

Licenciatura en Nutrición y Ciencia de los Alimentos



**MANUAL DE PRÁCTICAS DE PROFESIONALES EN
CIENCIA DE LOS ALIMENTOS**

Elaborado por:

Mtra. Susana Hernández Pérez

Responsable del Laboratorio:

Dra. Elsa Patricia Hernández Ojeda

Veracruz, Veracruz

Julio, 2024

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	1
SUSTENTO TEÓRICO.....	1
Práctica 1. Análisis microbiológicos	3
Práctica 2. Análisis bromatológico	11
<i>Práctica 2.1. Determinación de humedad.....</i>	<i>12</i>
<i>Práctica 2.2. Determinación de grasa</i>	<i>15</i>
<i>Práctica 2.3. Determinación de proteína por Kendajhl</i>	<i>17</i>
<i>Práctica 2.4. Determinación de cenizas</i>	<i>22</i>
<i>Práctica 2.5. Determinación de fibra total</i>	<i>24</i>
<i>Práctica 2.6. Determinación de hidratos de carbono.....</i>	<i>26</i>
Práctica 3. Análisis sensorial	28
Práctica 4. Elaboración de galletas	34

INTRODUCCIÓN

Las prácticas profesionales en ciencias de los alimentos ofrecen una valiosa oportunidad para aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en un entorno laboral real, permitiendo a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas y comprender los desafíos de la industria alimentaria.

OBJETIVOS

- Conoce el proceso de elaboración y ejecución de propuestas en la producción de alimentos ponderando su valor nutrimental con tecnología apropiada a las culturas para el desarrollo sustentable de las familias y poblaciones.
- Identifica la aplicación de los principios de las buenas prácticas de manufactura para el procesamiento de los alimentos con calidad en la empresa receptora.
- Observa la aplicación y ejecución de los programas de evaluación de la calidad de los alimentos en base a la normatividad oficial, nacional e internacional vigente en la empresa receptora.
- Identifica la aplicación de la normatividad nacional e internacional vigente que regula el procesamiento, evaluación de la calidad y comercialización de los alimentos específico de la empresa receptora.

SUSTENTO TEÓRICO

La ciencia de los alimentos es un campo interdisciplinario que examina las propiedades biológicas, químicas y físicas de los alimentos. Desempeña un papel crucial para garantizar un suministro de alimentos seguro y nutritivo para las poblaciones, aplicando principios científicos para mejorar la producción, conservación y calidad de los alimentos. Sus áreas de enfoque clave incluyen el cultivo y la cosecha de cultivos, las prácticas ganaderas humanitarias, el procesamiento y envasado de alimentos, y el desarrollo de nuevos productos que maximizan su valor nutricional. Los expertos en el área de la ciencia de los alimentos utilizan sus conocimientos para abordar desafíos globales como el hambre y la desnutrición, así como para comprender cómo los alimentos interactúan con la biología humana.

El campo abarca una amplia gama de temas, como la química de los alimentos, la microbiología y la nutrición, que fundamentan los conceptos de digestión y salud alimentaria. Las técnicas desarrolladas en la ciencia de los alimentos, como los métodos de conservación y la modificación genética, buscan mejorar la seguridad y la sostenibilidad alimentaria. El contexto histórico de la ciencia de los alimentos muestra su evolución desde prácticas ancestrales hasta los avances tecnológicos modernos, como la carne in vitro y los organismos modificados genéticamente. A medida que el campo continúa creciendo, se enfrenta a debates constantes sobre las implicaciones de sus innovaciones, en particular en lo que respecta a la salud, la ética y el impacto ambiental. Esto convierte a la ciencia de los alimentos en un área de estudio fundamental con importantes aplicaciones y desafíos en el mundo real.

Práctica 1. Análisis microbiológicos

Fundamento teórico:

El análisis microbiológico de alimentos es útil para investigar el contenido de microorganismos presentes en productos alimenticios, aguas, bebidas, manipuladores y superficies de maquinaria empleada en los procesos de fabricación. Con la finalidad de conocer la Calidad Sanitaria: para prevenir la descomposición temprana de los alimentos, liberación de lotes de ingredientes y de producción, comercialización, para la verificación de las especificaciones establecidas por Regulación Sanitaria, para la preservación de la Salud.

Las determinaciones analíticas empleadas son de tipo cualitativo y cuantitativo (presencia y determinación numérica de microorganismos respectivamente) dependiendo del tipo de alimento y especificaciones sanitarias.

Los métodos de prueba empleados son Vaciado en placa, Dilución en tubo múltiple (Número más Probable / NMP) y presencia o ausencia de patógenos en una cantidad determinada de producto.

Objetivo:

Identificar y cuantificar microorganismos, tanto beneficiosos como perjudiciales, para evaluar la seguridad y calidad del alimento y asegurar que sea apto para el consumo humano o animal.

Material y equipo:

- **Solución de hidroxido de sodio 1N** (4g de NaOH en 100 mL)
- **Solución reguladora de fosfatos** (Fosfato de sodio monobásico 34 g de NaH_2PO_4 en un litro de agua destilada, pH 7.2 ajustar con NaOH 1N, esterilizar y diluir para la solución de trabajo (Tomar 1.25 mL de la sol. Concentrada y llevar a un litro)
- **Agua peptonada** (1 g de peptona, 8.5 de cloruro de sodio en un litro de agua, ajustar pH a 7 con NaOH 1N y esterilizar).
- Pipetas bacteriológicas de 10 y 1 mL

- Frascos de vidrio de 250 mL con tapón de rosca
- Tubos de 16x 150mm con tapón de rosca
- Cuchillos, pinzas, tijeras, cucharas, espátulas etc. (Todo esteril).
- Autoclave
- Incubadora
- Balanza analítica
- Baño maría
- Asa de platina
- Tubo de ensayo
- Medios de cultivo
 - Caldo lactosa
 - Caldo lactosa verde brillante al 2%
 - Caldo EC
 - Plate Count Agar
- Placas petri
- Lámpara de alcohol
- Campana de flujo laminar
- Alcohol al 70%
- Parrilla de calentamiento
- Frascos recolectores

Según la NOM-109-SSA1-1994 para la toma, Manejo y Transporte de Muestras de Alimentos para su Análisis Microbiológico los pasos para la toma de muestra contemplan:

Preparación de la dilución primaria.

A partir de muestras líquidas:

1. Para muestras líquidas no viscosas (agua, leche, refrescos, etc.) en las cuales la distribución de microorganismos es homogénea o fácilmente homogeneizable por medios mecánicos (agitación, etc.).
2. Para muestras congeladas de un alimento originalmente líquido o licuable, fundir por completo en baño de agua de 40 a 45°C un tiempo máximo de 15 minutos y homogeneizar agitando vigorosamente.
3. Para la parte líquida de una muestra heterogénea la cual sea considerada suficientemente representativa de la muestra total (por ejemplo la fase acuosa de grasas animales y vegetales).

