RESOLUCIÓN DE COMISIÓN ORGANIZADORA N° 549-2023-UNACH

Chota, 18 de agosto de 2023

VISTOS:

La solicitud S/N, de fecha 10 de junio de 2023; la Carta N°038-2023-UNACH/SCDTA, de fecha 07 de agosto de 2023; la Carta N° 154-2023-UNACH/DFCA, de fecha 08 de agosto del 2023; el Oficio N° 492-2023-UNACH-VPAC, de fecha 10 de abril de 2023; el acuerdo de sesión ordinaria de Comisión Organizadora, de fecha 16 de agosto de 2023; y

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 18 de la Constitución Política del Perú señala que la Universidad es autónoma en su régimen normativo, de gobierno, académico, administrativo y económico, se rigen por sus propios estatutos en el marco de la Constitución y de las leyes.

Que, la Ley N° 30220 – Ley Universitaria, establece en su artículo 8 que la autonomía inherente a las universidades se ejerce de conformidad con lo establecido en la Constitución, la presente Ley y demás normativa aplicable.

Que, el artículo IV numeral 1.1 del Título Preliminar del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por Decreto Supremo N° 004-2019-JUS, establece como principio del procedimiento administrativo el de Legalidad, redactando: "Principio de legalidad.- Las autoridades administrativas deben actuar con respeto a la Constitución, la ley y al derecho, dentro de las facultades que les estén atribuidas y de acuerdo con los fines para los cuales les fueron conferidas", por lo que la actuación de las autoridades de las entidades de la administración pública, como la Universidad Nacional Autónoma de Chota, deben restringir su accionar a lo estrictamente estipulado en las facultades y funciones conferidas en la Constitución, la ley y al derecho.

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora Nº 399-2021-UNACH, de fecha 19 de noviembre de 2021, se aprobó: ¨NORMAS PARA LA FORMULACIÓN, APROBACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS NORMATIVOS INTERNOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNMA DE CHOTA¨.

Que, con solicitud S/N, de fecha 10 de junio de 2023, el Mg. Ing. Christian Omar Larrea Cerna, docente auxiliar de la EPIA, presenta la propuesta de Manual de Laboratorio de Química Analítica de los Alimentos, señala que ha sido elaborado teniendo en consideración lo dispuesto en Resolución de Comisión Organizadora Nº 399-2021-UNACH, de fecha 19 de noviembre de 2021; por lo que solicita su aprobación mediante acto resolutivo.

Que, por Carta N°038-2023-UNACH/SCDTA, de fecha 07 de agosto de 2023, el Subcoordinador del Departamento Académico de Ciencia y Tecnología Agroindustrial, remite la solicitud de aprobación del precitado manual de prácticas, para su aprobación mediante acto resolutivo.

Que, mediante Carta N° 154-2023-UNACH/DFCA, de fecha 08 de agosto del 2023, el Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, solicita la revisión y aprobación por acto resolutivo del documento Manual de Laboratorio de Química Analítica de los Alimentos, presentado con Carta N°038-2023-UNACH/SCDTA.

Que, a través del Oficio N° 492-2023-UNACH/VPAC, de fecha 10 de agosto del 2023, la Vicepresidencia Académica, remite el expediente administrativo, el cual contiene los documentos precedentemente citados, solicitando la aprobación mediante acto resolutivo del Manual de Laboratorio de Química Analítica de los Alimentos.

Estando a lo expuesto y en uso de las atribuciones conferidas por la Ley N° 30220, Ley Universitaria y Estatuto de la Universidad Nacional Autónoma de Chota;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO: APROBAR el Manual de Laboratorio de Química Analítica de los Alimentos, el cual, en calidad de Anexo Único, forma parte de la presente resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO: DEJAR SIN EFECTO todo acto administrativo que se oponga a la presente Resolución.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, CÚMPLASE Y ARCHÍVESE.

Dr. Carlos Rafael Suárez Sánchez
Presidente de la Comisión Organizadora
Universidad Nacional Autónoma de Chota

Abg. Jorge Luis Quiñones Espinoza
SECRETARIO GENERAL
Universidad Nacional Autónoma de Chota

C.C
Vicepresidencia Académica
Facultad de Ciencias Agrarias
Interesados
Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO QUÍMICA ANALITICA DE ALIMENTOS

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Mg. Ing. Crhistian Omar Larrea Cerna	Dr. Ricardo Abel Castillo Torres	

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL 2
ÍNDICE DE TABLAS 3
ÍNDICE DE IMÁGENES 4
ÍNDICE DE FÓRMULAS 5
PRÓLOGO 6
GLOSARIO 7
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-01. IDENTIFICACIÓN DE MATERIAL DE LABORATORIO: MUESTREO Y TOMA DE MUESTRAS 9
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-02. HUMEDAD: MÉTODOS DE ENSAYO EN LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA. 18
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-03. DETERMINACIÓN DE CENIZAS. 24
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-04. REACCIONES DE LOS CARBOHIDRATOS: RETROGRADACIÓN 27
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-05. REACCIONES DE LOS CARBOHIDRATOS: GELATINIZACIÓN Y CARAMELIZACIÓN 32
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-06. ANALISIS DE LECHE: ANALISIS FISICOQUÍMICOS Y CUALITATIVOS. 39
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 07. LÍPIDOS: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICA DE LOS LÍPIDOS Y PRUEBAS 50
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 08. LÍPIDOS: DETERIORO DE LOS LÍPIDOS 55
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 09. PIGMENTOS: EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA 59
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 10. PIGMENTOS: EXTRACCIÓN DE BIXINA A PARTIR DE ACHIOTE *(BIXA ORELLANA L.)* 62
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 11. ENZIMAS: ACCIÓN DE LAS ENZIMAS SOBRE LA CARNE 66
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 12. FRUTAS Y HORTALIZAS: PELADO QUÍMICO DE ALIMENTOS 74
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 13. TUBÉRCULOS Y GRANOS: EXTRACCIÓN DE ALMIDONES 79
PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 14. CÁLCULO DE VALOR ENERGÉTICO Y PORCIONES EN LOS ALIMENTOS PARA EL ETIQUETADO 85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla del Pto. de ebullición de disolventes 20
Tabla 2. Comparación de las características cualitativas de almidón y harinas 30
Tabla 3. Tiempo de dilución de azúcares. 35
Tabla 4. Comparación de las Características cualitativas y químicas de la azúcar invertida ... 36
Tabla 5. Posibles errores en la medición de materia grasa 46
Tabla 6. Proporciones para la preparación de la prueba de la presencia de almidón y/o harinas en el queso 48
Tabla 7. Comparación de las pruebas realizadas de los aceites y grasas. 53
Tabla 8. Extracción de grasa por calor 57
Tabla 9. Comparación de las purezas medidas de los diferentes métodos de extracción del colorante 64
Tabla 10. Tipos de ablandadores para carne 67
Tabla 11. Características fisicoquímicas de la carne y soluciones de gobierno 72
Tabla 12. Características organolépticas de la carne cruda y cocida 72
Tabla 13. Condiciones para el pelado químico de algunas frutas y hortalizas 77
Tabla 14. Pesos y rendimientos de extracción de almidón por vía seca 83
Tabla 15. Pesos y rendimientos de extracción de almidón por vía húmeda 83

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Diagrama de destilación azeotrópica 20
Imagen 2. Proceso de retrogradación de una molécula de almidón. 28
Imagen 3. Gelatinización del almidón 32
Imagen 4. Posibles resultados de las coloraciones 60
Imagen 5. Semilla de achiote 63
Imagen 6. Montaje experimental Soxhlet 63
Imagen 7. Patrones visuales de la escala de color para la carne fresca de res. 70
Imagen 8. Patrones visuales de la escala de color para la carne de res sometida al tratamiento (referencial). 71
Imagen 9. Disco de tajar para procesador de vegetales 82

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Ecuación 1. Cálculo del % de humedad 22
Ecuación 2. Cálculo del %sólidos totales. 23
Ecuación 3. Cálculo del % de cenizas 25
Ecuación 4. Cálculo del % de retrogradación. 29
Ecuación 5. Cálculo del % de velocidad de dilución 35
Ecuación 6. Cálculo del % de extracto seco no graso 46
Ecuación 7. Cálculo de la acidez en la leche 47
Ecuación 8. Cálculo de la densidad de los aceites 52
Ecuación 9. Cálculo de los ácidos Grasos Libres (AGL) en los aceites y grasas. 56
Ecuación 10. Determinación de la acidez a partir del %AGL 56
Ecuación 11. Cálculo del peso perdido 57
Ecuación 12. Cálculo de la grasa extraída 57
Ecuación 13. Cuantificación de la clorofila a y b 61

PRÓLOGO

El análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de alimentos y su composición. Dicha información es vital para comprender las propiedades pertenecientes al alimento analizado, para posteriormente poder generar un valor agregado produciéndolos en masa obteniendo un producto seguro, nutritivo y aceptable para cubrir la necesidad del consumidor.

Existen diversos métodos y técnicas para analizar los alimentos, determinando así la propiedad particular de los mismos, es así como podemos definir el método apropiado para la aplicación específica, este método seleccionado va depender de lo que vamos a medir en el alimento y el análisis que planteamos realizar.

Las propiedades que se determinan con frecuencia en un alimento son para conocer la composición de los alimentos y estas incluyen, por ejemplo: Determinación de la Humedad, Determinación de Cenizas, Determinación de Grasas, Determinación de Proteínas, Determinación de Carbohidratos, a este conjunto de técnicas se le conoce como **Análisis Proximal**.

La finalidad de este documento es revisar los principios básicos de los procedimientos antes mencionados que son empleados para el análisis de los alimentos y establecer las principales ventajas y desventajas.

Por lo tanto, la elaboración del manual de guía de laboratorio pretende ser un apoyo para el ***Curso de Química Analítica de Alimentos*** de la ***Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial***, de la ***Universidad Nacional Autónoma de Chota***, recalcando su importancia para la comprensión de los principios químicos y analíticos que se basan fundamentalmente en la composición del alimento, propiedades nutricionales y funcionales que pueda poseer, introduciendo al alumnado diversas técnicas de laboratorio que son de rutina en la investigación de pregrado.

Se espera que este material perdure a través de los años y se mejore continuamente en las siguientes versiones, con el fin que muchos estudiantes puedan efectuar con éxito las prácticas que se describen, obteniendo resultados, comparándolos y discutiendo con la bibliografía e investigaciones de otros autores.

GLOSARIO

Lactodensímetro: Aparato utilizado para determinar la densidad de la leche.

Butirómetro: Instrumento para determinar la riqueza de manteca que contiene la leche.

Picnómetro: Es un frasco con un cierre sellado de vidrio que dispone de un tapón provisto de un finísimo capilar, de tal manera que puede obtenerse un volumen con gran precisión. Esto permite medir la densidad de un fluido, en referencia a la de un fluido de densidad conocida como el agua o el mercurio.

pH-metro: El pH-metro es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución. La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. Una celda para la medida de pH consiste en un par de electrodos, uno de calomel (mercurio, cloruro de mercurio) y otro de vidrio, sumergidos en la disolución en la que queremos encontrar el pH.

Alimento: Todo producto natural o artificial, elaborado o no, que ingerido aporta al organismo humano los nutrientes y la energía necesarios para el desarrollo de los procesos biológicos. Quedan incluidas en la presente definición las bebidas no alcohólicas, y aquellas sustancias con que se sazonan algunos comestibles y que se conocen con el nombre genérico de especia.

Alimento adulterado: El alimento adulterado es aquel:

- **a.** Al cual se le hayan sustituido parte de los elementos constituyentes, reemplazándolos o no por otras sustancias.
- **b.** Que haya sido adicionado por sustancias no autorizadas.
- **c.** Que haya sido sometido a tratamientos que disimulen u oculten sus condiciones originales y,
- **d.** Que, por deficiencias en su calidad normal, hayan sido disimuladas u ocultadas en forma fraudulenta sus condiciones originales.

Alimento alterado: Alimento que sufre modificación o degradación, parcial o total, de los constituyentes que le son propios, por agentes físicos, químicos o biológicos.

Alimento contaminado: Alimento que contiene agentes y/o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales, o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente.

Alimento de mayor riesgo en salud pública: Alimento que, en razón a sus características de composición especialmente en sus contenidos de nutrientes, Aw actividad acuosa y pH, favorece el crecimiento microbiano y por consiguiente, cualquier deficiencia en su proceso, manipulación,

conservación, transporte, distribución y comercialización, puede ocasionar trastornos a la salud del consumidor.

Alimento falsificado: Alimento falsificado es aquel que:

a. Se le designe o expenda con nombre o calificativo distinto al que le corresponde;
b. Su envase, rótulo o etiqueta contenga diseño o declaración ambigua, falsa o que pueda inducir o producir engaño o confusión respecto de su composición intrínseca y uso y,
c. No proceda de sus verdaderos fabricantes o que tenga la apariencia y caracteres generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada, y que se denomine como éste, sin serlo.

Sólidos solubles: Se refiere a los sólidos solubles en agua, como azúcares y ácidos orgánicos. Se determinan en un refractómetro con una escala calibrada en grados Brix (% en peso de sacarosa), un grado Brix equivale comercialmente a una concentración en sólidos solubles de 1g/100ml

Refractómetro: Sirve para cuantificar los sólidos totales contenidos en una solución, teniendo como objetivo analizar distintas sustancias presentes en una materia e identificar cada componente para evaluar su grado de pureza.

Espectrofotómetro: Es un instrumento especializado que puede ser utilizado para medir y cuantificar las propiedades de reflectancia y transmitancia de una muestra, su uso en la Industria Alimentaria es para alimentos pigmentados con colorantes alimenticios siendo inspeccionados químicamente de forma rigurosa, para poder identificarlos eficazmente.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-01. Identificación de Material de Laboratorio: Muestreo y Toma de Muestras

1. OBJETIVOS.

- Reconocer los materiales, equipos, reactivos que se usaran en las prácticas de laboratorio de Química Analítica de Alimentos.
- Entrenar al estudiante en toma de muestras, capacitándolo en procedimientos de muestreo.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. Reactivos: La pureza de los reactivos tiene gran importancia en los resultados de un análisis puesto que participan directamente en la realización de una técnica analítica y en función de su calidad podrán influir positiva o negativamente en los resultados de la determinación.

2.1.1. *Reactivos crudos:* Son los productos obtenidos de sus fuentes naturales o productos intermedios de elaboración. Jamás se emplean en una técnica analítica.

2.1.2. *Reactivos técnicos:* Son productos obtenidos con un mayor grado de elaboración, pero cuyas impurezas no se han determinado y por tanto no se conocen. Se emplean fundamentalmente en la industria y en los laboratorios para la limpieza de la cristalería y los instrumentos.

2.1.3. *Reactivos puros:* Son reactivos de pureza ligeramente mayor que los reactivos técnicos pero cuya composición e impurezas generalmente no se conocen ni cualitativa ni cuantitativamente. No son adecuados para uso analítico, aunque pueden utilizarse en laboratorios para procesos de obtención de otras sustancias que posteriormente serán purificadas.

2.1.4. *Reactivos analíticos:* Estos reactivos se producen comercialmente con un alto grado de purificación y sus impurezas son determinadas y cuantificadas. Usualmente la composición cualitativa y cuantitativa se reporta en las etiquetas de los frascos en los cuales se comercializan. No obstante, la mayoría de estos reactivos, pueden distinguirse tres calidades distintas:

- *Reactivos para análisis (PA)*: Son aquellos cuyo contenido en impurezas no rebasa el número mínimo de sustancias determinables por el método que se utilice. Son los más usados en la Química Analítica Clásica, tanto cualitativa como cuantitativa.

- *Reactivos purísimos:* Son reactivos con un mayor grado de pureza que los reactivos "para análisis" y por tanto su proceso de obtención es más riguroso. Es de suponer que estos reactivos tienen un mayor costo.
- *Reactivos especiales:* Son reactivos aún más puros que los anteriores y se destinan para métodos instrumentales especiales que demandan altos requerimientos de pureza. Entre ellos pueden citarse los reactivos de calidad espectroscópica y los destinados a los métodos cromatográficos. Baste citar como ejemplo que en la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) el agua empleada no es destilada ni bidestilada sino con un grado superior de pureza denominado agua grado HPLC

2.2. Equipamiento: El equipamiento de un laboratorio de Química Analítica Cuantitativa generalmente se puede clasificar en cristalería, miscelánea y equipos.

2.2.1. *Cristalería:* Instrumentos comunes a cualquier laboratorio químico que puede a su vez subclasificarse en: instrumentos para medir **volúmenes**, instrumentos para soportar medidas de masa e instrumentos para filtrar.

2.2.1.1. *Instrumentos para medir volúmenes:*

- *Pipetas:* Las pipetas, salvo que se especifique lo contrario, son instrumentos destinados a la medición de volúmenes exactos.

- *Buretas*: Son recipientes cilíndricos de forma alargada que se encuentran graduados en toda su longitud y poseen una llave en su extremo inferior que regula la salida del líquido contenido en ella.

- *Frascos volumétricos o matraces aforados:* Son recipientes de vidrio o de plástico que miden exactamente el volumen que contienen y poseen la forma de un balón de fondo plano y cuello alargado en el cual hay una marca circular o aforo que indica, al ser llenado hasta el mismo, el volumen que se especifica en cada caso.

- *Matraces aforados construidos de material plástico:* Hoy día los matraces aforados se construyen de vidrio o de plástico y comercialmente se ofertan en distintas capacidades; los más comunes son de 1000, 500, 250, 100, 50 y 25 ml.

- *Probetas graduadas:* Las probetas son recipientes de forma cilíndrica y alargada que se encuentran graduados para medir diferentes volúmenes.

- *Erlenmeyer y vasos de precipitado:* Aunque están incluidos en este acápite, los Erlenmeyer y vasos de precipitados (beakers) no se emplean comúnmente para medir volúmenes dado que en muchos casos ni tan

siquiera están graduados, aunque en caso contrario pudieran utilizarse para trasvasar volúmenes aproximados de agua y reactivos auxiliares.

2.2.1.2. *Instrumentos para soportar medidas de masas:*

- *Vidrio de reloj:* lámina de vidrio de forma circular cóncava-convexa, su uso es para medir masa o el peso de productos sólidos en cantidad, evaporar pequeñas cantidades de líquidos de muestras sólidas, así como de cubierta de vasos de precipitado.

- *Pesa filtros o pesa sustancias:* Son recipientes de vidrio que poseen una tapa esmerilada y se emplean para secar y almacenar sustancias sólidas. También existen pesa sustancias de plástico, cuya principal ventaja es su robustez.

- *Crisoles:* Son recipientes de fondo plano utilizados para trabajar a altas temperaturas, como es el caso de la determinación de cenizas y la calcinación de precipitados. Los más usados son de porcelana, pero también los hay de platino y otros materiales resistentes a altas temperaturas. Generalmente se emplean para pesar sólidos.

2.2.1.3. *Instrumentos para filtrar*

- *Embudo de vástago fino y corto:* Se utilizan generalmente para llenar las buretas, aunque también pueden emplearse para trasvasar sustancias y en algunos procesos de filtración.

- *Embudo de vástago ancho y corto:* Se emplean fundamentalmente para trasvasar sólidos de un recipiente a otro con ayuda de un frasco lavador.

- *Embudo de vástago fino y largo:* Son los que mayormente se utilizan en análisis químico para el proceso de filtración empleando como material filtrante papel de filtro principalmente. El vástago alargado produce una columna de líquido en la parte inferior del embudo que provoca una pequeña succión que acelera el proceso de filtración.

- *Embudo Büchner:* Es un embudo de porcelana con una placa perforada que se utiliza para filtrar bajo presión reducida (vacío). Dicho embudo va ajustado por un tapón a un Erlenmeyer con tubuladura lateral (Kitasato), que está unido al equipo de vacío. Sobre la placa perforada se coloca el papel de filtro, el filtro de asbesto, tela u otro material filtrante.

- *Kitasato:* Es un Erlenmeyer con tubuladura lateral, de paredes gruesas, adecuadas para resistir diferencias de presiones con el exterior y no apto

para calentar sustancias. Se emplea para filtrar a presión reducida (vacío) quedando en su interior las aguas de filtrado. Se fabrican de varios tamaños, aunque los más empleados son los de 250 y 500 ml.

- *Papel de filtro cualitativo:* Se utilizan cuando el objetivo del análisis es la recogida del filtrado, pues es un papel que contiene muchas cenizas, por lo que no debe emplearse para obtener precipitados que serán posteriormente incinerados. Los hay de diferente grado de porosidad para emplearlos en función del tamaño de los cristales del precipitado que se desee separar.

- *Papel de filtro cuantitativo:* Un papel de filtro se considera cuantitativo cuando prácticamente no deja cenizas al quemarse. Es de amplio empleo en el análisis gravimétrico pues en este tipo de métodos el objetivo central es la recuperación del precipitado.

2.2.2. *Misceláneas:*

- *Desecadores:* Son recipientes de vidrio en los cuales se mantiene una atmósfera libre de vapor de agua mediante la presencia de un agente deshidratante (CaCl2, CaSO4, H2SO4 (concentrado) y Sílica gel, entre otros).

- *Morteros:* Son recipientes en forma de copa o cápsula, fabricado de diversos materiales: vidrio, porcelana, hierro etc., que además dispone de una pieza auxiliar comúnmente denominada mano del mortero, que se fabrica del mismo material que el mortero.

