

2025

Manual de Diseño de Procesos Agroindustriales



Octavo Semestre

PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	08:00-12:00	Práctica 1: Diagrama de Flujo de Proceso
Martes	08:00-12:00	Práctica 2: Clasificación de los Fluidos
Miércoles	08:00-12:00	Práctica 3: Balance Masa
jueves	08:00-12:00	Práctica 4: Estimación de Precios de Venta

MATERIAL NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Práctica	Materiales
1	Computadora Lápiz Crayones o marcadores Regla
2	Lápiz Calculadora Hojas en blanco
3	1 Olla de 2 Litros 3 cuchillos de varios tamaños Paletas para mezclar Recipientes para envasar de vidrio 1.5 kg de piña 3 litros de agua 1 kg de azúcar 5 gramos de pectina 2 gramos de ácido cítrico 1 licuadora 1 estufa eléctrica Bata de Laboratorio 1 Par Guantes 1 redecilla o cofia Lápiz Calculadora Hojas en blanco
4	Lápiz Calculadora Hojas en blanco Computadora

INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LAS PRÁCTICAS

Para la realización adecuada de las prácticas deberán atenderse las siguientes indicaciones:

1. Presentarse puntualmente a la hora del inicio del laboratorio y permanecer durante la duración de este.
2. Realizar las actividades y hojas de trabajo planteadas durante la práctica.
3. Participación y cuidado de cada uno de los integrantes del grupo en todo momento de la práctica.
4. Conocer la teoría, (leer el manual antes de presentarse a cada práctica).
5. **No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio**, Si tiene llamadas laborales deberá atender las mismas únicamente en el horario de receso.
6. Si sale del salón de clases sin la autorización del docente perderá el valor de la práctica.
7. No puede atender visitas durante la realización de la práctica.
8. El horario de receso es únicamente de 15 minutos.
9. **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros (as).**

La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.

Considere que se prohíbe terminantemente comer, beber y fumar. Éstos también serán motivos para ser retirado de la práctica.

Recuerde que para tener derecho al punteo y aprobar el curso deberá presentarse a las prácticas y realizar las evaluaciones en línea, las cuales estarán habilitadas **del 27 de octubre 2025 a las 8:00 al 31 de octubre 2025 a las 18:00 horas.**

INFORME DE PRÁCTICA

Las secciones de las cuales consta un informe, el punteo de cada una y el orden en el cual deben aparecer son las siguientes:

- a) Resultados
- b) Resumen de la práctica
- c) Conclusiones

Si se encuentran dos informes parcial o totalmente parecidos se anularán automáticamente dichos reportes.

- a. **RESULTADOS:** Es la sección en la que se presentan de manera clara y objetiva los datos obtenidos a partir de la práctica realizada.
- b. **RESUMEN DE LA PRÁCTICA:** Esta sección corresponde al contenido del informe, aquello que se ha encargado realizar según las condiciones del laboratorio.
- c. **CONCLUSIONES:** Constituyen la parte más importante del informe. Son las decisiones tomadas, respuestas a interrogantes o soluciones propuestas a las actividades planteadas durante la práctica.

DETALLES FÍSICOS DEL INFORME

- El informe debe presentarse en hojas de papel bond **tamaño carta**.
- Cada sección descrita anteriormente, debe estar debidamente identificada y en el orden establecido.
- Todas las partes del informe deben estar escritas a mano **CON LETRA CLARA Y LEGIBLE**, a menos que se indique lo contrario.
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

IMPORTANTE:

Los informes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica al entrar al laboratorio **SIN EXCEPCIONES**. Todos los implementos que se utilizarán en la práctica se tengan listos antes de entrar al laboratorio pues el tiempo es muy limitado. Todos los trabajos y reportes se deben de entregar en la semana de laboratorio no se aceptará que se entregue una semana después.

PRÁCTICA No. 1

DIAGRAMAS DE FLUJO DE PROCESO

1. Propósitos de la Práctica:

- 1.1. Definir y conocer un diagrama de flujo de un proceso.
- 1.2. Identificar la simbología de un diagrama de flujo de un proceso.
- 1.3. Realizar diagramas de flujo para un proceso industrial

2. Marco teórico:

El estudio y análisis de procesos productivos se realizan mediante diagramas, los cuales se utilizan con frecuencia para estimar tiempos, costos y recursos del proceso de producción, entre otros. Los diagramas relativos a un proceso muestran la secuencia cronológica de todas las operaciones que ocurren durante un proceso productivo, mientras que los diagramas relativos a un operario analizan los tiempos y movimientos de las personas que manipulan la materia prima y la convierten en un producto terminado. Para poder realizar un diagrama acertado y acorde a las necesidades del proceso se deben conocer los conceptos básicos sobre diagramas relativos a los mismos, así como los relativos a los operarios y todo lo referente a estudios de tiempos a considerar en cada fase de la producción. Por otro lado, el balance de líneas nos permite asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos a través de los procesos de la planta el cual busca la eficiencia en los flujos de la materia prima, tiempo humano, energía y mano de obra. El estudio de los tiempos y los tipos de jornadas laborales son algunos de los factores importantes a tomar en cuenta para la optimización de todos los procesos y con ello maximizar nuestros beneficios económicos.

▪ Diagrama de flujo:

Los diagramas de flujo también conocidos como **flujogramas** son una representación gráfica mediante la cual se representan las distintas operaciones de que se compone un procedimiento o parte de él estableciendo su secuencia cronológica. Clasificándolos mediante símbolos según la naturaleza de cada cual, es decir, son una mezcla de símbolos y explicaciones que expresan secuencialmente los pasos de un proceso de forma tal que este se comprenda más fácilmente.

Se les llama diagramas de flujo porque los símbolos utilizados se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia de la operación, esto quiere decir que, es la representación simbólica de los procedimientos administrativos. Esta herramienta es de gran utilidad para una organización, debido a que su uso contribuye con el desarrollo de una mejor gestión institucional, en aspectos como:

- Muestran de manera global la composición de un proceso o procedimiento por lo que favorecen su comprensión al mostrarlo como un dibujo. El cerebro humano reconoce fácilmente los dibujos. Un buen diagrama de flujo reemplaza varias páginas de texto.
- Permiten identificar problemas tales como cuellos de botella o posibles duplicidades que se presentan durante el desarrollo de los procedimientos, así como las responsabilidades y los puntos de decisión.
- Facilitan a los funcionarios el análisis de los procedimientos, mostrando gráficamente quién proporciona insumos o recursos y a quién van dirigidos.
- Sirven como herramienta para capacitar a los nuevos funcionarios, y de apoyo cuando el titular responsable del procedimiento se ausenta, de manera que otra persona pueda reemplazarlo. La creación del diagrama de flujo es una actividad que agrega valor, pues el proceso que representa está disponible para ser analizado, no sólo por quienes lo llevan a cabo, sino también por todas las partes interesadas que aportarán nuevas ideas para cambiarlo y mejorarlo.

Este es un recurso que constituye un elemento de juicio invaluable para individuos y organizaciones de trabajo; porque así pueden percibir en forma analítica y detallada la secuencia de una acción, lo que contribuye sustancialmente a conformar una sólida estructura de pensamiento que fortalece su capacidad de decisión.

Para que no exista un lenguaje incoherente y se evite transmitir errores en el proceso productivo, los diagramas de flujo del proceso utilizan sus propios símbolos (ver tabla I).

