



## Programa de **FUNDAMENTOS DE LA TECNOLOGÍA DE LA LECHE**

### **1. NOMBRE DE LA UNIDAD CURRICULAR**

Fundamentos de la tecnología de la leche

### **2. CRÉDITOS**

6 créditos

### **3. OBJETIVOS DE LA UNIDAD CURRICULAR**

El objetivo del curso es impartir un conocimiento global de las operaciones de la industria láctea en Uruguay y su cadena de valor abarcando la producción primaria, recolección de leche, procesos de industrialización y comercialización de productos. Se prestará especial atención a las operaciones que involucren procesos químicos, biológicos y físicos cuya teoría es parte de la formación de ingenieros químicos e ingenieros de alimentos.

Se considerarán los aspectos regulatorios con especial atención a la normativa de calidad, inocuidad y medio ambiente aplicable al sector.

Se espera que al finalizar el curso quienes lo hayan realizado sean capaces de:

- Mostrar un desempeño mejor calificado en tareas de cualquier puesto de trabajo de la industria láctea.
- Mejorar su capacidad de interlocución con colegas u otros profesionales en relación al tema industria a nivel nacional.
- Enriquecer el manejo de las características esenciales de la industria alimentaria y en especial de la agroindustria, habiendo adquirido conocimientos que vienen de la experiencia de un sector particular.
- Desarrollar capacidades diferentes para interesarse en el sector y promover propuestas para su avance, ya sea desde el emprendimiento profesional o desde la impulsión de proyectos institucionales y su participación en ellos.
- Refrescar sus conocimientos en procesos y tecnologías a partir de su aplicación a ejercicios basados en problemáticas reales del sector.

#### 4. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

El curso tendrá una duración de 15 semanas, con dos clases semanales de 1,5 horas cada una.

La modalidad serán clases teóricas donde se incluirá la realización de ejercicios, cálculos y actividades interactivas. Éstas consistirán en la formulación de trabajos o ejercicios para ser realizados individual o grupalmente en clase y luego presentados a la totalidad del grupo. Se prevé la realización de una o dos visitas a la industria, supeditadas a las posibilidades de coordinación.

Detalle de horas:

- Horas de clase (teórico): 36 (24 clases)
- Horas de clase (práctico): 6 (4 clases)
- Horas de clase (laboratorio): 0
- Horas de consulta: 3 (dos clases)
- Horas de visita a industrias: 6
- Horas de evaluación: 6

---

Subtotal de horas presenciales: 57

- Horas de estudio: 26
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 4
- Horas preparación seminario: 3

*Total de horas de dedicación del estudiante: 90*

#### 5. TEMARIO

1- Tema: Posicionamiento de la industria láctea a nivel nacional e internacional. Estadísticas generales sobre producción primaria, industrialización y comercialización. Situación de la lechería en Uruguay.

2- Tema: La leche como alimento. Aspectos regulatorios y normativa aplicable. Alteraciones, defectos y contaminantes de la leche. Producción primaria: tecnología, calidad e higiene. Regulaciones medio ambientales. Tratamiento de efluentes y control de emisiones. Recolección y control de leche cruda. Sistema Nacional de Calidad de Leche. Calidad e inocuidad. Trazabilidad. Ruteo inteligente y geo referenciación. Transformación digital. Costos y eficiencia.

3- Tema: Industria. Generalidades para las plantas procesadoras de alimentos. Aspectos regulatorios y de habilitación. Manual de buenas prácticas de manufactura (GMP-BPM). Procedimientos operativos estándar (SSOPs-POEs). Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)

4- Tema: Leche como materia prima. Propiedades físicas  
Composición química: materia grasa, componentes proteicos, carbohidratos, sales, componentes biológicos.

5- Tema: Procesos en la industria láctea 1  
Recepción y almacenamiento de la leche. Tanques aislados y refrigerados.  
Equipamiento para impulsión de leche.  
Higienización, pasteurización y estandarización.  
Separación de fases. Equipamiento. Separadores centrífugos. Filtros. Equipamiento para impulsión de crema.

Leches y crema para consumo. Procesos térmicos para pasteurización y esterilización. Intercambiadores de placas, de camisa y tubos, de contacto directo.

Homogeneización. Envasado de leches y crema para consumo.

6- Tema: Desarrollo de productos lácteos.

Formulación. Ingredientes, aditivos tecnológicos y aditivos funcionales. Rotulado nutricional.

7- Tema: Tecnologías específicas del sector lácteo

Tecnología de elaboración de manteca.

Tecnología de las leches fermentadas.

Tecnología quesera.

Otros derivados lácteos. Caseína.

Dulce de leche y postres. Transferencia de calor en recipientes de superficie raspada.

Helados. Estabilidad de emulsiones. Transferencia de calor en procesos de congelación.