- *Frasco lavador:* Son recipientes de vidrio o plástico (este último más popular en la actualidad) que presentan una tubuladura que permite la salida controlada del líquido que contiene (generalmente agua destilada). Se emplean para ayudar a trasvasar sólidos cuantitativamente de un recipiente a otro, para preparar soluciones y para el lavado de precipitados, entre otras funciones.

- *Varilla de vidrio y policía:* Las varillas de vidrio son, como su nombre lo indica, tubos macizos, largos y estrechos que se emplean para agitar soluciones en las valoraciones con precipitados y para ayudar a trasvasar líquidos evitando que este se derrame.

- *Quemadores de gas:* Es de metal y consta de tres partes fácilmente separables: base, regulador de aire y tubo quemador. Es usado frecuentemente en operaciones de calentamiento.

- *Soportes universales:* Es un instrumento que se utiliza para sostener útiles. Está constituido por una barra sostenida verticalmente por su plataforma o base. La base puede ser de diferentes formas: rectangular, triangular, etc. En análisis químico es muy empleado para sostener las buretas.

- *Trípodes:* Es un aro sostenido por tres vástagos, todo de metal, sobre el cual se coloca, cuando es necesario, una tela metálica con amianto y encima de esta se disponen los recipientes que contienen las sustancias que se desean calentar.

- *Pinzas*: Son fabricadas de metal y existen diferentes tipos: de Mohr, para crisol, para tubos de ensayos, para buretas entre otras.

2.3. *Equipos*

2.3.1. *Balanza técnica:* Es de uso muy corriente para obtener pesadas aproximadas hasta las décimas o centésimas de gramos pues su sensibilidad es de 0.1 ó 0.01 g. Como estas pesadas no son muy exactas, las balanzas técnicas se emplean fundamentalmente para pesar reactivos auxiliares o sustancias para preparar soluciones en el caso de que a estas se les corrija posteriormente su concentración empleando técnicas analíticas apropiadas.

2.3.2. *Balanza analítica:* La balanza analítica es el instrumento más usado por el personal de laboratorio, ya que mediante la misma es posible conocer con exactitud: la masa de matriz destinada al análisis, la masa de sustancias para preparar soluciones de concentración exacta, la masa de precipitados en el análisis gravimétrico, etc.

2.3.3. *Estufa:* La estufa es un equipo de calentamiento eléctrico con posibilidades de regular la temperatura entre 30 y 300° C. Se emplea para secar sólidos, cristalería, precipitados y cualquier otro material biológico. En el análisis de los alimentos presenta una enorme aplicación para la determinación de humedad y sólidos totales.

2.3.4. *Mufla:* Es también un equipo de calentamiento eléctrico que en este caso puede alcanzar temperaturas de hasta 1200° C. Se emplea en técnicas analíticas que involucren procesos de calcinación o incineración. Una de las técnicas analíticas más realizadas a los alimentos, y que forma parte del análisis centesimal, es precisamente el contenido de cenizas; así mismo algunas determinaciones analíticas se realizan a las cenizas de la matriz original como por ejemplo la determinación de la alcalinidad de las cenizas en vinos.

2.3.5. *Planchas de calentamiento:* Son planchas eléctricas que se emplean para el calentamiento uniforme y prolongado de soluciones, pero tienen la desventaja quede forma general la temperatura de trabajo no es controlable. Se emplea en procesos de reflujo, digestiones prolongadas y evaporaciones de solventes, entre otros usos.

2.3.6. *Baños de agua:* Es un depósito metálico que contiene agua hirviente para someter los recipientes que contienen sustancias, a la temperatura de ebullición del agua. La tapa está formada por una serie de anillos de metal que sirven para la colocación de recipientes de diferentes tamaños.

2.4. Muestreo y toma de la muestra

La realidad es que el analista no ha sido entrenado en el muestreo. En la mayoría de los casos, el analista no tiene responsabilidad en las fases de diseño y realización del muestreo, sino que el primer contacto que él tiene con esas operaciones es la de recepcionar la muestra de laboratorio.

El principio general de cualquier procedimiento de muestreo consiste en que la muestra representativa debe estar compuesta del mayor número posible de porciones de sustancia tomadas de manera absolutamente arbitraria (al azar) de diversos lugares de la población que se estudia (partida, lote, etc.).

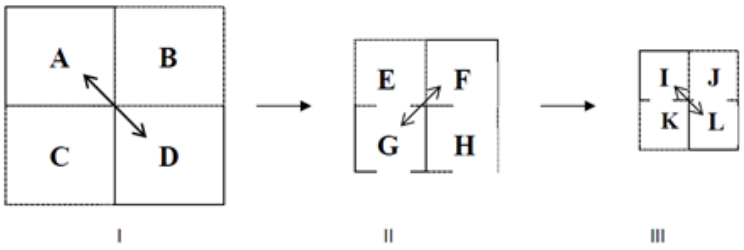
Muestra es una colección de una o más unidades de muestra seleccionadas de un lote para inspección, esta abarca todas las unidades de muestra tomadas para el propósito de examen o ensayo de un lote en particular

Tamaño de muestra es el número de unidades que abarca la muestra total tomada de un lote de producción.

Muestras Destructivas cuando se realiza la inspección en la cual el envase y/o producto es destruido, modificado o considerado no usable.

Muestra no destructiva inspección al envase que no es destruido.

Preparación de muestras por cuarteo. La muestra pulverizada u grano se extiende formando un cuadrado que se divide en otros 4 cuadros. Los cuartos B y C se rechazan, los cuartos A y D se mezclan para dar II. En las figuras II y III, los cuartos E, H, J y K serán rechazados; I y L serán la muestra a analizar.



EJEMPLO 01 - Aplicando NTP-ISO 5538 (IDF113204) 2010:
Si el lote a evaluar es de 10 cajas x 48 latas de 410 g. de leche evaporada, con código de lote: 10122016, que hace un total de 480 latas. Se realiza el muestreo-inspección del lote con la finalidad de evaluar las características organolépticas del producto.

TABLA 23 — Planes de muestreo simple en LCA = 6,5 %

n	Ac	Re	CL[a] (%)	Tamaño del lote (unidades) para inspección en los niveles mostrados				
				S-1	S-2	S-3	S-4	I
2	0	1	78	Hasta 500	Hasta 150	Hasta 50	Hasta 25	Hasta 25
8	1	2	47	Más de 500	151 a 35 000	51 a 500	26 a 150	26 a 150
13	2	3	41		Más de 35 000	501 a 3 200	151 a 500	151 a 280
20	4	5	34			3 201 a 35 000	501 a 1 200	281 a 500
32	5	6	30			35 001 a 500 000	1 201 a 10 000	501 a 1200
50	7	8	25			Más de 500 000	10 001 a 35 000	1 201 a 3200
80	10	11	20				35 001 a 500	3 201 a 10000
125	14	15	18				Más de 500 000	10 001 a 35 000
200	21	22	15					Más de 35 000

a Calidad límite (véase 5.2.2).

Plan de Muestreo por Atributos (Nivel de Inspección S-2) para:

- Número de cajas: 10.
- Latas por caja: 48 Latas por 410 g de leche evaporada
- Tamaño de Lote (N): **480 latas.**
- Número de unidades de muestras requeridas por lote (n): 8

Procedimiento de Muestreo Aleatorio:

1. Ordenar correlativamente las latas del 1 al 200 de acuerdo a su posición.
2. Determinar el intervalo de muestreo (k) ej. k = 200 latas /8 muestras = 25.
3. Seleccionar al azar un número "j" entre 0 y k (25), por ejemplo, j = 5.
4. La muestra sistemática generada por la población de unidades, corresponde a los números aleatorios siguientes: **1ra muestra** = lata 5; **2da muestra** = lata 30; **3ra muestra** = lata 55; **4ta muestra** = lata 80; **5ta muestra** = lata 105; **6ta muestra** = lata 130; **7ma muestra** = lata 155; **8va muestra** = lata 180.
5. Las ocho (08) muestras extraídas al azar, serán trasladados a un ambiente apropiado, para realizar la evaluación organoléptica.

Por lo tanto, la etapa de preparación de la muestra requiere de un diseño y planificación rigurosos el cual debe realizarse atendiendo a los siguientes criterios:

1. Naturaleza química del analito.
2. Concentración del analito en la matriz.
3. Característica de la matriz (homogeneidad o heterogeneidad, estabilidad, volatilidad, solubilidad)
4. Naturaleza química de las sustancias interferentes
5. Características del método analítico seleccionado.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Pipetas - Matraz - Erlenmeyer	- Agua destilada - 100 ml de vinagre	- Solo para la descripción todos los que se encuentran en laboratorio.
Reactivos		
- Los que se encuentren en las instalaciones para descripción.		

3.2. PROCEDIMIENTO

a) Se inicia las actividades en el laboratorio revisando los frascos de los reactivos existentes y se comparará que tipo de reactivos cuenta el laboratorio según lo descrito en el fundamento teórico.

b) Posteriormente se revisará con el equipamiento y equipos con el que cuenta el laboratorio para la explicación del técnico encargado del laboratorio, si existen ítems adicionales a los descritos al documento, se debe adicionar en el informe con su respectiva descripción.

c) Se realizará la determinación de ácido acético en una muestra de vinagre comercial.

- ✓ Se toma 25 ml de vinagre.
- ✓ Se diluyen con agua destilada hasta 250 ml de disolución.
- ✓ Posteriormente se extrae una alícuota de 10 ml a la cual se realiza la cuantificación de ácido acético obteniéndose|
- ✓ una masa de ácido de 0.0555 g.
- ✓ Calcular la masa de ácido en gramos.

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. Aplicando NTP-ISO 5538 (IDF113204) 2010:

Si el lote a evaluar es de 16,000 cajas x 48 latas de 290 ml de leche enriquecida, con código de lote: 10122018, que hace un total de 720,000 latas. Se realiza el muestreo-inspección del lote con la finalidad de evaluar las características organolépticas del producto.

b. ¿Qué equipamiento u equipos falta o existe en el laboratorio que no ha sido mencionado en la Practica 01?

c. De los reactivos encontrados en el laboratorio, ¿Menciones y describa cuáles son? ¿Para qué sirven?

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. (2022). *Protocolo para la Supervisión y Liberación de Alimentos en los Establecimientos de Proveedoras/es del Programa Nacional de Alimentación Escolar QALI WARMA*. 5ta edición. Lima, Perú. Recuperado de https://www.gob.pe.
- MÉNDEZ LILIA. (2020). *Manual de prácticas de Análisis de Alimentos*. Xalapa, Veracruz. Universidad Veracruzana - Facultad de Química Farmacéutica Biológica. Recuperado de https://www.uv.mx.
- Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI. (2012). NTP 700.002. *Lineamientos y Procedimientos de Muestreo del Pescado y Productos Pesqueros para Inspección*. 2da edición. Lima, Perú.
- Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI. (2010). NTP-ISO 5538. Leche y Productos Lácteos. 1era edición. Lima, Perú.
- Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – INDECOPI. (2008). NTP-ISO 2859-1. *Procedimientos de Muestreo para Inspección por Atributos. 2da edición*. Lima, Perú.
- H. ZUMBADO. (2002). *Análisis Químicos de los alimentos – Métodos Clásicos*. La Habana, Cuba. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad de la Habana. Recuperado de https://www.yumpu.com.
- Codex Alimentarius. CXMAS – 09 – 1. (2001). *Directrices armonizadas para la validación interna de métodos de análisis de la IUPAC*.
- AGUIAR, A. Y COL. (1998). *Temas de Química Analítica II*. Facultad de Química. Universidad de la Habana. Ed. ENPES.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-02. HUMEDAD: MÉTODOS DE ENSAYO EN LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD Y MATERIA SECA.

1. OBJETIVOS.

- Determinar el contenido de humedad de una muestra alimenticia de origen animal o vegetal, aplicando la técnica de deshidratación completa con aire caliente.
- Escoger un alimento cuyos resultados se puedan comparar con datos teóricos encontrados en la bibliografía.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60% a 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales y animales, puede decirse que existe en dos formas generales: “agua libre” y “agua ligada”.

El ***agua libre o absorbida***, que es la forma predominante, se libera con gran facilidad.

El ***agua ligada*** se halla combinada. Se encuentra en los alimentos como agua de cristalización (en los hidratos) o ligada a las proteínas y a las moléculas de sacáridos y absorbida sobre la superficie de las partículas coloidales.

Existen varias razones por las cuales, la mayoría de las industrias de alimentos determinan la humedad, las principales son las siguientes:

a) El comprador de materias primas no desea adquirir agua en exceso.
b) El agua, si está presente por encima de ciertos niveles, facilita el desarrollo de los microorganismos.
c) Para la mantequilla, margarina, leche desecada y queso está señalado el máximo legal.
d) Los materiales pulverulentos se aglomeran en presencia de agua, por ejemplo, azúcar y sal.
e) La humedad de trigo debe ajustarse adecuadamente para facilitar la molienda.
f) La cantidad de agua presente puede afectar la textura.
g) La determinación del contenido en agua representa una vía sencilla para el control de la concentración en las distintas etapas de la fabricación de alimentos.

2.1. Métodos de secado

Los métodos de secado son los más comunes para valorar el contenido de humedad en los alimentos; se calcula el porcentaje en agua por la perdida en peso debida a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas. Aunque estos métodos dan buenos resultados que pueden interpretarse sobre bases de comparación, es preciso tener presente que, **a)** algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente; **b)** a cierta temperatura el alimento es susceptible de descomponerse, con lo que se volatilizan otras sustancias además de agua, y **c)** también pueden perderse otras materias volátiles aparte de agua.

2.1.1. Método por secado de estufa

La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles.

El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra.

Notas sobre las determinaciones de humedad en estufa.

a. Los productos con un elevado contenido en azúcares y las carnes con un contenido alto de grasa deben deshidratarse en estufa de vacío a temperaturas que no excedan de 70°C.

b. Los métodos de deshidratación en estufa son inadecuados para productos, como las especias, ricas en sustancias volátiles distintas del agua.

c. La eliminación del agua de una muestra requiere que la presión parcial de agua en la fase de vapor sea inferior a la que alcanza en la muestra; de ahí que sea necesario cierto movimiento del aire; en una estufa de aire se logra abriendo parcialmente la ventilación y en las estufas de vacío dando entrada a una lenta corriente de aire seco.

d. La temperatura no es igual en los distintos puntos de la estufa, de ahí la conveniencia de colocar el bulbo del termómetro en las proximidades de la muestra. Las variaciones pueden alcanzar hasta más de tres grados en los tipos antiguos, en los que el aire se mueve por convección. Las estufas más modernas de este tipo están equipadas con eficaces sistemas, que la temperatura no varia un grado en las distintas zonas.

e. Muchos productos son, tras su deshidratación, bastante higroscópicos; es preciso por ello colocar la tapa de manera que ajuste tanto como sea posible inmediatamente después de abrir la estufa y es necesario también pesar la cápsula tan pronto como alcance la temperatura ambiente; para esto puede precisarse hasta una hora si se utiliza un desecador de vidrio.

f. La reacción de pardeamiento que se produce por interacción entre los aminoácidos y los azúcares reductores libera agua durante la deshidratación y se acelera a temperaturas elevadas. Los alimentos ricos en proteínas y azúcares reductores deben, por ello, desecarse con precaución, de preferencia en una estufa de vacío a 60°C.

2.1.2. Método por secado en estufa de vacío

Se basa en el principio fisicoquímico que relaciona la presión de vapor con la presión del sistema a una temperatura dada. Si se abate la presión del sistema, se abate la presión de vapor y necesariamente se reduce su punto de ebullición. Si se sustrae aire de una estufa por medio de vacío se incrementa la velocidad

del secado. Es necesario que la estufa tenga una salida de aire constante y que la presión no exceda los 100 mm Hg. y 70°C, de manera que la muestra no se descomponga y que no se evaporen los compuestos volátiles de la muestra, cuya presión de vapor también ha sido modificada.

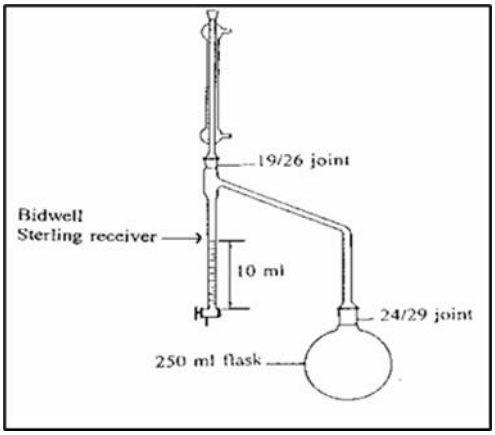
2.1.3. Método de secado en termobalanza

Este método se basa en evaporar de manera continua la humedad de la muestra y el registro continuo de la pérdida de peso, hasta que la muestra se sitúe a peso constante. El error de pesada en este método se minimiza cuando la muestra no se expone constantemente al ambiente.

2.1.4. Método de destilación azeotrópica

El método se basa en la destilación simultánea del agua con un líquido inmiscible en proporciones constantes. El agua es destilada en un líquido inmiscible de alto punto de ebullición, como son tolueno y xileno. El agua destilada y condensada se recolecta en una trampa Bidwell para medir el volumen (ver Fig. 1).

Imagen 1. Diagrama de destilación azeotrópica



Fuente: Nollet, 1996

Recomendaciones: Diversos investigadores han recomendado usar los siguientes disolventes:

Tabla 1. Tabla del Pto. de ebullición de disolventes

Disolventes	P. ebullición (°C)
Tetracloruro de carbono	77
Benceno	80
Metil ciclohexano	100
Tolueno	111
Tetracloroetileno	121
Xileno	137-140

Fuente: Nollet, 1996.

2.1.5. Método de Karl Fischer.

Es el único método químico comúnmente usado para la determinación de agua en alimentos que precisamente se basa en su reactivo. Este reactivo fue descubierto en 1936 y consta de yodo, dióxido de azufre, una amina (originalmente se empleaba piridina sin embargo por cuestiones de seguridad y toxicidad se está reemplazando por imidazol) en un alcohol (ejemplo metanol).

Inicialmente, el dióxido de azufre reacciona con el metanol para formar el éster el cual es neutralizado por la base (1). El éster es oxidado por el yodo a Metil sulfato en una reacción que involucra al agua (2).
Las reacciones son las siguientes: (James, 1999)

$CH_3OH + SO_2 + RN \rightarrow [RNH]SO_3CH_3$ _____ (1)
$H_2O + I_2 + [RNH]SO_3CH_3 + 2RN \rightarrow [RNH] (SO_4) CH_3 + 2[RNH]I$ _____ (2)

Habitualmente se utiliza un exceso de dióxido de azufre, piridina y metanol de manera que la fuerza del reactivo venga determinada por la concentración de yodo. Este reactivo es un poderoso deshidratante, por lo que tanto la muestra como el reactivo deben protegerse contra la humedad del aire, cualquiera que sea la técnica usada. Se hace por titulación y estas pueden ser visuales o potenciométricas. En su forma más simple el mismo reactivo funciona como indicados. La disolución muestra mantiene un color amarillo canario mientras haya agua, que cambia luego a amarillo cromato y después a pardo en el momento del vire.

En su forma más simple el método potenciométrico consta de una fuente de corriente directa, un reóstato, un galvanómetro o micro amperímetro y electrodos de platino, dos cosas son necesarias para la determinación: una diferencia de potencial que nos dé una corriente y el contacto del titulante con el analito.

Este método se aplica a alimentos con bajo contenido de humedad por ejemplo frutas y vegetales deshidratados, aceite y café tostado, no es recomendable para alimentos con alto contenido de humedad.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Capsulas de porcelana - Crisoles - Espátula - Pinza de crisol	- Tomate (2) - Pepinos - Fresa - Naranja - Queso fresco (100g) - Carne (corte prolijo) 100g - Otros alimentos de la región	- Estufa. - Desecadores
Reactivos		
- Sílica gel		

La determinación de humedad o sustancias volátiles a 105 °C se basa en la pérdida de peso que sufre el alimento al calentarlo a 105 °C. Este valor incluye además del agua propiamente dicha, las sustancias volátiles que acompañan al alimento. (Realizar 4 muestras para la prueba)

a) Se pesan con exactitud 5g de la muestra preparada en una capsula de porcelana previamente tarada y pesada.

b) Se lleva a desecación en una estufa a presión atmosférica entre 100°C y 105°C, o en una estufa al vacío a 70°C, durante dos a tres horas.

c) Se retira la capsula de la estufa y se coloca inmediatamente en un desecador hasta que alcanzan la temperatura ambiente.

d) La muestra desecada se pesa.

e) Si es posible, se deben repetir las operaciones de secado, enfriada y pesada hasta cuando se obtenga un peso constante, esto es cuando toda el agua de la muestra haya sido eliminada; luego se guarda en el desecador la muestra deshidratada.

f) A partir del peso obtenido se calcula el porcentaje de agua en base húmeda (se expresa en gramos de agua por unidad de peso o por 100 gramos del alimento (g agua/g producto).

g) Calcular el porcentaje de materia seca.

