

# INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA DE LOS ALIMENTOS

---

Clase 3

2024



FACULTAD DE  
INGENIERÍA

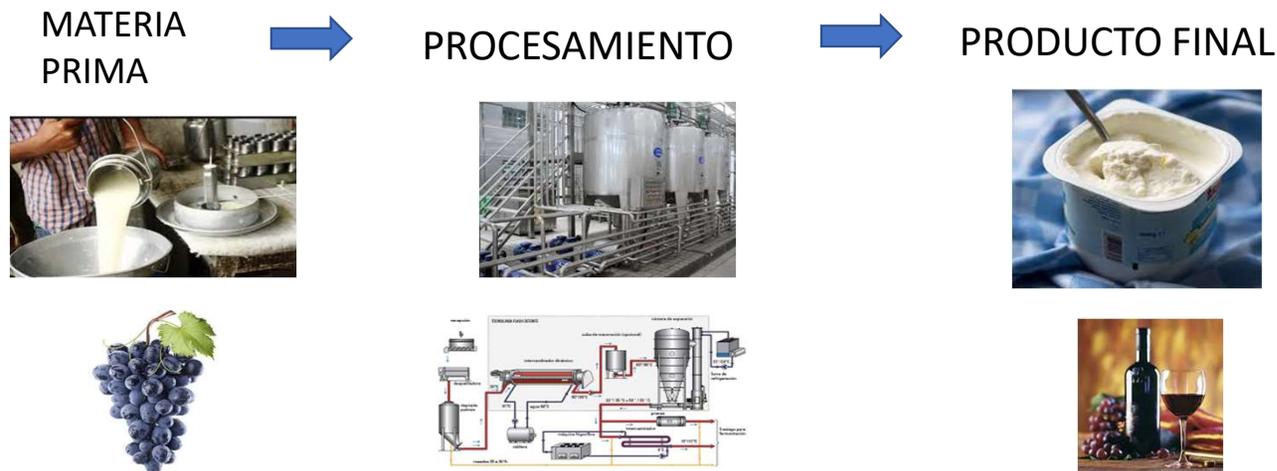


UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

La Ingeniería de Alimentos es una ingeniería de procesos, donde el foco está en los procesos de transformación para la producción de alimentos.

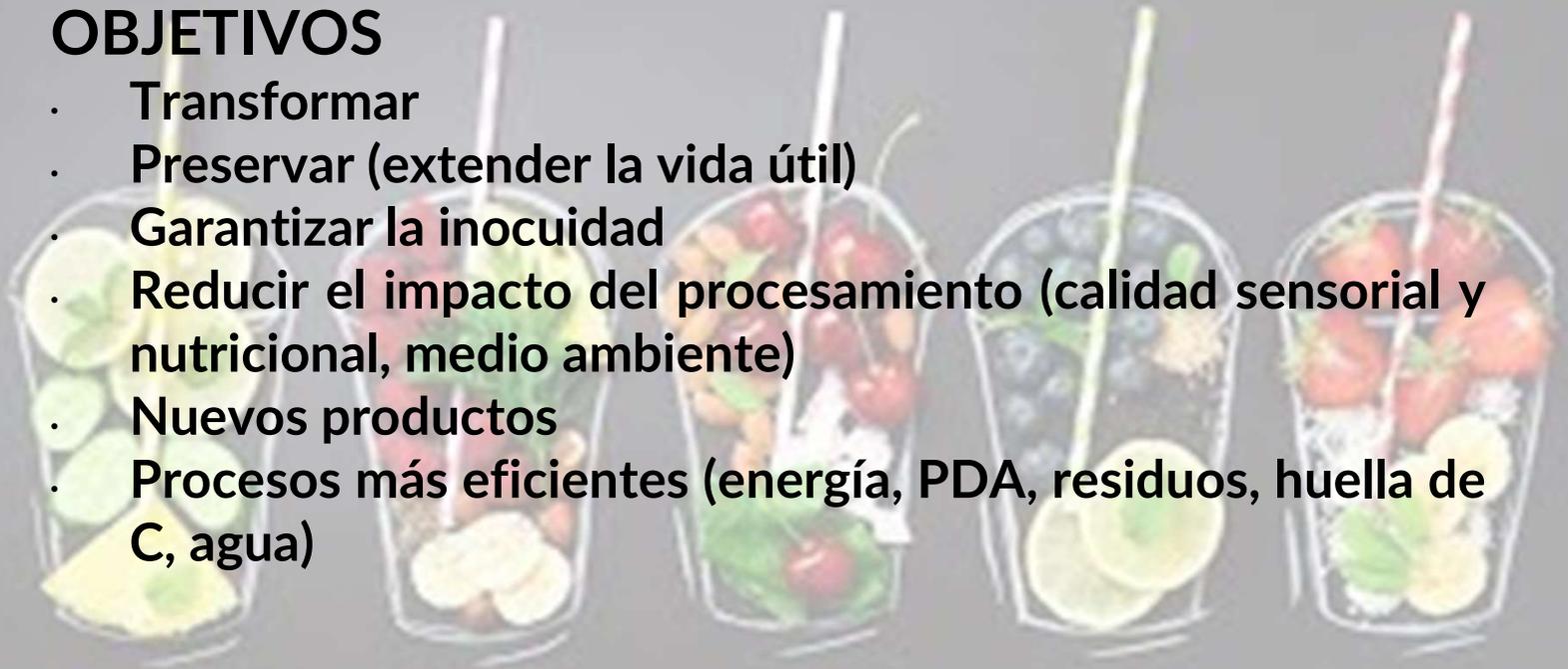
Como tal, tiene un tronco común de conocimientos de ingeniería que comparte con otras ingenierías (con ingeniería química, por ejemplo), pero tiene todo otro conjunto de conocimientos que la diferencian como carrera y área de conocimiento.



# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

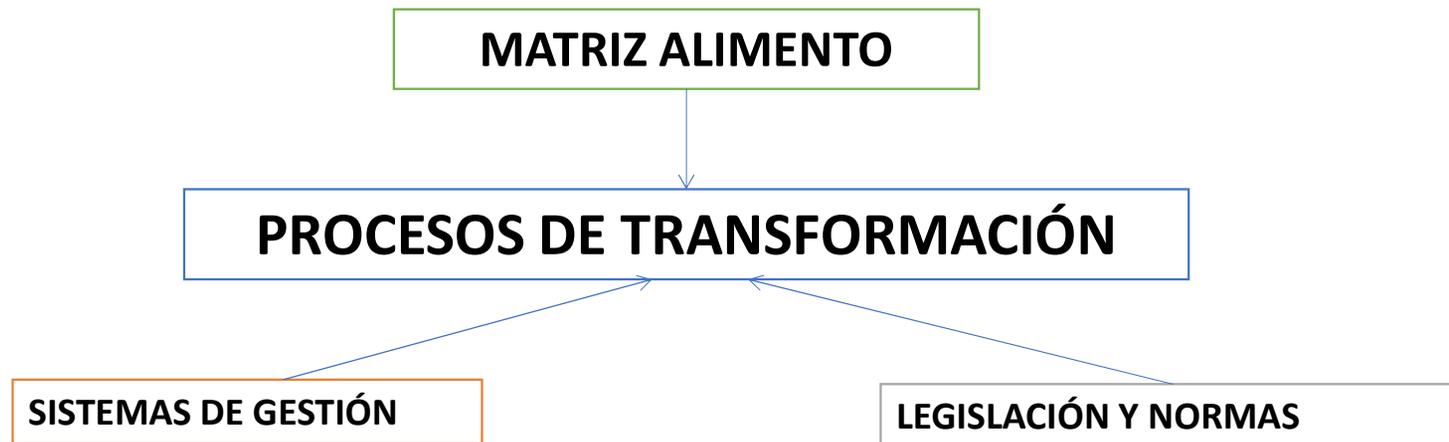
## OBJETIVOS

- Transformar
- Preservar (extender la vida útil)
- Garantizar la inocuidad
- Reducir el impacto del procesamiento (calidad sensorial y nutricional, medio ambiente)
- Nuevos productos
- Procesos más eficientes (energía, PDA, residuos, huella de C, agua)