8- Tema: Procesos en la industria láctea 2

Concentración de la leche y subproductos. Evaporación múltiple efecto, recipientes con camisa, pailas.

Tecnología de membranas para concentrado de leche y subproductos. Microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración.

Cristalización. Productos cristalizados.

Procesos de secado. Productos en polvo.

Equipamiento para procesos de evaporación, cristalización y secado.

9- Tema: Industria. Servicios requeridos. Generación de vapor. Tratamiento de agua. Refrigeración. Higiene y desinfección (CIP).

Gestión ambiental. Tratamiento de efluentes líquidos, residuos sólidos y emisiones gaseosas.

10- Tema: Laboratorio de análisis en la industria láctea.

11- Tema: Gerenciamiento técnico. Organización de la producción en condiciones de sazonalidad. Balances de masa. Minimización de pérdidas. Costo e impacto en tratamiento de residuos.

Incertidumbre de las mediciones y repercusión en balances y cierres contables.

Residuos y contaminantes. Plan nacional de residuos biológicos (PNRB). Impacto de los mercados en los controles a realizar.

12- Tema: Cadena de valor en la industria láctea. Insumos y salidas como parte de la estructura industrial y comercial nacional.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

<i>Tema</i>	<i>Básica</i>	<i>Complementaria</i>
1-	<i>Se suministrarán links con información actualizada y datos de interés</i>	
2-	(1) (2) (3) (4)	(5)
3-	(1) (2) (3) (4)	
4-	(1) (2) (3) (4)	(11)
5-	(1) (2) (3) (4)	(6)
6-	(1) (2) (3) (4)	(9) (10) (13) (14)
7-	(1) (2) (3) (4)	(7) (8)
8-	(1) (2) (3) (4)	(6)
9-	(1) (2) (3) (4)	
10-	(1) (2) (3) (4)	
11-	(1) (2) (3) (4)	(12)
12-	<i>Se suministrarán links con información actualizada y datos de interés</i>	

### 6.1 Básica

1. *Alais, Charles (1985). Ciencia de la leche. Ed. Reverté SA*
2. *Early, R. y otros. The technology of dairy products (1998). Blackie Academic & Professional*
3. *Robinson, R. K. y otros. Modern dairy technology (1999). Aspen Publishers*
4. *Earle, R.L. Ingeniería de los alimentos (1988). Ed. Acribia SA*

*Se sugiere más de un texto pues no se consigue con uno solo abarcar la temática y objetivos del curso.*

*El texto (1) trata la ciencia de la leche desde una perspectiva química y tecnológica.*

*El texto (4) abarca aspectos de ingeniería básicos enfocados a la industria alimentaria en general.*

*Los textos (2) y (3) desarrollan aspectos de ingeniería (operaciones unitarias, modelados, teoría del control de procesos) aplicados a la industria láctea.*

### 6.2 Complementaria

5. *Won; Jeness; Keeney; Marth. Fundamentals of dairy chemistry (1999). Aspen Publishers*
6. *Spreer, Edgard. Milk and dairy product technology (1998). Ed. Marcel Dekker*
7. *Kurmann, Rasik, Kroger. Encyclopedia of fermented fresh milk products (1992). AVI Book*
8. *Tamine, A; Robinson, R.K. Yogur, ciencia y tecnología (1991). Ed. Acribia SA*
9. *Multon, J.L. Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias alimentarias (1988). Ed. Acribia SA*
10. *Branen; Davison; Salminen. Food Aditives (1990). Ed. Marcel Dekker*
11. *Fox; Mc Sweeney. Dairy Chemistry and Biochemistry (1998). Blackie Academic & Professional*
12. *Watson, David H. Food chemical safety. Volume 1: Contaminants. Woodhead Publishing Limited.*
13. *Emerton, Victoria; Choi Eugenia. Essential Guide to Food Additives. RSC Publishing Third Edition*
14. *Watson, David H. Food chemical safety. Volume 2: Additives. Woodhead Publishing Limited.*

## 7. CONOCIMIENTOS PREVIOS EXIGIDOS Y RECOMENDADOS

### 7.1 Conocimientos Previos Exigidos:

Constituye requisito que el estudiante tenga conocimientos de química y nociones de cálculo. Debe conocer las operaciones unitarias principales y sus fundamentos, así como tener nociones básicas de microbiología y procesos biológicos.

### 7.2 Conocimientos Previos Recomendados:

Todo conocimiento vinculado a la industria de alimentos permitirá lograr un mejor aprovechamiento del curso. Lo mismo aplica a la formación en relación a los servicios requeridos en la industria en general y a los aspectos normativos vigentes.