4. Agitar la muestra manualmente con 25 movimientos de arriba a abajo en un arco de 30 cm efectuados en un tiempo de 7 segundos. Tomar 1 ml de la muestra y diluir con 9 ml del diluyente el cual debe encontrarse a una temperatura similar a ésta, evitando el contacto entre la pipeta y el diluyente.
5. Siempre que la cantidad de muestra lo permita, tomar alícuotas mayores, por ejemplo volúmenes de 10 u 11 ml, diluidos con 90 o 99 ml, de la misma forma que se describió anteriormente

A partir de muestras sólidas o semisólidas.

1. Las muestras sólidas y semisólidas congeladas, deben descongelarse en refrigeración de 4 a 8 °C durante 18 horas y no más de 24 horas antes de proceder a su análisis.
2. Pesar una cantidad de 10 u 11 g de la muestra por analizar en un recipiente o bolsa plástica estériles de tamaño adecuado.
3. Adicionar un volumen de 90 a 99 ml del diluyente llevado a una temperatura similar a la de la muestra.
4. Operar la licuadora o el homogeneizador peristáltico de 1 a 2 minutos hasta obtener una suspensión completa y homogénea según se indique en la técnica correspondiente para cada alimento. Aún en los equipos más lentos, este tiempo no debe exceder de 2,5 minutos.
5. Permitir que las partículas grandes se sedimenten, y transferir la cantidad deseada tomando de las capas superiores de la suspensión.
6. Cuando la dilución primaria es muy viscosa o pegajosa, adicionar más diluyente, lo cual debe tomarse en cuenta para las operaciones subsecuentes o expresión de resultados.
7. El homogeneizador peristáltico (Stomacher) puede no ser adecuado para algunos productos (por ejemplo, aquellos con partículas agudas o constituyentes que no se dispersen fácilmente). Debe ser utilizado sólo cuando exista evidencia (publicada o por ensayos comparativos) de que los resultados obtenidos no difieren significativamente con aquellos obtenidos con licuadora.

Preparación de las diluciones decimales adicionales.

1. Transferir 1 ml o un múltiplo, por ejemplo, 10 u 11 ml de la dilución primaria 1 + 9 (10-1), en otro recipiente conteniendo nueve veces el volumen del diluyente estéril a la temperatura apropiada, evitando el contacto entre la pipeta y el diluyente.
2. Mezclar cuidadosamente cada botella de diluyente siempre de la misma manera que se describe en el paso 4.

3. La selección de las diluciones que se vayan a preparar y de aquellas que se van a inocular, dependen del número esperado de microorganismos en la muestra, con base a los resultados de análisis previos y de la información que se obtenga del personal de inspección que la haya colectado. En ausencia total de información, trabajar con las diluciones de la primera a la sexta.
4. Utilizar pipetas diferentes para cada dilución inoculando simultáneamente las cajas que se hayan seleccionado. El volumen que se transfiera nunca debe ser menor al 10% de la capacidad total de la pipeta.
5. Si la pipeta es terminal y se transfiere un volumen de líquido equivalente a su capacidad total, escurrir aplicando la punta de la pipeta una sola vez en una área de la caja Petri sin líquido.
6. Mientras se afora el líquido de la pipeta, la punta de ésta debe apoyarse en el interior del cuello del frasco y mantenerla en posición vertical, para lo cual este último debe inclinarse lo necesario.

En estudios donde se busca la presencia o ausencia de una determinada especie de microorganismos en 0,1 ml o 0,1 g, no es necesario preparar diluciones mayores.

El criterio para seleccionar las diluciones a preparar de acuerdo con el número de microorganismos esperado es:

- Para la técnica del número más probable utilizar tres tubos: donde sea posible demostrar el microorganismo en 10 ml de la dilución más alta.
- Para la técnica de cuenta en placa, considerar aquellas en las que se puedan contar de 25 a 250 colonias en un mínimo de una de tres diluciones en el método de cuenta de bacterias aerobias en placa. En el caso de otros grupos microbianos, considerar el número especificado de colonias en la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

Desarrollo de la práctica:

1. Colocar en cajas Petri por duplicado 1 ml de la muestra líquida directa o de la dilución primaria, utilizando para tal propósito una pipeta estéril.
2. Repetir el procedimiento tantas veces como diluciones decimales se requiera sembrar, utilizando una pipeta estéril diferente para cada dilución.
3. Vertir de 15 a 20 ml del medio RVBA fundido y mantenido a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en baño de agua. En el caso de utilizar cajas de Petri de plástico se vierte de 10 a 15 ml del medio. El tiempo transcurrido entre la preparación de la dilución primaria y

- el momento en que se vierte el medio de cultivo, no debe exceder de 20 minutos.
4. Mezclar cuidadosamente el inóculo con el medio con seis movimientos de derecha a izquierda, seis movimientos en el sentido de las manecillas del reloj, seis movimientos en el sentido contrario al de las manecillas del reloj y seis de atrás para adelante, sobre una superficie lisa y nivelada. Permitir que la mezcla solidifique dejando las cajas Petri reposar sobre una superficie horizontal fría.
 5. Preparar una caja control con 15 ml de medio para verificar la esterilidad.
 6. Después de que está el medio completamente solidificado en la caja, verter aproximadamente 4 ml del medio RVBA a $45 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ en la superficie del medio inoculado. Dejar que solidifique.
 7. Invertir las placas y colocarlas en la incubadora a 35°C , durante 24 ± 2 horas.
 8. Después del periodo especificado para la incubación, contar las colonias con el contador de colonias.
 9. Seleccionar las placas que contengan entre 15 y 150 colonias. Las colonias típicas son de color rojo oscuro, generalmente se encuentran rodeadas de un halo de precipitación debido a las sales biliares, el cual es de color rojo claro o rosa, la morfología colonial es semejante a lentes biconvexos con un diámetro de 0,5 a 2,0 mm.

Expresión de los resultados

Cálculo del método

Placas que contienen entre 15 y 150 colonias características.

Separar las placas que contienen el número antes mencionado de colonias características en dos diluciones consecutivas. Contar las colonias presentes.

Calcular el número de coliformes por mililitro o por gramo de producto, multiplicando el número de colonias por el inverso de la dilución correspondiente, tomando los criterios de la NOM-092-SSA1-1994. Método para la Cuenta de Bacterias Aerobias en Placa, la cual describe lo siguiente:

- Después de la incubación, contar las placas que se encuentren en el intervalo de 25 a 250 colonias, usando el contador de colonias y el registrador. Las placas de al menos una de tres diluciones deben estar en el intervalo de 25 a 250. Cuando sólo una dilución está en el intervalo apropiado, véase el cuadro 2, ejemplo 1. Calcular la cuenta promedio por gramo o mililitro de dicha dilución y reportar.