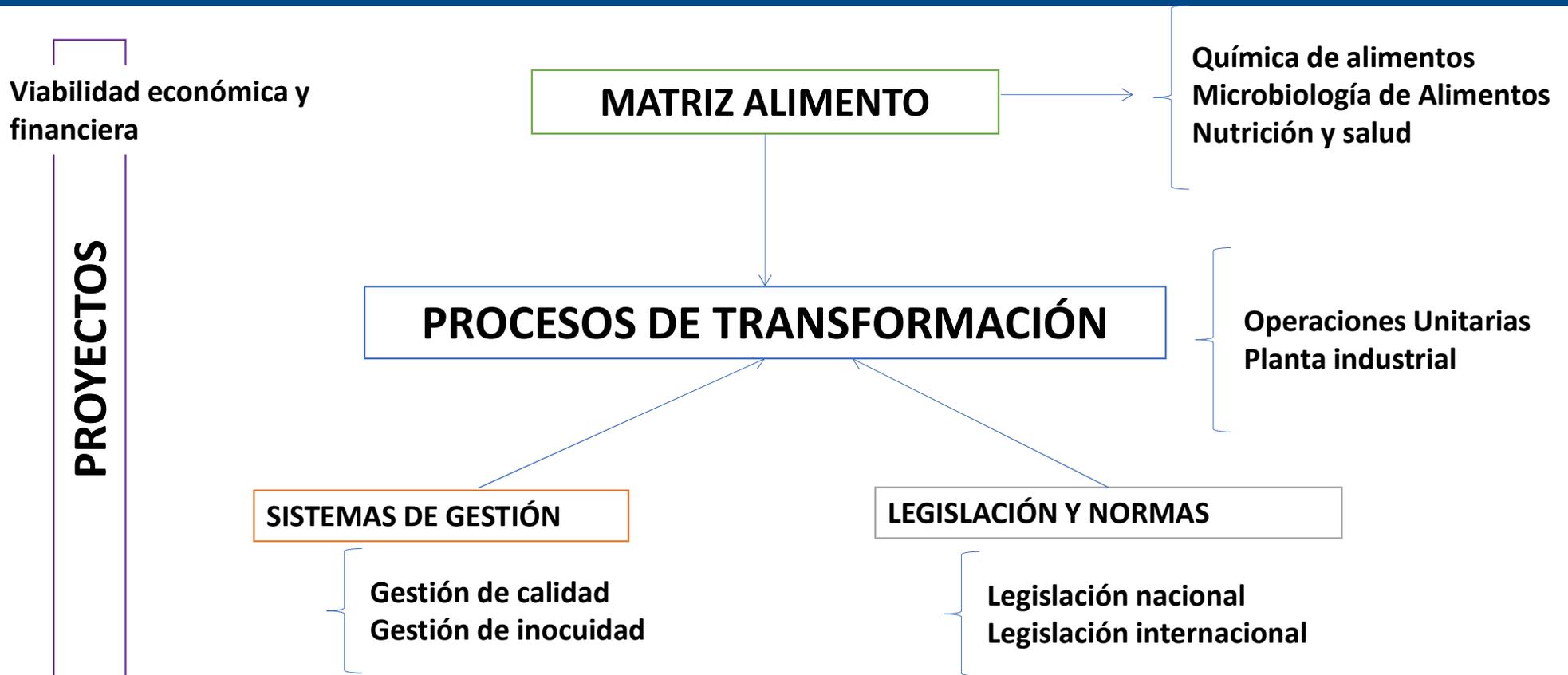


# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

PROYECTOS



# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS



# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

### OPERACIONES UNITARIAS

- Operaciones que tienen principios, ecuaciones y correlaciones en común
- Ha sido una característica distintiva de la Ingeniería Química y de Alimentos

Ejemplos de relevancia en alimentos:

Refrigeración, congelado, secado, evaporación, cocción, pasteurización, esterilización, homogeneización, extrusión, fermentación, envasado, extracción, destilación

### PLANTA INDUSTRIAL

Relativo al diseño de planta industrial, flujos de materia prima, proceso y producto final, higiene de planta y servicios



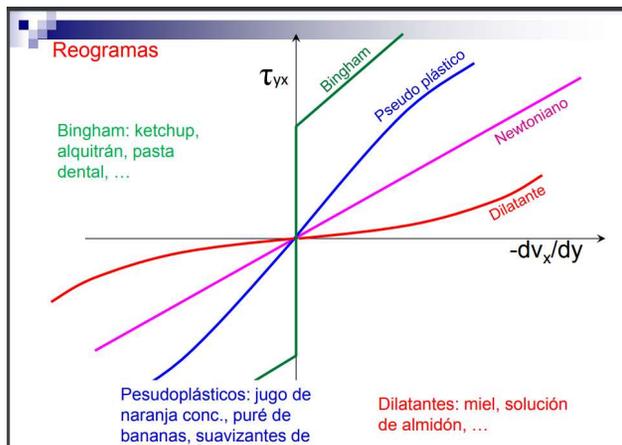
# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

