
2014-2016	6
2015-2017	3
2016-2018	2
2017-2019	4
2018-2020	4
2019-2021	2
2020-2022	5
2021-2023	3

**Tabla 3.** Participación de estudiantes del posgrado y profesores del núcleo académico básico en Patentes

Descripción	Autores
Dispositivo para el monitoreo en línea del color de fluidos. Patente mexicana No. 339500. Solicitud MX/a/2014/014168. Sometimiento: 20 de noviembre de 2014. Expedición: 08 de abril de 2016. Vencimiento: 20 de noviembre de 2034.	Rosebet Miranda Luna Rogelio Valadez Blanco Pacheco López, G.
Composición para contrarrestar infecciones de vías respiratorias por el virus sincitial respiratorio humano. Solicitud de patente MX/a/2017/007342. Fecha de presentación: 06 de junio de 2017. Clasificación CIP: A61K 36/185 (2006.01), A61P 11/00 (2006.01), A61P 31/12 (2006.01).	López Hernández, A. Edith Graciela González Mondragón Gómez Castillo, F. Mirna Patricia Santiago Gómez Tirado Mendoza, R.
Crema para el mejoramiento de la piel con arrugas. Patente MX/a/2018/003120. Fecha de presentación: 13 de marzo de 2018. Clasificación CIP: A61Q 19/08 (2006.01), A61K 8/347 (2006.08), A61K 8/49 (2006.01), A61K 8/9789 (2017.01) Otorgamiento: 28 de marzo de 2022.	Beatriz Hernández Carlos Villanueva Cañongo, C. Norma Francenia Santos Sánchez Raúl Salas Coronado.
Fotobiorreactor con reducción de bioincrustaciones por medio de panel ondulado. Solicitud de patente MX/a/2018/001301. Fecha de presentación: 30 de enero de 2018. Clasificación CIP: C12M 1/00 (2006.01) C12N 1/12 (2006.01).	Carlos Vázquez Cid de León Aguilar Cruz, C. Rodríguez Camacho, G. R. José Alfredo Carazo Luna Mario Márquez Miranda Raúl Salas Coronado Salvador Montesinos González
Secador solar mixto con flujo direccionado de aire. Solicitud de patente MX/a/2018/012339. Fecha de presentación: 05 de octubre de 2018. Clasificación CIP: F24S 20/30 (2018.01).	López Luis, A. Beatriz Hernández Carlos Miguel Zúñiga, F. Norma Francenia Santos Sánchez Raúl Salas Coronado
Proceso semicontinuo de producción de pulque en condiciones estandarizadas usando un reactor por lotes con recambios secuenciales a partir de aguamiel esterilizado en frío. Solicitud de patente MX/a/2020/000360. Fecha de sometimiento: 18 de diciembre de 2019.	Paula Cecilia Guadarrama Mendoza Rogelio Valadez Blanco
Cereal de desayuno enriquecido con nutrientes de semilla de <i>Moringa oleifera</i> . Solicitud de patente MX/a/2021/013040. Fecha de sometimiento: 25 de octubre de 2021.	Marlitt Sanchez Cruz Edith Graciela González Mondragón Mirna Patricia Santiago Gómez

## Infraestructura

Las siguientes fotografías muestran la infraestructura más representativa con la que cuenta el posgrado en productos naturales y alimentos.

**1. Cromatógrafo de líquidos de ultra alto rendimiento acoplado a un espectrómetro de masas con detector cuadrupolo tiempo de vuelo (UPLC-QToF, por sus siglas en inglés), marca Waters.** Permite la separación de componentes polares presentes en muestras complejas líquidas, como alimentos y extractos vegetales, para la posterior identificación, cuantificación y confirmación de compuestos (mediante espectros masas-masas). También se usa para determinar pesos moleculares exactos de proteínas. (ver la Fotografía 1).

**2. Espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear Ascend 400 MHz, marca Bruker.** Permite la elucidación estructural de compuestos en estado líquido, su análisis conformacional e identificación y cuantificación en mezclas, entre otras aplicaciones. Esto es posible a partir del análisis de los datos espectroscópicos de:  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^9\text{F}$ ,  $^{11}\text{B}$ ,  $^{31}\text{F}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{31}\text{P}$ , COSY, HSQC, HMBC, NOESY, entre otros experimentos. (ver la Fotografía 2).

**3. Espectrofotómetro FTIR Platinum ATR, marca Bruker.** Se utiliza para el análisis de muestras sólidas o líquidas en el intervalo del infrarrojo medio. El espectro resultante sirve como una “huella digital molecular” característica que se puede utilizar para la identificación, cuantificación y monitoreo de compuestos químicos. (ver la Fotografía 3).