Ecuación 1. Cálculo del % de humedad

$$\%\boldsymbol{Humedad} = \frac{\boldsymbol{Peso\ de\ la\ muestra\ constante\ final}}{\boldsymbol{Peso\ de\ la\ muestra\ inicial}} \boldsymbol{x\ 100}$$

h) La determinación de los Sólidos Totales se calcula con la Humedad ya encontrada (calculada), de la siguiente forma con ayuda de la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Cálculo del %sólidos totales.

$$\%\boldsymbol{Sólidos\ Totales} = \mathbf{100} - \%\boldsymbol{Humedad}$$

4. CUESTIONARIO

a. ¿Cuál es la importancia del contenido de humedad y la actividad acuosa en los alimentos?

b. ¿Qué influencia tiene el agua en las reacciones que ocurren en los alimentos desde el punto de vista deteriorativo y cuál es su relación con la estabilidad y la calidad de los alimentos?

c. ¿Qué otros métodos existen para la determinación de humedad en alimentos y en qué casos deben utilizarse?

d. ¿Cómo determinaría el contenido de humedad en un aceite?

e. Investigar en que consiste un análisis bromatológico.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BERNAL DE RAMÍREZ, I. (1993). Análisis de Alimentos. Santa fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- VARGAS O., W. (1984). Fundamentos de Ciencia Alimentaria. Santa fe de Bogotá: Fundación para la Investigación Interdisciplinaria y la Docencia.
- PEARSON O. (1976). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. España: Editorial Acribia.
- FISCHER H. J. y HART, F. L. (1971). Análisis Moderno de los Alimentos. España: Editorial Acribia.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-03. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.

1. OBJETIVOS.

- Determinar el residuo inorgánico de una muestra alimenticia de origen animal o vegetal, utilizando la técnica de calcinación directa a 550°C.
- Determinar el contenido de cenizas en la muestra, con la finalidad de cuantificar minerales presentes en ella, ya que estos contribuyen en la alimentación humana.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

Método de calcinación directa

Todos los alimentos contienen elementos minerales formando parte de compuestos orgánicos e inorgánicos. La incineración para destruir toda la materia orgánica cambia su naturaleza; las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos o reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o haluros y algunos elementos, como el azufre y los halógenos, pueden no ser completamente retenidos en las cenizas perdiéndose por volatilización. Debido a esto, la naturaleza y calidad de las variadas combinaciones minerales que se encuentran en los alimentos son difíciles de determinar, aun cuando el resultado de la incineración del material permite una orientación sobre su cantidad aproximada. En general, las cenizas se componen de carbonatos originados de la materia orgánica y no propiamente de la muestra; en las cenizas vegetales predominan los derivados del potasio y en los 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. La determinación debe hacerse aumentando progresivamente la temperatura del horno, hasta alcanzar el rojo oscuro (± 550°C). No se debe dejar pasar de esta temperatura pues se podrían descomponer los carbonatos presentes y se volatilizarían otras sustancias como los compuestos de fósforo produciendo resultados erróneos. Otra forma de destruir la materia orgánica es por oxidación húmeda, con ácido nítrico o sulfúrico concentrado. Posteriormente, el residuo de cenizas puede utilizarse para el análisis del contenido de algunos elementos que, ahora en forma predominantemente mineral, ofrecerán características físicas y químicas que harán posible su identificación y determinación mediante reacciones o pruebas rápidas y completas, con mayor facilidad, exactitud y certeza.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Crisol de porcelana - Desecador - Mufla - Mechero - Pinzas para crisol	- Tomate (2) - Pepinos - Fresa - Naranja - Queso fresco (100g) - Carne (corte prolijo) 100g - Otros alimentos de la región	- Estufa - Balanza analítica
Reactivos		
- Sílica gel		

a) Pesar de 0.5 a 1.5g de muestra (húmeda o seca) en un crisol de peso conocido.
b) Carbonizar el contenido del crisol lentamente con el mechero para evitar pérdidas.
c) Cuando cese el desprendimiento de humo, llevar el crisol a la mufla a 550°C.
d) Incinerar durante una hora, o bien hasta que las cenizas aparezcan blancas o grises.
e) Enfriar en desecador a temperatura ambiente y pesar.
f) Si no se logra obtener el color blanco o gris de las cenizas, dejar enfriar, agregar unas gotas de agua destilada, secar nuevamente en el mechero y volver a calcinar.

Ecuación 3. Cálculo del % de cenizas

$$\%\boldsymbol{Cenizas} = \frac{(\boldsymbol{W_1} - \boldsymbol{W_2})}{\boldsymbol{W}} * \mathbf{100}$$

$\mathbf{W_1}$ = Peso del crisol más la muestra calcinada
$\mathbf{W_2}$ = Peso del crisol solo
W = Peso de la muestra

NOTA: En ocasiones, de acuerdo con el tipo de muestra se requieren aproximadamente 5 horas.

"Se debe tener cuidado para evitar la pérdida de cenizas ligeras; para esto se deben mantener el crisol tapado incluso dentro del desecador".
Dejar secar el crisol tapado en la mufla o en el aire hasta cerca de 60°C y luego llevarlo a temperatura ambiente dentro del desecador.
Pesar el crisol con las cenizas y la tapa.
Con los resultados obtenidos, calcular en bases húmeda y seca el porcentaje de cenizas.

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a) ¿Qué elementos con significado en la alimentación animal y humana, podrían ser determinados en las cenizas de los productos alimenticios?

b) ¿Cuál es el papel de los elementos químicos en los alimentos?

c) ¿Qué indica un alto contenido de cenizas?

7. BIBLIOGRAFÍA

- Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. (2010). *Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos*. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Universidad Veracruzana. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. (2010). *Manual de Análisis de Alimentos*. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- PEARSON. D. (1993). *Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos.* Acribia S.A. Zaragoza, España.
- FENNEMA O. (1993). *Química de Alimentos.* Acribia S.A. 2da edición. España
- MARCOS BARRADO AANDRES. (Traductor). (1969). *Manual de Análisis de Alimentos*. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- BERNAL DE RAMÍREZ, I. (1993). *Análisis de Alimentos*. Santa fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- FISCHER H. J. y HART, F. L. (1971). *Análisis Moderno de los Alimentos.* España: Editorial Acribia.
- PEARSON O. (1976). *Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos.* España: Editorial Acribia.
- VARGAS O., W. (1984). *Fundamentos de Ciencia Alimentaria*. Santa fe de Bogotá: Fundación para la Investigación Interdisciplinaria y la Docencia.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-04. REACCIONES DE LOS CARBOHIDRATOS: RETROGRADACIÓN

1. OBJETIVOS.

- Explorar algunos procesos que ocurren en disacáridos y polisacáridos.
- Comparar las características de los geles obtenidos a partir de diversos almidones y harinas.
- Comparar el comportamiento y la apariencia de los almidones gelatinizados preparados en la práctica.
- Diferenciar la influencia que tienen algunos ingredientes sobre la viscosidad y formación de gel en almidones.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

Los carbohidratos existentes en los alimentos tienen por misión primaria proporcionar energía, no obstante, tienen otras funciones importantes en relación con el sabor y la textura de los productos alimenticios. La más evidente de estas funciones es la de dar dulzor, también fijar sabores y actuar sinérgicamente con otros componentes para el sabor, sin embargo, los carbohidratos en general y los polisacáridos en particular desempeñan también una parte vital en el control de la retención de agua en los alimentos, por sus efectos sobre la viscosidad, las propiedades de gelificación y otros atributos de textura por su facultad de estabilizar las emulsiones.

Los carbohidratos presentes en las paredes de los tejidos vegetales cumplen una función básicamente estructural, allí se encuentra la celulosa, lignina, hemicelulosa, pectinas, entre otras, cada cumpliendo un papel específico. Dichos polisacáridos pueden ser homo o heteropolisacáridos, ellos constituyen básicamente lo que se denomina fibra; tanto la fracción soluble como la insoluble, cumplen funciones en el proceso digestivo.
El almidón se halla muy difundido en la naturaleza como material de reserva de los vegetales. Sus propiedades funcionales son de mucha importancia en la preparación de múltiples alimentos de los cuales depende nuestro adecuado estado nutricional. El almidón se encuentra en los vegetales bajo la forma de partículas insolubles o gránulos solubles. El gránulo de almidón es un sistema heterogéneo que consiste principalmente en dos compuestos distintos:

1. La amilosa que es esencialmente un polímero lineal.
2. La amilopectina, que es polímero muy ramificado

La proporción de amilosa y amilopectina varía de un almidón a otro dependiendo del cereal. En general los almidones contienen más amilopectina que amilosa, por ejemplo, en el almidón de maíz la relación es de aproximadamente 3:1.

2.1. GELATINIZACIÓN

Proceso cuando se calientan en agua, los gránulos de almidón hacen rompimiento del granulo. Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden embeber agua de manera reversible; es decir, pueden hincharse ligeramente con el agua. A su vez, sucede lixiviación de pequeñas cadenas de amilosa y amilopectina al medio acuosos aumentando su viscosidad.

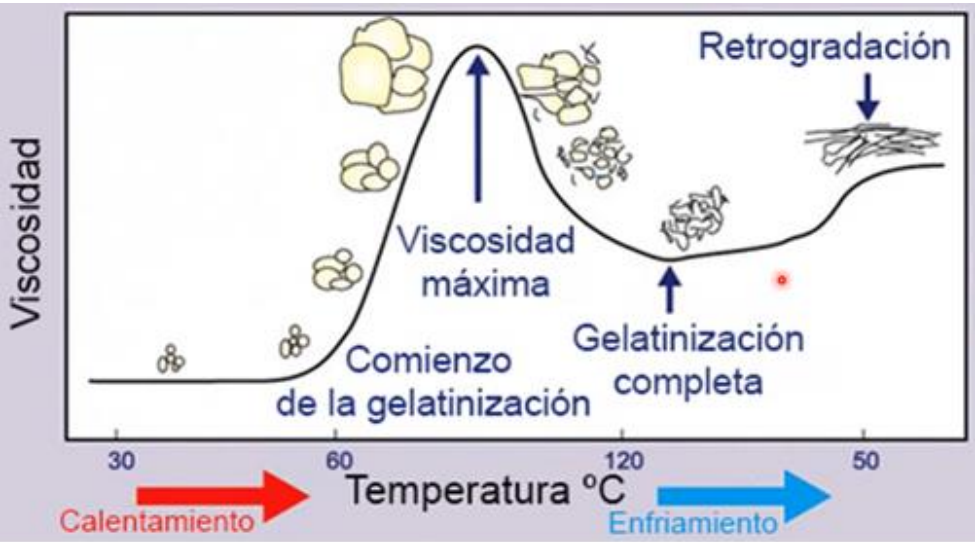
2.2. GELIFICACION

Proceso por el cual después de la gelatinización el granulo de almidón hinchado (hidratado), se estabiliza la lixiviación de la amilosa y la amilopectina, siendo los gránulos más grandes los que primero gelifican aumentando la rigidez.

2.3. RETROGRADACIÓN

Se define como la insolubilización y la precipitación espontánea, principalmente de las moléculas de amilosa, debido a que sus cadenas lineales se orientan paralelamente y accionan entre sí por puentes de hidrógeno a través de sus múltiples hidroxilos; se puede efectuar por diversas rutas que dependen de la concentración y de la temperatura del sistema. Si se calienta una solución concentrada de amilosa y se enfría rápidamente hasta alcanzar la temperatura ambiente se forma un gel rígido, pero si las soluciones son diluidas, se vuelven opacas y precipitan cuando se dejan reposar y enfriar lentamente se puede presentar perdida de volumen.

Imagen 2. Proceso de retrogradación de una molécula de almidón.



Fuente: Gómez J. 2020. Extraído YouTube.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Vasos de precipitado - Termómetro - Vástago - Pie de Rey - Regla (opcional) - Plumón indeleble	- Fécula de maíz (Maicena) - Fécula de papa (Chuño) - Harina de avena - Harina de cebada (Mashka) - Harina de camote - Harina de yuca - Harina de trigo - Sémola. - Zumo de limón - Zumo de naranja - Vinagre Blanco - Azúcar Blanca - Azúcar Rubia	- Hornillas de cocina - Balanza analítica - Frigider
Reactivos		
- N.A.		

a) Mezcle el almidón o harina con agua fría; agite hasta obtener una suspensión homogénea.

b) Caliente hasta 120°C aprox., cada una de las suspensiones agitando constantemente hasta formar el gel. Anote temperatura de gelificación. (Indirectamente se puede detectar cuando comience a sentir ligeros cambios en la consistencia en el fondo del recipiente y un aumento en la viscosidad mientras está agitando).

c) Tener en cuenta que este experimento es comparativo, por lo tanto, hay que usar recipientes de calentamiento parecidos en dimensiones y trabajar en una misma área de calentamiento para disminuir factores de error.

d) Medir la T° de Gelificación, esto se ocasiona cuando sentimos un ligero cambio cuando la solución ofrece una ligera resistencia en comparación a lo que estaba diluido frío.

e) Medir T° de Desnaturalización, esto se dará cuando la solución calentada se ha espesado por completo.

f) Marcar con plumón indeleble el vaso de precipitado la altura de la solución caliente.

g) Posteriormente se medirán en milímetros el volumen del gel para cada vaso tanto cuando se marcó al principio, como el gel ya frío; esto para hallar el porcentaje de curvatura del gel, aplicamos la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Cálculo del % de retrogradación.

$$\%\ \boldsymbol{Retrogradación} = \frac{(\boldsymbol{Altura\ del\ gel\ caliente\ (mm)} - \boldsymbol{altura\ del\ gel\ frio(mm)})}{\boldsymbol{Altura\ del\ gel\ caliente(mm)}} * \mathbf{100}$$

h) Evalúe apariencia, viscosidad, textura, retrogradación, sinéresis.

i) Analice el efecto de los ácidos y el azúcar sobre la calidad de los almidones.

j) Observe el comportamiento de cada producto y de las variables en el proceso. Se almacenará a T° ambiente, por un periodo de 24 horas, luego se realizan las mediciones. (*También se puede realizar todo lo anterior y se almacena a T° de refrigeración - 5°C y comparar los comportamientos*)

k) Concluya.

Tabla 2. Comparación de las características cualitativas de almidón y harinas

Nro.	INGREDIENTE	CANTIDAD	APARIENCIA	CONSISTENCIA	VISCOSIDAD	COLOR	T° GELIFICACIÓN	T° DESNATURALIZACIÓN
1	Maizena	15 g						
	Agua	150 ml						
2	Maizena	45 g						
	Agua	150 ml						
3	Maizena	45 g						
	Agua	150 ml						
	Sacarosa	45 g						
4	Maizena	45 g						
	Agua	150 ml						
	Zumo de limón	45 g						
5	Chuño	15 g						
	Agua	150 ml						
6	Chuño	45 g						
	Agua	150 ml						
7	Chuño	45 g						
	Agua	150 ml						
	Sacarosa	45 g						
8	Chuño	45 g						
	Agua	150 ml						
	Zumo de limón	45 g						
9	Harina	15 g						
	Agua	150 ml						
10	Harina	45 g						
	Agua	150 ml						
11	Harina	45 g						
	Agua	150 ml						
	Sacarosa	45 g						
12	Harina	45 g						
	Ag ua	150 ml						
	Zumo de limón	45 g						

Viscosidad: *Evalúe de 1 a 5 (siendo 5 el de mayor viscosidad y 1el de menor viscosidad).*

Apariencia: *Conjunto de las propiedades visibles comprendiendo: brillo y características de la superficie: Gomosa, grumosa, homogénea y la turbidez en cuerpos líquidos.*

Consistencia: *Líquida, semisólida, sólida.*

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a) Establecer las diferencias que se observan en la consistencia de todas las muestras, luego de 24 horas de reposo a temperatura ambiente y T° de refrigeración (5°C).

b) Los resultados observados se modifican al almacenar los geles a temperatura ambiente y los guardados en la heladera. Justificar la respuesta.

c) Buscar en rótulos de distintos productos: yogures, mermeladas reducidas en calorías, mayonesa, polvos para preparar sopas, flanes, mousse, postres, bebidas, etc., el empleo de polisacáridos.

d) Explicar qué función cumple cada uno en estos productos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Joshelote1. (12 oct 2020). Gelificación y retrogradación del almidón. [Archivo de video]. https://www.youtube.com/watch?v=AzvTR87J7UM
- Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. (2010). Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Universidad Veracruzana. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. (2010). Manual de Análisis de Alimentos. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- PEARSON. D. (1993). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- FENNEMA O. (1993). Química de Alimentos. Acribia S.A. 2da edición. España
- MARCOS BARRADO AANDRES. (Traductor). (1969). Manual de Análisis de Alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- BERNAL DE RAMÍREZ, I. (1993). Análisis de Alimentos. Santa fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- FISCHER H. J. y HART, F. L. (1971). Análisis Moderno de los Alimentos. España: Editorial Acribia.
- PEARSON O. (1976). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. España: Editorial Acribia.
- VARGAS O., W. (1984). Fundamentos de Ciencia Alimentaria. Santa fe de Bogotá: Fundación para la Investigación Interdisciplinaria y la Docencia.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-05. REACCIONES DE LOS CARBOHIDRATOS: GELATINIZACIÓN Y CARAMELIZACIÓN

1. OBJETIVOS.

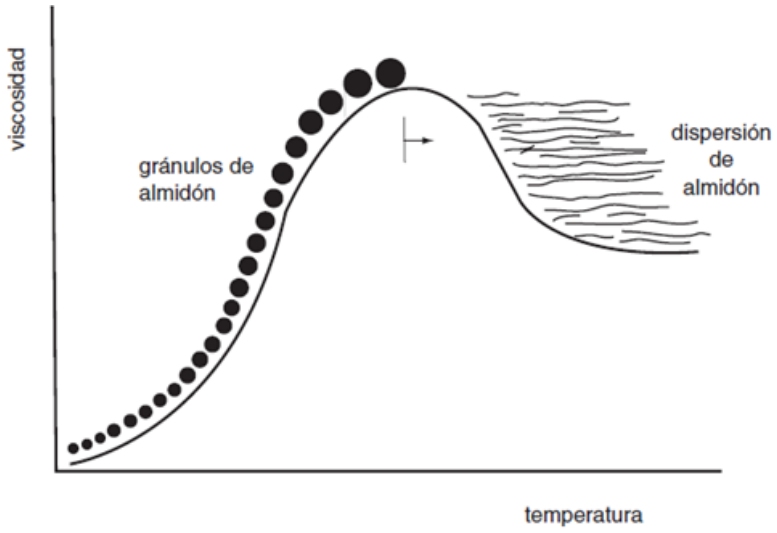
- Explorar algunos procesos que ocurren en disacáridos y polisacáridos.
- Interpretar la gelatinización de distintos tipos de arroz
- Determinar el grado de solubilidad y temperatura de diferentes azúcares.
- Observar las reacciones de caramelización en distintos tipos de azúcar.
- Observar la inversión de la sacarosa, utilizando diferentes tipos de ácidos.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. GELATINIZACIÓN

Proceso cuando se calientan en agua, los gránulos de almidón hacen rompimiento del granulo. Los gránulos de almidón son insolubles en agua fría, pero pueden embeber agua de manera reversible; es decir, pueden hincharse ligeramente con el agua. A su vez, sucede lixiviación de pequeñas cadenas de amilosa y amilopectina al medio acuosos aumentando su viscosidad.

Imagen 3. Gelatinización del almidón



Fuente: Badui, 2006

Los gránulos se hinchan reteniendo un máximo de agua hasta que se rompen y producen una dispersión de moléculas de amilosa y amilopectina.

2.2. AZÚCARES

2.2.1. Monosacáridos

Los carbohidratos que no pueden ser hidrolizados a otros más simples se llaman monosacáridos y están formados de 3 a 7 átomos de carbonos. Son aldosas, si poseen un grupo carbonilo (CO) en la posición 1 o cetosas si se encuentran en la posición 2. Son sustancias cristalizables, reductoras (seden electrones) y difusibles. Son muy solubles en agua, poco en alcohol e insolubles en éter. Los monosacáridos de 6 carbonos son denominados hexosas ($C_6H_{12}O_6$). Se encuentran en la naturaleza y son glucosa, manosa y galactosa como aldosas. La fructosa como cetosas.

En los alimentos se encuentran mono, di y oligosacáridos de manera natural; además del azúcar añadido como el jarabe de maíz, fructosa, dextrosa y azúcar invertido.

2.2.2. Disacáridos

Consiste en la combinación de dos monosacáridos. La sacarosa (glucosa-fructosa), la maltosa (glucosa-glucosa) y la lactosa (glucosa-galactosa) son disacáridos que poseen la misma fórmula molecular: C12H22O11. También poseen la misma fórmula estructural pero las posiciones de los átomos de H y de OH son estereoquímicamente distintos. La lactosa es reductora mientras que la sacarosa no tiene grupos carbonilos libres (no es reductora, pero es fácilmente cristalizable) y se hidroliza por medio del calor y ácidos denominándose como azúcar invertida.

2.2.3. Oligosacáridos

Son cadenas de monosacáridos (entre 3 a 9 monómeros) unidos entre sí. Se encuentran naturalmente, por ejemplo, en la remolacha y en la caña de azúcar como rafinosa que es un trisacárido formado por glucosa, fructosa y galactosa. En la soja está presente la estaquiosa, un tetrasacárido, ya que es la unión de dos galactosas, glucosa y fructosa. La maltodextrina derivada de la hidrólisis (desdoblamiento) del almidón puede estar formada por 4 a 9 glucosas y no posee sabor dulce.

2.3. CARAMELIZACIÓN Y AZÚCAR INVERTIDO

2.3.1. Química de la caramelización

Como consecuencia de la desestabilización térmica de los azucares, aparecen dos grupos diferentes de compuestos:

Compuestos de bajo peso molecular, formados por deshidratación. Constituyen entre el 5-10% del total y entre ellos se encuentran ácidos carboxílicos y piranonas, muchos de ellos volátiles y responsables del olor y sabor típicos del caramelo. También aparecen: 5 hydroximetil-furfural (HMF) e hydroxiacetil-furano (HAF) que al polimerizar dan el color característico.