- Cuando dos diluciones están en el intervalo apropiado, determinar la cuenta promedio dada por cada dilución antes de promediar la cuenta de las dos diluciones para obtener la cuenta en placa por gramo o mililitro, véase el cuadro 2, ejemplo 2.
- Con el fin de uniformar los criterios para el reporte de las cuentas en ensayos donde las placas presenten situaciones no contempladas en los ejemplos anteriores, se presentan las siguientes guías:
- **Placas con menos de 25 colonias**
Cuando las placas corridas para la menor dilución muestran cuentas de menos de 25 colonias, contar el número de colonias presentes en dicha dilución, promediar el número de colonias y multiplicar por el factor de dilución para obtener el valor estimado de cuenta en placa. Aclarar en su informe esta situación agregando la leyenda "valor estimado", véase el cuadro 2, ejemplo 3.
- **Placas con más de 250 colonias**
Cuando el número de colonias por placa exceda de 250, contar las colonias en aquellas porciones de la placa que sean representativas de la distribución de colonias. Contar por ejemplo, una cuarta parte o una mitad del área de la caja y multiplicar el valor obtenido por 4 ó 2, respectivamente. Si solamente pueden contarse algunos cuadros, considerar que el fondo de una caja Petri de 100 mm de diámetro contiene 65 cuadros de la cuadrícula del contador. Aclarar en el informe esta situación agregando la leyenda "valor estimado", véase el cuadro 2, ejemplo 4.

Las colonias extendidas pueden presentarse en las siguientes formas:

1. Cadenas de colonias no separadas claramente entre sí, que parecen ser causadas por la desintegración de un cúmulo de bacterias.
2. Colonias que se desarrollan en película entre el agar y el fondo de la caja.
3. Colonias que se desarrollan en película en la orilla de la caja sobre la superficie del agar.
4. Colonias de crecimiento extendido y en algunas ocasiones acompañadas de inhibición del crecimiento, que en conjunto exceden el 50% de la caja o represión del crecimiento que por sí mismo excede el 25% de la superficie de la caja.

Cuando es necesario contar en cajas que contienen colonias extendidas que no están incluidas en los apartados antes mencionados, contar cualquiera de los tipos 1, 2 y 3, como provenientes de una sola fuente. En el caso de las colonias del tipo 1, si la caja contiene una sola cadena, contar como una sola colonia, si la caja contiene varias cadenas que parecen originarse de fuentes separadas, contar cada cadena como colonia individual. No contar cada colonia de la cadena individualmente. Las colonias del tipo 2 y 3 generalmente se observan como crecimiento diferenciable de otras colonias y se cuentan como tales. Los crecimientos tipo 4, reportarlos como crecimiento extendido. En caso de que una dilución se encuentre dentro del rango y otra dilución presente colonias de crecimiento extendido, reportar la dilución en la que se pueden contar las colonias, véase el cuadro 2, ejemplo 5

- **Placas sin colonias**

Cuando las placas de todas las diluciones no muestran colonias, reportar la cuenta en placa como menor que una vez el valor de la dilución más baja usada, véase el cuadro 2, ejemplo 6.

- **Placas corridas por duplicado, una con crecimiento dentro del intervalo adecuado y otra con más de 250 colonias**

Cuando una placa tiene entre 25 y 250 colonias y su duplicado más de 250 colonias, contar ambas placas incluyendo la que está fuera del intervalo para determinar la cuenta en placa, véase el cuadro 2, ejemplo 7.

- **Placas corridas por duplicado, una placa de cada dilución dentro del intervalo de 25 a 250 colonias**

Cuando una placa dentro de diferentes diluciones contiene el número de colonias especificadas en el intervalo, contar el número de colonias de las cuatro placas para calcular la cuenta en placa, véase el cuadro 2, ejemplo 8.

- **Placas corridas por duplicado, ambas placas de una dilución dentro del intervalo de 25 a 250 y sólo una de la otra dilución dentro del mismo. Contar las cuatro cajas incluyendo aquella con menos de 25 o más de 250 colonias, para calcular la cuenta en placa, véase el cuadro 2, ejemplo 9.**

- **Después de contabilizar las colonias en las placas seleccionadas, multiplicar por la inversa de la dilución para obtener el número de UFC por mililitro o gramo de la muestra. Redondear la cifra obtenida en la cuenta de manera que sólo aparezcan dos dígitos significativos al inicio de esta cifra. Para redondear, elevar**

el segundo dígito al número inmediato superior cuando el tercer dígito de la derecha sea cinco o mayor (por ejemplo: 128 redondear a 130). Si el tercer dígito es cuatro o menos, reemplazar el tercer dígito con cero y el segundo dígito mantenerlo igual (Por ejemplo: 2417 a 2400):

Resultados:

Tabla 2. Cálculo de los valores de la cuenta en placa (Ensayos por duplicado)

Ejemplo Número	Colonias contadas			UFC/g o mL
	1:100	1:1000	1:10000	
1	> 250 a	178	16	180000
	> 250	190	17	
2	> 250	220	25	250000
		238	28	
3	18	2	0	1600 b
	14	0	0	
4	> 250	> 250	512	5000000 b
	> 250	> 250	495	
5	> 250	240	34	290000
	> 250	235	Crecimiento Extendido	
6	0	0	0	< 100 c
7	> 250	240	24	250000
	> 250	268	19	
8	> 250	216	23	280000
	> 250	262	42	
9	> 250	215	20	230000
	> 250	235	26	
	> 250	275	32	270000
	> 250	225	26	

Práctica 2. Análisis bromatológico

La valoración de la composición química de un alimento, en especial de sus macrocomponentes, es esencial como primera tarea para conocer el valor nutritivo de los alimentos. El procesado tecnológico puede hacer cambiar la composición de los alimentos y éste debe ser una información que los consumidores puedan obtener de modo claro en los etiquetados de los alimentos en el momento de su adquisición. El etiquetado nutricional tiene como fin que el consumidor conozca las cualidades alimenticias del producto, es decir, qué nutrientes tiene -proteínas, hidratos de carbono, etc.- y en qué cantidad. En general, se trata de una información opcional, ya que sólo están obligados a darla aquellos fabricantes que atribuyan al producto en su etiquetado propiedades nutritivas. Este sería el supuesto, por ejemplo, de los alimentos que se anuncian "bajo en colesterol" o "ricos en...". En los demás casos, por tanto, no es necesario que la marca incluya este etiquetado en sus productos, algo que, sin embargo, están haciendo ya muchos fabricantes. Y es de agradecer. No hay que olvidar que todo lo que contribuya a que el consumidor esté más informado al hacer sus compras y pueda, por tanto, elegir mejor, es bueno y máxime cuando estamos hablando de productos de primera necesidad como son los alimenticios.

La fundamentación de estas sesiones prácticas radica en el conocimiento de las técnicas más comunes utilizadas en la valoración de macronutrientes (y algunos micronutrientes) en los alimentos destinados al consumo humano.

Objetivos

- Conocer los métodos utilizados para realizar la valoración de los macro y micronutrientes de un alimento.
- Aplicar los métodos analíticos para la determinación de la composición química de un alimento.
- Realizar un etiquetado nutricional con las aportaciones de nutrientes en la dieta.