## ANEXO A

### A1) INSTITUTO

Instituto de Ingeniería Química

### A2) CRONOGRAMA TENTATIVO

Semana 1	Tema 1 (1,5 hs de clase). Tema 2 (1,5 hs de clase)
Semana 2	Tema 2 (3 hs de clase).
Semana 3	Tema 3 (1,5 hs de clase). Tema 4 (1,5 hs de clase)
Semana 4	Tema 4 (3 hs de clase).
Semana 5	Tema 5 (3 hs de clase)
Semana 6	Tema 5 (1,5 hs de clase). Tema 6 (1,5 hs de clase)
Semana 7	Tema 7 (3 hs de clase)
Semana 8	Tema 7 (3 hs de clase)
Semana 9	Tema 8 (1,5 hs de clase). Clase de consulta (1,5 hs de clase)*
Semana 10	Tema 8 (3 hs de clase)
Semana 11	Tema 8 (3 hs de clase)
Semana 12	Tema 9 (3 hs de clase)
Semana 13	Tema 10 (1,5 hs de clase). Tema 11 (1,5 hs de clase)
Semana 14	Tema 11 (1,5 hs de clase). Tema 12 (1,5 hs de clase)
Semana 15	Tema 12 (1,5 hs de clase). Clase de consulta (1,5 hs de clase)*

\* Las clases de consulta podrán variar de semana en función de la fijación de las fechas de parciales.

### A3) MODALIDAD DEL CURSO Y PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN

El curso podrá ser aprobado o exonerado en función del puntaje obtenido en las instancias de calificación.

En caso de aprobarse el curso, pero no exonerarse, se deberá rendir examen con posibilidad de tres instancias mientras el curso sea válido (validez del curso 8 meses).

Se realizarán dos parciales de 40 puntos cada uno.

Se realizará evaluación de actividades realizadas en clase por un valor de 20 puntos (10 en cada período previo al parcial y podrán consistir en análisis de casos, cuestionarios cortos, etc que serán informadas a los estudiantes al comienzo del curso pero que podrán variar año a año.

Sumando las instancias, el puntaje total del curso es de 100 puntos.

La exoneración del curso se logrará al alcanzar un mínimo total de 60 puntos, habiendo obtenido al menos 25 puntos en cada uno de los parciales.

El derecho a rendir examen se logrará al alcanzar un mínimo total de 40 puntos, habiendo obtenido al menos 15 puntos en cada uno de los parciales.

Toda otra situación que no permita adquirir el derecho a rendir examen ocasionará la pérdida del curso.

**A4) CALIDAD DE LIBRE**

Este curso no admite la calidad de libre.

**A5) CUPOS DE LA UNIDAD CURRICULAR\***

Cupos mínimos: 5

Cupos máximos: 30

\*Se adjunta nota con los motivos y el mecanismo de selección de estudiantes.

---

**ANEXO B para la carrera: INGENIERÍA QUÍMICA**

**B1) ÁREA DE FORMACIÓN**

Plan 2000      Actividades integradoras de Ingeniería Química  
Plan 2021      Actividades específicas de Ingeniería Química, sub-área: Avanzadas

**B2) UNIDADES CURRICULARES PREVIAS**

A definir por la Comisión de carrera. En principio se sugieren las siguientes:

Curso:            Examen de Transferencia de Calor y Masa 2  
                      Examen de Tecnologías y Servicios Industriales 1  
                      Curso de Introducción a la Ingeniería Bioquímica

---

Examen:            Curso aprobado de Introducción a la Tecnología de la leche

## Fundamentos de la Tecnología de la leche

### **Fundamentación del cupo de estudiantes que pueden cursar esta Unidad Curricular**

El planteo de la existencia de un cupo mínimo de 5 personas obedece a dos razones:

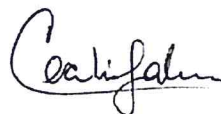
- La modalidad de dictado del curso tiene previstas actividades interactivas en la que se puedan recoger opiniones y propuestas de los estudiantes y la riqueza de estas instancias se vería disminuida en forma importante con menos de cinco estudiantes cursando.
- Entendemos que del dictado de un curso de estas características para menos de 5 participantes representa un mal aprovechamiento de los recursos docentes. En la medida de que se trata de una unidad curricular electiva parece más conveniente dictarla cuando existe un mayor interés por parte de los estudiantes.

El planteo de la existencia de un cupo máximo de 30 personas obedece a las siguientes razones:

- Un número demasiado alto de asistentes también afectaría al aprovechamiento de las actividades interactivas previstas en la modalidad de dictado del curso ya que no se contaría con tiempo suficiente para dar a todos la participación necesaria. También se hace difícil la realización de evaluación de estas instancias.
- Durante la realización del curso se incluye la visita a diferentes plantas de procesamiento y un número elevado de participantes hace inviable su cumplimiento. Se destaca que por tratarse de industrias alimentarias la admisión de visitas es un tema delicado y de implementación compleja.



**Ing. Quím. Anabel Martín**  
Docente Libre  
Instituto de Ingeniería Química  
Fac. de Ingeniería - UDELAR



**Ing. Quím. Cecilia Galain**