Polímeros de azúcares de tipo muy variado y complejo. Forman entre el 90-95% del total y en su mayoría son polidextrosas y oligosacáridos de glucosa. Sin embargo, los productos más típicos de la caramelización son los dianhídridos de fructosa (DAF) o mixtos de fructosa y glucosa.

El intervalo de temperatura en el que se produce una caramelización correcta es bastante estrecho. A partir de 170˚C, empieza la aparición de sustancias amargas como consecuencia del comienzo de la carbonización.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Vasos de precipitado - Termómetro - Vástago - Plumón indeleble	- Arroz blanco joven o fresco - Arroz blanco añejado naturalmente - Arroz parbolizado (añejado artificialmente) - Arroz integral de grano joven o fresco - Arroz integral de grano añejado naturalmente - Azúcar blanca refinada - Azúcar rubia - Panela (Chancaca) - Zumo de limón - Zumo de naranja - Zumo de uva - Agua	- Hornillas de cocina - Balanza analítica

Reactivos	
- Bicarbonato de Sodio. - Ácido Cítrico. - Ácido Tartárico.	- Fehling A - Fehling B

3.2. CURVA DE GELATINIZACIÓN

a) En una probeta mida *500ml* de agua para arroz blanco joven, *600ml* para el arroz blanco añejado naturalmente y parbolizado, *700ml* para ambos arroces integrales y viértala en una olla.

Tener en cuenta que este experimento es comparativo, por lo tanto, hay que usar recipientes de calentamiento parecidos en dimensiones y trabajar en una misma área de calentamiento para disminuir factores de error.

b) Ponga a calentar el agua a fuego alto hasta que ebulla, disminuir a calor medio.
c) Agregue la muestra de arroz la cantidad es 20g para cualquiera de los tipos de arroz.
d) Al cabo de 15 minutos de cocción retire con una cuchara 10 granos enteros (tape nuevamente la olla) deposite los gránulos sobre un portaobjetos en toda su extensión.
e) Desde el momento que retire los primeros 10 granos continúe haciendo el mismo procedimiento cada 3 minutos hasta que la totalidad de los gránulos estén gelatinizados.
f) Cubra los granos extraídos con otro portaobjetos y presione con cuidado hasta que se pueda observar la gelatinización de los gránulos de almidón. Se consideran gelatinizados sólo los gránulos que no presenten ningún punto blanco
g) Grafique los resultados en un plano cartesiano: tiempo en el eje X y % gelatinización en el eje Y. tenga en cuenta que por ser 10 granos 1 corresponde al 10%. Evalúe y concluya

3.3. SOLUBILIDAD DE ALGUNOS AZÚCARES

a) En un vaso transparente adicione 100ml agua fría y mezcle manualmente el 25g de azúcar blanca refinada.
b) Tome el tiempo en que se demora en diluir los cristales de azúcar y regístrelo.
c) Realice el mismo procedimiento con agua caliente, el azúcar rubia y panela.

Realizar porcentajes de velocidad de dilución respecto a la dilución con agua fría.

Si asumimos que el *tiempo diluido en agua fría* (t_{df}) fue 10 min, luego el *tiempo diluido en agua caliente* (t_{dc}) fue 7 min. El % de *velocidad de dilución* (V_d) se calcularía de la siguiente forma:

Ecuación 5. Cálculo del % de velocidad de dilución

$$\%V_d = \frac{t_{dc}}{t_{df}} x\ 100\% \quad \text{REEMPLAZANDO} \quad V_d = \frac{7}{10} x\ 100 = 70\%$$

Con los datos obtenidos llenamos los la siguiente tabla.

Tabla 3. Tiempo de dilución de azúcares.

VARIABLES	TIEMPO DE DILUCION		OBSERVACIONES
	Agua fría (t_{df})	Agua Caliente (t_{dc})	
Azúcar Blanca			
Azúcar morena			
Panela granulada			

3.4. CARAMELIZACIÓN

a) En un recipiente, incorpore 60g azúcar blanca refinada, luego adicione 30 ml agua fría y mezcle con cuchara.
b) Someta a fuego medio hasta que empiece a cambiar de textura y color.
c) Vierta la mezcla en un vaso plástico y haga choque térmico con agua fría.
d) Repetir los pasos con la azúcar rubia y la panela.

Analice los resultados con los tres tipos de azúcar y defina según su criterio cuál es el mejor producto caramelizado, ¿por qué? Concluya.

3.5. INVERSIÓN DEL AZÚCAR: CON ZUMO DE LIMÓN

a) En un recipiente, coloque 100g de azúcar refinada, adicione el 200 ml agua fría, el 50 ml de zumo de limón filtrado y mezcle en frío.
b) Medir el pH de la solución (p_1^H)
c) Llévelo a fuego medio hasta que empiece a hervir.
d) Adicione el 2 g de bicarbonato y agitar hasta que la espuma desaparezca.
e) Dejar enfriar y luego medir el pH de la solución (p_2^H)
f) Vierta la mezcla en un vaso depósito.

Tabla 4. Comparación de las Características cualitativas y químicas de la azúcar invertida

Nro.	INGREDIENTE	CANTIDAD	APARIENCIA	VISCOSIDAD	COLOR	p_1^H	p_2^H
1	Azúcar blanca	200 g					
	Agua	200 ml					
	Z. de limón	150ml					
	Bicarbonato	5g					
2	Azúcar blanca	200 g					
	Agua	200 ml					
	Z. de naranja	150ml					
	Bicarbonato	5g					
3	Azúcar blanca	200 g					
	Agua	200 ml					
	Z. de uva	150ml					
	Bicarbonato	5g					
4	Azúcar blanca	100 g					
	Agua	200 ml					
	Ac. Cítrico	20ml					
	Bicarbonato	5g					
5	Azúcar blanca	100 g					
	Agua	200 ml					
	Ac. Tartárico	20g					
	Bicarbonato	5g					

Viscosidad: *Evalúe de 1 a 5 (siendo 5 el de mayor y 1 el de menor viscosidad).*
Apariencia: *Conjunto de las propiedades visibles comprendiendo: brillo, evalúe de 1 a 5.*

3.6. DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES

La solución problema: Pude ser con mono o disacáridos o también se pude analizar directamente en alimentos que contengan estos azucares ejemplo: leche, jugos, bebidas gaseosas, zumos, entre otros.

a) Poner en un tubo de ensayo 3 ml de solución problema (Si se utilizan sustancias puras utilizar concentración de la etiqueta del producto mencionado).
b) Añadir 1 ml de solución de Fehling A (cuidado es corrosiva) y 1 ml de Fehling B.
c) Calentar en un baño de agua.
d) Determinar presencia o ausencia de azúcares reductores.

(*) *Las soluciones problemas son: yogurt, néctar de naranja, gaseosa, gaseosa light, bebida de té, bebida de té light, hidratantes.*

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. Explique de forma técnica ¿Qué pasa al mezclar agua y azúcar?, describa alguna reacción.
b. Analice el efecto (describa la reacción) de los diferentes zumos, ácidos, el azúcar y el bicarbonato, evalúe apariencia y viscosidad.
c. ¿Para qué sirve el azúcar invertido? Describa sus usos.
d. Observe el comportamiento de cada producto y de las variables en el proceso.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnología. Escuela de Química. (2010). Manual de Laboratorio de Laboratorio de Análisis de Alimentos. Programa de Tecnología 2010. Trabajo de Grado.
- Universidad Veracruzana. Facultad de Química Farmacéutica Biológica. (2010). Manual de Análisis de Alimentos. Xalapa, Ver. Tesis de grado.
- PEARSON. D. (1993). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- FENNEMA O. (1993). Química de Alimentos. Acribia S.A. 2da edición. España
- MARCOS BARRADO AANDRES. (Traductor). (1969). Manual de Análisis de Alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza, España.
- BERNAL DE RAMÍREZ, I. (1993). Análisis de Alimentos. Santa fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

- FISCHER H. J. y HART, F. L. (1971). Análisis Moderno de los Alimentos. España: Editorial Acribia.
- PEARSON O. (1976). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. España: Editorial Acribia.
- VARGAS O., W. (1984). Fundamentos de Ciencia Alimentaria. Santa fe de Bogotá: Fundación para la Investigación Interdisciplinaria y la Docencia.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA-06. ANALISIS DE LECHE: ANALISIS FISICOQUÍMICOS Y CUALITATIVOS.

1. OBJETIVOS

- Reconocer la importancia de las técnicas de análisis fisicoquímico utilizadas para evaluar la calidad de la leche fresca.
- Investigar, estudiar y comparar las normas, resoluciones y decretos que rigen los requisitos que deben cumplir la leche para el consumo humano y aplicarla a la interpretación de los valores obtenidos experimentalmente.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

Según el Reglamento de la Leche y productos Lácteos en el Perú aprobado por **DS-007-2017-MINAGRI** aplica las siguientes definiciones:

- *Leche:* Es la secreción mamaria normal de animales lecheros, obtenida mediante uno o más ordeños, sin ningún tipo de adición o extracción, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración ulterior.
- *Producto Lácteo:* Es un producto obtenido mediante cualquier elaboración de la leche, que puede contener aditivos alimentarios y otros ingredientes funcionalmente necesarios para la elaboración.

El uso de los términos "leche" y "productos lácteos", se ajustará a lo dispuesto en la Norma General del Codex para el Uso de Términos Lecheros, Codex Stan 206-1999.

Para la determinación de las características fisicoquímicas de la leche y productos lácteos especificados en el Reglamento, se aplicarán los métodos de ensayos establecidos en las Normas Técnicas Peruanas y en lo no previsto, se realizará por métodos de ensayo normalizados, validados y reconocidos internacionalmente, que a continuación se mencionan:

- **NTP 202.007 LECHE Y PRODUCTOS LATEOS.** Leche cruda. Ensayo de determinación de la densidad relativa. Método de arbitraje.
- **NTP 202.008 LECHE Y PRODUCTOS LATEOS.** Leche cruda. Ensayo de determinación de la densidad relativa. Método usual.
- **NTP 202.028 LECHE Y PRODUCTOS LATEOS.** Leche cruda. Ensayo de materia grasa. Técnica Gerber.
- **NTP 202.126 LECHE Y PRODUCTOS LATEOS.** Leche cruda. Grasa en la Leche. Método Roese - Gottlieb.
- **NTP 202.116 LECHE Y PRODUCTOS LATEOS.** Leche cruda. Determinación de acidez titulable de la leche. Método Volumétrico.
- **NTP 202.118 LECHE Y PRODUCTOS LATEOS.** Leche cruda. Determinación de sólidos totales.

- **NTP 202.119 LECHE Y PRODUCTOS LATEOS.** Leche cruda. Determinación de nitrógeno (total) en leche. Método Kjeldahl.

Según la **Norma Colombiana** en el decreto 616 del 2006, aborda las siguientes definiciones:

- LECHE: Es el producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños completos, sin ningún tipo de adición, destinada al consumo en forma de leche líquida o a elaboración posterior.

- LECHE ADULTERADA: La leche adulterada es aquella:
  1. A la que se le han sustraído parte de los elementos constituyentes, reemplazándolos o no por otras sustancias.
  2. Que haya sido adicionada con sustancias no autorizadas y,
  3. Que por deficiencias en su inocuidad y calidad normal hayan sido disimuladas u ocultadas en forma fraudulenta sus condiciones originales.

- LECHE ALTERADA: Es aquella que ha sufrido deterioro en sus características microbiológicas, físico - químicas y organolépticas, o en su valor nutritivo, por causa de agentes fisicoquímicos o biológicos, naturales o artificiales.

- LECHE CONCENTRADA: Producto líquido obtenido por eliminación parcial del agua de la leche por el calor, o por cualquier otro procedimiento que permita obtener un producto, que después de reconstituido presente la misma composición y características de la leche.

- LECHE CONTAMINADA: Es aquella que contiene agentes o sustancias extrañas de cualquier naturaleza en cantidades superiores a las permitidas en las normas nacionales o en su defecto en normas reconocidas internacionalmente.

- LECHE CRUDA: Leche que no ha sido sometida a ningún tipo de termización ni higienización.

- LECHE DESLACTOSADA: Producto en donde la lactosa ha sido desdoblada por un proceso tecnológico en glucosa y galactosa, como máximo, en un 85%.

- LECHE EN POLVO: Es el producto que se obtiene por la eliminación del agua de constitución de la leche higienizada.

- LECHE ESTERILIZADA: Es el producto obtenido al someter la leche cruda o termizada, envasada herméticamente a una adecuada relación de temperatura y tiempo 115°C a 125°C por 20 a 30 minutos, enfriada inmediatamente a temperatura ambiente. El envase debe ser un recipiente con barreras a la luz, al oxígeno y la humedad, de tal forma que

garantice la esterilidad comercial sin alterar de ninguna manera ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Se puede comercializar a temperatura ambiente.

- LECHE FALSIFICADA: Es aquella que:
  1. Se designe o expenda con nombre o calificativo distinto al que le corresponde
  2. Su envase rótulo o etiqueta contenga diseño o declaración ambigua, falsa o que pueda inducir o producir engaño o confusión respecto de su composición intrínseca y uso.
  3. No proceda de los verdaderos fabricantes declarados en el rotulado del empaque.
  4. Que tenga la apariencia y caracteres generales de un producto legítimo, protegido o no por marca registrada y que se denomine como este sin serlo.

- LECHE HIGIENIZADA: Es el producto obtenido al someter la leche cruda o la leche termizada a un proceso de pasteurización, ultra-alta-temperatura UAT (UHT), ultrapasteurización, esterilización para reducir la cantidad de microorganismos, u otros tratamientos que garanticen productos inocuos microbiológicamente.

- LECHE PARA USO INDUSTRIAL: Leche destinada a un uso diferente al consumo humano.

- LECHE PASTEURIZADA: Es el producto obtenido al someter la leche cruda, termizada o recombinada a una adecuada relación de temperatura y tiempo para destruir su flora patógena y la casi totalidad de flora banal, sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas. Las condiciones mínimas de pasteurización son aquellas que tiene efectos bactericidas equivalentes al calentamiento de cada partícula a 72°C - 76°C por 15 segundos (pasteurización de flujo continuo) o 61 °C a 63° C por 30 minutos (pasteurización discontinua) seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración.

- LECHE RECOMBINADA: Es el producto que se obtiene de la mezcla de leche cruda con leche reconstituida en una proporción no mayor del 20% de esta última. Sometido posteriormente a higienización y enfriamiento inmediato a fin que presente características fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas de la leche líquida higienizada.

- LECHE RECONSTITUIDA: Es el producto uniforme que se obtiene mediante un proceso apropiado de incorporación de agua potable a la forma deshidratada o concentrada de la leche, con la finalidad de que presente características composicionales fisicoquímicas y organolépticas similares a la leche líquida.

- LECHE TERMIZADA: Producto obtenido al someter la leche cruda a un tratamiento térmico con el objeto de reducir el número de microorganismos presentes en la leche y

permitir un almacenamiento más prolongado antes de someterla a elaboración ulterior. Las condiciones del tratamiento térmico son de mínimo 62°C durante 15 a 20 segundos, seguido de enfriamiento inmediato hasta temperatura de refrigeración. La leche termizada debe reaccionar positivamente a la prueba de fosfatasa alcalina, siendo prohibida su comercialización para consumo humano directo.

- LECHE ULTRAPASTEURIZADA: Es el producto obtenido mediante proceso térmico en flujo continuo, aplicado a la leche cruda o termizada en una combinación de temperatura entre 135 ° C a 150 ° C durante un tiempo de 2 a 4 segundos, seguido inmediatamente de enfriamiento hasta la temperatura de refrigeración y envasado en condiciones de alta higiene, en recipientes previamente higienizados y cerrados herméticamente, de tal manera que se asegure la inocuidad microbiológica del producto sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo, ni sus características fisicoquímicas y organolépticas, la cual deberá ser comercializada bajo condiciones de refrigeración.

- LECHE ULTRA-ALTA-TEMPERATURA UAT (UHT) LECHE LARGA VIDA: Es el producto obtenido mediante proceso térmico en flujo continuo, aplicado a la leche cruda o termizada a una temperatura entre 135 °C a 150 °C y tiempos entre 2 y 4 segundos, de tal forma que se compruebe la destrucción eficaz de las esporas bacterianas resistentes al calor, seguido inmediatamente de enfriamiento a temperatura ambiente y envasado aséptico en recipientes estériles con barreras a la luz y al oxígeno, cerrados herméticamente, para su posterior almacenamiento, con el fin de que se asegure la esterilidad comercial sin alterar de manera esencial ni su valor nutritivo ni sus características fisicoquímicas y organolépticas, la cual puede ser comercializada a temperatura ambiente.

- PERMEADO DE LA LECHE: Es el producto que se obtiene de la extracción de la proteína y la grasa de la leche mediante ultra filtración de leche.

- PLANTA DE ENFRIAMIENTO O CENTRO DE ACOPIO DE LECHE: Establecimiento destinado a la recolección de la leche procedente de los hatos, con el fin de someterla a proceso de enfriamiento y posterior transporte a las plantas para procesamiento de leche.

- PLANTA PARA HIGIENIZACIÓN: Es el establecimiento industrial, destinado al enfriamiento, higienización y envasado de la leche con destino al consumo humano.

- PLANTA PARA PROCESAMIENTO DE LECHE: Es el establecimiento en el cual se modifica o transforma la leche para hacerla apta para consumo humano, que incluye las plantas para higienización, para pulverización u obtención de leche como materia prima para elaboración de derivados lácteos.

- PLANTA PARA PULVERIZACIÓN: Es el establecimiento destinado a la concentración y deshidratación de la leche previamente higienizada con destino al consumo humano.

- PRODUCTO INOCUO: Aquel que no presenta riesgo físico, químico o biológico y que es apto para consumo humano.

- RETENTADO DE LA LECHE: Es el producto que se obtiene de la concentración de la proteína de la leche mediante ultra filtración de leche.

2.1. DENSIDAD (D)

La determinación de la densidad es muy importante porque si no concuerda con los valores establecidos por el reglamento peruano se podría asumir falsificación o adulteración, los valores por debajo de lo establecido indican aguado de la leche y caso contrario indican descremado de la leche. La densidad o más exactamente el peso específico de la leche cruda y la leche UHT entera a 15°C está entre 1.0296 y 1.0340 g/ml, pero varía en relación a la cantidad de grasa y depende de la estación del año, la raza y la edad de la vaca, la leche entera pasteurizada a 15°C está entre 1.0296 y 1.0340 g/ml, la leche parcialmente descremada pasteurizada y UHT tienen un mínimo 1.0297g/ml y la leche descremada pasteurizada y UHT mínimo 1.0320 g/ml.

2.2. MATERIA GRASA (MÉTODO DE GERBER)

La materia grasa en contenida según el reglamento peruano debe poseer un mínimo del 3.2% para la leche cruda, para leche entera pasteurizada mínimo de 3%, leche parcialmente descremada pasteurizada y UHT oscila entre 0.5 a 3% dependiendo, y la leche descremada pasteurizada y UHT tiene un valor máximo de 0.5%, la leche evaporada entera debe poseer un mínimo de 7.5% la parcialmente descremada entre 1 a 7.5% y la descremada máximo 1%; debemos tener en cuenta que, dependiendo de la raza, la alimentación. Esta se encuentra emulsificada en forma de glóbulos grasos de un tamaño de 0.1 a 6 micras.

Este método consiste en la separación de la materia grasa por disolución en ácido sulfúrico de todos los otros componentes de la leche, seguido de centrifugación en tubos especialmente calibrados también emplea alcohol amílico que ayuda a romper la emulsión de las grasas y previene la carbonización de las mismas.

2.3. EXTRACTO SECO NO GRASO (ESD)

El extracto seco también conocido como Extracto seco magro (ESM) según el reglamento peruano debe contener mínimo 8.2% la leche cruda y la leche entera pasteurizada y UHT, las leches en polvo deben poseer un mínimo del 34%, las leches parcialmente descremadas pasteurizada y UHT deben contener 8.3%, las leches descremadas pasteurizada y UHT debe tener 8.4% como mínimo y por último a la leche evaporada parcialmente descremada debe poseer un mínimo de 20%.

2.4. ACIDEZ

Se determina la acidez total por titulación con un álcali normalizado, en leche fresca el volumen consumido de álcali es debido prácticamente al CO_2 disuelto y a los fosfatos ácidos, proteínas (principalmente caseína) y citratos ácidos contenidos en la leche. El ácido láctico producido durante el "agriado", se debe fundamentalmente a la acción de microorganismos del tipo de los estreptococos lácticos.

Según el reglamento la leche cruda debe poseer entre 0.13 a 0.17%, los tipos de leche pasteurizada entera y UHT deben tener entre 0.14 a 0.18%.

2.5. ENSAYO DEL AZUL DE METILENO (PRUEBA DE LA REDUCTASA)

Evalúa la cantidad de bacterias en la leche y por lo tanto la calidad de su conservación. La prueba depende de que la actividad reductora de los microorganismos y de las sustancias reductoras de la leche logre un descenso del potencial redox y este cambio se valora visualmente mediante la reducción del azul de metileno. Es una prueba más rápida que los métodos de conteo de placas y sus resultados son más reproducibles.

2.6. PRUEBA DE ALCOHOL (CUALITATIVO)

Esta prueba determina la estabilidad de la leche al calor. Si se tiene la formación de grumos al mezclarse el alcohol con la leche, indica que es una leche que no es apta para someterla a altas temperaturas.

2.7. PRESENCIA DE ALMIDÓN Y HARINAS (CUALITATIVO)

La presencia de almidón en los alimentos se reconoce porque produce un intenso color azul con el reactivo LUGOL. Este reactivo no es más que yodo disuelto en una disolución previa de yoduro potásico (algo similar a la tintura de yodo que tienes en el botiquín de tu casa).