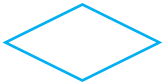
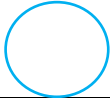
Nombre	Símbolo	Función
Inicio/ Fin		Representa el inicio y final de un proceso
Proceso		Representa la actividad llevada a cabo
Entrada/Salida		Representa información que ingresa o sale del sistema
Decisión		Indica un punto de toma de decisiones
Líneas de Flujo		Indica el orden y el sentido del flujo del proceso
Conector		Se utiliza para conectar diversas partes del diagrama que están en lugares separados.
Documento		Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento
Retraso/Demora		Almacenamiento: indica depósito o resguardo de productos, regularmente es con materia prima o producto terminado.
Base de Datos		Representa la grabación de datos.

Tabla I. Simbología utilizada para los diagramas de flujo.

Un diagrama de flujo está compuesto por dos secciones principales:

1. Encabezado

En esta sección se incluye la información que identifica y da contexto al diagrama. Debe contener:

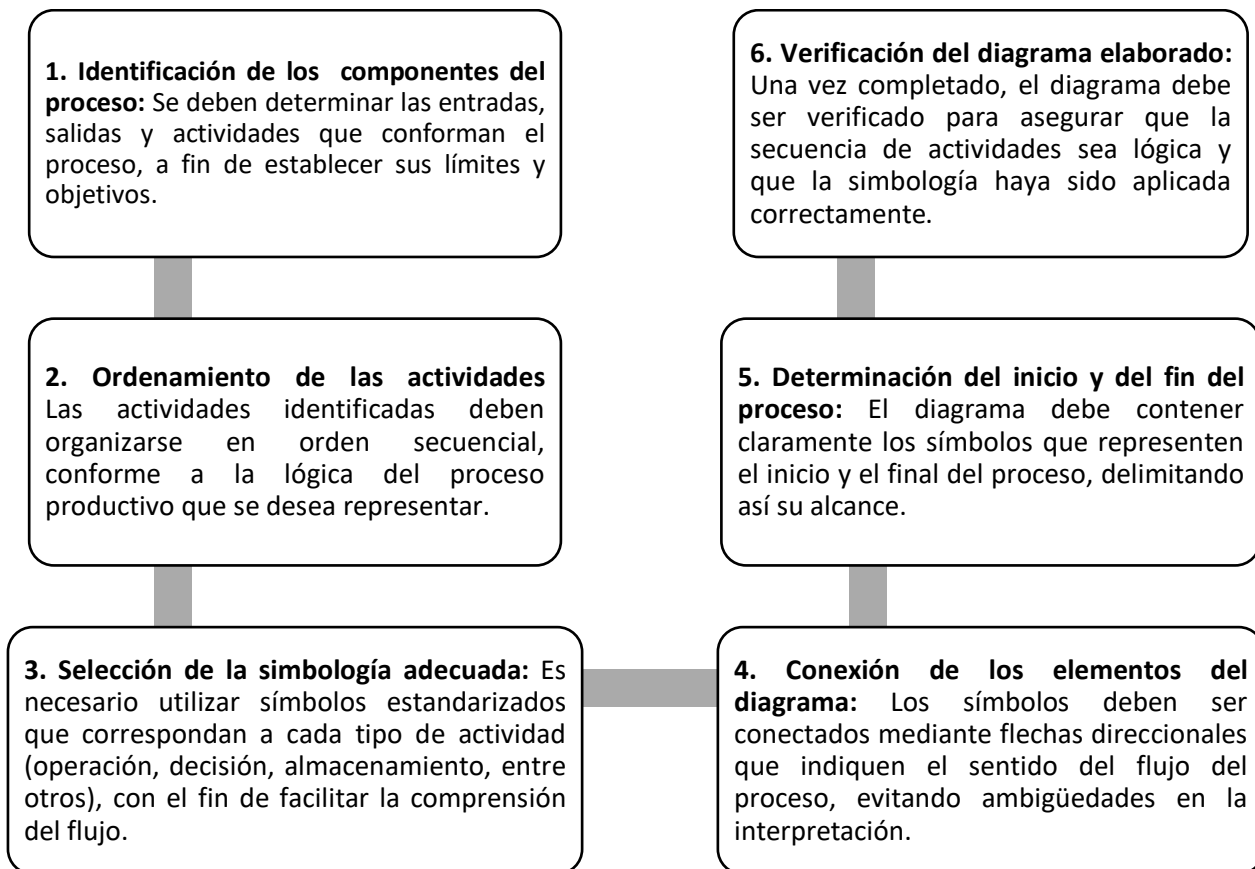
- Nombre del proceso
- Departamento o área responsable
- Nombre de quien elabora el diagrama
- Fecha de elaboración
- Responsable del proceso
- Número de hoja (en caso de ser varias páginas)

2. Cuerpo del Diagrama

En esta sección se representa gráficamente el proceso, utilizando símbolos estandarizados conectados por flechas que indican la secuencia de las actividades. El cuerpo del diagrama debe contener lo siguiente:

- **Símbolos adecuados:** Utilizar la simbología correcta para cada tipo de operación (inicio, proceso, decisión, entrada/salida, etc.).
- **Flujo secuencial:** Las actividades deben conectarse mediante flechas que indiquen el orden lógico del proceso.
- **Descripciones claras:** Cada símbolo debe incluir una breve descripción de la actividad que representa, preferentemente escrita dentro del símbolo.
- **Inicio y fin del proceso:** Se deben identificar claramente los puntos de inicio y finalización del proceso.

Pasos para realizar un diagrama de flujo de un proceso:

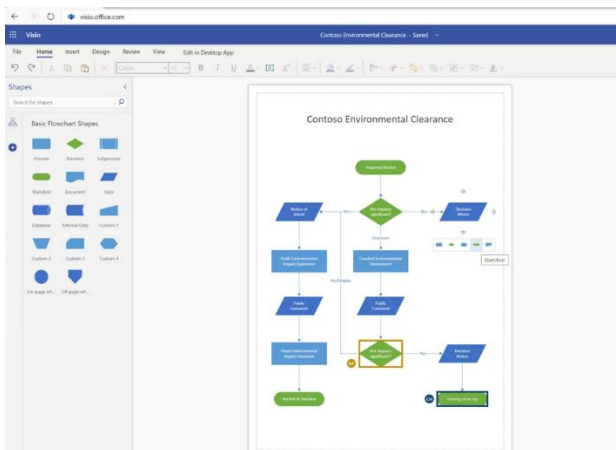


Herramientas para la elaboración de diagramas de flujo

La elaboración de diagramas de flujo no requiere herramientas complejas ni costosas. Una vez definido el proceso que se desea representar, el diagrama puede elaborarse de manera sencilla utilizando papel y lápiz, lo cual resulta útil durante la etapa de análisis inicial o para trabajos de campo.

Asimismo, existen diversos recursos digitales que permiten construir diagramas de manera más precisa y profesional. Entre las herramientas más comunes se encuentran:

- **Microsoft Visio:** Software especializado en diagramación con amplias funcionalidades, utilizado frecuentemente en entornos profesionales.



- **Lucidchart:** Plataforma en línea con interfaz intuitiva y funciones de colaboración en tiempo real.