Práctica 2.1. Determinación de humedad

Objetivo:

El alumno de forma analítica y responsable determina el porcentaje de humedad en las muestras de alimento seleccionadas por el método de secado en estufa y aprende a realizar los calculos respectivos.

Material y equipo:

- 3 crisoles de porcelana o charolas de aluminio pequeñas
- 1 pinza para crisol
- 1 espátula
- 1 g de muestra
- Balanza analítica
- Estufa de secado
- Desecador (revisar que la silica se encuentra seca)

Desarrollo de la práctica:

Crisoles a peso constante o charolas pequeñas

1. Marcar las charolas o los crisoles en la parte inferior con lápiz.
2. Pesarlos en la balanza analítica y anotar el peso.
3. Colocarlos por 2 h a 105 °C dentro de la estufa.
4. Sacarlos con las pinzas y colocar en el desecador, esperar de 10 a 15 a que se encuentren a temperatura ambiente.
5. Pesarlos y anotar su peso.
6. Colocarlos de nuevo en la estufa por una hora.
7. Repetir los pasos 4 y 5. Sí los pesos varían repetir hasta que no se presente cambio en el peso de la charola.
8. Si ya no presenta cambio en el peso se dejan en el desecador hasta el momento de la practica.

Determinación de humedad (realizar por triplicado)

1. Tomar un crisol a peso constante (de los tratados anteriormente), pesar y tomar su peso.
2. Con ayuda del mortero y el pistilo, disminuir el tamaño de la muestra a analizar.
3. Colocar en la charola o crisol de 1 a 2 g de muestra triturada y anotar el peso total de la muestra y el crisol.
4. Colocar la charola en la estufa a 105 °C por 4 h.
5. Sacar las charolas con las pinzas y colocarlas en el desecador hasta que se enfrien. Pesar y anotar.
6. Introducir la charola a la estufa a 105 °C por 1 h. Posteriormente sacarlo con las pinzas y colocar en el desecador hasta que se enfrien. Pesar y anotar.
7. Sí el peso varía colocar otra hora. Sí no varía, pesar y anotar.
8. Realizar los calculos necesarios para la determinación de humedad.

$$\% \text{ humedad} = W_1 - W_2 \left(\frac{100}{W} \right)$$

$$\% \text{ sólidos totales} = 100 - \% \text{ humedad}$$

Donde:

W1: Peso en g del crisol muestra húmeda

W2: Peso en g del criol + muestra seca

W: Peso de la muestra inicial en gramos

Normas:

Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-211-SSA1-2002, Productos y servicios. Métodos de prueba fisicoquímicos. Determinación de humedad y sólidos totales en alimentos por secado en estufa. Determinación de arsénico, cadmio, cobre, cromo, estaño, hierro, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio y zinc en alimentos, agua y hielo aptos para consumo humano, bebidas y aditivos alimentarios por espectrofotometría de absorción atómica.

Preguntas:

1. ¿Cuál es la importancia de poner a peso constante el material utilizado en la determinación de humedad?
2. ¿En qué se basa la selección de un método para la determinación de humedad?
3. ¿Cuál es el papel del agua en los alimentos?

Práctica 2.2. Determinación de grasa

Fundamento teórico:

La determinación de extracto etéreo se basa en la extracción de la grasa en forma directa con un solvente como el éter o el hexano. La insolubilidad de los lípidos en agua es una propiedad analítica esencial usada como base para separar lípidos de las proteínas, agua y carbohidratos en alimentos. La exactitud de este método depende en gran parte de la solubilidad de los lípidos en el solvente usado.

Para realizar el análisis es indispensable primero secar la muestra a peso constante.

Material y equipo:

- 3 crisoles a peso constante puestos el día anterior
- 1 equipo soxhlet (matraz redondo de fondo plano, cámara de extracción soxhlet y condensador)
- 1 soporte universal y pinzas para montar el equipo soxhlet
- 1 parrilla de calentamiento
- 3 cartuchos de celulosa a peso constante, preparados con un tapón de algodón
- Balanza analítica
- Estufa de secado
- 1 bomba
- Hielo
- Tina

Desarrollo de la práctica:

1. Pesar el cartucho preparado.
2. Pesar de 3 a 4 g de muestra seca (de la determinación de humedad)
3. Colocar el cartucho con un amuestra en el extractor y montar al apartado soxhlet
- 4.- gregar éter por el refrigerante sobre el cartucho (cantidad suficiente para que el extractor haga sifon dos veces)
5. Calentar el matraz con la parilla a baja temperatura hasta que la extracción de grasa completa (aproximadamente de 4 a 8 h dependiendo de la cantidad de lípido que

contenga la muestra), teniendo cuidado de ir agregando más éter conforme este vaya disminuyendo su volumen.

6. Retirar la fuente de calor, colocar el cartucho en un vaso y ponerlo en baño maría hasta que ya no se perciba el olor a éter.

7. Colocar el cartucho en el vaso de precipitado dentro de la estufa a 80 °C y secar hasta peso constante.

8. Realizar los cálculos pertinentes de acuerdo con la ecuación.

Nota: Se recomienda usar la muestra proveniente de la determinación de humedad.

$$\% \text{grasa} = \left(\frac{\text{Peso de la grasa}}{\text{Peso de la muestra}} \right) * 100$$

$$\text{Peso de la grasa} = P1 - P2$$

Donde:

P1: Peso del cartucho con muestra

P2: Peso del cartucho con muestra desengrasada

Preguntas:

1. Valores esperados para la muestra analizada
2. Métodos propuestos por las normas oficiales
3. ¿Qué preparación se debe dar a la muestra antes de llevar a cabo la determinación de grasas?
4. Partes que conforman el equipo soxhlet
5. Al menos tres ventajas y desventajas de la extracción de grasas por soxhlet, mezcla de disolventes y la extracción por solubilización.

Práctica 2.3. Determinación de proteína por Kendajhl

Fundamento teórico:

Este método se basa en la descomposición de los compuestos de nitrógeno orgánico por digestión al punto de ebullición con ácido sulfúrico. El hidrógeno y el carbono de la materia orgánica se oxidan para formar agua y dióxido de carbono. El ácido sulfúrico se transforma en sulfato, el cual reduce el material nitrogenado a sulfato de amonio.

El amoniaco se libera después de la adición del hidróxido de sodio y se destila en una solución de ácido bórico al 2%. El nitrógeno amoniacal se titula con una solución valorada de ácido clorhídrico, cuya normalidad depende de la cantidad de nitrógeno que contenga la muestra. Las sales de digestión, en este caso el sulfato de cobre y el sulfato de potasio sirven como catalizadores de la digestión, aumentando la temperatura y acelerando el proceso en menor tiempo requerido.