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Vasos de precipitado - Placas Petri - Termómetro - Lactodensímetro - Vástago - Plumón indeleble - Algodón	- Leche fresca - Leche pasteurizada - Leche UHT - Leche en polvo - Queso Fresco - Queso Maduro	- Hornillas de cocina - Baño maría - Equipo de titulación
Reactivos		
- Alcohol al 68% - 75% - Almidón - Ácido sulfúrico (H_2SO_4) - Azul de Metileno	- Fenolftaleína 1% - NaOH 0.1N - Lugol	

3.2. DENSIDAD (D)

a) Verter suavemente la leche preparada para el análisis en una probeta ancha, evitando la formación de espuma e incorporación de aire.

b) Dejar unos minutos hasta que la temperatura se estabilice, la medida debe darse a 15°C preferentemente.

c) Tomar el lactodensímetro por el extremo del vástago introduciéndolo de modo que ocupe la parte central del líquido y dando un leve movimiento de rotación (para que no se pegue a las paredes de la probeta, puesto que se tendría una lectura errónea).

d) Cuando la temperatura sea estable, se lee la densidad o se espera a que alcance el nivel correspondiente, cuidando de que el visual enrase con la superficie libre de la leche.
Si la temperatura se encuentra entre un rango de (10-20) °C, por cada grado sobre 15°C se suma al resultado de la densidad leída, un valor de 0,0002.

e) Realiza el análisis con los demás tipos de leche, con respecto a la leche en polvo prepare según las indicaciones del empaque y realice el procedimiento a la T° indicada.

3.3. MATERIA GRASA (MÉTODO DE GERBER)

a) Medir con pipeta 10 ml del H_2SO_4 para Gerber e introducirlos en el butirómetro evitando mojar las paredes internas del cuello.
Cuando se trata de butirómetro grande se utilizan 17,5 ml de ácido sulfúrico.

b) Agregar 11 ml de leche con la pipeta correspondiente, lentamente por las paredes para evitar reacción con el ácido, agregar 1 ml de alcohol amílico de seguridad.
Cuando sea butirómetro grande utilizar 17,6 ml de leche.

c) Tapar el butirómetro con el tapón especial correspondiente, y agitar en forma efectiva, pero con cuidado (lentamente primero y finalmente más fuerte), teniendo en cuenta que se produce una fuerte elevación de temperatura, es recomendable envolver el butirómetro en una tela.

d) Poner el butirómetro en un baño dé agua a 65° a 70°C por 15 minutos, con el tapón hacia abajo.

e) Retirarlo del baño y secarlo exteriormente.

f) Centrifugar de 10 minutos.

g) Llevarlo al baño maría, por 4-5 minutos hasta que la separación de grasa quede bien nítida y leer inmediatamente el espesor de la capa de grasa acumulada en la parte superior calibrada del butirómetro. Para ajuste adecuado del tapón de cierre, se puede hacer coincidir la base de la columna de grasa con el cero de la escala. Leyendo a la altura del menisco de la columna de grasa se lee directamente el % (w/v) de la grasa en leche. Si no es posible ajustar la superficie inferior de la columna de grasa a cero, se ajusta a la marca del % completo más próxima y se tiene en cuenta al efectuar la lectura del menisco superior.

Tabla 5. Posibles errores en la medición de materia grasa

Defectos de la columna	Posible causa
Muy oscura y/o contenido de partículas carbonosas	Exceso de ácido o ácido muy fuerte. Temperatura de la leche y/o del ácido muy alto. Adición del ácido violentamente. Mezcla incompleta o retardada.
Muy clara y/o contenido de partículas de cuajada	Cantidad insuficiente de ácido. Ácido débil. Temperaturas bajas de la leche y/o ácido. Agitación insuficiente o inadecuada que produce disolución incompleta de las proteínas.
Con apariencia turbia (lechosa)	Butirómetros sucios. Agua dura.

3.4. EXTRACTO SECO NO GRASO (ESD)

Los sólidos no grasos pueden obtenerse a partir de la siguiente fórmula:

Ecuación 6. Cálculo del % de extracto seco no graso

$$ESD = 250\ (D - 1) + 0.2G + 0.1$$

Dónde:

ESD: *Extracto seco desengrasado o sólidos no grasos;* **D:** *Densidad de la leche a 20°C;*
G: *Porcentaje de materia grasa en la leche*
También se obtiene restando el porcentaje de grasa al valor de sólidos totales o extracto seco.

3.5. ACIDEZ

a) Medir con pipeta aforada 20 ml de la muestra (de densidad conocida) o pesar aproximadamente 20 g en un Erlenmeyer de 250 ml.

b) Añadir aproximadamente 2 ml de solución alcohólica de fenolftaleína.

c) Titular con NaOH 0.1N hasta aparición de color rosa débil persistente (debe mantenerse por 1 minuto).

d) Expresar los resultados en % de ácido láctico por muestra en peso.

Ecuación 7. Cálculo de la acidez en la leche

$$\%Ac.Láctico = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * PE_{Ac.Lactico} * 100}{V_{muestra} * 1000}$$

Donde:

V_{NaOH}: *Volumen de gasto del NaOH;* **N_{NaOH}**: *Normalidad del NaOH;* **$PE_{Ac.Láctico}$:** *Peso Equivalente del ácido láctico = 90 g/EQ.*; **$V_{muestra}$;** *Volumen de la muestra de leche.*

Para expresar la acidez en grados Dornic (que es la forma corriente en que se expresa en la industria láctea), se multiplica por 100 la cifra correspondiente al ácido láctico % de muestra (peso / volumen).

3.6. ENSAYO DEL AZUL DE METILENO (PRUEBA DE LA REDUCTASA)

a) En un tubo de ensayo ancho (aproximadamente 3-4 cm de diámetro y esterilizado), verter 10 ml de leche con pipeta graduada estéril tratando de no mojar el costado de la parte interior del tubo.

b) Agregar con pipeta estéril 1 ml de la solución de azul de metileno, evitando que la punta de la pipeta entre en contacto con la leche.

c) Con precaución, agitar suavemente hasta conseguir homogeneidad completa, tapar el tubo con un algodón.

d) Colocar el tubo en baño de agua a 37-38°C cuidando que el nivel del agua del baño exceda al de la leche en el tubo manteniendo uniforme la temperatura tanto como sea posible. Evitar la exposición de los tubos a iluminación excesiva, en especial resguardar de la luz solar.

e) Observar el tiempo necesario para que se produzca la decoloración. Se considerará alcanzada la misma cuando todo el contenido del tubo se haya decolorado, o bien, se haya decolorado hasta unos 5 mm de la superficie. Unas trazas de color que suelen producirse en el fondo del tubo de ensayos, pueden ser ignoradas mientras que no se extiendan hacia arriba más de 5 mm

f) Como criterio de comparación que indique cuando puede considerarse completa la decoloración, puede usarse un tubo control que puede prepararse sumergiendo en agua hirviente durante 5 minutos, un tubo de ensayo similar, conteniendo 10 ml de la muestra (u otra leche de color y contenido graso similar) y 1 ml de agua corriente.

g) Con base al tiempo transcurrido hasta la decoloración, se puede concluir sobre el estado de conservación y pureza de la muestra, lo siguiente:

- Leche muy mala: Si no se conserva el color por más de 20 min.
- Leche mala: Si conserva el color de 20 min. a 2 horas.
- Leche calidad mediana: Si conserva el color por 2 a 5 1/2 horas.
- Leche de primera calidad: Si conserva el color más de 5 1/2 horas.

3.7. PRUEBA DE ALCOHOL (CUALITATIVO)

a) Mezclar en tubo de ensayo 5 ml de alcohol al 68% en peso o 75% en volumen + 5 ml de leche.

b) Agitar durante un minuto fuertemente.

Durante 1 o 2 horas no deberá presentarse grumos en las paredes del tubo de ensayo para una leche fresca y bien conservada.

3.8. PRESENCIA DE ALMIDÓN Y HARINAS (CUALITATIVO)

a) Mezclar bien la muestra de leche y tomar 5 ml en un tubo de ensayo.

b) Calentar el tubo hasta llevar el líquido a ebullición.

c) Enfriar rápidamente en un baño de agua.

d) Agregar 2 gotas de solución de Lugol.

La presencia de almidón o harinas se evidencia por la aparición de una coloración azulada.

(*) En el caso del queso, se debe de preparar una mezcla de 40g almidón (harina), le adicionamos 60 ml agua (gelificarla opcional), luego pesarlo y agregar en las proporciones indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 6. Proporciones para la preparación de la prueba de la presencia de almidón y/o harinas en el queso

	Queso (g)	Almidón (g)	Lugol (gotas)
Prueba testigo	50	N.A.	5
Prueba 1	50	5	5
Prueba 2	50	10	5
Prueba 3	50	20	5
Prueba 4	50	30	5
Prueba 5	50	50	5

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. Investigar los métodos que se utilizan para determinar la materia grasa en derivados lácteos (helados, mantequilla, queso, yogurt).

b. Explicar claramente el principio en el que se basan la prueba de la reductasa y la fosfatasa.

c. ¿Cuáles son las principales adulteraciones que se pueden presentar en la leche fresca?

d. ¿Cuáles son los preservativos más comunes adicionados a la leche y cuál es su finalidad?

e. ¿Por qué se adicionan espesantes a la leche?

f. ¿Qué recomendaciones se podrían dar a los productores lácteos para el manejo y transporte higiénico de la leche?

g. Elaborar una lista de todas las pruebas de plataforma que se utilizan en la industria para la evaluación del control de calidad lácteo.

h. Que diferencias significativas existen entre la normativa lechera Peruana y Colombiana.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). Reglamento de la Leche y Productos Lácteos. DS 007-2017-MINAGRI. Lima, Perú. Recuperado de https://www.gob.pe
- Ministerio de la Protección Social. (2006). Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercializa, expenda, importe o exporte en el país. Decreto 616 de 2006. Bogotá, Colombia. Recuperado de https://www.ica.gov.co
- Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of A.O.A.C. (1984). 14th Ed. U.S.A.: Arlintong.
- FISCHER H. J. y HART, F. L. (1971). Análisis Moderno de los Alimentos. España: Editorial Acribia.
- GUZMÁN, C. (1987). Manual de Laboratorio para el curso de Química de Alimentos. Santiago de Cali: Sección de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.
- KIRK, R.S., SAWYER, R. y EGAN, H. (1996). Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. 2 ed. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
- PEARSON O. (1976). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. España: Editorial Acribia.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 07. LÍPIDOS: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICA DE LOS LÍPIDOS Y PRUEBAS

1. OBJETIVOS.

- Reconocer diferentes comportamientos físicos de los lípidos frente a diversos factores y deducir cual puede ser su utilización debido a este comportamiento.
- Observar el grado de insaturación en varios tipos de lípidos o aceites utilizados en la elaboración de alimentos y seleccionar cuál o cuáles son mejores nutricionalmente.
- Determinar la prueba fría de algunos aceites comerciales.
- Determinar el punto de humo de algunos aceites utilizados en procesos de fritura.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICA DE LOS LÍPIDOS Y PRUEBAS

- Índice de refracción: Se define como la relación de la velocidad de la luz en el aire (técnicamente un vacío) con respecto a la velocidad de la luz en el aceite. Se obtiene midiendo directamente en un refractómetro a 20-25°C para los aceites y a 40°C para las grasas.

- Densidad ($D^{25°C}$): La densidad de una sustancia es el peso de un mililitro de la misma. Se obtiene dividiendo el peso de cierto volumen de sustancia entre el peso del volumen similar de agua. El resultado depende de la temperatura. Normalmente, la densidad se determina a 20°C.

- Punto de humo: El denominado punto de humo es el tiempo y la temperatura en la que comienza a detectarse el primer humo en el aceite o grasa. Este punto se puede referir también a la estabilidad térmica del aceite. Los lípidos sufren alteraciones químicas por acción del calor y todos los aceites se termo-oxidan si se sobrecalientan. El proceso que ocurre en este último caso es:
  - ✓ Evaporación del agua de constitución.
  - ✓ Luego se hidroliza en agua, glicerol y ácidos grasos. Si el lípido se sobre calienta el glicerol que se acumula debido a la hidrólisis, se deshidrata y se obtienen las acroleínas (aldehído insaturado) de olor picante y desagradable, desprendiéndose un gas azulado. Estos productos alteran las características organolépticas del alimento e irritan las mucosas.

  La temperatura del humo es característica de cada grasa o aceite. Será menor en los lípidos compuestos por mayor proporción de ácidos grasos libres y/o de cadena corta. El grado de insaturación del aceite también tiene efectos sobre estos parámetros; a mayores insaturaciones, mayor punto de humo. La producción continua de humo es un indicador de sobrecalentamiento con el peligro que se incendie.

- Puntos de fusión: Es el punto en el que una sustancia solida pasa a liquida. Según el punto de fusión de los triglicéridos, que forman el lípido, pueden ser: liquido, pastoso o duro a una temperatura de 25°C y cambiar al aumentar la temperatura. El punto de fusión de los lípidos depende de:
  - ✓ El largo de la cadena (aumenta con su longitud y disminuye con los dobles enlaces)
  - ✓ La forma (los trans tiene mayor punto de fusión que los cis)
  - ✓ Los monoglicéridos tienen punto de fusión más alto que el triglicérido correspondiente.
- Prueba fría de aceites: Es el tiempo que puede duran un aceite almacenado a bajas temperaturas, sin presentar enturbiamiento.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Vasos de precipitado - Vasos descartables de 1 oz - Tubos de ensayo - Termómetro - Vástago - Plumón indeleble	- Aceite de soya - Aceite de girasol - Aceite de maíz - Aceite de palma - Aceite de canola - Aceite de oliva - Mezcla de aceites - Grasa animal (Manteca) - Mantequilla - Margarina - Sal	- Hornillas de cocina - Balanza analítica - Picnómetro
Reactivos		
- Lugol		

3.2. INDICE DE REFRACCIÓN

a) Abrir el doble prisma del refractómetro y esparcir una gota de la muestra, se debe cubrir completamente la superficie del prisma (la cara inferior).

b) Cerrar la tapa suavemente, dejar un minuto para que la temperatura del aceite y del instrumento sea la misma.

c) Mirar a través de la "mirilla", leer en la escala, en la intersección de los campos.

d) En caso que la separación de los campos no sea clara ajustar moviendo la base del objetivo.

e) Eliminar la muestra del prisma, usando un papel suave.

f) Leer el índice de refracción directamente sobre la escala (hacer 2 ó 3 lecturas y promediarlas), anotando la temperatura. Expresar los resultados a 25°C.

3.3. DENSIDAD ($D^{25°C}$)

a) Pesar el picnómetro vacío limpio y seco ($\mathbf{P_1}$).

b) Llenar el picnómetro con agua destilada, tenemos la precaución que no queden burbujas en su interior.

c) Colocamos la tapa dándose cuenta que el capilar se encuentre lleno, si el agua reboza secamos el exterior. Anotamos el peso del picnómetro más agua destilada ($\mathbf{P_2}$). Llevamos a baño maría por 30 min a 25°C (controlar tiempo y T°).

d) Vaciar el picnómetro, secarlo e introducir la muestra de aceite y efectuar la misma operación que en el paso anterior. Obtener el peso del aceite en el picnómetro ($\mathbf{P_3}$).

e) Calculamos de la siguiente manera

Ecuación 8. Cálculo de la densidad de los aceites

$$\rho_{aceite} = \frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_1} * \rho_{agua}$$

Donde: ρ es densidad.

Anote los pesos ($\mathbf{P_2}$ y $\mathbf{P_3}$) *antes* de colocarlos y después de someter en baño maría, *observar si hay alguna diferencia. Este método podemos usarlos en otros líquidos para saber su densidad*.

3.4. PRUEBA FRÍA

a) En varios tubos de ensayo bien rotulados colocar 5 a 10 ml de cada aceite y en vasos descartables de 2 onzas de vino poner las 5 a 10 gramos grasas.

b) Colocar los tubos de ensayo en un baño de hielo (1 kg de hielo + 1kg de sal + 0.5L de agua), en intervalos de tiempo observe su muestra hasta que presente turbidez.

c) Cuando llegue a este punto anotar el tiempo que transcurrió para llegar a esto (anotar el tiempo que demoró y la temperatura de fusión de los aceites y grasas)**.**

d) En la discusión final seleccionar de todos los aceites trabajados cual(es) recomendaría para almacenar a bajas temperaturas o para elaborar alimentos que van a ser almacenados en refrigeración. Describirlos componentes de la mezcla de aceite.

e) Explicar su respuesta.

3.5. PUNTO DE HUMO

Tener en cuenta que este experimento es comparativo, por lo tanto, hay que usar recipientes de calentamiento parecidos en dimensiones y trabajar en una misma área de calentamiento para disminuir factores de error.

a) En una verter 100 ml del aceite o 100g de grasa que está trabajando y someterlo a calentamiento hasta observar desprendimiento de humo blanco.
Para facilitar la determinación de este punto, observar la superficie de sartén teniendo de un fondo color negro.

b) Se debe medir el tiempo que demoró en desprender la presencia del humo y la temperatura de los aceites y las grasas (mantequilla, margarina y grasa animal) utilizando un termómetro.
El bulbo del termómetro no debe tocar el fondo ni las paredes de la sartén.

c) Averiguar cuál es el punto de humo de las marcas que hemos usado en el laboratorio y comparar con los datos que hemos encontrado. Determinar cuál es más adecuado para utilizar en fritura. Explicar su respuesta.

3.6. PRUEBA DE INSATURACIÓN

a) Colocar en un tubo de ensayo, media cuchara medidora del aceite que está trabajando y en platos poner las grasas.

b) Adicionar solución de Lugol gota a gota con agitación hasta que persista una coloración rojiza o café clara indicativa de yodo libre en la mezcla.

c) Anotar el número de gotas de Lugol gastadas y comparar con las cantidades gastadas en otras muestras.

d) Determinar: ¿Cuál muestra puede ser mejor nutricionalmente?

e) ¿Cuál puede ser más estable a la oxidación?

Tabla 7. Comparación de las pruebas realizadas de los aceites y grasas.

Aceite o/grasa	Índice de Refracción	Densidad ($D^{25°C}$)	Prueba de instauración*	Punto de humo**	Prueba de frio***
Aceite de soya					
Aceite de girasol					
Aceite de maíz					
Aceite de palma					
Aceite de canola					
Aceite de oliva					
Mezcla de aceites					
Grasa animal					
Mantequilla					
Margarina					

* Numero de gotas
** Tiempo en minutos y segundo en mostrar el primer humo
*** (E) Enturbiamiento, (NE) No enturbiamiento

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. Elabore un diagrama de flujo sobre el proceso de producción de aceites y grasas comestibles.

b. ¿Cuál es la función de los antioxidantes en las sustancias grasas?

c. ¿A qué se debe la presencia de ácidos grasos libres en las sustancias grasas? ¿Para qué sirve conocer su contenido en aceites y grasas? ¿Cuál es el valor máximo permitido?

d. Investigue las causas de la rancidez en los aceites y grasas. ¿Qué otras alteraciones se presentan en los aceites comestibles?

e. ¿Que son los BHT y BHA?

7. BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of A.O.A.C. (1984). 14th Ed.U.S.A.: Arlintong.
- BERNAL DE RAMÍREZ, I. (1993). Análisis de Alimentos. Santa fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- FISCHER H. J. y HART, F. L. (1971). Análisis Moderno de los Alimentos. España: Editorial Acribia.
- GUZMÁN, C. (1987). Manual de Laboratorio para el curso de Química de Alimentos. Santiago de Cali: Sección de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.
- KIRK, R.S., SAWYER, R. y EGAN, H. (1996). Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. 2da ed. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
- NIELSEN S. (1998). Food Analysis Second Edition. An Aspen Publication. Gaithersburg, Maryland.
- NIELSEN S. (2003). Food Analysis Second Laboratory Manual. Kluwer Academic/ Plenum Publishers. New York, USA.
- PEARSON O. (1976). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. España: Editorial Acribia.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 08. LÍPIDOS: DETERIORO DE LOS LÍPIDOS

1. OBJETIVOS.

- Determinar el porcentaje de Ácidos Grasos Libres e Índice de acidez en las grasas y/o aceites.
- Determinar porcentaje de grasa liberado en alimentos por calentamiento en un perol u olla.
- Comparar una emulsión temporal y permanente.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

La acidez titulable es una medida del contenido de ácidos grasos libres en una muestra.
Su cálculo se basa en la masa molar de un ácido graso, o una mezcla de ácidos grasos. Normalmente, se mide por titulación directa en la disolución y con indicador visual la reacción general es:

R-COOH + KOH → R-COOK + H2O

2.1. DETERIORO DE LOS LÍPIDOS

Los procesos que ocurren en los lípidos durante su almacenamiento y/o calentamiento son: la rancidez oxidativa, la rancidez hidrolítica, y la polimerización.

- Rancidez oxidativa: Dado por el oxígeno, acelerada por la luz y temperatura o enzimas (lipooxigenasas) para formar peróxidos. Este sigue oxidándose produciendo compuestos de cadena corta como ácido propiónico, butírico y aldehídos que son los responsables del olor y el gusto desagradable conocido como rancio.