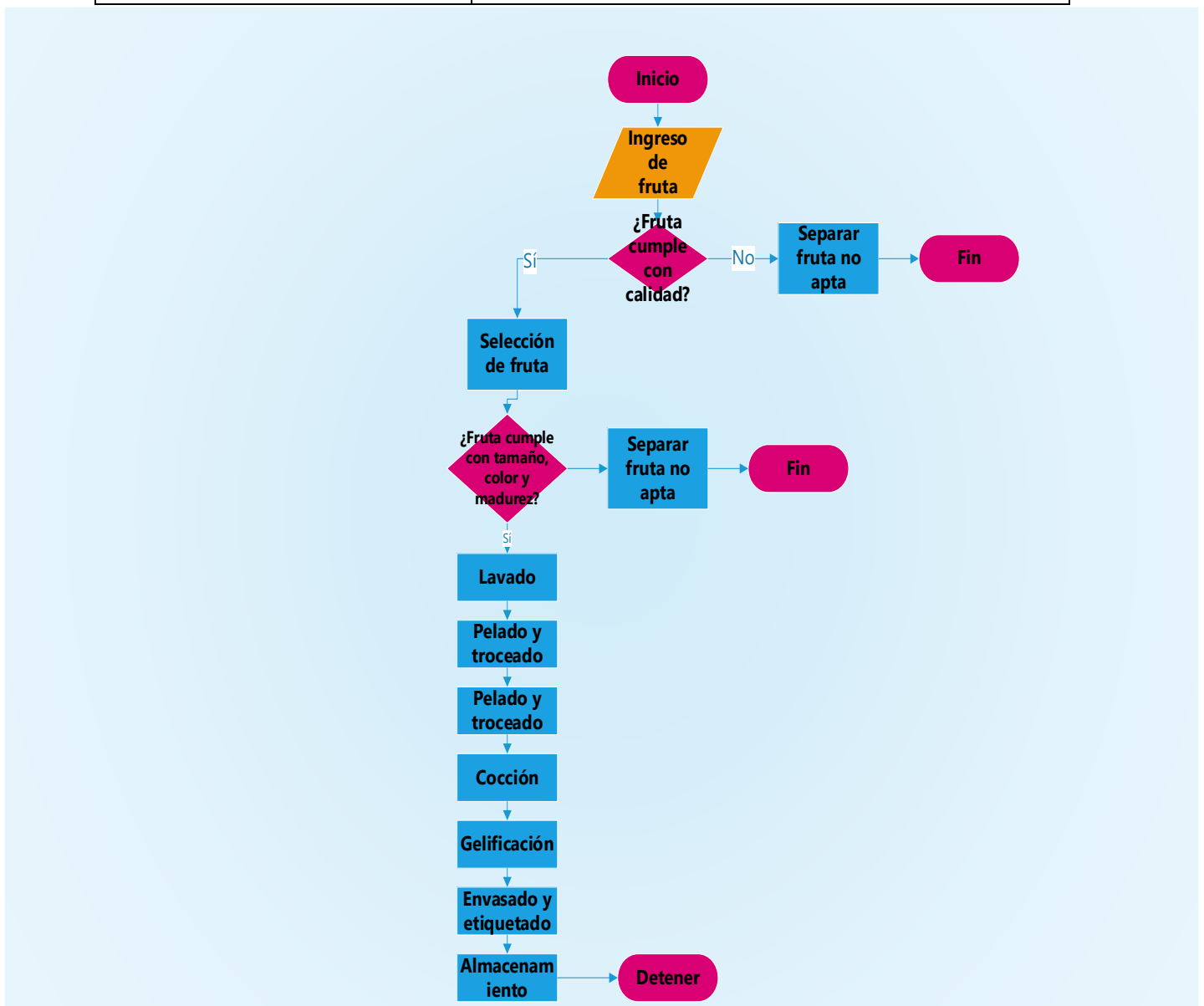
- **Canva:** Herramienta en línea orientada al diseño gráfico, que incluye plantillas para diagramas básicos.
- **Microsoft Word:** Procesador de texto que permite insertar formas y líneas para construir diagramas simples de forma manual.

La elección de la herramienta dependerá del propósito del diagrama, los recursos disponibles y el nivel de formalidad requerido en la presentación del proceso.

3. Ejemplo de la realización de un diagrama de flujo:

Ejemplo.1: El diagrama de flujo es una herramienta muy versátil para representar el desarrollo de actividades de determinado proceso, la siguiente figura representa el diagrama de flujo para elaboración de mermelada.

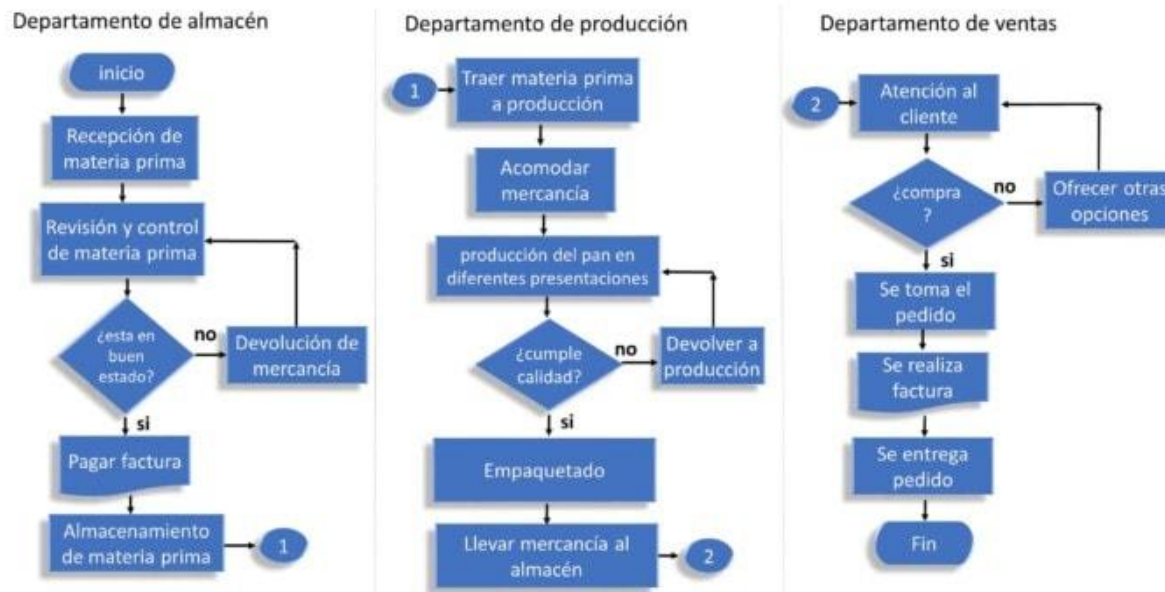
 UNIVERSIDAD RURAL DE GUATEMALA	Elaboración de Mermelada		Código: AP001
			Página 8 de 1
Departamento: Producción	Fecha: Julio/2025		
Responsable del proceso: Ing. Bárbara Rivas	Elaboración: Supervisor de Producción.		



HOJA DE TRABAJO NO. 1

1. A continuación, se presenta un diagrama de flujo correspondiente a un proceso productivo.

Diagrama de flujo en la producción de pan



Con base en su análisis, se solicita responder las siguientes preguntas:

- Número total de operaciones:
- Número total de decisiones:
- Número total de documentos utilizados o generados:
- Número total de demoras o almacenamientos temporales:
- Número total de entradas/salidas (de datos, materiales o energía):
- Propuesta de mejora:** Con base en el análisis del proceso representado, indique una posible mejora que podría implementarse para optimizar tiempo, recursos o calidad en la producción del pan.