**4. Espectrofotómetro de microplacas.** Se utiliza para el análisis de muestras en el orden de microvolúmenes empleando placas de 96 pozos y son incubadas a la temperatura, agitación, tiempo, requeridos, ya sea por absorbancia UV-Vis, fluorescencia, luminiscencia y AlphaScreen®/ AlphaLISA®. Se obtienen datos de manera rápida, con un bajo costo, alta sensibilidad y precisión. (ver la Fotografía 4).

**5. Espectrofotómetro de absorción atómica 932 AA, marca GBC.** Se utiliza para la cuantificación de microelementos en muestras líquidas o sólidas las cuales son sometidas a un proceso de digestión previo al análisis de los diferentes elementos: Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Cr, Ni. (ver la Fotografía 5).

**6. Cromatógrafo de líquidos de alto rendimiento LC 1150 (HPLC, por sus siglas en inglés), equipado con detectores de UV-vis, índice de refracción y fluorescencia, marca GBC.** Se utiliza para identificar, cuantificar y/o purificar distintos componentes de una mezcla líquida (extracto vegetal, alimento, etc.). (ver la Fotografía 6).

**7. Sistema de purificación de proteínas BiologicLP (Biorad).** Se utiliza para la purificación de proteínas contenidas en una mezcla líquida. (ver la Fotografía 7).

**8. Equipo de extracción supercrítica.** Equipo utilizado para realizar la extracción de compuestos de matrices sólidas empleando CO<sub>2</sub> supercrítico. Este método asegura una menor afectación a las moléculas. (ver la Fotografía 8).

**9. Cámara climática, marca Luzeren.** El equipo permite realizar estudios de vida de anaquel de alimentos y/o su interacción con el empaque, mediante pruebas de vida acelerada con base a los parámetros de temperatura y humedad relativa, con o sin exposición a la luz. (ver la Fotografía 9).

**10. Extrusor de cereal.** Es un equipo utilizado en la elaboración de nuevos productos extrudidos como cereales, botanas. (ver la Fotografía 10).

**11. Colorímetro Konica Minolta.** Mide la absorbancia de una muestra (en estado sólido o líquido), en una específica frecuencia de luz determinada lo cual permite monitorear un compuesto conocido en específico o los componentes en conjunto de una muestra, como parte de estudios de calidad y/o estabilidad. (ver la Fotografía 11).

**12. Secador por aspersión de 1.5 L/h marca Nanbei.** Equipo utilizado para deshidratación de líquidos para obtener polvos deshidratados en las áreas de alimentos, farmacia y biotecnología. (ver la Fotografía 12).

**13. Sistema de filtración por membranas de flujo tangencial.** Este equipo sirve para realizar separaciones en el área química y biológica para concentrar, clarificar, o purificar productos líquidos de naturaleza biológica en las áreas de alimentos, farmacia y biotecnología. El rango de separaciones que se pueden lograr son la microfiltración (0.1 a 5  $\mu$ m) y ultrafiltra-

ción (5 a 300 kDa), con las que se tiene selectividad para microorganismos/partículas, y macromoléculas (proteínas y polisacáridos), respectivamente. (ver la Fotografía 13).

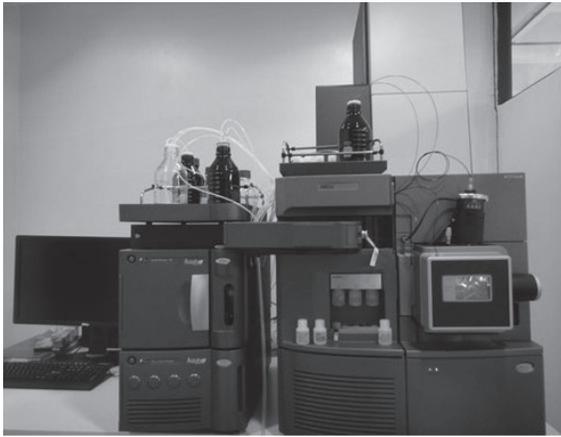
**14. Sistema de nanofiltración/ósmosis inversa por membranas.** Este equipo sirve para realizar procesos de separación a nivel laboratorio de productos líquidos a nivel molecular, en el rango de nanofiltración (100-1000 Da) y de ósmosis inversa (99 % rechazo de NaCl). Se pueden usar dos modos de trabajo que son el flujo normal y tangencial. Con este sistema se pueden aplicar al procesado de alimentos y productos biotecnológicos y farmacéuticos, para separaciones de compuestos bioactivos a partir de corrientes líquidas, así como la desalinización del agua, con bajo consumo energético. (ver la Fotografías 14 y 15).