- Rancidez hidrolítica: Los glicéridos pueden descomponerse en medios acuosos o en presencia de enzimas (lipasas). En ambientes húmedos los ácidos grasos neutros se descomponen glicerol y ácidos grasos este fenómeno se denomina rancidez hidrolítica. Como resultado de ella se generan ácidos grasos libres, produciendo un gusto ácido desagradable y un olor característico. El calor y el agua escinden los componentes originales y separan los ácidos grasos del glicerol (esto se conoce como hidrólisis).

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Vasos de precipitado - Erlenmeyer - Tubos de ensayo - Termómetro - Vástago - Plumón indeleble	- Aceites de la anterior práctica - Huevo - Zumo de limón - 1 rama de Culantro picado - Mostaza - Azúcar - Carne de Cerdo (pierna o cadera) - Chorizo - Salchicha	- Hornillas de cocina - Balanza analítica - Equipo de titulación - Licuadora
Reactivos		
- KOH 0.1N - NaOH 0.1N	- Fenolftaleína - Alcohol de 95%	

3.2. Ácidos Grasos Libres (AGL)

a) Pesar exactamente en un Erlenmeyer tarado de 125 ml, 10-20 g de muestra (en grasas) en mililitros (si es aceite). Calentar sin llegar al punto de fusión, la T° ideal entre 80 a 100°C.

b) Disolverla con 50 mL de etanol al 95 % neutralizado, en el aceite aún caliente observar los cambios, hasta que enfríe ligeramente.

c) Añadir 3 gotas de fenolftaleína, mezclar.

d) Agitar y titular con NaOH 0.1N.

e) Calcular e informar la acidez libre en miligramos de KOH 0.0025 N (si se usa este reactivo) por gramo de aceite y en gramos de ácido oleico por 100 g de aceite, que es otra forma común de expresarla (PM ácido oleico, $C_{18}H_{34}O_2$ = 282,4)

Ecuación 9. Cálculo de los ácidos Grasos Libres (AGL) en los aceites y grasas.

$$\%AGL = \frac{V_{NaOH} * N_{NaOH} * PE_{Ac.\ Oleico} * 100}{V_{muestra} * 1000}$$

Donde:

V_{NaOH}: *Volumen de gasto del NaOH;* **N_{NaOH}**: *Normalidad del NaOH;* **$PE_{Ac.Oleico}$:** *Peso Equivalente del ácido Oleico*; **$V_{muestra}$;** *Volumen de la muestra dl aceite y/o grasa.*

Determinación de Acidez

Ecuación 10. Determinación de la acidez a partir del %AGL

$$Indice\ de\ Acidez = \%\ AGL * 1.99$$

3.3. EXTRACCIÓN DE GRASA DE ALGUNOS ALIMENTOS

a) Pesar 100g de carne de cerdo (cadera o pierna sin piel) $\mathbf{P_1}$.

b) En un sartén o perol de 20cm agregar 20g de agua, calentar luego colocar los 100g de carne y tapar.

c) Cocinar el chicharrón y una vez que esté listo medir el tiempo de cocción, observar la grasa y agua que se extrae por el proceso de cocción.

d) Apagar y esperar que enfríe, apartando el chicharrón a un lado.

e) Pesar el chicharrón frito y ya a temperatura ambiente $\mathbf{P_2}$.

f) Calcular el porcentaje de grasa extraída:

Ecuación 11. Cálculo del peso perdido

$$\%\boldsymbol{Peso\ perdido} = \frac{P_2}{P_1} * 100$$

Ecuación 12. Cálculo de la grasa extraída

$$\%\boldsymbol{Grasa\ extraida} = 100\% - \%Peso\ perdido$$

El mismo procedimiento se realiza para los chorizos y salchichas artesanales, procesa a llenar la siguiente tabla:

Tabla 8. Extracción de grasa por calor

Alimento	%Peso Perdido	%Grasa Extraída
Chicharrón		
Chorizo		
Salchicha		

3.4. ELABORACIÓN DE UNA EMULSIÓN PERMANENTE

a) Colocar las 2 yemas de huevo en el vaso de la licuadora y agregar la 3g de sal, 5g de cilantro, 5g de mostaza y 5g de azúcar.

b) Licuar los ingredientes anteriores.

c) Adicionar el 15ml jugo de limón y licuar nuevamente.

d) Agregar lentamente el aceite en forma de hilo poco a poco licuar vigorosamente hasta incorporar todo el aceite vegetal (medir cuanto aceite se usa).

e) Anotar el tiempo total del trabajo.

f) Determinar la porción a servir.

Puede usar otros tipos de aceites.

3.5. ELABORACIÓN DE UNA EMULSIÓN TEMPORAL

a) Mezclar todos los ingredientes secos (2g de azúcar, 2 g de sal,5 g de cilantro).
b) Colocar en un recipiente tapado.
c) Agregar el jugo de limón y el aceite a los ingredientes anteriores y agitar.
d) Agitar antes de usarla.

Puede usar otros tipos de aceites.

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. ¿Qué diferencias existen entre una emulsión permanente y una temporal?
b. ¿Cuál o cuáles sustancias brindan estabilidad a la emulsión? ¿En qué alimentos se encuentran?
c. ¿Qué aceite recomienda para preparar la mayonesa y por qué? Explique
d. ¿Qué aceite se recomienda para preparar la vinagreta y por qué? Explique

7. BIBLIOGRAFÍA

- Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of A.O.A.C. (1984). 14th Ed.U.S.A.: Arlintong.
- BERNAL DE RAMÍREZ, I. (1993). Análisis de Alimentos. Santa fe de Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
- FISCHER H. J. y HART, F. L. (1971). Análisis Moderno de los Alimentos. España: Editorial Acribia.
- GUZMÁN, C. (1987). Manual de Laboratorio para el curso de Química de Alimentos. Santiago de Cali: Sección de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.
- KIRK, R.S., SAWYER, R. y EGAN, H. (1996). Composición y Análisis de Alimentos de Pearson. 2da ed. México: Compañía Editorial Continental S.A. de C.V.
- PEARSON O. (1976). Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos. España: Editorial Acribia.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 09. PIGMENTOS: EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA

1. OBJETIVOS.

- Extraer los pigmentos fotosintéticos presentes en un producto natural (espinacas) y separarlos.
- Comprender el proceso de separación mediante una técnica sencilla como la extracción líquido-líquido y por técnicas de cromatografía simples como son la papel o capa fina.
- Reconocimiento de los principales pigmentos de las plantas, a partir de sus propiedades diferenciales respecto al color y la solubilidad.
- Cuantificar la mediante espectrofotometría la clorofila extraída.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

La fotosíntesis, proceso que permite a los vegetales obtener la materia y la energía que necesitan para desarrollar sus funciones vitales, se lleva a cabo gracias a la presencia en las hojas y en los tallos jóvenes de pigmentos, capaces de captar la energía lumínica.

La Clorofila, es el pigmento que da el color verde a los vegetales y que se encarga de absorber la luz necesaria para realizar la fotosíntesis, proceso que posibilita la síntesis de sustancias orgánicas a partir de las inorgánicas (CO_2, H_2O y sales minerales), mediante la transformación de la energía luminosa en energía química. La clorofila absorbe sobre todo la luz roja, violeta y azul, y refleja la verde. Generalmente la abundancia de clorofila en las hojas y su presencia ocasional en otros tejidos vegetales, como los tallos, tiñen de verde estas partes de las plantas. En ocasiones, la presencia de clorofila no es tan patente al descomponerse y ocupar su lugar otros pigmentos de origen isoprénico también presentes en los plastos como son los carotenos (alfa, beta y gamma) y las Xantofilas.

Entre los distintos métodos que existen para separar y obtener esos pigmentos se encuentra el de la cromatografía, que es una técnica que permite la separación de las sustancias de una mezcla y que tienen una afinidad diferente por el disolvente en que se encuentran. De tal manera que al introducir una tira de papel en esa mezcla el disolvente arrastra con distinta velocidad a los pigmentos según la solubilidad que tengan y los separa, permitiendo identificarlos perfectamente según su color.

PIGMENTO	COLOR
Clorofila A	Verde azulado
Clorofila B	Verde amarillento
Carotenos	Naranja
Xantofilas	Amarillo

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Mortero - Papel filtro o gasa - Vaso - Embudo - Placa Petri - Papel bond (15x10cm)	- Espinaca - Culantro - Perejil - Otro vegetal de hojas verdes.	- Centrífuga - Espectrofotómetro
Reactivos		
- Alcohol 96° - Pastillas de Carbonato de Calcio		

3.2. EXTRACCIÓN DE COLORANTES FOTOSINTÉTICOS

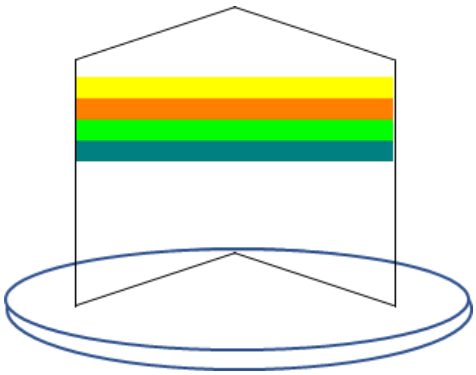
a) Coloca en el mortero las 150g de hojas que hayas elegido, añade un 50ml de alcohol y una pastilla triturada de carbonato cálcico (que evita la degradación de los pigmentos fotosintéticos) tritúralas hasta que el alcohol adquiera un tinte verde intenso.

b) Filtra el líquido utilizando el embudo en el que habrás puesto el papel filtro o gasa.

c) Colocar el filtrado en una placa Petri, y sobre ella pon el papel alto doblado en V para que se mantenga en pie sobre la placa de Petri.

d) Espera 1 hora y aparecerán en la parte superior de la tira de papel unas bandas de colores que señalan a los distintos pigmentos. Si fuera necesario dejarlo así varias horas hasta que las bandas de los pigmentos se separen según su grado de solubilidad con el alcohol.

Imagen 4. Posibles resultados de las coloraciones



3.3. CUANTIFICACIÓN DE CLOROFILA

a) Repetir paso 1 y 2 del anterior procedimiento luego:

b) Macerar hasta obtener una solución uniforme y homogénea.

c) Transferir el extracto a 4 tubos de ensayo y centrifugar a 5000 rpm durante 2 minutos.

d) Transferir el sobrenadante a una celda y leer la absorbancia a 645 y 663 nm en el espectrofotómetro usando etanol 80% como blanco.

e) Calcular la concentración de clorofilas mediante las siguientes ecuaciones:

Ecuación 13. Cuantificación de la clorofila a y b

$$\boldsymbol{Clorofila\ a} = (12.7\ x\ A663) - (2.69\ x\ A645)$$
$$\boldsymbol{Clorofila\ b} = (22.9\ x\ A645) - (4.68\ x\ A663)$$

Dónde:

A645 = lectura de la absorbancia a 645 nm.

A663 = lectura de la absorbancia a 663 nm.

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. ¿Qué ocurre en el papel? Haz un esquema o una fotografía.

b. ¿Qué es lo que representa cada color?

c. ¿Qué orgánulos celulares han aportado estas sustancias?

7. BIBLIOGRAFÍA

- Miller D.D. (2001). Química de Alimentos. Manual de Laboratorio. Editorial Limusa México.
- Wilson, Ericka. (2008). Betalaínas: colorantes naturales con actividad antioxidante. Disponible en: http://fitoterapicos.com.ar
- Calvo, Miguel. (2008). Bioquímica de los Alimentos_ Otros pigmentos. Disponible en: http://milksci.unizar.es/
- Cai, Yi-Zhong et al. (1998). Colorant properties and stability of Amaranthus betacyanin pigments. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46, 2063-2070.
- Cai, Yi-Zhong et al. (2005). Characterization and application of betalain pigments from plants of the Amranthaceae. Trends in Food Science and Technology,.
- Cano, Alejandra. (2011). Extracción y uso de tres pigmentos naturales a partir de tomate de árbol (Solanum betaceum Cav.), mortiño (Vaccinium myttillus L.) y mora de castilla (Rubus glaucus) como alternativa colorante natural para alimento. Disponible en: http://repositorio.espe.edu.ec

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 10. PIGMENTOS: EXTRACCIÓN DE BIXINA A PARTIR DE ACHIOTE *(Bixa orellana L.)*

1. OBJETIVOS.|

- Comprender el proceso y los principios de la técnica de extracción sólido líquido por la técnica Soxhlet.
- Aplicar la técnica de extracción al aislamiento y la purificación de bixina, un producto natural.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

La extracción de muestras sólidas con disolventes, conocida como extracción sólido-líquido o lixiviación, es la separación de uno o varios compuestos a partir del contacto con un solvente de la matriz que contiene el compuesto de interés, gracias a interacciones físicas o a una reacción química que rompen la interacción del compuesto dentro de la matriz sólida, logrando así su liberación. La lixiviación tiene gran aplicación en industrias alimentarias, farmacéuticas y mineras. Ejemplos de este proceso en la industria química son la extracción del azúcar de la remolacha o de la caña con agua caliente en la industria azucarera, la de los aceites vegetales de cacahuete, soja, girasol y otras semillas con disolventes orgánicos, la del cobre con ácido sulfúrico o disoluciones amoniacales y la del cobalto y níquel con aminas terciarias.

La semilla del achiote, es rica en un pigmento rojo, con gran aplicación en la industria alimentaria como colorante, constituido por una mezcla de carotenoides como la bixina, la norbixina, el fitoeno y el caroteno. También están constituidas por terpenos, aceites, flavonoides, tocotrienoles, saponinas y algunos compuestos fenólicos, que justifican su aplicación terapéutica como planta medicinal. Sus extractos alcohólicos se han considerado antioxidantes y analgésicos. También se ha usado tradicionalmente como antidiarreico, antidiabético, purgante, entre otros. Se prepara como un gel con el extracto de las semillas para uso tópico contra quemaduras. La bixina tiene aplicación en la industria de los cosméticos en forma de crema, como filtro solar y como repelente, entre otros Achiote

En esta práctica se utilizará la técnica soxhlet para extraer bixina a partir del achiote. Esta técnica es empleada a menudo para extraer productos naturales sólidos de una planta. El solvente seleccionado debe disolver selectivamente al compuesto de interés y no a otros sólidos presentes en el material de partida (Lamarque, y otros, 2008).

Imagen 5. Semilla de achiote

Fuente: Infojardín.

3. METODOLOGÍA

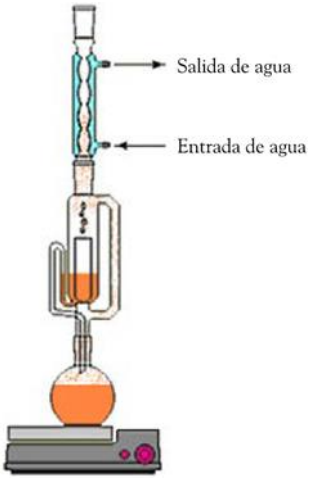
3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Probeta 25ml - Beakers de 25 ml - Vidrio de reloj - Sartén	- Semillas de achiote	- Hornilla eléctrica - Equipo Soxhlet - Baño María - Licuadora
Reactivos		
- Agua destilada - Cloroformo	- Alcohol 96° - Alcohol de quemar	

3.2. EXTRACCIÓN DE COLORANTE DEL ACHIOTE POR MÉTODO SOXHLET

a) Armar el montaje como en la siguiente imagen:

Imagen 6. Montaje experimental Soxhlet



Fuente: Guidotti, 2004.

b) Adicionar 100 ml de etanol al balón y 50 g de semillas de achiote.
c) Calentar la mezcla hasta alcanzar la temperatura de ebullición.
d) Realizar tres ciclos de extracción con el equipo Soxhlet.
e) Retirar el balón y dejar enfriar un poco su contenido.
f) En Baño María evaporar el solvente del balón y registrar el peso del extracto.
g) Evaluar la pureza del compuesto por cromatografía de capa fina usando como fase móvil una mezcla de 9.4 ml de cloroformo con 0.6 ml de metanol.
h) Tomar el Rf de cada punto en la placa.

3.3. EXTRACCIÓN DE COLORANTE DEL ACHIOTE POR MEDIO DE ACEITE VEGETAL

a) Extraer las 50g de semillas de achiote y lograr un ligero tostado en un sartén de 20cm, calentar a baja llama.
b) Adicionar al sartén 100 ml de aceite vegetal y cocinar por 10 min aprox.
c) Registrar el peso de la solución extraída, previamente filtrado.
d) Las semillas sirven para realizar hasta 3 ciclos de extracción volver a usarlas.
e) Repetir los pasos g) y h) del procedimiento anterior.

3.4. EXTRACCIÓN DE COLORANTE DEL ACHIOTE POR MÉTODO FÍSICO

a) Extraer 100 g de semillas de achiote y lograr un tostado medio en una sartén de 20cm, calentarlo a baja llama por un aproximado de 10 min evitando que se quemen.
b) Esto se realizará en 2 tandas de 50g cada uno para tener un mejor tostado.
c) Triturar las semillas hasta hacerlas polvo con ayuda de una licuadora.
d) Pasarlo por diferentes tamices que existen en el laboratorio.
e) Una vez teniendo en polvo el achiote pesar 1g y adicionar 5ml de aceite y/o agua destilada. Dichas soluciones homogenizarlas.
f) Una vez homogenizadas repetir los pasos g) y h) del método descrito en el apartado 3.2.

Tabla 9. Comparación de las purezas medidas de los diferentes métodos de extracción del colorante

MUESTRAS		Rf
MÉTODO SOXHLET	**M_1:** *1era extracción*	
	M_2: *2da extracción*	
	M_3: *3era extracción*	
ACEITE VEGETAL	**A_1:** *1era extracción*	
	A_2: *2da extracción*	
	A_3: *3era extracción*	
MÉTODO FÍSICO	**F_1:** *Aceite*	
	F_2: *Agua*	

4. **DISCUSIONES**
5. **CONCLUSIONES**

6. **CUESTIONARIO**
   - **a.** Describir la función de cada una de las partes de un extractor Soxhlet.
   - **b.** Describir otros tipos de extracción que exista y tecnologías alternativas. Explicar el fundamento teórico de dichas técnicas.
   - **c.** Dibuja la estructura química de la bixina, de los carotenoides, de algunos terpenos y flavonoides presentes en la semilla del achiote.
   - **d.** Investigar aplicaciones industriales de la bixina con sus nombres comerciales.
   - **e.** Investigar qué es el Rf de un compuesto y cómo se determina.

7. **BIBLIOGRAFÍA**

- Miller D.D. (2001). Química de Alimentos. Manual de Laboratorio. Editorial Limusa México.
- Achiote (Bixa orellana). Vademécum de plantas medicinales. (2008). Colombia: Ministerio de la protección social.
- INFOJARDIN (2002). INFOJARDIN. Recuperado el 16 de enero de 2013, de INFOJARDIN: http://fichas.infojardin.com/condimentos/bixa-orellanaachiote-bija-achiotillo-achote-analto-bijo.htm
- INSUASTY, B., & RAMÍREZ, A. (2008). Prácticas de química orgánica en pequeña escala. Cali: Universidad del Valle.
- OCAMPO, R., RÍOS, L. A., BETANCUR, L. A., & OCAMPO, D. M. (2008). Curso práctico de química orgánica. Enfocado a biología y alimentos. Manizales: Universidad de Caldas.
- VERLAG Stuttgart, S. H. (1987). Manual de prácticas de química orgánica. Barcelona: Reverté.

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 11. ENZIMAS: ACCIÓN DE LAS ENZIMAS SOBRE LA CARNE

1. OBJETIVOS.

- Hidrolizar enzimáticamente carne de res mediante la aplicación de papaína extraída de la papaya.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. ENZIMAS.

Una enzima es una proteína que actúa como un catalizador biológico, llevando reacciones bioquímicas a muy altas velocidades, no se consume durante la reacción y en general presentan un elevado grado de especificidad. Todas las células, incluyendo Demicroorganismos y organismos superiores, producen enzima, su acción está estrechamente ligada con las reacciones metabólicas y la mayoría de las trasformaciones químicas requeridas para mantener activas las células.

2.2. PROTEÍNAS EN LA CARNE

- Proteínas contráctiles o miofibrilares: Son las que conforman estructuralmente el tejido muscular y, además, las que transforman la energía química en mecánica durante la contracción y relajación de los distintos músculos. Es la fracción más abundante ya que equivale a 50% del total de proteínas de la carne; son solubles en soluciones salinas concentradas y sus principales componentes son la miosina, la actina, la tropomiosina, la troponina y la actinina.

- Proteínas sarcoplásmicas o solubles: Estos polis péptidos también se conocen con el nombre genérico de miogeno; son globulinas y albúminas pertenecientes a los sistemas que intervienen en el metabolismo celular, como el de la glucólisis, al igual que enzimas como las catepsinas, la creatina kinsasa y la mioglobina. Este grupo de proteínas se caracteriza por ser buenos agentes emulsificantes y por retener una gran cantidad de agua, lo que evita pérdidas de humedad durante el proceso de cocción de los distintos productos cárnicos.

- Proteínas del estroma o insolubles: Éste es un grupo muy abundante de polipéptidos; conforman el tejido conectivo fuerte de los tendones, la piel, el hueso y las capas más rígidas que envuelven y soportan los músculos, como el endomisio, el perimisio y el epimisio. En conjunto, este grupo de compuestos representa aproximadamente 35% de las proteínas totales de un animal vivo, pero en cuanto a tejido muscular (carne) sólo equivale a 3%. El colágeno que es la proteína más abundante en un vertebrado está constituido por diversas fracciones: contiene 33% de glicina, 12% de prolina, 11% de alanina y 10% de hidroxiprolina. El colágeno insoluble es factor

definitivo de la dureza de la carne. Cuando se hidroliza se produce el ablandamiento de este producto, muy deseable para su consumo.