Material y equipo:

- Balones de digestión Kjeldahl de 100ml;
- Espátula;
- Papel de pesaje libre de nitrógeno;
- Matraces o Vasos de precipitado de diferentes volúmenes;
- Varilla de cristal;
- Pipeta volumétrica de 10ml;
- Pipeta Pasteur;
- Bureta.
- Balanza analítica;
- Campana de extracción;
- Equipo de digestión micro Kjeldahl con temperatura ajustable;
- Unidad de destilación.
- Ácido sulfúrico concentrado al 98%;
- Hidróxido de sodio al 40% (NaOH);
- Sales de digestión (12 partes de sulfato de potasio y 1 parte de sulfato de cobre pentahidratado);
- Ácido bórico al 2%;
- Solución de ácido clorhídrico 0.1N (HCl);

- Indicador rojo de metilo y verde de bromocresol.

DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

Preparación de la muestra.

1. Pesar en balanza analítica 0.1g de muestra (máximo 0.5g) previamente homogenizada sobre un pedazo de papel de pesaje libre de nitrógeno, tarar y pesar 1g de sales de digestión (12 partes de sulfato de potasio y 1 parte de sulfato de cobre pentahidratado).

NOTA: Para el control negativo solo debe pesarse 1g de las sales de digestión. Es necesario el lavado de la espátula con Etanol al 70% entre cada pesada para evitar contaminaciones.

2. Colocar las muestras y el blanco junto con su papel de pesaje dentro de sus respectivos balones de digestión. Puede apoyarse con una varilla de cristal para ingresar la muestra hasta el fondo del balón.
3. Previo al proceso de digestión, se debe precalentar las resistencias de los sitios a emplear en el equipo, encendiendo y ajustando la temperatura en el nivel 4; En cada balón que contenga blanco y muestra se agregaran 5ml de ácido sulfúrica (máx. 10ml) con ayuda de una pipeta volumétrica y unas gotas de peróxido de hidrógeno al 30% con pipeta Pasteur.

Digestión.

4. Una vez calientes las resistencias se colocarán los balones dentro del equipo de digestión en los sitios correspondientes dentro de la campana de extracción. Esto generará una reacción que tornará el color de las muestras a un café oscuro y se dejarán digiriendo por aproximadamente 30 minutos o hasta que se formen vapores blancos.

NOTA: Dichos vapores son altamente tóxicos por lo que se recomienda digerir con el cristal de la campana de extracción lo más cerrada posible, y abrir únicamente para girar los balones.

5. Pasados los 30 minutos, incrementar la temperatura del digestor al máximo y digerir girando los balones con ayuda de unas pinzas cada determinado tiempo hasta que

la solución se aclare a un color azul-verde transparente. Es normal que el blanco se torne a su coloración clara mucho antes que las muestras. En caso de trabajar con muestras de leche, el aumento de la temperatura puede ser de forma gradual para evitar que se forme espuma dentro del balón.

6. El proceso de digestión puede durar entre 1.5 a 2.5 h. Una vez alcanzada la coloración esperada y que no se vean restos de materia por digerir en ninguno de los balones se deja enfriar por aproximadamente 25 min. a temperatura ambiente.

Destilación.

7. Una vez montado el equipo de destilación como lo indica el diagrama anterior, llenar el matraz de bola con agua destilada hasta 3/4 partes de su capacidad (Aproximadamente debajo del logo grabado en el mismo) y colocar la resistencia dentro del matraz cuidando que nunca se ponga en contacto con el cristal y verificar que todas las válvulas se encuentren cerradas. Encender el equipo y dirigir el control de temperatura al máximo nivel (Nivel 9), y al mismo tiempo se debe abrir la llave que alimenta la manguera de entrada de agua (Water Inlet). Esperar unos minutos hasta hervor.

NOTA: Es importante regular el flujo de agua, de tal forma que sea el mínimo, para evitar que la presión pueda zafar las mangueras, y constante, para enfriar adecuadamente el tubo de condensación. De igual forma se recomienda apretar con abrazaderas las mangueras conectadas a la llave de agua y a la de entrada.

8. Colocar un vaso de precipitado o una probeta debajo de la boquilla de salida del tubo condensador y regular la temperatura hasta que se observe una salida de 5ml por minuto por la boquilla (Aproximadamente entre el nivel 2 y nivel 4). Colocar la muestra previamente digerida y a temperatura ambiente en el depósito de muestra del equipo de destilación, abrir la válvula y cerrar una vez que caiga la totalidad de la muestra. Lavar el balón con 5 ml de agua destilada y repetir el paso anterior para evitar que quede algún remanente de la muestra en el balón Kjeldahl. Posteriormente agregar 5 ml de NaOH al 40% en el depósito y abrir la válvula muy lentamente. En este punto la reacción exotérmica dentro del equipo es muy violenta y se debe tener sumo cuidado al agregar el NaOH.
9. Es normal que las muestras se tornen en color café oscuro a excepción del blanco. Una vez que el NaOH entra en contacto con la muestra digerida se debe colocar un

vaso de precipitado con 50ml de una solución de ácido bórico con unas gotas de indicador de Rojo de metilo-Verde de bromocresol en la boquilla de salida, verificando que ésta se encuentre dentro del ácido bórico en todo momento del proceso de destilación. Esperar durante 5 minutos con cronómetro en mano.

10. Pasados los 5 minutos se debe retirar el vaso de precipitado con ácido bórico para realizar el proceso de titulación.
11. Previo a desechar la muestra dentro del equipo, se debe aumentar la presión del flujo de agua y verificar que la manguera de salida (Water Outlet) no se encuentre obstruida, de lo contrario la muestra regresará al matraz de balón contaminando el agua destilada. Abrir la válvula de salida hasta evacuar la muestra por completo y volver a cerrar.
12. Realizar dos lavados con 5 ml de agua destilada entre cada muestra y al final del proceso, colocándolos en el depósito de muestra, abriendo y cerrando la válvula del depósito y abriendo la válvula de salida hasta que se vacíe el agua.
13. Una vez vació el depósito de agua por dentro del equipo apagar regresando el nivel de la temperatura a 0 y apagando el interruptor.

Titulación.

Valorar el blanco y cada una de las muestras mediante titulación con HCl 0.1N hasta observar un viraje en el vaso de precipitado que contiene el ácido bórico y la muestra.

Cálculos y Resultados.

El nitrógeno presente en la muestra expresado en porcentaje se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de nitrógeno} = (V_m - V_b) \times N \times 1.4 M$$

Donde:

V_m : es el volumen en ml de HCl empleado en la titulación de la muestra;

V_b : es el volumen en ml de HCl empleado en la titulación del blanco;

N : es la normalidad del HCl;

M: es la masa de la muestra en gramos;

1.4 son los miliequivalentes del nitrógeno en porcentaje (0.014 x 100).

El porcentaje de proteínas se obtiene multiplicando el % de nitrógeno obtenido, expresado en peso/peso, por el factor de conversión 6.25 (para muestras animales y proteínas vegetales), 6.38 (productos lácteos) o 5.7 (para trigo).

$$\% \text{ de proteínas} = \% \text{ de nitrógeno} * Fc$$

Fc= Factor de conversión general: 6.25.

Práctica 2.4. Determinación de cenizas

Fundamento teórico:

Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica. Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes.