**15. Biorreactor con control automático de 3 L.** Este equipo sirve para realizar todo tipo de fermentaciones a nivel laboratorio bajo condiciones controladas de agitación, pH y temperatura. Asimismo cuenta con diferentes puertos de entrada y salida de materiales. El equipo se puede ocupar para fermentaciones en alimentos y producción de productos biotecnológicos. (ver la Fotografía 16).

**16. Termociclador de punto final.** Equipo para llevar a cabo la reacción en cadena de la polimerasa (PCR, por sus siglas en inglés), el cual proporciona los ciclos de calentamiento y enfriamiento para la amplificación de cadenas de ADN o ARN, para análisis genéticos moleculares. El equipo se aplica para la identificación de bacterias y levaduras en procesos de fermentación en el área de alimentos y biotecnología. (ver la Fotografía 17).

**17. Cámara de electroforesis horizontal.** Este equipo se utiliza para correr las muestras de ADN extraídas de microorganismos, así como para análisis de la calidad de los productos de la reacción de PCR. (ver la Fotografía 17).

**18. Sistema fotodocumentador de geles.** Este equipo sirve para el revelado de geles de electroforesis que sirven para evaluar la realización los procedimientos moleculares para la identificación genética de microorganismos. (ver la Fotografía 17).



**Fotografía 1.** Cromatógrafo de líquidos de ultra alto rendimiento.



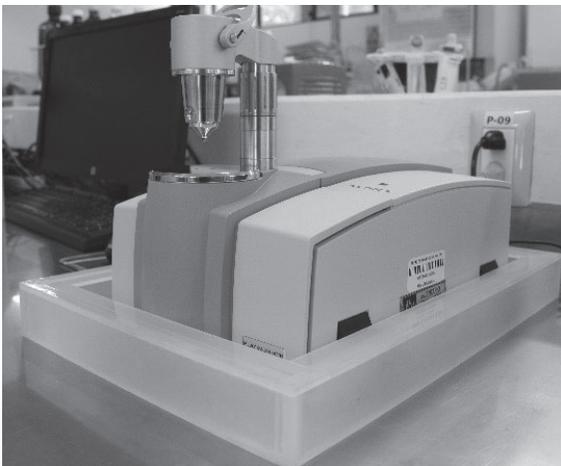
**Fotografía 4.** Espectrofotómetro de microplacas de 96 pozos Synergy HTX.



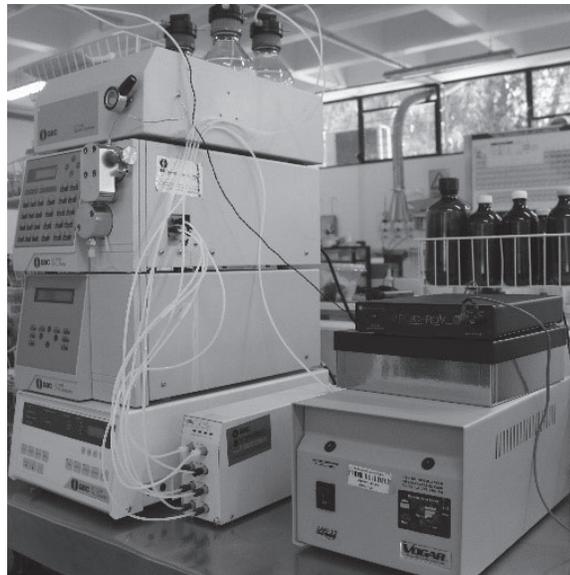
**Fotografía 2.** Espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear.



**Fotografía 5.** Espectrofotómetro de absorción atómica 932 AA.



**Fotografía 3.** Espectrofotómetro FTIR Platinum ATR.



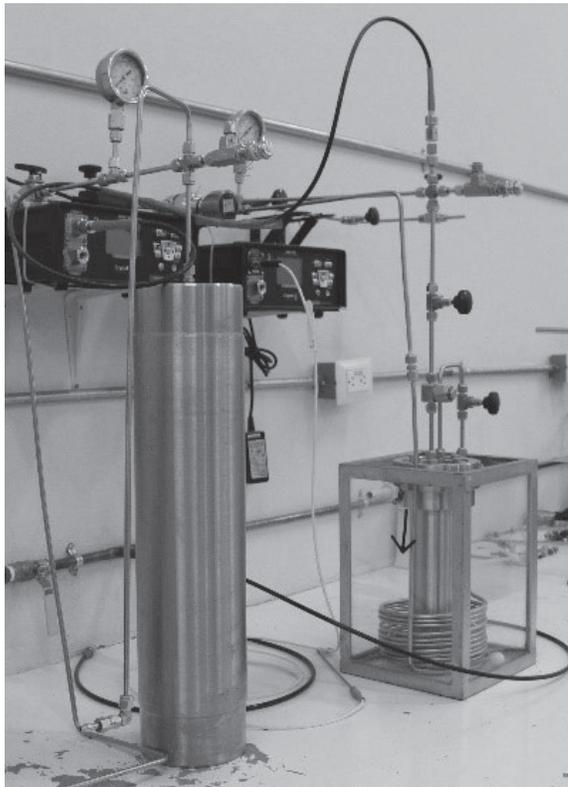
**Fotografía 6.** Cromatógrafo de líquidos de alta precisión LC 1150 (HPLC, por sus siglas en inglés), equipado con detectores de UV-vis, índice de refracción y fluorescencia.