2.3. ABLANDADORES

Los ablandadores de carne son enzimas que digieren las proteínas, extraídas de diversas plantas, como la papaya, la piña tropical, la higuera, el kiwi y el jengibre. Se pueden adquirir en la fruta u hoja original, o purificados y pulverizados para espolvorear, diluidos en sal y azúcar. (A pesar de lo que dice la tradición popular, los tapones de corcho de los vinos no contienen enzimas activas y no ablandan el pulpo ni otras carnes duras).

Las enzimas actúan despacio en el frigorífico o a temperatura ambiente, y unas cinco veces más rápido entre 60 y 70 °C, así que casi toda la acción ablandadora tiene lugar mientras se cocina. El problema de los ablandadores es que penetran en la carne aún más lentamente que los ácidos, unos pocos milímetros al día, de modo que la superficie de la carne tiende a acumular demasiado y quedar excesivamente blanda, mientras el interior permanece inalterado. Se puede mejorar la distribución inyectando el ablandador en la carne.

Son sustancias elaboradas de enzimas de frutas, entre ellos están: bromelina, ficina, papaína y enzimas proteolíticas, estas estimulan la maduración y aumentan la suavidad de la carne.

Tabla 10. Tipos de ablandadores para carne

Tipos para Ablandadores	Definición
Métodos físicos	Son herramientas que trituran la carne con anticipación para ablandar y obtener una carne con mejor terneza, uno de ellos es el ablandador automático electrónico, que consiste en una maquina donde se introduce el cárnico entre un conjunto de cuchilla que giran y van generando golpes en la carne que rompen fibras y nervios, (Sánchez & Torrez, 2018).
Aplicación de Calor	El colágeno que existe en las fibras musculares al llegar a temperaturas de 60 °C, produce que se tense y encoja la carne, despojándolo de los jugos y obteniendo un corte reseco, sin embargo, en una cocción de 71.1°C o superior se hace gelatinoso obteniendo una terneza óptima, (Sánchez & Torrez, 2018).
Enzimas Endógenas	Son las que intervienen en la maduración de la carne durante el almacenamiento, otorgando buena calidad y mayor nutrición, atribuyéndole una mejor terneza. Lo óptimo es conservar la carne durante 15 días a una

Tipos para Ablandadores	Definición
	temperatura de 4 °C, pero eso implicaría pérdidas para la industria cárnica. Entre las enzimas endógenas están: las catepsinas y calpaínas, (Sánchez & Torrez, 2018).
Enzimas Exógenas	Son enzimas digestivas que carecen los animales, por consiguiente, deben ser agregadas en su alimentación y en las últimas décadas son las más utilizadas en las industrias, (Sánchez & Torrez, 2018).
Enzimas microbianas	Las microbianas se genera por organismos que toleran las bajas temperaturas y encuentran en la carne el medio perfecto de reproducción, entre están tenemos el *Aspergillus oryzae proteasa* y *Bacillus subtilis proteasa*, (Sánchez & Torrez, 2018).
Enzimas vegetales	Las proteasas de origen vegetal utilizadas para el ablandamiento de la carne son: - La ***ficina***, encontrada en las hojas de la panta de higo. - La ***bromelina***, encontrada en la pulpa, corazón y la cáscara de la piña. - La ***papaína***, encontrada en el fruto y árbol de la papaya.
Otros ablandadores	***Ácido cítrico:*** Se ha recomendado agregar tomate a la carne para que quede blandita, ya que el ácido del tomate actúa como un efectivo ablandador natural de las fibras. ***Vinagre:*** El vinagre puede ser usado en muchas formas. Sin embargo, el vinagre tiene usos que van desde ser un ingrediente versátil de sus comidas como resaltador del sabor o condimento, un ablandador de las carnes, (Lázaro, 2010)

Fuente: Castillo Et al., 2020

2.4. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ABLANDADORES PARA CARNES

Los ablandadores cárnicos contienen una mezcla de 88 % de cloruro de sodio (como sustancia portadora), 4,5 % de almidón (para hacerla más espolvoreable), 4,5 % de enzima, 2 % de citrato de sodio cristalizado y 1 % de glutamato de sodio. La aplicación puede efectuarse por inmersión o dispersión con soluciones acuosas o hidroalcohólico de 2 a 5 % de la enzima.

2.5. EFECTO QUÍMICO DE UN ABLANDADOR SOBRE LAS CARNES

El ablandamiento de la carne puede lograrse mediante un efecto proteolítico limitado,

en el cual no se originen productos de degradación que den lugar a olores y sabores desagradables. Por tanto, el efecto deseado de estas enzimas sobre la carne se garantiza únicamente cuando la distribución de las mismas es homogénea y su concentración y actividad es óptima.

La carne sumergida en soluciones de estas enzimas, experimenta un excesivo ablandamiento superficial, mientras que la parte interna no se afecta. Mejores resultados se obtienen mediante la inyección de las enzimas en los músculos o en el sistema circulatorio. El masajeo de las piezas facilita, también, la distribución de las enzimas. Otro método consiste en rehidratar las porciones de carne liofilizadas en una solución que contiene las enzimas proteolíticas.

El ablandador enzimático aplicado en la carne mediante un proceso mecánico llamado bifurcación, penetra la carne que será cocinada posteriormente, actúa sobre el tejido conectivo en un 60%, lo que hace que se aprecie un mayor efecto en carnes catalogadas como duras (con alto tejido conectivo). La bromelina actúa sobre la proteína actomiosina, separándola en actina y miosina, al ser desprendida la miosina del disco Z; también, está relacionado con el pH final y la temperatura.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Cuchillos - Tabla de picar - Bowls medianos - Sartén - Martillo ablandador - Erlenmeyer de 50 ml	- Corte de Carne choclillo o asado ruso - Piña verde y/o madura - Papaya verde y/o madura - Coca-Cola - Agua gasificada - Leche - Cebolla - Aceite vegetal - Sal - Pimienta	- Hornilla eléctrica - Licuadora
Reactivos		
- Ablandador en polvo envasado industrialmente - Solución de Vinagre al 30% - Solución de Ácido cítrico al 30%		

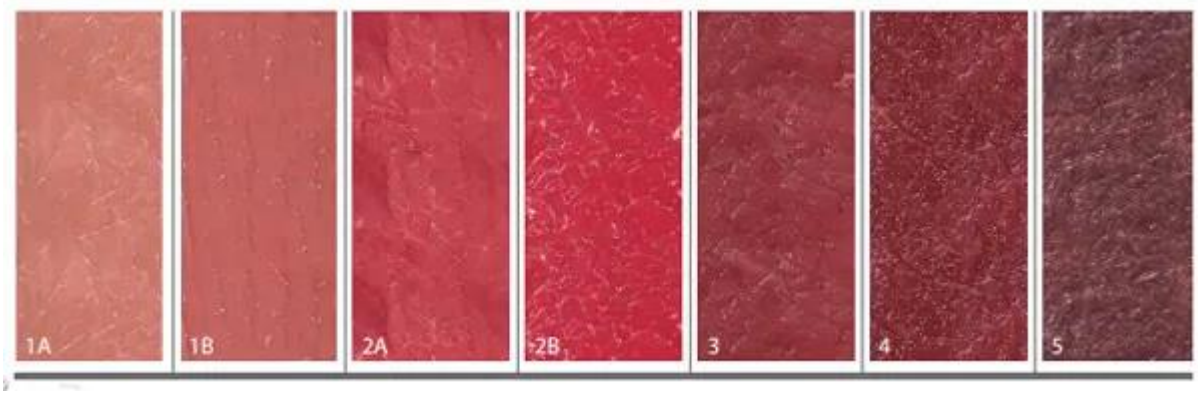
3.2. ABLANDAMIENTO DE CARNE

a) El corte de carne dura choclillo o asado ruso cortarlo en medallones de 2.5 a 3 cm aproximadamente. Aquí separamos un medallón y será nuestro testigo al cual no se le adicionará ningún extracto y/o solución. Medir la temperatura de carne y mantenerla, hasta sumergirlas. (**$T°_1$**)

b) Extraer 25 a 50gr de carne triturarlo y colocarlo en un Erlenmeyer y medir el pH con ayuda del potenciómetro. (**pH_1**)

c) A los medallones restantes con ayuda de un tenedor pincharlo por ambas caras. (Es opcional). Visualizar la apariencia (**t_0**) según la imagen 7, la terneza inicial (**ter_0**) y llenar los datos según Tabla 12.

Imagen 7. Patrones visuales de la escala de color para la carne fresca de res.



Fuente: engormix.com, 2022

Por su parte, la carne con color tipo 1B, 2A, 2B y 3 (sobre todo las tres primeras) es la más conveniente para venta al detalle, pues se asocia con carne fresca, proveniente de animales jóvenes. Por el contrario, la carne con color de categoría 4, 5 o mayor tiene una apariencia indeseable, que tiende a provocar el rechazo del consumidor. Esta carne es típica de animales más viejos (mayores a 30 meses de edad) o de animales que fueron sometidos a un estrés prolongado antes de la matanza. (engormix.com, 2022)

d) Las frutas como la papaya y piña extraer la pulpa y licuarlas para obtener su pulpa pura. (*En este paso puede hacerse una dilución 1:1, 1:2, 1:3 relación pulpa: agua y puede licuarse con la cáscara, dependiendo del criterio del docente*)

e) En el caso que se disponga con el ablandador en polvo, espolvorearlo directamente a un medallón.

f) En el caso de la cebolla cortar en cubos y 50g triturar para medir el pH.

g) Medir las temperaturas y pH de las soluciones preparadas antes de sumergir los medallones (**$T°_2$** y **pH_2**).

h) Una vez teniendo todo listo sumergir los medallones en las diferentes soluciones. En el caso de la cebolla cubrir ambas caras del medallón con la cebolla.

i) Sumergir los medallones y esperar 1 hora a T° ambiente.

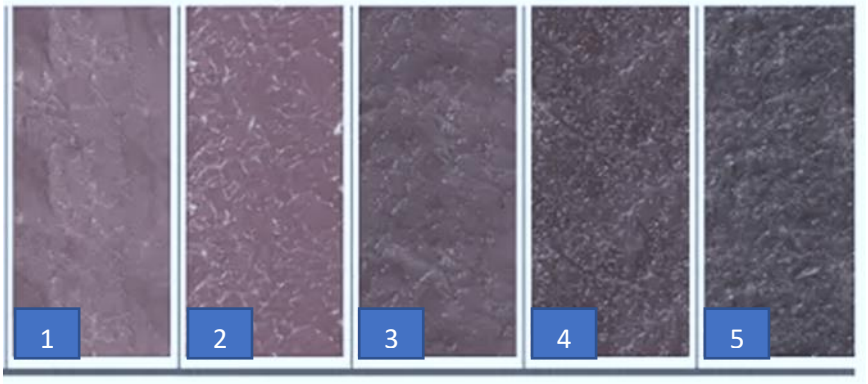
(*Las muestras pueden guardarse a T° de refrigeración, queda en criterio del docente.)*

j) Se extraen los medallones y se secan con ayuda de un papel, en el caso de los medallones sumergidos en Coca-Cola, papaya y piña es recomendable enjuagarlo con agua gasificada y/o destilada y secar con papel toalla.
Aquí se mide la temperatura de la carne y el pH como se describe en el paso b) (**$T°_3$** y **pH_3**).

k) Medirse el temperatura y pH, de las soluciones que contenían los medallones (**$T°_4$** y **pH_4**).

l) Colocar todos los medallones en orden y observar los cambios en su apariencia según la imagen 8 (**t_1**), la terneza final del proceso(**ter_1**), completar datos en la tabla 12:

Imagen 8. Patrones visuales de la escala de color para la carne de res sometida al tratamiento (referencial).



Fuente: elaboración propia

m) Colocar los condimentos sal y pimienta (5g de mezcla).

n) Freír en el sartén con aceite a fuego medio por 20 minutos aprox.

o) Ordenar los medallones cocinados y completar la tabla 11 y 12:

(*Las soluciones pueden ser sometidas en baño maría a 60, 70, 80 o 90°C, en diferentes tiempos como 50, 40, 30 y 20 min respectivamente, durante todo el proceso de tratamiento enzimático que se someterá la carne queda en criterio del docente*).

Tabla 11. Características fisicoquímicas de la carne y soluciones de gobierno

Muestra de Carne	Carne				Soluciones			
	$T°_1$	$T°_3$	pH_1	pH_3	$T°_2$	$T°_4$	pH_2	pH_4
Testigo					**NA**	**NA**	**NA**	**NA**
Piña			**NA**					
Papaya			**NA**					
Ablandador en polvo			**NA**					
Coca-Cola			**NA**					
Agua gasificada			**NA**					
Leche			**NA**					
Cebolla			**NA**					
Sol. de Vinagre al 30%			**NA**					
Sol. de Ác. cítrico al 30%			**NA**					

Tabla 12. Características organolépticas de la carne cruda y cocida

Muestra de Carne	Cruda				Cocida			
	t_0	t_1	Ter_0	Ter_1	J	S	O	M
Testigo								
Piña								
Papaya								
Ablandador en polvo								
Coca-Cola								
Agua gasificada								
Leche								
Cebolla								
Sol. de Vinagre al 30%								
Sol. de Ác. cítrico al 30%								

t_0: *Escala según imagen 7;* ***t_1:*** *Escala según imagen 8 (referencial)*

Ter_0: *Terneza inicial;* ***Ter_1:*** *Terneza final. La terneza, se medirá en escala de 1 al 5 (demasiado duro es 1 a 5 demasiado blando)*

J: *Jugosidad: se medirá en escala 1 al 5 (poco jugo es 1 a 5 muy jugoso).*

S*: Sabor: A (Aceptable); NOA (No Aceptable); F (Frutal).*

O: *Olor: A (Aceptable); NOA (No Aceptable)*

M*: Masticabilidad: se medirá en escala de 1 al 5 (demasiado duro es 1 a 5 demasiado blando)*

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. ¿Qué enzimas se utilizan para el ablandamiento de pescado?

b. ¿Qué reacciones ocurren cuando se utilizan las enzimas vegetales para el ablandamiento de carnes?

c. ¿Qué modificaciones sobre las características organolépticas de la carne se evidenciaron?

d. ¿Qué tipos de enzimas vegetales adicionales a las utilizadas son apropiadas para el ablandamiento de carnes?

e. ¿Cuáles son los cortes de la carne del ganado vacuno en el Perú? Grafique.

f. ¿Mencione cuáles son los cortes de la carne más duros y más suaves de la res?

7. BIBLIOGRAFÍA

- Castillo L. (2020). Ablandador líquido sazonado para carne, utilizando extracto de Bromelina obtenido por extracción Líquido-Líquido a partir de cáscara y corazón de piña (*Ananas Comosus*) variedad Monte Lirio, LAFQA. Managua, Nicaragua.
- Sánchez, M., & Torrez, A. (2018). Propuesta de elaboración de un ablandador de carne a base de cascara de piña (*Ananas comusos*) para su aplicación como un condimento alto en enzimas y especias. Guayaquil, Ecuador.
- Aldana, A. M. (2016). Extracción y purificación de la enzima ficina proveniente del látex del higo (ficus carica l.) Para su implementación en un ablandador cárnico. Guatemala: Universidad de Guatemala - Facultad de ciencias en ingeniería.
- Dergal, S. B. (2006). Química de los Alimentos (Vol. Maricarmen Quirasco; Agustín López; Munguía canales). México: PEARSON educación.
- Muñoz, D. F. (2002). Efecto ablandador de extractos de cascara, pulpa y corazón de piña en ellomo (*Longissimus toracis*) y la mano de piedra (*Semitendinosus*) de res.
- Rubio M., ET AL. (2015). Sistemas de Producción y Calidad de carne Bovina. Engormix. citado el 19 de diciembre de 2022. Disponible en: https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/sistemas-produccion-calidad-carne-t32696.htm

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 12. FRUTAS Y HORTALIZAS: PELADO QUÍMICO DE ALIMENTOS

1. OBJETIVOS.

- Realizar el pelado de fruta y otro producto vegetales utilizando el método de pelado químico.
- Realizar el pelado manual, determinándose las ventajas desventajas comparar tiempos.
- Determinar la temperatura, tiempo y concentración optima del pelado químico de las frutas y hortalizas que no se encuentran en la guía descritas sus parámetros.
- Obtener un pelado eficiente sin desperdiciar materia prima.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. CIENCIA Y TECNOLOGÍA AL SERVICIO DE LAS FRUTAS Y VERDURAS

La fusión de estas dos disciplinas proporciona grandes logros en la elaboración de alimentos seguros y nutricionalmente adecuados.

La alimentación es el resultado de desarrollos tecnológicos muy particulares que permiten la elaboración de alimentos seguros y nutritivos. La industria alimentaria es la responsable de llevar a cabo los tratamientos que transforman las materias primas provenientes de la agricultura, la pesca y la ganadería en distintos productos aptos para el consumo humano. Uno de los sectores que más ha evolucionado en este sentido es el de las frutas y hortalizas, cuyos procesos facilitan la obtención de productos seguros y duraderos.

El objetivo principal de la industria alimentaria es, además de asegurar la higiene en la elaboración de los productos, garantizar que se conserven en el tiempo. Para poder llevar a cabo estos propósitos es necesario el trabajo conjunto de la ciencia y la tecnología de los alimentos. Por una parte, la ciencia determina las características de los alimentos, verifica su valor nutricional y elabora productos con necesidades especiales. Por otra, la tecnología, busca novedades, mejora recursos y aumenta su vida útil. Juntas, han proporcionado grandes logros, como son la elaboración de alimentos seguros y nutricionalmente apropiados; la creación de alimentos funcionales, es decir, que aportan algún beneficio para la salud; una correcta elaboración de los productos con el medio ambiente y, lo más importante, han logrado aumentar la duración de una gran cantidad de alimentos.

Uno de los sectores que más ha innovado ha sido el de las frutas y hortalizas. Con ellas la industria ha conseguido elaborar productos sanos, seguros, nuevos y duraderos. Todo un logro con un alimento tan delicado.

2.2. LAVADO, SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN

Uno de los procesos a los que se someten frutas y hortalizas es el lavado, cuyo objetivo es eliminar del alimento las sustancias nocivas que lo contaminan y dejar la superficie en condiciones adecuadas para su posterior elaboración. Los contaminantes que se pueden hallar pueden ser de origen metálico, mineral, vegetal, animal, químico o microbiano, entre otros, como hierros, hojas, arena, sustancias tóxicas o microorganismos. Los criterios que se han de seguir para realizar un adecuado proceso de limpieza son, sobre todo, una mínima pérdida del producto, una eliminación total del contaminante, una mínima lesión a las piezas y una mínima generación de aguas residuales. Estas últimas resultan ser muy contaminantes para el medio ambiente.

La limpieza puede hacerse en seco, especialmente en productos de tamaño pequeño, consistencia mecánica elevada y bajo contenido en agua, por ejemplo, los cereales. Esta opción no genera tantos residuos, es más económica pero no se eliminan por completo los contaminantes y el daño al producto es frecuente. Por el contrario, la limpieza en húmedo se utiliza para productos de distintos tamaños, con una baja resistencia mecánica y con un alto o bajo contenido en agua, por ejemplo, las frutas y hortalizas. Es un tipo de limpieza destinada a acondicionar el producto más que a limpiarlo detalladamente. Hay una eliminación total de los residuos y se minimiza la lesión de las piezas. Sin embargo, hay un coste importante de agua, se generan grandes cantidades de residuos y las superficies una vez limpias quedan húmedas. Después del lavabo, los alimentos pasan por una etapa de selección y clasificación cuya finalidad es agruparlos según el tamaño, el color, el aroma o la medida.

2.3. EL PELADO

El pelado es la eliminación de las partes no comestibles de la materia prima para mejorar el aspecto final del producto y facilitar las operaciones posteriores. Su aplicación recae básicamente en frutas y hortalizas ya que son las más delicadas y vulnerables. Los equipos responsables son complejas máquinas que dejan totalmente limpia la superficie del alimento. Existen métodos mecánicos como el pelado por abrasión, donde el alimento entra en contacto con una sustancia abrasiva (carborundo) y arranca la piel directamente. También puede hacerse mediante un sistema de cuchillos que cortan y arrancan la piel del vegetal. Por este método suelen pelarse los cítricos ya que su piel es suficientemente gruesa.

El método térmico como el pelado por vapor, cuya finalidad es añadir vapor a alta presión de manera homogénea y eliminar la piel del vegetal, es uno de los más usados en zanahorias o remolachas, aunque se está extendiendo también a otras frutas y verduras. También se utiliza el pelado térmico mediante llama, exclusivo para cebollas, ya que se alcanzan temperaturas del orden de los 1.000°C y pocos vegetales los resisten.

Otros métodos un poco más abrasivos son los químicos, que consisten en introducir los alimentos en sosa cáustica diluida al 1% a 100°C de manera que la piel se ablanda y posteriormente se elimina con agua. Este método está quedando en desuso porque el pelado al vapor es mucho más eficaz y nada corrosivo. En según qué alimentos, el pelado químico hacía cambiar su color original. Todos ellos contribuyen a la puesta a punto del alimento para posteriormente ser cortado, envasado, enlatado, horneado, almacenado, pasteurizado, escaldado o un sinfín de operaciones previas para poder comercializarse.