El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos, por ejemplo, en las especias y en la gelatina es un inconveniente un alto contenido en cenizas. Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación.

En los vegetales predominan los derivados de potasio y en las cenizas animales los del sodio. El carbonato potásico se volatiliza apreciablemente a 700°C y se pierde casi por completo a 900°C. El carbonato sódico permanece inalterado a 700°C, pero sufre pérdidas considerables a 900°C. Los fosfatos y carbonatos reaccionan además entre sí.

Cuando hay un alto contenido de cenizas se sugiere la presencia de un adulterante inorgánico, a menudo es aconsejable, además, la determinación de cenizas insolubles en ácidos.

Objetivo:

Determinar el contenido de cenizas de un alimento a través del método de cenizas en seco, para identificar sus características.

Material y equipo:

- Mufla de laboratorio
- Crisol de porcelana
- Estufa de calentamiento

- Pinzas metálicas
- Desecador
- Balanza analítica
- Alimentos a evaluar

Desarrollo de práctica:

1. Poner a masa constante un crisol de porcelana, perfectamente limpio, introduciéndolo a la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, durante una hora; extraer el crisol de la mufla e introducirlo a una estufa a $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante al menos 15 minutos. Pasar el crisol al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
2. Determinar la masa del crisol en balanza analítica con aproximación de miligramos.
3. Tomar una muestra representativa de un gramo previamente secada y determinar la masa del crisol con la muestra en balanza analítica con aproximación a miligramos.
4. Incinere la muestra utilizando un mechero hasta que no emita humo y las paredes del crisol estén blancas.
5. Introducir el crisol, con la muestra calcinada, a la mufla a $550^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$
6. aproximadamente, durante una hora; extraer el crisol de la mufla e introducirlo a una estufa a $125^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, durante al menos 15 minutos. Pasar el crisol al desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente.
7. Determinar el peso del crisol y del espécimen calcinado en balanza analítica con aproximación de miligramos. Registrar el valor.
8. Realice el cálculo de % cenizas con la siguiente fórmula.
9. Investigue si el valor obtenido para su alimento corresponde a los valores esperados. (Márquez, 2014).

$$\% \text{ Cenizas} = \left(\frac{C_c - C_v}{C_m - C_v} \right) * 100$$

Cc: Peso del crisol con cenizas (g)

Cv: Peso del crisol vacío (g)

Cm: Peso del crisol con la muestra (g)

Práctica 2.5. Determinación de fibra total

Fundamento teórico:

El AOAC define la palabra cruda como "el material que se pierde en la incineración del residuo seco obtenido tras la digestión de las muestras con ácido sulfúrico al 1.2 % e hidróxido de sodio al 1.25 % bajo condiciones específicas". Su fundamento se basa en las hidrólisis sucesivas ácida y alcalina.

Materiales y equipo:

Analizador de fibra cruda.

Molino para uso en laboratorio (muestra).

Tamiz: apertura 1mm (muestra).

Balanza analítica: resolución 0.0001g

Horno de secado eléctrico termostático: se pueda controlar la temperatura hasta 130°C.

Horno de alta temperatura: ajustable 200°C a 800°C

Secador: utilice sílica gel de color variable como secador.

Preparación de los reactivos

Solución H₂SO₄: 0.128 ± 0.005 mol/L, calibrado con solución estándar de NaOH (GB601)

Solución NaOH: 0.313 ± 0.005 mol/L, calibrado con el método ácido de ftalato de potasio.

Alcohol 95%

Éter

Alcohol caprílico (antiespumante)

Tiras reactivas para pH

Desarrollo de la práctica:

1. Triturar la muestra en el molino y tamizarlo y reservarlo.

Nota: Si el contenido de grasa de la muestra es superior al 10%, esta debe de ser desengrasada, caso contrario no es necesario desengrasar.

2. Poner 1-2 g de muestra en el crisol y coloque el anillo de sellado.
3. Encender el equipo bajo la supervisión del encargado de laboratorio
4. Sacar el anillo de sellado del crisol. Meta el crisol en el horno y seque durante 2 h por debajo de 130 °C ± 2 °C, luego se enfría a temperatura ambiente, se pesa el peso del anillo y el crisol como "m1", secar el crisol tarado durante 1 h a 500 ± 25 °C en el horno de alta temperatura, colocarlo en el secador para que se enfríe a temperatura ambiente, se pesa y registrar el peso como "m", el resultado del análisis de fibra cruda se calcula por la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de fibra cruda \%} = \frac{M_1 - M_2}{M}$$

Donde:

M1: Es el peso del crisol más el residuo de la muestra después de secarlo a 130 °C

M2: Es el peso del crisol más el residuo de la muestra después quemado en 500 °C

M: Es el peso de la muestra (no desengrasado)

Preguntas:

¿Qué valores se esperan en el alimento analizado

¿Para qué se llevan a cabo dos hidrólisis en este método?

Práctica 2.6. Determinación de hidratos de carbono

La determinación de hidratos de carbono se realiza por diferencia según las recomendaciones de la FAO y la OMS (1982), a partir de los resultados obtenidos en las determinaciones de grasa (G), cenizas (C), proteína (P), humedad (H) y fibra dietética (FD) de forma que:

$$\% \text{Hidratos de carbono} = 100 - (G + C + P + H + FD)$$

Práctica 3. Análisis sensorial

(Laboratorio de alimentos)

Fundamento teórico:

El análisis sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos humanos. Dicho de otro modo, es la evaluación de la apariencia, olor, aroma, textura y sabor de un alimento o materia prima. Este tipo de análisis comprende un conjunto de técnicas para la medida precisa de las respuestas humanas a los alimentos y minimiza los potenciales efectos de desviación que la identidad de la marca y otras informaciones pueden ejercer sobre el juicio del consumidor. Es decir, intenta aislar las propiedades sensoriales u organolépticas de los alimentos o productos en sí mismos y aporta información muy útil para su desarrollo o mejora, para la comunidad científica del área de alimentos y para los directivos de empresas.

El carecer de evaluación sensorial podría condicionar el fracaso de los avances e innovaciones que se producen en la tecnología de alimentos. Es clásico el ejemplo de un producto elaborado para una determinada comunidad (ejército, grupo escolar, etc.), perfectamente equilibrado desde el punto de vista nutritivo, que es rechazado por sus potenciales consumidores porque no les gusta su sabor, su color o su textura.

Hay una gran cantidad de análisis que se les hacen a los alimentos para estar seguros de la calidad que se quiere brindar, como: composición química, carga microbiana y sobre todo, sus características sensoriales (olor, color, sabor, textura), pues de ello depende la demanda que tendrán los consumidores hacia dicho producto. Para tal propósito se requiere de personas entrenadas apropiadamente para llevar a cabo dichos análisis.

Es de ahí que se deriva el concepto de **Calidad Sensorial**, que es el resultado de la interacción entre el alimento y el ser humano y se puede definir como la sensación humana provocada por determinados estímulos procedentes del alimento.