**Fotografía 7.** Sistema de purificación de proteínas BiologicLP.



**Fotografía 9.** Cámara climática, marca Luzeren.



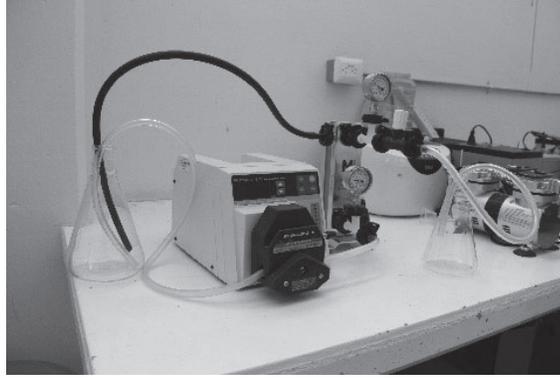
**Fotografía 8.** Equipo de extracción supercrítica, construcción UTM.



**Fotografía 10.** Extrusor de cereal.



Fotografía 11. Colorímetro, marca Konica Minolta.



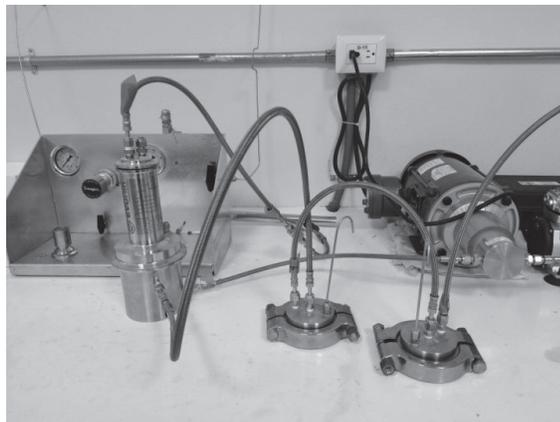
Fotografía 13. Equipo de microfiltración por membranas de flujo tangencial y Equipo de nanofiltración por membranas de flujo normal y tangencial.



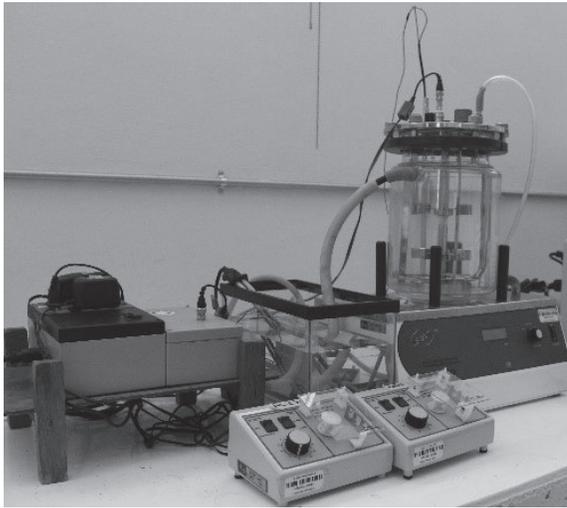
Fotografía 12. Secador por aspersion de 1.5 L/h.



Fotografía 14. Sistema normal



Fotografía 15. Sistema tangencial.



**Fotografía 16.** Biorreactor con control automático de 3 L.

Participantes de la Vida Académica

**Dra. Mirna Patricia Santiago Gómez**  
Directora del Instituto de Agroindustrias  
Universidad Tecnológica de la Mixteca  
patsanmx@mixteco.utm.mx

**Dra. Edith Graciela González Mondragón**  
Profesora Investigadora del Instituto de Agroindustrias  
Universidad Tecnológica de la Mixteca  
edith@mixteco.utm.mx



**Fotografía 17.** Equipos para análisis molecular de ADN usado para identificación genética de microorganismos.