## OPERACIONES UNITARIAS

### TRANSFERENCIA DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO

¿Cómo se mueven los fluidos? Fluidos incompresibles y compresibles. Diseño de tuberías. Impulsores y medidores.



$$\tau_{yx} = -\mu \frac{\partial v_x}{\partial y}$$

Ley de Newton de la viscosidad

Fluidos newtonianos y no newtonianos en alimentos

Impulsores de líquidos y de aire



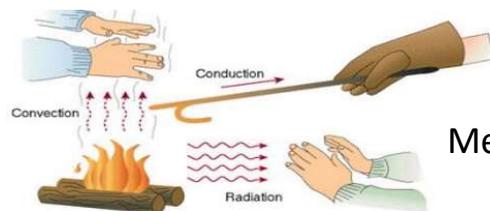
# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

## OPERACIONES UNITARIAS

### TRANSFERENCIA DE CALOR

¿Cómo se calientan o enfrían los fluidos? ¿Qué equipos existen para las operaciones que implican TC? ¿Cómo se dimensionan?



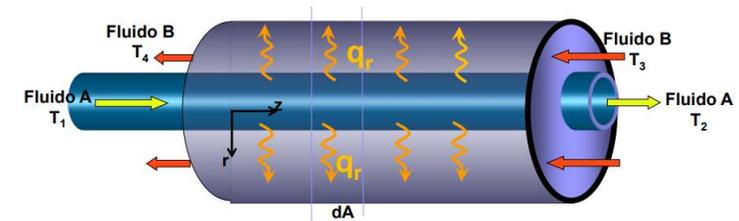
Mecanismos de TC

$$q = h(T_2 - T_1)$$

Coefficiente de transferencia de calor

$$q_S dA = \omega \hat{C}_P dT_m \Rightarrow \int_{A_{transf.}} q_S dA = \int_{T_{m1}}^{T_{m2}} \omega \hat{C}_P dT_m$$

Balances de energía térmica



Intercambiador de calor de camisa y tubos

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

## OPERACIONES UNITARIAS

### TRANSFERENCIA DE MASA

¿Cómo se producen los cambios en la composición de los alimentos durante el procesamiento? ¿Cómo se producen las reacciones químicas?

$$N_A \Big|_{Sup} = k_c |c_{AS} - c_{Am}|$$

Coefficiente de transferencia de masa

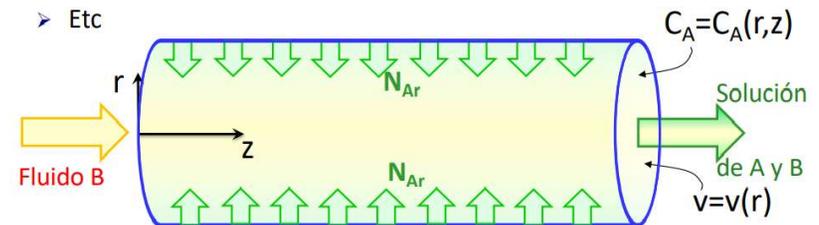
$$\frac{\partial mol_{A_{total}}}{\partial t} = -\Delta(c_A Q) + \int_{ATM} N_A \partial A_{TM} + \int_{Vol} R_A \partial V$$

Balances de masa

Secado tradicional



Evaporación

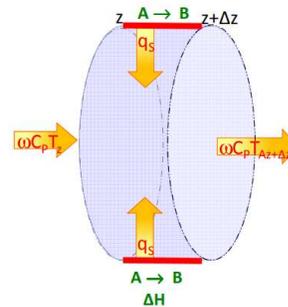
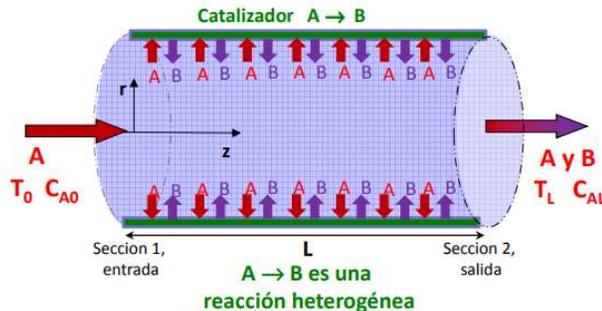


# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

IMPORTANTE:

En la mayoría de los casos la transferencia de calor y masa se da simultáneamente

$$q = h A (T_{aire} - t_{sólido}) = \lambda_{t_s} k_Y A (Y_i - Y_{aire})$$



$$\frac{T_{m_{z+\Delta z}} - T_{m_z}}{\Delta z} = \frac{\pi D q_S}{\omega C_p}$$

$$\frac{\partial T_m}{\partial z} = \frac{\pi D q_S}{\omega C_p}$$

$$q_S = \Delta H \cdot N_{A_S}$$

Donde  $N_{A_S}$  es función de  $z$ .

$$N_{A_S} = k_c (c_{A_m} - c_{A_S})$$

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN

PLANTA INDUSTRIAL

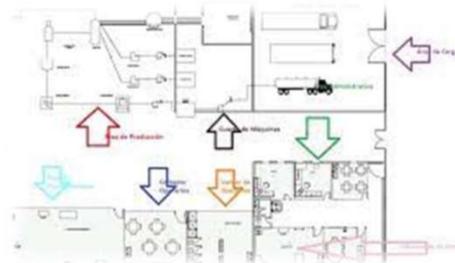
### HIGIENE DE PLANTA

¿Cómo se realizan los procesos de limpieza y desinfección de superficies y equipos para garantizar la inocuidad de los procesos?



### DISEÑO DE PLANTA

Diagrama de flujo, *layout*, contaminación cruzada, FIFO, flujos de materia prima, proceso y producto final



### SERVICIOS

Entender las necesidades de agua, vapor, aire, electricidad, gestión de residuos y el mantenimiento de planta asociado

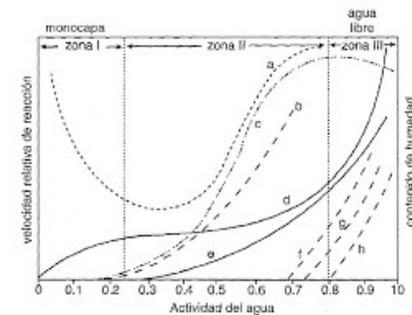


# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

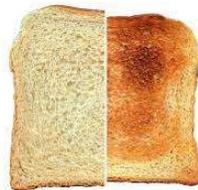
## MATRIZ ALIMENTO

## QUÍMICA DE ALIMENTOS

Concepto	Detalle
Componentes alimentarios: proteínas, carbohidratos, lípidos, componentes bioactivos	Su comportamiento en los alimentos y con el procesamiento
Reacciones de deterioro Reacciones debidas al procesamiento	Oxidación lipídica Reacción de Maillard
Actividad de agua	Definición
Propiedades físicas	Alimentos líquidos, sólidos, semisólidos, polvos, microestructura, textura, reología
Propiedades sensoriales	
Vida útil	Definición
Técnicas analíticas aplicadas a alimentos	



$a_w$  y deterioro



Reacción de Maillard

$$a_w = \frac{P_{vap\text{ agua de la muestra}}(T)}{P_{vap\text{ agua pura}}(T)}$$



Viscosímetro

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## MATRIZ ALIMENTO

## MICROBIOLOGÍA DE ALIMENTOS

Bacterias, hongos y otros microorganismos en diferentes tipos de alimentos: deterioro, patógenos y funcionales



Bacterias lácticas, levaduras, mohos, bacterias acéticas



*Streptococcus thermophilus*  
*Lactobacillus bulgaricus*



*Campylobacter*  
*Clostridium*  
*Escherichia coli*  
*Listeria*  
*Salmonella*  
Norovirus  
*Staphylococcus*  
*Shigella*  
*Vibrio*  
*Yersinia*

Enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs)

Salmonelosis  
Listeriosis  
Cólera  
Diarreas  
Gastroenterocolitis  
Botulismo  
Hepatitis

Técnicas para el análisis microbiológico



# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## MATRIZ ALIMENTO

## NUTRICIÓN Y SALUD

Necesidades nutricionales  
Comportamiento alimentario  
Evaluación nutricional de alimentos  
Biodisponibilidad  
Calidad nutricional

Biomoléculas y su relación con el estado de salud - enfermedad

Alimentos y diabetes, síndrome metabólico, obesidad, cáncer, enfermedades neurodegenerativas, microbiota intestinal

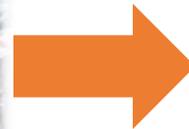


# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## SISTEMAS DE GESTIÓN

¿Para qué sirve la gestión de la calidad y la inocuidad?