2. Con base en la lectura del caso que se presenta, se debe elaborar un diagrama de flujo:

Caso técnico: Proceso de obtención de azúcar en un ingenio azucarero

En un ingenio azucarero se produce azúcar a partir de caña. El proceso inicia con la recepción de la caña, la cual se documenta mediante un registro de ingreso. Posteriormente, se efectúa una inspección de calidad. Si la caña no cumple con los parámetros, se genera un reporte de rechazo y se devuelve. Si cumple, se dirige a almacenamiento temporal, en espera de su turno para molienda (demora).

La caña pasa por un proceso de limpieza, seguido de la molienda, donde se extrae el jugo. El bagazo se separa y se envía como residuo aprovechable (salida). El jugo se somete a un análisis de calidad. Si el resultado no es satisfactorio, se recircula al inicio de la clarificación.

El jugo aceptado se clarifica mediante calentamiento y adición de reactivos, luego se concentra por evaporación, pasa a cristalización y posteriormente a centrifugado, donde se separa la miel madre. El azúcar húmeda se dirige a secado, luego a empaque y pesaje, generando un documento de control de lote, y finalmente se almacena para distribución.

3. Se debe seleccionar un producto agroindustrial (distinto al caso anterior) y realizar lo siguiente:

a. Nombre del producto seleccionado:

b. Desglose al menos seis etapas del proceso productivo:

c. Elaboración del diagrama de flujo correspondiente (puede entregarse en hoja anexa o en formato digital).

PRÁCTICA No. 2:

CLASIFICACIÓN DE LOS FLUIDOS

1. Propósitos de la Práctica:

- 1.1 Reconocer las características que puede poseer un fluido
- 1.2 Determinar el número de Reynolds
- 1.3 Analizar las propiedades de un Flujo Laminar
- 1.4 Analizar las propiedades de un Flujo Turbulento

2. Marco Teórico:

Numero de Reynolds:

Es un número adimensional utilizado en mecánica de fluidos, diseño de reactores y fenómenos de transporte para caracterizar el movimiento de un fluido. Su valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

El número de Reynolds (Re) es un parámetro adimensional cuyo valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

El número de Reynolds depende de la velocidad del fluido, del diámetro de tubería, o diámetro equivalente si la conducción no es circular, y de la viscosidad cinemática o en su defecto densidad y viscosidad dinámica.

En una tubería circular se considera:

- $Re < 2300$ El flujo sigue un comportamiento laminar.
- $2300 < Re < 4000$ Zona de transición de laminar a turbulento.
- $Re > 4000$ El fluido es turbulento.

Determinación del Número de Reynolds:

La ecuación que se utiliza para calcular el número de Reynolds en un conducto de sección transversal circular es:

$$Re = \frac{\text{Fuerzas Inerciales}}{\text{Fuerzas Viscosas}} = \frac{\rho * D * v}{\mu} = \frac{v * D}{V}$$

Donde:

ρ = Densidad del fluido

v = Velocidad del fluido

V = Viscosidad cinemática del fluido

μ = Viscosidad dinámica del fluido

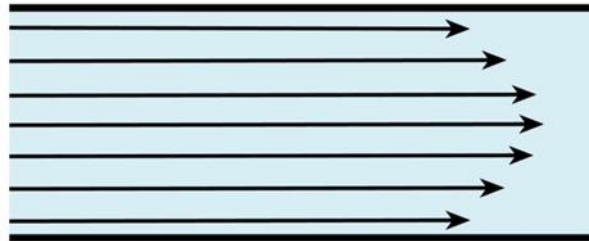
D = Diámetro interno de la tubería

Flujo laminar:

En la dinámica de fluidos, el flujo laminar se caracteriza por trayectorias suaves o regulares de partículas del fluido, en contraste con el flujo turbulento, que se caracteriza por el movimiento irregular de las partículas del fluido. El fluido fluye en capas paralelas (con una mezcla lateral mínima), sin interrupción entre las capas. Por lo tanto, el flujo laminar también se conoce como flujo aerodinámico o flujo viscoso.

El término flujo de línea de corriente es descriptivo del flujo porque, en el flujo laminar, las capas de agua que fluyen unas sobre otras a diferentes velocidades, prácticamente sin mezclarse entre capas, las partículas de fluido se mueven en rutas o líneas de corriente definidas y observables.

Cuando un fluido fluye a través de un canal cerrado como una tubería o entre dos placas planas, puede ocurrir cualquiera de los dos tipos de flujo (flujo laminar o flujo turbulento) dependiendo de la velocidad, la viscosidad del fluido y el tamaño de la tubería (o en el número de Reynolds). El flujo laminar tiende a ocurrir a velocidades más bajas y alta viscosidad.



Flujo Turbulento:

En la dinámica de fluidos, el flujo turbulento se caracteriza por el movimiento irregular de partículas (se puede decir caótico) del fluido. A diferencia del flujo laminar, el fluido no fluye en capas paralelas, la mezcla lateral es muy alta y hay una interrupción entre las capas. La turbulencia también se caracteriza por recirculación, remolinos y aleatoriedad aparente. En el flujo turbulento, la velocidad del fluido en un punto está experimentando cambios continuos tanto en magnitud como en dirección.

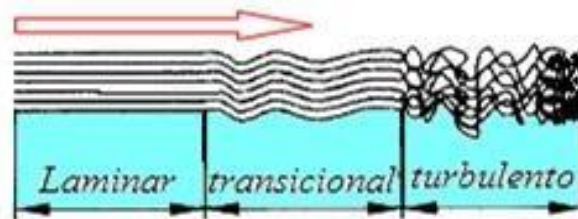
El conocimiento detallado del comportamiento del régimen de flujo turbulento es importante en ingeniería, porque la mayoría de los flujos industriales, especialmente los de ingeniería nuclear, son turbulentos. Desafortunadamente, el carácter altamente intermitente e irregular de la turbulencia complica todos los análisis. De hecho, a menudo se dice que la turbulencia es el "último problema no resuelto en la física matemática clásica".



Flujo Transicional:

Flujo en transición: es aquel en el que hay algunas fluctuaciones intermitentes del fluido en un flujo laminar, aunque no es suficiente para caracterizar un flujo turbulento.

Es el flujo comprendido entre el flujo laminar y turbulento, realmente es el paso de flujo laminar a flujo turbulento.



3. Ejemplo determinación del número de Reynolds y clasificación del tipo de flujo.

Supongamos que tenemos un flujo de agua a través de una tubería con un diámetro de 0.1 m, y una velocidad de 2 m/s. La densidad del agua es aproximadamente 1000 kg/m³ y su viscosidad dinámica es de 0.001 kg/m-s

$$Re = \frac{\rho * V * L}{\mu} = \frac{1000 * 2 * 0.1 (\text{agregar dimensionales})}{0.001} = \frac{200}{0.001} = 200,000$$

En este caso, el número de Reynolds sería 200,000. El flujo es turbulento

El número de Reynolds se utiliza para determinar si el flujo es laminar o turbulento. En general, para flujos con un número de Reynolds menor a 2,000 se considera laminar, entre 2,000 y 4,000 puede ser una transición, y por encima de 4,000 se considera turbulento. Sin embargo, estos valores pueden variar dependiendo del contexto y la geometría del objeto o tubería

HOJA DE TRABAJO No. 2

Instrucciones: Realizar los siguientes problemas y escribir con lapicero la respuesta que se le pide.