Esta sensación depende, de la clase de intensidad del estímulo, además de las condiciones fisiológicas, psicológicas y sociológicas de la persona o grupo de personas que la evalúa. En principio, su medida y análisis debe realizarse sensorialmente, ya que los métodos químicos e instrumentales sólo son útiles para cuantificar y controlar las características o propiedades de los alimentos que originan el estímulo percibido por la persona.

El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos, se utiliza para resolver problemas de distinta índole (Costell y Durán, 1981); en cada caso concreto, la naturaleza de los mismos determina el tipo de prueba a realizar, las características del grupo de jueces y las condiciones del análisis (I.F.T., 1964 y 1971; Abbot, 1973; Costell y Durán, 1975).

El humano es, entonces, un elemento esencial para el control de la calidad del alimento, pues él mismo puede detectar la calidad del aroma, sabor, color y textura a través de sus sentidos. Para ello se necesita no sólo una persona, sino de un grupo de personas llamado Panel (Jueces) Sensorial debidamente entrenado para que los resultados sean más fidedignos, precisos, exactos y representativos.

Objetivo:

El propósito de la evaluación sensorial es medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor, con lo cual brinda a la industria, la oportunidad de aprovechar y aplicar estas mediciones.

Material y equipo:

Muestras

- 4 tipos diferentes de galletas (ej: María, chispas de chocolate, avena, integrales)
- Cantidad: 200g de cada tipo
- Codificación con números aleatorios de 3 dígitos

Equipos de Laboratorio

- Balanza analítica (precisión 0.1g)
- Cuchillos para cortar muestras uniformes
- Bandejas blancas para presentación de muestras
- Cronómetro
- Termómetro ambiente

Material para Panelistas

- Platos y vasos desechables (transparentes)
- Agua purificada a temperatura ambiente
- Galletas sin sal (neutralizante)
- Servilletas
- Bolígrafos

Documentación

- Hojas de evaluación sensorial
- Planillas de registro de datos
- Escalas hedónicas y descriptivas

Selección del Panel

- 15-20 panelistas no entrenados
- Edad entre 18-50 años
- Sin alergias alimentarias
- Ayuno de 2 horas previo a la evaluación

Condiciones de Evaluación

- Cabinas individuales con luz blanca
- Temperatura ambiente: 20-22°C
- Evaluación entre 10:00-12:00 hrs o 15:00-17:00 hrs
- Presentación aleatoria de muestras

Atributos a Evaluar

Apariencia Visual

- Color (1=muy claro, 9=muy oscuro)
- Uniformidad (1=muy irregular, 9=muy uniforme)
- Presencia de ingredientes visibles (1=ausente, 9=muy evidente)

Textura

- Dureza inicial (1=muy blanda, 9=muy dura)
- Crujencia (1=nada crujiente, 9=muy crujiente)
- Fracturabilidad (1=se deforma, 9=se quiebra fácilmente)
- Adhesividad (1=no se adhiere, 9=muy adhesiva)

Sabor

- Dulzor (1=nada dulce, 9=muy dulce)
- Sabor característico (1=muy débil, 9=muy intenso)
- Sabor residual (1=ausente, 9=muy persistente)

Aroma

- Intensidad aromática (1=muy débil, 9=muy intenso)
- Aroma característico (describir)

Aceptabilidad General

Escala hedónica de 9 puntos (1=me disgusta extremadamente, 9=me gusta extremadamente)

Procedimiento

1. Cortar las galletas en porciones uniformes de aproximadamente 2x2 cm
2. Codificar cada muestra con números aleatorios de 3 dígitos
3. Servir 2-3 piezas por muestra en platos blancos
4. Presentar a temperatura ambiente (20-22°C)

Procedimiento de Evaluación

- Instrucciones al panel: Explicar objetivos y metodología
- Enjuague bucal: Agua entre muestras y esperar 1 minuto
- Evaluación: Probar cada muestra completamente antes de pasar a la siguiente
- Registro: Marcar en las escalas correspondientes
- Neutralización: Galleta salada y agua entre muestras diferentes
- Tiempo: Máximo 30 minutos de evaluación total

Análisis de Resultados

Análisis Estadístico Descriptivo

- Medidas de Tendencia Central
 - a) Media aritmética: Calcular para cada atributo por muestra
 - b) Mediana: Identificar valor central de distribución
 - c) Moda: Valor más frecuente en escalas hedónicas
- Medidas de Dispersión
 - a) Desviación estándar: Variabilidad de respuestas
 - b) Coeficiente de variación: Homogeneidad del panel
 - c) Rangos: Valores máximos y mínimos

Análisis Estadístico Inferencial

- Análisis de Varianza (ANOVA)
 - a) ANOVA de una vía: Comparar medias entre muestras para cada atributo
 - b) Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$
 - c) Hipótesis nula: No hay diferencias entre muestras
 - d) Hipótesis alternativa: Existen diferencias significativas
- Pruebas Post-hoc
 - a) Test de Tukey: Identificar qué muestras difieren específicamente
 - b) Agrupamiento de medias: Formar grupos homogéneos

Interpretación de Resultados

- Perfil Sensorial

Crear gráficos radiales mostrando:

- a) Intensidad promedio de cada atributo por muestra
- b) Identificación de fortalezas y debilidades de cada galleta
- c) Comparación visual entre productos

Análisis de Aceptabilidad

- a) Clasificación por preferencia: Ordenar muestras según aceptabilidad
- b) Correlaciones: Relacionar atributos específicos con aceptación general
- c) Mapa de preferencias: Identificar drivers de aceptación

Análisis de Textura

- a) Relaciones texturales: Correlacionar dureza con crujencia
- b) Perfil de textura: Caracterizar cada muestra texturalmente
- c) Comparación con estándares: Evaluar respecto a galletas comerciales típicas

Presentación de Resultados

Tablas de Datos

- Medias \pm desviación estándar por atributo y muestra
- Resultados de ANOVA con valores F y p
- Agrupamientos de Tukey

Gráficos

- Perfiles sensoriales radiales: Comparación visual multiatributo
- Gráficos de barras: Aceptabilidad general por muestra
- Diagramas de caja: Distribución de puntuaciones por atributo

Interpretación y Conclusiones

- Identificar galleta con mejor perfil sensorial general
- Determinar atributos críticos para aceptación
- Sugerir mejoras para productos con menor aceptación
- Relacionar resultados con formulación e ingredientes

Consideraciones Adicionales

- Factores que Afectan los Resultados
 - a) Hora del día de evaluación
 - b) Condiciones ambientales
 - c) Fatiga sensorial del panel
 - d) Efecto de orden de presentación
- Limitaciones del Estudio
 - a) Panel no entrenado puede tener mayor variabilidad
 - b) Subjetividad inherente a evaluación sensorial
 - c) Influencia de preferencias individuales
- Aplicaciones Prácticas
 - a) Desarrollo de nuevos productos
 - b) Control de calidad en producción
 - c) Estudios de mercado
 - d) Optimización de formulaciones
- Referencias Metodológicas
 - a) ISO 8589: Análisis sensorial - Guía general para el diseño de locales de prueba
 - b) ISO 4121: Análisis sensorial - Directrices para el uso de escalas de respuesta cuantitativa
 - c) ASTM E1697: Método de prueba estándar para análisis sensorial discriminativo

Práctica 4. Elaboración de galletas

(Laboratorio de alimentos)

Fundamento teórico:

Las galletas de mantequilla constituyen un producto de panadería caracterizado por su textura crujiente y sabor distintivo derivado de la mantequilla. Su elaboración involucra procesos fisicoquímicos complejos que incluyen la formación de una matriz proteica-lipídica, reacciones de Maillard y transformaciones estructurales durante el horneado.