Producción



Exportación



Es una exigencia para la industria exportadora



Auditoría



Es una forma de que el cliente tenga garantía de cómo se realizan los procesos y de la calidad del producto final

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## GESTIÓN DE CALIDAD

ISO 9001



Es una norma para la implementación de sistemas de gestión de calidad a nivel de la empresa

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## GESTIÓN DE LA INOCUIDAD

**GMP: Buenas prácticas de manufactura**

**SSOP: Procedimientos operativos estandarizados de sanitización**

**HACCP: Análisis de peligros y puntos críticos de control**

**ISO 22000: Sistemas de Gestión de la Inocuidad de Alimentos**

**FSSC 22000: Food Safety System Certification**

**GFSI: Global Food Safety Initiative**

 **FSSC 22000**

  
Food Safety System  
Certification 22000

Se basa en la ISO 22000 pero suma  
requisitos



- Análisis minucioso del diagrama de flujo del proceso
- Identificación de los peligros relativos a la inocuidad
- Establecimiento de las medidas de control del peligro

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## SISTEMAS DE GESTIÓN

### Certificadoras



Distintas empresas que se dedican a realizar auditorías en industrias alimentarias para verificar cumplimiento de las normas

# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## LEGISLACIÓN Y NORMAS

### Legislación nacional

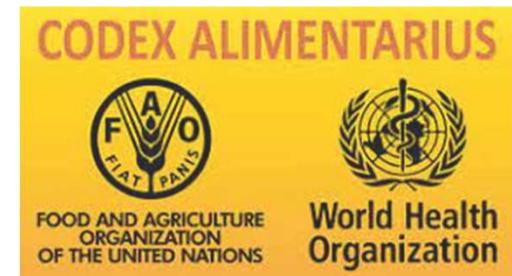


Reglamento Bromatológico Nacional (RBN)



Reglamento Técnico Mercosur

### Legislación internacional



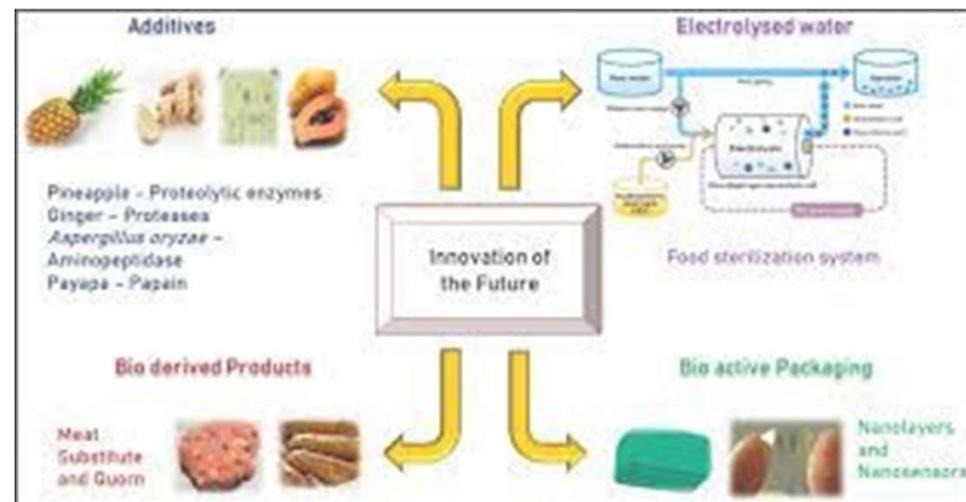
- Conjunto de normas, directrices y códigos de prácticas
- Las normas del Codex garantizan que los alimentos sean saludables y puedan comercializarse



# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## OTROS CONCEPTOS QUE YA SON IMPORTANTES

Procesos biotecnológicos aplicados a producción y análisis de alimentos



# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## OTROS CONCEPTOS QUE YA SON IMPORTANTES

Conocimiento del consumidor:  
comportamiento, redes  
sociales, neurociencia, relación  
entre propiedades sensoriales y  
propiedades físicas



# CONCEPTOS CLAVE EN INGENIERÍA DE ALIMENTOS

## 10 CLAVES PARA ENTENDER O PARA LA ING DE ALIMENTOS

Aw y humedad

Vida útil

Microbiología de alimentos, inocuidad

Química y análisis de alimentos

Alimentos y salud: nutrición, ultraprocesados, funcionales, toxicología

Procesos de preservación: tratamientos térmicos y no térmicos, refrigeración, congelado

Biotecnología

Pérdidas y desperdicios y otras cuestiones ambientales

Alimentos de consumo masivo: pan, café, agua

Gestión de calidad, normas, auditorías

Legislación alimentaria: nacionales, codex, OMS

Relación con el consumidor