1. Un conducto de 2 pulgadas de diámetro transporta glicerina a 3 m/s a 25 °C. ¿El flujo es laminar o turbulento?
2. Para una tubería con un diámetro interior de 2.067 pulgada, fluye agua a 303 kelvin, con una velocidad de 10 gal/min. Calcule el número de Reynolds.
3. Determine si el flujo es laminar o turbulento si fluye glicerina a 25°C en una tubería cuyo diámetro interno es de 150mm. La velocidad promedio del flujo es de 3.6 m/s.
4. Determine si el flujo es laminar o turbulento, si circula agua a 70°C en un tubo de cobre de 1pulg de diámetro interno. A razón de 285 L/min.
5. ¿Cuál es la diferencia entre un flujo másico y un volumétrico?
6. ¿Qué es la densidad de un Fluido?
7. ¿Qué es la viscosidad de un Fluido?
8. ¿Qué relación existe entre el área de sección transversal de una tubería con la velocidad lineal de un fluido?
9. ¿Qué es un fluido?
10. ¿Qué tipos de fluidos existen y defina cada uno de ellos?

Problema No. 1:

Se desea determinar el número de Reynolds para el flujo de aire a través de un conducto de 5 cm de diámetro a una velocidad media de 10 m/s. La densidad del aire es 1.2 kg/m^3 y su viscosidad dinámica es 0.000018 kg/m-s .

Problema No. 2:

Se tiene un tanque cilíndrico lleno de aceite (densidad $\rho=850 \text{ kg/m}^3$) con un diámetro de 2 metros. El aceite fluye hacia fuera del tanque a través de un tubo de 10 cm de diámetro y una longitud de 5 metros. La viscosidad dinámica del aceite es $\mu=0.08 \text{ kg/m-s}$. La velocidad media del flujo de aceite en el tubo es de 3 m/s.

PRÁCTICA No.3:

BALANCE DE MASA

1. Propósitos de la práctica:

- 1.1. Determinar que es un balance de masa.
- 1.2. Identificar la ecuación general del balance de masa.

2. Marco Teórico:

Balance de Masa:

Un balance de masa o de materiales es una secuencia de cálculos que permite llevar la cuenta de todas las sustancias que intervienen en un proceso de transformación, satisfaciendo la ley de la conservación de la masa, la cual establece que la materia se transforma, pero no se crea ni se destruye. Un balance de materia es, pues, una contabilidad de los materiales que toman parte del proceso.

Las sustancias pueden entrar, salir, producirse, acumularse o consumirse durante el proceso.

Para realizar los cálculos de balances de masa, es necesario recolectar información bien sea de las cantidades (en masa, en moles o en volumen) de las sustancias participantes o de los flujos de las mismas (velocidades másicas, molares o volumétricas), como también de las composiciones de las mezclas y de las condiciones de operación principalmente las presiones y las temperaturas.

Proceso:

Se entiende por proceso cualquier conjunto de operaciones que produce una transformación física o química en una sustancia o en un grupo de sustancias. Todas las sustancias que ingresan en un proceso reciben el nombre de alimentación o entrada, mientras que las que emergen del proceso se llaman producto o salida.

Un proceso puede estar constituido por varias unidades de proceso, recibiendo este nombre cualquier aparato o sitio donde se lleve a cabo una operación de transformación.

Clasificación de los procesos:

Los procesos químicos se clasifican de dos maneras: la primera, teniendo en cuenta los flujos de las corrientes que intervienen en el proceso, y la segunda, considerando los cambios de las variables de proceso, con relación al tiempo, en cualquier punto del mismo.

Según la primera consideración, se clasifican así: intermitentes (batch) que son aquellos en los cuales la alimentación se introduce en el equipo, se realiza el proceso y por último se retira el producto; continuos en los cuales permanentemente entra alimentación y sale producto del proceso; semi intermitentes siendo aquellos que no se pueden clasificar ni como continuos ni como intermitentes. Atendiendo la segunda consideración, se clasifican como estacionarios, o en régimen permanente, cuando no cambian considerablemente con el tiempo las variables de proceso (temperaturas, presiones, volúmenes, velocidades de flujo) en un determinado punto del proceso y transitorios que son aquellos procesos en los

cuales alguna variable cambia con el tiempo. Los procesos intermitentes y semi intermitentes son transitorios y los procesos continuos pueden ser transitorios o estacionarios.

Ecuación General de Balance de Masa:

Una manera más simple de visualizar un balance de masa, es verlo como un conteo total de todas las entradas y salidas de masa a un sistema, así como la acumulación de ésta (de existir en el sistema a estudiar).

Los balances de masa son muy importantes, ya que son la base para cálculos mucho más avanzados, además de darnos información sobre las concentraciones másicas de las tuberías que forman parte del estudio y calcular por ende los tamaños de los equipos que forman parte de un proceso, de modo que permiten estimar costos.

Sistema Abierto:

$$\begin{aligned} \sum \text{masa que se acumula en el sistema} \\ &= \sum \text{masa que entra en el sistema} + \sum \text{masa producido en el sistema} \\ &- \sum \text{masa que sale del sistema} - \sum \text{masa producida en el sistema} \end{aligned}$$

Sistema estacionario:

$$\sum \text{masa que entra al sistema} = \sum \text{masa que sale del sistema}$$

Corrientes:

Las corrientes representan la entrada y salida de masa a los sistemas. Se representan como líneas con flechas que indican el sentido del flujo (si entra o sale). Las corrientes son muy importantes en el balance de masa, ya que permiten obtener datos y calcular valores de entrada o salida de un sistema al aplicar el balance, así como también, caracterizar tanto las entradas como las salidas de masa de un sistema.

Balance de masa

Ley de conservación de la materia

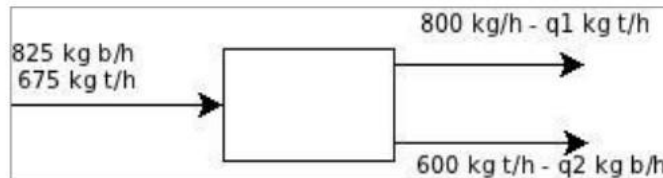
La masa no se crea ni se destruye, sólo se transforma



Definición del balance
Entradas - salidas = acumulación

3. Ejemplos de Balance de Masa:

1. 1500 kg/h de una mezcla de benceno y tolueno que contiene 55% en masa de benceno se separan, por destilación, en dos fracciones. La velocidad de flujo másico del benceno en la parte superior del flujo es de 800 kg/h y la del tolueno en la parte inferior del flujo es de 600 kg/h. La operación se lleva a cabo en régimen permanente. Escriba los balances del benceno y del tolueno para calcular las velocidades de flujo no conocidas de los componentes en los flujos de salida.