- Componentes principales y su función tecnológica

Harina de trigo: Aporta las proteínas formadoras de gluten (gliadinas y gluteninas) que proporcionan estructura al producto. El almidón presente sufre gelatinización parcial durante el horneado, contribuyendo a la textura final.

Mantequilla: Grasa láctea que actúa como agente plastificante, proporcionando sabor característico y contribuyendo a la textura tierna. Su punto de fusión (28-35°C) es crucial para el desarrollo de la textura durante el horneado.

Azúcar: Además de edulcorante, actúa como agente texturizante. Durante el horneado, experimenta caramelización parcial (a partir de 160°C), contribuyendo al color y sabor final.

Huevo: Las proteínas ovalbúmina y conalbúmina coagulan durante el horneado, proporcionando estructura. La lecitina presente actúa como emulsificante natural.

- Procesos fisicoquímicos durante la elaboración

Cremado: La incorporación de aire en la matriz grasa-azúcar mediante batido mecánico crea una emulsión que determina la textura final del producto.

Desarrollo del gluten: La hidratación controlada de las proteínas del trigo forma una red viscoelástica que proporciona estructura sin desarrollar excesivamente la tenacidad.

Horneado: Ocurren simultáneamente la coagulación proteica, gelatinización del almidón, evaporación del agua, reacciones de Maillard y caramelización, resultando en la formación de la corteza y el desarrollo del sabor característico.

Objetivo:

Elaborar galletas de mantequilla aplicando los principios de la ciencia de los alimentos para comprender los procesos fisicoquímicos involucrados en su producción.

Objetivos Específicos

- Aplicar la técnica de cremado para la incorporación de aire en sistemas grasos
- Evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de horneado en las características sensoriales del producto
- Analizar los cambios fisicoquímicos que ocurren durante el proceso de elaboración
- Determinar los parámetros de calidad del producto terminado

Material y equipo:

Ingredientes (para 24 galletas aproximadamente)

- Harina de trigo todo uso: 250g
- Mantequilla sin sal: 175g (temperatura ambiente)
- Azúcar glass: 75g
- Azúcar granulada: 50g
- Huevo entero: 1 unidad (50g aproximadamente)
- Esencia de vainilla: 5ml
- Sal: 2g
- Polvo de hornear: 3g
- Batidora eléctrica con paleta
- Balanza analítica (precisión $\pm 0.1g$)
- Horno convencional con control de temperatura
- Termómetro para horno
- Tamiz malla 60
- Rodillo
- Cortadores de galletas
- Bandejas para hornear
- Papel pergamino
- Cronómetro

- Calibrador vernier
- Colorímetro (opcional)
- Texturómetro (opcional)
- Balanza de humedad

Desarrollo de la práctica:

Preparación previa (15 minutos)

1. Precalentar el horno a $180^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
2. Tamizar la harina junto con el polvo de hornear y la sal
3. Preparar las bandejas con papel pergamino
4. Verificar que la mantequilla esté a temperatura ambiente ($18\text{-}20^{\circ}\text{C}$)

Elaboración de la masa (30 minutos)

1. Colocar la mantequilla en el bowl de la batidora
2. Batir a velocidad media durante 2 minutos hasta obtener consistencia cremosa
3. Adicionar gradualmente ambos azúcares
4. Continuar batiendo 5-8 minutos hasta lograr una mezcla pálida y esponjosa
5. Registrar cambios de volumen y textura
6. Adicionar el huevo previamente batido en forma gradual
7. Incorporar la esencia de vainilla
8. Batir hasta homogenizar completamente la mezcla
9. Reducir velocidad de batido al mínimo
10. Adicionar la mezcla de harina tamizada en tres partes
11. Mezclar solo hasta integrar, evitando sobredesarrollo del gluten
12. La masa debe presentar consistencia homogénea y manejable
13. Extender la masa sobre superficie enharinada hasta 0.5cm de espesor
14. Cortar las galletas con moldes, manteniendo uniformidad
15. Colocar en bandejas dejando 3cm de separación entre piezas
16. Registrar dimensiones iniciales de 5 galletas muestra
17. Hornear a 180°C durante 12-15 minutos
18. Monitorear el desarrollo del color dorado en los bordes
19. Registrar temperatura interna del horno cada 5 minutos
20. Las galletas están listas cuando los bordes presentan coloración dorada ligera

21. Enfriar en rejilla durante 15 minutos
22. Medir dimensiones finales de las galletas muestra
23. Evaluar características sensoriales
24. Documentar observaciones

Resultados:

Análisis físicos

- Dimensiones: Diámetro y espesor antes y después del horneado
- Factor de expansión: Relación diámetro final/diámetro inicial
- Pérdida de peso: Diferencia porcentual de peso antes y después del horneado
- Color: Evaluación visual o instrumental (valores L*, a*, b*)

Análisis sensoriales

- Apariencia: Color, uniformidad, presencia de grietas
- Textura: Crujencia, dureza, cohesividad
- Sabor: Intensidad a mantequilla, dulzor, sabores extraños
- Aroma: Característico a galleta horneada

Criterios de calidad

- Galletas uniformes en tamaño y color
- Textura crujiente sin excesiva dureza
- Sabor balanceado a mantequilla y vainilla
- Ausencia de sabores rancios o extraños

NOTA: Las galletas deben presentar expansión controlada (10-15% aumento en diámetro), color dorado uniforme, textura crujiente y sabor característico a mantequilla. La pérdida de humedad durante el horneado debe oscilar entre 8-12%.

Cuestionario:

- Explique la importancia del proceso de cremado en la textura final de las galletas
- ¿Qué efectos tendría el sobredesarrollo del gluten en este tipo de producto?
- Analice los cambios fisicoquímicos que ocurren durante el horneado

-
- Compare los resultados obtenidos con los parámetros teóricos esperados
 - Proponga modificaciones en la formulación para obtener diferentes texturas

Referencias:

Figoni, P. (2010). How Baking Works: Exploring the Fundamentals of Baking Science. 3rd Edition. John Wiley & Sons.

Manley, D. (2011). Manley's Technology of Biscuits, Crackers and Cookies. 4th Edition. Woodhead Publishing.

Suas, M. (2008). Advanced Bread and Pastry: A Professional Approach. Delmar Cengage Learning.