El proceso se efectúa en régimen permanente y por eso el término acumulación de los balances de masa es cero. Como no ocurren reacciones químicas, los términos de producción y consumo son iguales a cero. Por lo tanto, la ecuación de balance de masa toma la forma: Entrada = salida.

$$\sum \text{masa que entra al sistema} = \sum \text{masa que sale del sistema}$$

Balance parcial de masa de benceno: $825 \text{ kg b/h} = 800 \text{ kg b/h} + q_2 \rightarrow q_2 = \mathbf{25 \text{ kg b/h}}$

Balance parcial de masa de tolueno: $675 \text{ kg t/h} = q_1 + 600 \text{ kg t/h} \rightarrow q_1 = \mathbf{75 \text{ kg t/h}}$

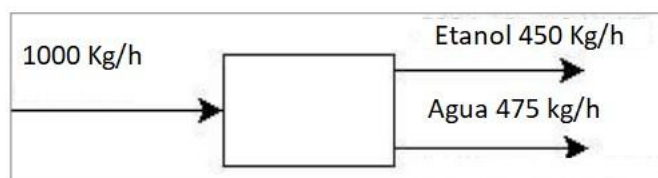
Comprobación: Balance total de masa:

$$1500 \text{ kg/h} = 800 \text{ kg/h} + q_1 + q_2 + 600 \text{ kg/h} \rightarrow$$

$$1500 \text{ kg/h} = 800 \text{ kg/h} + 75 \text{ kg/h} + 25 \text{ kg/h} + 600 \text{ kg/h} \rightarrow$$

$$1500 \text{ kg/h} = 1500 \text{ kg/h}$$

2. Cada hora se separan, por destilación en dos fracciones, 1000 Kg de mezcla de Etanol (x) y Agua (Y) que contiene 50% de Etanol por masa. La velocidad del flujo másico del Etanol en la corriente superior es de 450 Kg/h y la de agua en la corriente inferior es de 475 Kg/h. La operación se encuentra en estado estacionario. Escriba los balances del Etanol y Agua para calcular las velocidades de flujo desconocidas de los componentes en las corrientes de salida.



El proceso se efectúa en régimen permanente y por eso el término acumulación de los balances de masa es cero. Como no ocurren reacciones químicas, los términos de producción y consumo son iguales a cero. Por lo tanto, la ecuación de balance de masa toma la forma: Entrada = salida.

$$\Sigma \text{masa que entra al sistema} = \Sigma \text{masa que sale del sistema}$$

Balance parcial de masa de Etanol: $500 \text{ kg/h} = 450 \text{ kg/h} + Y \rightarrow Y = 50 \text{ kg/h}$

Balance parcial de masa de Agua: $500 \text{ kg/h} = X + 475 \text{ kg/h} \rightarrow X = 25 \text{ kg/h}$

Comprobación: Balance total de masa:

$1000 \text{ kg/h} = 450 \text{ kg/h} + x + y + 475 \text{ kg/h} \rightarrow$

$1000 \text{ kg/h} = 450 \text{ kg/h} + 50 \text{ kg/h} + 25 \text{ kg/h} + 475 \text{ kg/h}$

$1000 \text{ kg/h} = 1000 \text{ kg/h}$

▪ Elaboración de Mermelada y Aplicación del Balance de Masa

En la producción de mermelada, se utiliza el balance de masa para calcular la cantidad de fruta y azúcar necesarias para obtener una cantidad específica de producto final. También se puede determinar la cantidad de agua que se evapora durante la cocción, permitiendo ajustar los tiempos de cocción y mejorar el rendimiento.

3. Ejercicio:

Materiales y reactivos necesarios para la práctica.

Proporcionados por el alumno	Proporcionados por el laboratorio
Olla de 2 litros	Vaso de precipitados
3 cuchillos de varios tamaños	
Paletas para mezclar	
Recipientes de vidrio para envasar	Balanza
1.5 kg de piña	Termómetro (0 a 110 °C)
3 litros de agua	
1 kg de azúcar	
5 gramos de pectina	
2 gramos de ácido cítrico	
1 licuadora	
1 estufa eléctrica	
Bata de laboratorio	
1 par de guantes	
1 redecilla o cofia	

4. Procedimiento para la elaboración de mermelada de piña

1. Recepción y selección de fruta

- Verificar que la piña esté madura, en buen estado, sin daños.
- Separar aquellas que no cumplan con los requisitos de calidad.

2. Lavado

- Lavar las piñas en agua potable o en solución clorada (100 ppm).

- Enjuagar bien y dejar escurrir al aire libre (evitar exposición directa al sol).
- 3. Pelado y troceado**
 - Pelar la piña, eliminando “ojos” y el corazón.
 - Cortar en trozos pequeños para facilitar el licuado o pulpeado.
- 4. Pesado**
 - Pesar la cantidad de piña limpia a utilizar (ejemplo: 1.5 kg).
 - Calcular la cantidad de azúcar: aproximadamente 2/3 del peso de la fruta (ejemplo: 1 kg de azúcar).
- 5. Pulpeado**
 - Licuar los trozos de piña hasta obtener un puré.
 - Si se desea una mermelada con trozos, licuar solo una parte.
- 6. Pre-cocción**
 - Verter el puré en una olla.
 - Agregar aproximadamente 1/3 del azúcar (ejemplo: 333 g).
 - Si la mezcla está muy espesa o tiende a pegarse, agregar de 50 a 100 mL de agua para facilitar la cocción inicial.
 - Cocinar a fuego medio hasta que el volumen se reduzca aproximadamente en un tercio.
- 7. Cocción final**
 - Agregar el resto del azúcar de forma gradual mientras se agita constantemente.
 - Cocinar por no más de 20 minutos, manteniendo una agitación continua.
 - Medir la concentración de sólidos solubles con el refractómetro. Cuando se acerque a 68 °Brix, agregar:
 - La pectina disuelta previamente en 50 mL de agua caliente (40–60 °C).
 - El ácido cítrico disuelto previamente en 20 mL de agua a temperatura ambiente.
 - Agregar ambas soluciones poco a poco, con agitación constante para evitar grumos.
 - Remover bien y apagar el fuego.
- 8. Gelificación**
 - Enfriar rápidamente la mezcla hasta aproximadamente 85 °C para inducir la gelificación y reducir la formación de cristales de azúcar.
 - Retirar la espuma si se forma.
- 9. Envasado**
 - Verter la mezcla caliente (a 85 °C) en frascos de vidrio previamente esterilizados.
 - Cerrar herméticamente.
- 10. Enfriado**
 - Enfriar los frascos sumergiéndolos parcialmente en agua fría o bajo un chorro de agua hasta que alcancen temperatura ambiente.
- 11. Etiquetado y almacenamiento**
 - Una vez secos y fríos, etiquetar los frascos con nombre del producto, fecha de elaboración y caducidad.
 - Almacenar en un lugar fresco, seco y oscuro.

HOJA DE TRABAJO No. 3

Instrucciones: Responda las siguientes preguntas relacionadas con el proceso de elaboración de la mermelada.

1. ¿Cuál es la masa total de los ingredientes que se utilizan para elaborar la mermelada?
(Suma de piña, azúcar, agua, pectina y ácido cítrico)
2. Durante la cocción, ¿se pierde masa? ¿Por qué? ¿Qué tipo de pérdidas pueden ocurrir?
(Evaporación del agua, formación de vapor, etc.)
3. Si se comienza con 1.5 kg de piña y se agrega 1 kg de azúcar y 3 litros de agua, ¿cuál sería la masa total inicial aproximada?
4. Si al final de la cocción se obtiene 2.5 kg de mermelada, ¿cuánto de masa se perdió durante el proceso? ¿A qué se debe esta pérdida?
5. ¿Por qué es importante pesar y medir cuidadosamente cada ingrediente al inicio de la práctica?
6. Cada hora se separan, por destilación en dos fracciones, 1200 Kg de mezcla de Benceno y Tolueno que contiene 40% de Benceno por masa. La velocidad del flujo másico del Benceno en la corriente superior es de 400 Kg/h y la de Tolueno en la corriente inferior es de 600 Kg/h. La operación se encuentra en estado estacionario. Escriba los balances del Benceno y Tolueno para calcular las velocidades de flujo desconocidas de los componentes en las corrientes de salida.

7. 1400 kilogramos por hora de una mezcla de Etanol y Agua que contiene 75% en masa de Etanol se separan, por destilación, en dos fracciones. La velocidad de flujo másico del Etanol en la parte superior del flujo es de 800 kg/h y la del Agua en la parte inferior del flujo es de 150 kg/h. La operación se lleva a cabo en régimen permanente. Escriba los balances del Etanol y del Agua.

Problema No. 1:

Se tienen dos corrientes de agua que entran a un tanque. La primera corriente tiene un caudal de 5 m³/h y una concentración de sal de 2 g/L. La segunda corriente tiene un caudal de 3 m³/h y una concentración de sal de 4 g/L. Si la mezcla de las corrientes sale del tanque a un caudal de 7 m³/h, ¿cuál es la concentración de sal en la salida del tanque?

PRÁCTICA No. 4

ESTIMACIÓN DE PRECIOS DE VENTA

1. Propósitos de la Práctica:

- 1.1 Comprender los conceptos básicos relacionados con la formación de precios de venta en productos agroindustriales.
- 1.2 Aplicar técnicas para calcular costos de producción y estimar un precio de venta competitivo.
- 1.3 Relacionar el costo de producción (obtenido a partir del balance de masa y procesos) con el análisis comercial para definir estrategias de precios.
- 1.4 Fomentar la capacidad analítica y de toma de decisiones en la comercialización de productos agroindustriales.

2. Marco Teórico:

La estimación del precio de venta es fundamental para asegurar la rentabilidad de cualquier producto agroindustrial. El precio debe cubrir todos los costos involucrados en su fabricación, distribución y comercialización, y además dejar una utilidad adecuada para la empresa.

Costo de Producción

El costo de producción representa el valor total de los recursos utilizados en la elaboración de un bien agroindustrial. Este concepto es fundamental para la gestión técnica y económica de cualquier proceso productivo, ya que permite conocer cuánto cuesta realmente fabricar una unidad o un lote completo de producto.

En términos generales, el costo de producción incluye todos los gastos relacionados con la transformación de materias primas en productos terminados. Comprende tanto los costos directos, que se asignan directamente a la producción (como insumos y mano de obra), como los costos indirectos, que, si bien no se vinculan de forma directa a una unidad específica, son necesarios para mantener la operación (como energía eléctrica, depreciación, alquiler o supervisión).

Calcular correctamente el costo de producción es el primer paso para determinar el costo unitario, y posteriormente, fijar un precio de venta que garantice la sostenibilidad del proceso productivo y la rentabilidad del emprendimiento agroindustrial.

Costo total de producción (CTP):

$$CTP = \text{Costos fijos totales} + \text{costos variables totales}$$

Este valor representa el costo total del lote o cantidad producida.

Costo Unitario de Producción (CTU):

$$CTU = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Número de unidades producidas}}$$

El costo unitario indica cuánto cuesta producir una unidad individual del producto, y es fundamental para la fijación del precio de venta.

Componentes del precio de venta

- **Costos directos:** incluyen la materia prima y la mano de obra directa, es decir, los insumos y el trabajo que se incorporan directamente en cada unidad del producto.

- **Costos indirectos:** engloban energía, depreciación de equipos, mantenimiento, supervisión, etc., que no se asignan a una unidad específica, pero son parte del proceso productivo
- **Costos variables:** son aquellos que **fluctúan directamente** con el nivel de producción. Cuando aumenta la cantidad de producto fabricado (como jugos, aceite o mermelada), también aumentan estos costos, puesto que requieren más insumos; por ejemplo, semillas, fertilizantes, energía y envases. Solo se incurren si se produce ese volumen. Por tanto, son proporcionales a la cantidad elaborada.
- **Costos fijos:** permanecen **constantes**, independientemente del volumen producido (en el corto plazo). Se aplican, aunque se haga una o mil unidades: incluyen renta de instalaciones, salarios administrativos, seguros y depreciación de maquinarias.
- **Margen de Utilidad:** Representa el **porcentaje de ganancia** sobre el precio de venta. Indica cuánto queda después de cubrir todos los costos.
Se puede distinguir entre:
 - **Margen bruto**, que resulta de restar solo los costos variables de los ingresos, antes de cubrir costos fijos y administrativos
 - **Margen neto**, que toma en cuenta todos los costos (fijos, variables, impuestos), reflejando la rentabilidad real del negocio.

Precio de Venta y Margen de Utilidad

Para determinar el precio de venta de un producto agroindustrial, es fundamental comprender cómo se aplica el margen de utilidad al costo de producción. Existen dos formas comunes de calcular el precio de venta, dependiendo de cómo se interprete el margen.

1. Margen aplicado sobre el costo (fórmula simple)

Esta fórmula considera que el margen de utilidad es un porcentaje que se suma directamente al costo unitario para obtener el precio final.

$$PV = CTU * (1 + Margen)$$

Donde:

PV= Precio de Venta

CTU= Costo Total Unitario

Margen= Margen de Utilidad deseado (expresado en decimal, por ejemplo 0.30 para 30%)

Ejemplo:

Si el costo unitario es de Q10 y se desea un margen del 30%:

$$PV = CTU * (1 + Margen)$$

$$PV = 10 * (1 + 0.30) = 10 * 1.30 = Q13$$

Esto significa que el producto se vende en Q13 para obtener una ganancia de Q3.

2. Precio de venta considerando margen sobre ventas

Esta fórmula calcula el precio de venta asegurando que el margen de utilidad deseado sea un porcentaje sobre las ventas totales. Es especialmente útil cuando se quiere que la utilidad sea un porcentaje neto sobre el precio final.

$$PV = \frac{CTU}{1 - Margen}$$

Donde:

PV= Precio de Venta

CTU= Costo Total Unitario

Margen= Margen de Utilidad deseado (expresado en decimal, por ejemplo 0.30 para 30%)

Ejemplo:

Con el mismo costo unitario de Q10 y un margen deseado del 30%:

$$PV = \frac{Q10}{1 - 0.30} = \frac{Q10}{0.70} = Q14.29$$

Este precio es mayor que en la fórmula anterior porque aquí se asegura que la ganancia sea el 30% **del precio de venta**, no solo del costo.

Ejemplo práctico:

Estimación de precio de venta para un lote semanal de jugo de naranja

- La empresa **Jugofresh**, dedicada a la producción y comercialización de jugos naturales, busca determinar un precio de venta adecuado. Con una producción estimada de 500 litros por semana, Jugofresh necesita calcular los costos totales y unitarios de producción, para luego establecer un precio de venta que cubra los gastos y asegure una utilidad adecuada, considerando diferentes márgenes de ganancia.

Los costos de producción son los siguientes:

Concepto	Costo (Q)
Materia prima (naranjas)	1,200
Mano de obra directa	800
Energía y agua	300
Embalaje y etiquetado	400
Costos indirectos:	
- Alquiler	500
- Supervisión	300
- Depreciación de maquinaria	400

1. **Calcular el Costo Total de Producción (CTP):** Antes de establecer el precio de venta, es necesario conocer cuánto cuesta producir todo el lote. Para ello, se suman los **costos fijos** y **costos variables**.

Costos Variables Totales = materia prima + mano de obra + energía + embalaje

$$\text{Costos Variables Totales} = Q1200 + Q800 + Q300 + Q400 = Q2700$$

Costos Fijos Totales = Alquiler + supervisión + depreciación de maquinaria

$$\text{Costos variables totales} = Q500 + 300 + 400 = Q1200$$

$$\text{CTP} = \text{Costos fijos totales} + \text{costos variables totales}$$

$$\text{CTP} = Q2700 + Q1200 = Q3900$$

2. **Calcular el Costo Unitario de Producción (CTU):**

El siguiente paso es conocer el costo por unidad (litro). Esto se obtiene dividiendo el costo total entre el número de unidades producidas.

$$\text{CTU} = \frac{\text{Costo total de producción}}{\text{Número de unidades producidas}}$$

$$\text{CTU} = \frac{Q3900}{500} = Q7.80 \text{ por litro.}$$

3. **Calcular el Precio de Venta con Margen sobre el Costo:**

Ahora se estima el precio de venta agregando un margen de utilidad directamente al costo unitario. Esta fórmula es útil cuando se busca ganar un porcentaje sobre el costo.

$$\text{PV} = \text{CTU} * (1 + \text{Margen})$$

Ejemplo con margen del 40 % (0.40):

$$\text{PV} = 7.80 * (1 + 0.40) = Q10.92$$

4. **Calcular el Precio de Venta con Margen sobre el Precio de Venta:**

Este método asegura que el porcentaje de ganancia se obtenga **sobre el precio de venta final**, es decir, que la utilidad represente exactamente el 40 % del precio al que se comercializa el producto.

$$\text{PV} = \frac{\text{CTU}}{1 - \text{Margen}}$$

$$\text{PV} = \frac{Q7.80}{1 - 0.40} = \frac{Q7.80}{0.60} = Q13$$

Conclusión:

- Si se aplica el margen sobre el **costo**, el precio es **Q10.92**
- Si se aplica el margen sobre el **precio**, el precio sube a **Q13.00**

Esto ocurre porque en la segunda fórmula el margen representa una ganancia del **40 % real sobre las ventas**, lo que requiere un precio más alto.

HOJA DE TRABAJO No. 4

Instrucciones:

Con base en la práctica anterior de elaboración de mermelada, realice los cálculos solicitados a continuación. Para los datos o conceptos que desconozca, realice una investigación o haga las suposiciones necesarias justificándolas.

1. Datos de producción:

Ingrediente / Insumo	Cantidad utilizada	Precio por unidad	Costo total (Q)
Piña (kg)	1.5 kg	Q_____ /kg	Q_____
Azúcar (kg)	1.0 kg	Q_____ /kg	Q_____
Agua (litros)	3.0 L	Q_____ /L	Q_____
Pectina (g)	5 g	Q_____ /g	Q_____
Ácido cítrico (g)	2 g	Q_____ /g	Q_____
Mano de obra directa	1 hora	Q_____ /h	Q_____
Energía eléctrica	estimado	—	Q_____
Embalaje (frasco + tapa)	_____ unidades	Q_____ /unidad	Q_____
Subtotal Costos Variables			Q_____

2. Costos fijos estimados:

Agregue una estimación proporcional de costos fijos por lote producido:

Costos Fijos	Costo estimado (Q)
Alquiler de espacio	
Supervisión	
Depreciación de equipo	
Total Costos Fijos	Q_____

3. Cálculo del costo total unitario

Utilizando las fórmulas proporcionadas, realice los siguientes cálculos:

- **Costo Total de Producción (CTP)**
- **Costo Unitario de Producción (CTU):**

4. Estimación del Precio de Venta

Calcule el precio de venta con dos métodos y distintos márgenes, dejando constancia de los cálculos realizados:

Método	Margen (%)	Precio de Venta (Q)
Sobre el costo	30%	
Sobre el costo	40%	
Sobre el precio de venta	30%	
Sobre el precio de venta	40%	

5. Análisis y Reflexión: Conteste las siguientes preguntas.

- ¿Cuál método de cálculo del precio de venta se considera más adecuado para asegurar una utilidad real? Fundamente la respuesta.
- ¿Se considera que el precio de venta calculado sería competitivo en el mercado? Mencione los factores externos que deberían ser tomados en cuenta.
- ¿De qué manera influye la cantidad producida en el costo unitario y en la rentabilidad del producto?

6. La fábrica EcoSilla Muebles se dedica a la elaboración de sillas de madera y produce 500 sillas al mes. Durante un mes, registrando los siguientes costos:
- Materia prima (madera): 200 kg a Q45.00 por kg
 - Mano de obra directa: 120 horas a Q15.00 por hora
 - Publicidad y marketing: Q1,000
 - Alquiler del taller: Q2,500
 - Energía eléctrica: Q800
 - Embalaje (cajas para sillas): 500 unidades a Q5.00 por unidad
 - Supervisión: Q1,200
 - Limpieza de las instalaciones: Q400
 - Mantenimiento de maquinaria: Q600
 - Transporte y entrega: Q700
 - Seguro del taller y equipos: Q300
 - Gastos administrativos (papelería, telefonía, etc.): Q250

Instrucciones:

- Organice estos costos en una tabla con las columnas
 - Concepto
 - Cantidad utilizada
 - Precio por unidad
 - Costo total (Q)
- Clasifique cada costo en **Costos Variables** o **Costos Fijos**, justificando su decisión.
- Determine el costo total de producción
- Calcule el costo unitario de producción
- Con un margen de utilidad del 25%, calcule el precio de venta
- Explique cuál método de cálculo del precio de venta es más seguro para la empresa y por qué.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cengel, Y. y Boles, M. TERMODINÁMICA. Sexta edición. McGraw Hill. Interamericana Editores, S.A. de C.V. 2009.
2. CÓRDOVA Teodoro. Diagrama de Flujo de Datos. Disponible en: <http://www.monogramfias.com/trabajos-PDF/Diagrama-de-flujo-SHTML-18KañoIII.No.31.junio 2003>
3. Felder, R. y Rousseau, R. PRINCIPIOS ELEMENTALES DE LOS PROCESOS QUÍMICOS.
4. Geankoplis C.J. 1998. Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias. Cia. Editorial Continental.
5. Mc Cabe, W. L., Smith J.C. y Harriott, P. (2002). Operaciones Unitarias en Ingeniería Química. Ed. Mc Graw Hill
6. Perry, J. MANUAL DEL INGENIERO QUÍMICO. Unión Tipográfica Editorial Hispanoamericana
7. **Perry, R. H., & Green, D. W.** 8ª Edición. McGraw-Hill, 2008. Fundamentos sobre balances de masa, procesos y costos industriales.
8. Westreicher, G. (2021, agosto 21). *Mercado global*. Economipedia. <https://economipedia.com/definiciones/mercado-global.html>