En el pelado químico se utilizan sustancias químicas que permiten que la cáscara se desprenda fácilmente, este método se utiliza en productos que tengan el mismo grado de maduración, esto debido a que las frutas verdes requieren mayor tiempo de exposición a la sustancia química, por tanto, es importante hacer una clasificación antes del pelado químico. En este tipo de tratamiento no importa la forma del fruto, pero si se recomienda en frutos con cascara delgada como el durazno. La sustancia más usada es el NaOH, en concentraciones de 0,1 a 15% dependiendo el tipo de fruto y lo grueso de la cascara. Puede usarse una solución en caliente o a temperatura ambiente. En el pelado mecánico se utiliza un equipo con superficie abrasiva que, al entrar en contacto con el producto, hace que este se vaya pelando. La piel es removida con el agua a presión que ingresa al equipo. Este método es efectivo para remover la cascara de frutos o tubérculos con piel más gruesa.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	**Materias primas**	**Equipos**
- Olla pequeña - Termómetro - Bowls - Cucharon	- Cocona - Ciruela - Carambola - Durazno - Pera - Manzana - Tomate - Zanahoria - Beterraga - Papa - Pimiento - Ají - Rocoto	- Hornilla eléctrica
Reactivos		
- Agua destilada - Solución de NaOH (1, 5, 6, 7 y 10%)	- Solución de Ac. Cítrico al 5%	

3.2. PELADO QUÍMICO

a) Con el fin de reducir la contaminación del baño con tierra y otras materias extrañas, se recomienda un lavado previo de los productos a pelar.

b) Sometemos los productos a los tratamientos descritos en la tabla

Tabla 13. Condiciones para el pelado químico de algunas frutas y hortalizas

Producto	NaOH concentración (%)	Temperatura (°C)	Tiempo de contacto con álcali (min)
Zanahoria	5	95	2 - 4
Durazno	10	85	3 - 5
Papa	6	85	2 - 4
Manzana	6	95	3 - 4
Pera	1	95	1 - 2
Beterraga	7	95	3 - 4

Fuente: es.slideshare.net

c) Luego de sumergir en el tiempo y temperatura descrita, el producto debe ser sometido a un lavado a fondo con agua corriente. Cuando la piel de las frutas y hortalizas es desprendida por el chorro de agua, éstas se pelan, suavizan y limpian perfectamente, quedando prácticamente exentas de cualquier residuo.

d) Para asegurar la eliminación total de residuos en la superficie de las piezas peladas se aconseja introducirlas, después de lavadas, en un Bowls que contenga de 3 a 5 gr. de ácido cítrico por litro de agua. A este paso se le conoce como neutralización.

e) Las frutas y hortalizas quedan así preparadas para los siguientes tratamientos de conservación.

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. ¿Cuáles son la ventajas y desventajas del pelado químico y pelado manual?

b. Mencione y defina otros tipos de pelado que existan y tecnologías alternativas.

c. ¿Cuáles son los riegos de usar altas concentraciones de NaOH? Presente una ficha técnica.

d. Realice un diagrama de flujo de la metodología del producto que le tocó a su grupo.

e. Investigar qué es el Rf de un compuesto y cómo se determina.

7. BIBLIOGRAFÍA

- FELLOWS. P. (1994). tecnología del procesado de los alimentos, principios y prácticas. Ed. ACRIBIA S.A., Zaragoza, España.
- POTTER, N, N 1993. La ciencia de los alimentos. Ed. EDUTEX S. A México D. F
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA. (2012). Practica N° 2 Tema: Formas de pelado. s.slideshare. Citado el 19 de diciembre de 2022. Disponible en: https://es.slideshare.net/RagurtolAgurtoLaban/pelado-quimico
- MUÑOZ J. (1974). Pelado Químico de frutas y hortalizas. Gob.es. Citado el 19 de diciembre de 2022. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_REA%2FREA_1974_01_7_8.pdf
- MUÑOZ J. (2008). Acondicionamiento de Vegetales. Universidad del Cauca, Colombia. transformacionfruver.blogspot. Citado el 19 de diciembre de 2022. Disponible en: http://transformacionfruver.blogspot.com/

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 13. TUBÉRCULOS Y GRANOS: EXTRACCIÓN DE ALMIDONES

1. OBJETIVOS.

- Conocer el flujo de procesamiento para la extracción de almidón a partir de una materia prima vegetal.
- Caracterizar el almidón extraído.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO.

2.1. ALMIDON

El almidón es un polisacárido de reserva alimenticia predominante en las plantas, constituido por amilosa y amilopectina. Proporciona el 70- 80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo. Tanto el almidón como los productos de la hidrólisis del almidón constituyen la mayor parte de los carbohidratos digestibles de la dieta habitual. Del mismo modo, la cantidad de almidón utilizado en la preparación de productos alimenticios, sin contar el que se encuentra presente en las harinas usadas para hacer pan y otros productos de panadería. Los almidones comerciales se obtienen de las semillas de cereales, particularmente de maíz (Zea mays), trigo (Triticum spp.), varios tipos de arroz.

(Huamán, 1994) Tanto los almidones como los almidones modificados tienen un número enorme de posibles aplicaciones en los alimentos, que incluyen las siguientes: adhesivo, ligante, enturbiante, formador de películas, estabilizante de espumas, agente antienvejecimiento de pan, gelificante, glaseante, humectante, estabilizante, texturizante y espesante. El almidón se diferencia de todos los demás carbohidratos en que, en la naturaleza se presenta como complejas partículas discretas (gránulos). Los gránulos de almidón son relativamente densos, insolubles y se hidratan muy mal en agua fría. Pueden ser dispersados en agua, dando lugar a la formación de suspensiones de baja viscosidad que pueden ser fácilmente mezcladas y bombeadas, incluso a concentraciones mayores del 35%.

Las modificaciones en el almidón involucran el tratamiento del gránulo por medios físicos, químicos y bioquímicos que causan la ruptura de algunas o todas las moléculas, lo cual permite realzar o inhibir en el almidón propiedades como consistencia, poder aglutinante, estabilidad a cambios en el pH y temperatura, y mejorar su gelificación, dispersión o fluidez.

2.2. TIPOS DE ALMIDÓN

Según Méndez (2010) el almidón se presenta en gran variedad de alimentos que consumimos como parte de nuestra alimentación. Por lo tanto, se divide en dos tipos para poder identificarlos con facilidad según el grupo que le corresponde de acuerdo a sus características que los identifican.

- *Almidones Nativos:* Son aquellos que no han sido modificado químicamente durante su obtención en la extracción del almidón, también los podemos obtener mediante las fuentes de cereales conservando la estructura nativa que los caracteriza.

  En el año 2019, Chávez, et al. mencionan que estos almidones provienen de vegetales, y su uso se realiza sin alterar sus características después de su extracción. Sus propiedades fisicoquímicas de almidón natural van a depender de su origen vegetal, y su estructura conforme a la relación de amilosa - amilopectina. Así, tenemos que el almidón proveniente del maíz que origina geles claros y cohesivos; sin embargo, el almidón proveniente del arroz forma geles opacos. El almidón procedente de la papa y yuca, su hidratación es muy fácilmente, originando dispersiones de alta viscosidad, con la producción geles no resistentes.

- *Almidones Modificados:* Son los que de una u otro forma, han sufrido modificaciones químicas, durante la extracción del almidón. Estas modificaciones les conceden ciertas características agradables a los alimentos.

  En este sentido, el aporte de Chávez, et al. (2019) permite conocer que estos almidones son aquellos transformados intencionalmente con la aplicación de agentes oxidantes, ácidos o enzimas; con el objetivo de obtener almidones modificados en ciertas características de mejora para su aplicación en la industria.

2.3. EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN

Según Astudillo y Sánchez (2019), el almidón puede extraerse a través una planta piloto, con menor o mayor escala.

2.4. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

De acuerdo a la investigación que realizo Guadrón (2013) sobre los métodos de extracción, el autor manifestó que puede realizarse a nivel artesanal y tecnificado, a escala mayor, como a menor escala, esto va depender de cada empresa; pero, el proceso productivo es el mismo, solo diferenciándose en el volumen de procesamiento.

2.5. TIPOS DE MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

La extracción del almidón consiste en separar sustancias de los alimentos a partir de métodos que ayudan a obtener el almidón para la realización de otros procesos de uso industrial o alimentario importantes para la elaboración de nuevos productos.

- *Método seco:* Guadrón (2013) resalto que en este método se basa, en la molienda del fruto, tiene como producto una harina, que luego es tamizado y así obtener el almidón. Este proceso, es utilizado en operaciones pequeñas, donde se facilita la obtención de un producto final de calidad, con características mejoradas. Así mismo, Astudillo y Sánchez (2019) señala que el método seco, se inicia con el secado del fruto, para luego procesarlo con la molienda, obteniendo como producto una harina, y esta luego pasa por un tamizado y tener como producto final al almidón. Para Hernández, et al. (2017) este método permite obtener un alto porcentaje de almidón, obteniéndose un mayor rendimiento; en el plátano cuadrado, se obtuvo un rendimiento del 83.97%; en el plátano macho el rendimiento fue del 65.89 % y en el plátano castilla, su rendimiento alcanzo el 61.02%.

- *Método húmedo:* Carrasco (2018), citado por Urquizo (2020) señala que al extraer el almidón del guineo a través del método húmedo, el proceso consistió en primer lugar la trituración del guineo y en presencia de agua, retirar los componentes de la pulpa como fibra y proteína; seguidamente se decanta y lava el material con el propósito de eliminar fracciones que son diferentes al almidón y, por último, se seca el almidón. Además de ello, Guadrón (2013) a través de sus aportaciones da a conocer que el método se inicia reduciendo el tamaño del fruto, para luego triturarlo, y con la ayuda del agua, eliminar fibra y proteína, que posteriormente se elimina el agua por decantación y al final, secar la materia, para obtener el almidón

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Bowls - Cucharon - Tela organza (1*1m). - Colador - Vaso de precipitado - Rayador (opcional)	- Papa - Yuca - Plátano de freír verde - Plátano de seda verde - Maíz grano entero - Oca - Arracacha	- Estufa - Procesador de vegetales - Licuadora -
Reactivos		
- Agua destilada - Solución de NaOH (1, 5, 6, 7 y 10%)	- Solución de Ac. Cítrico al 5%	

3.2. EXTRACCION VÍA SECA

a) Pesar 350 g de producto (P_{10}), lavarlo y pelarlo, dejar habilitado. Anotar el peso del producto neto (P_{11}) que se usará en la metodología.

b) Colocarlo en producto limpio en la procesadora de vegetales y cortar (Colocar disco de tajado) como podemos ver en la imagen 9 referencial.

Imagen 9. Disco de tajar para procesador de vegetales

Fuente: exhibirequipos.com

c) Colocar en la estufa por 24 horas a 105°C en bandejas. Anotar el peso y calcular el peso del producto (P_{12}). Aquí calcular el % de Humedad como en la Guía Practica 02.

d) Triturar en una licuadora por 10 min dividiendo la muestra en 3 partes, anotar el peso de la harina (P_{13}). Calcular el rendimiento en relación del peso neto ($\%R_{13}$).

e) Cernir la totalidad de la muestra triturada previamente, anotar el peso del almidón (P_{14}). Calcular el rendimiento en relación del peso neto ($\%R_{14}$).

3.3. EXTRACCION VÍA HÚMEDA

a) Pesar 500 g de producto (P_{20}), lavarlo y pelarlo, dejar habilitado. Anotar el peso del producto neto (P_{21}) que se usará en la metodología.

b) El producto lavado previamente, cortarlo en pequeños cubos y agregar en el vaso de la licuadora en relación de 1de producto: 2 de agua, 100g de papa: 200 ml de agua.

c) Proceder a licuar por 10 min (5 Batch relación 1:2). Aquí también podemos rayar el producto si no se cuenta con licuadora.

d) Con ayuda de la tela de organza un colador, se filtra la solución homogenizada en la licuadora y el líquido extraído se coloca en un vaso de precipitado. Aquí separamos el afrecho (celulosa) del almidón (lechada - líquido), aquí pesamos el afrecho (P_{22}) y calculamos % de Afrecho extraído en relación con el peso neto ($\%R_{22}$).

e) Dejamos sedimentar el líquido 24 horas y luego, extraemos el sobre nadante y observamos su turbidez.

f) Lavamos el producto sedimentado las veces que sea necesario hasta obtener un color trasparente del sobrenadante (se recomienda sedimentar 8 a 12 horas por cada lavado.

g) Verter el producto sedimentado a placas Petri e introducir la muestra final a la estufa a temperatura de 60°C por 24 horas para obtener la harina. Anotar el peso de la harina (P_{23}). Calcular el rendimiento en relación del peso neto ($\%R_{23}$).

h) Cernimos y realizar la caracterización del almidón. Anotar el peso del almidón (P_{24}). Calcular el rendimiento en relación del peso neto ($\%R_{24}$).

Tabla 14. Pesos y rendimientos de extracción de almidón por vía seca

Producto	Vía Seca						
	P_{10}	P_{11}	P_{12}	P_{13}	$\%R_{13}$	P_{14}	$\%R_{14}$
Papa	350						
Yuca	350						
Oca	350						
Arracacha	350						
Plátano de freír verde	350						
Plátano de seda verde	350						

Tabla 15. Pesos y rendimientos de extracción de almidón por vía húmeda

Producto	Vía Húmeda							
	P_{20}	P_{21}	P_{22}	$\%R_{22}$	P_{23}	$\%R_{23}$	P_{24}	$\%R_{24}$
Papa	350							
Yuca	350							
Oca	350							
Arracacha	350							
Plátano de freír verde	350							
Plátano de seda verde	350							

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. ¿Qué otros métodos existen de extracción de almidón?

b. Mencione otros alimentos en el Perú que no se encuentran en la guía dónde se puede extraer almidón y que métodos se puede usar, revisar publicaciones de paperas realizar un cuadro detallando Autor y año, Título de investigación, Método de extracción, Rágina web donde se puede leer.

c. Menciones y defina los procesos unitarios participan en la extracción del almidón de los 2 métodos descritos en la guía de práctica.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ARCILA. (2002). Cambios físicos y químicos del almidón. Colombiana.: ACORBAT.
- BADUI. (1986). Química de los Alimentos. México: Alhambra.
- CHEFTEL. (1976). Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Zaragoza: Acribia.
- DENMARK. (1993). Química de los Alimentos. Colombia: CIRAD.
- HUAMÁN. (1994). Descriptores de Papa para la Caracterización Básica. Lima: International Starch Institute ISI.
- Guadrón, E.N. (2013). Diseño y desarrollo del proceso para la extracción de almidón a partir de guineo majoncho verde (Musa sp. variedad cuadrado), para su uso en la industria de alimentos. San Salvador. Recuperado de http://handbook.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20de%20Alimentos/G%20DE%20DELGADO.pdf
- Astudillo, L.L. y Sánchez, A.L. (2019). Extracción de almidón a partir del banano (Plátano) de categoría II (Musa paradisiaca) en estado verde, para la elaboración de colada instantánea fortificada y utilización de su fibra para balanceado de ganado porcino. Universidad de Cuenca. Ecuador. Recuperado de http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33521/1/Trabajo%20de%20titulaci%c3%b3n.pdf
- Chávez, J.E; Cunaique, I.J. y Pinco, J.E. (2019). Proceso de obtención y evaluación de la eficiencia del almidón del plátano de seda (Musa acuminata AAA) para la coagulación – floculación de las aguas superficiales del río Puchca – Ancash a nivel de laboratorio. Universidad Nacional del Callao. Perú. Recuperado dehttp://209.45.55.171/bitstream/handle/UNAC/3877/CUNAIQUE%2c%20Chavez%20y%20Pinco_PREGRADO_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Méndez, A.E. (2010). Extracción de almidón del banano verde (Musa sapientum variedad cavendish) producto de desecho de las industrias bananeras y evaluación de su función como excipiente en la formulación de comprimidos. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Recuperado de https://bibliotecafarmacia.usac.edu.gt/Tesis/QF1146.pdf

PRÁCTICA DE LABORATORIO QAA- 14. CÁLCULO DE VALOR ENERGÉTICO Y PORCIONES EN LOS ALIMENTOS PARA EL ETIQUETADO

1. OBJETIVOS.

- Calcular el valor energético y porciones para los alimentos que se almacenen, transporten y comercialicen envasados en Perú.

2. FUNDAMENTO TEORICO

2.1.1. ¿Cómo se determina el valor energético de los alimentos?

Wilbur Atwater fue un científico que realizó ensayos para determinar la energía de los macronutrientes provenientes de los alimentos. De estos ensayos obtuvo factores promedio que representan la energía metabolizable [calorías/gramo]de lípidos (grasas y aceites), proteínas e hidratos de carbono. Estos factores resultan muy convenientes si se quiere determinar el aporte calórico de un alimento a partir de su composición centesimal. A lo largo del tiempo se fueron incorporando nuevos factores para más nutrientes.

- Proteínas: 4 Kcal/g – 17 KJ/g
- Lípidos: 9 Kcal/g – 37 KJ/g
- Hidratos de carbono: 4 Kcal/g – 17 KJ/g
- Alcohol etílico: 7 Kcal/g – 29 KJ/g
- Ácidos orgánicos (como el ácido acético del vinagre): 3 Kcal/g – 13 KJ/g
- Polialcoholes: 2,4 Kcal/g – 10 KJ/g

También aportan energía, polidextrosa, lactitol, manitol, sorbitol, Xilitol, maltodextrinas, ácidos orgánicos, inulina y oligosacáridos

- Polidextrosa, cada gramo se multiplica por 1 kcal/g
- Lactitol y Manitol, cada gramo se multiplica por 2 kcal/g
- Sorbitol y Xilitol, cada gramo se multiplica por 4 kcal/g
- Maltodextrinas, cada gramo se multiplica por 4 kcal/g
- Ácidos orgánicos, cada gramo se multiplica por 3 kcal/g
- Inulina y Oligosacáridos, cada gramo se multiplica por 1,58 kcal/g

En los últimos años se han realizado estudios con las fibras, recomendando la FAO un factor de 2 Kcal/g. Sin embargo, en la legislación aún no ha sido implementado y, por lo tanto, no se considera que otorguen un aporte calórico. A diferencia del método del calorímetro, el uso de los factores de Atwater es un método indirecto que nos da una estimación de las kilocalorías a partir de los componentes de los alimentos.

2.1.2. ¿Cómo se determina las porciones de los alimentos?

Es necesario señalar que los productos alimenticios que se comercializan a granel, tales como el pan, frutas, verduras, productos cárnicos laminados o trozados, productos lácteos o bebidas en vasos, que se comercializan a solicitud del comprador o cliente, es decir, la persona que compra/adquiere o se

servirá en el local el alimento, lo define o específica y solicita al vendedor o a quien lo atiende en el mismo momento y también en ese mismo instante da a conocer que cantidad de alimento desea comprar, aunque se entreguen a éste en una bolsa o malla, no se consideran envasados para los fines de etiquetado nutricional.

Ejemplo explicativo:

La información que hay que colocar en la etiqueta, debe corresponder al alimento tal como se comercializa, para este caso "papas crudas" y tendremos la siguiente información.

Producto o Ingrediente por 100 g	Calorias (Kcal)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Hidratos de Carbono (g)	Sodio (mg)
Papas Crudas	77	3.1	0.2	16.5	7

Si se ordena la información en una tabla nutricional, podría ser como la siguiente:

Información Nutricional		
Porción: 1 papa (100 gramos) **Porciones por envase:** 50 aprox.		
	100 g	**1 porción**
Energía (Kcal)	***77***	***77***
Proteínas (g)	***3.1***	***3.1***
Grasa total (g)	***0.2***	***0.2***
Hidratos de Carbono (g)	***16.5***	***16.5***
Sodio (mg)	***7***	***7***

Si se asume que cada papa pesa en promedio 100 gramos, se puede tomar como porción de consumo habitual los mismos 100 gramos.

Pero en realidad las papas pueden tener pesos y tamaños muy diferentes entre sí, papas pequeñas de 60 gramos y papas grandes de 220 gramos, pero independiente del tamaño de la papa, el tamaño de la porción será 100 gramos.

La persona que sirve un plato de comida en que las papas son el acompañamiento, servirá dos papas, si las papas son pequeñas y si la papa es muy grande, la persona que prepara la comida en general la partirá.

Si el envasador define el tamaño de la porción de consumo para las papas en 120 gramos, se tendrá la siguiente situación:

La etiqueta también puede ser la siguiente:
Malla de 5 kilos. (50 porciones *100g = 5000g)
5000 g de papa ÷120 gramos de la porción = 41,66 ⇒ 42 porciones

Para calcular la información por porción de consumo habitual en este caso se necesita hacer el cálculo de cuanto aportan 120 gramos de papas, por lo que utilizaremos lo que se denomina "regla de tres" se tienen 3 datos y se desconoce 1, este dato que se desconoce lo denominaremos **"X".**

Para el cálculo Energía (Kcal) para 120g

100g → 77 Kcal

120 g → X_{Kcal} = 92.4 X_{Kcal} = 92

Para el cálculo Proteínas (g) para 120g

100g → 3.1g

120 g → X_{Prot} = 3.72 X_{Prot} = 4g

Para el cálculo Grasas (g) para 120g

100g → 0.2g

120 g → X_{Gras} = 0.24 X_{Gras} = 0.2g

Para el cálculo Hidratos de Carbono (g) para 120g

100g → 16.5g

120 g → X_{Gras} = 19.8 X_{HC} = 20g

Para el cálculo Sodio (mg) para 120g

100g → 7mg

120 g → X_{Gras} = 8.4 X_{Gras} = 8mg

Debemos tener en cuenta la *expresión numérica de nutrientes y factores alimentarios*:

Valores iguales o mayores a 100	Se declararán en números enteros
Valores menores a 100 y mayores o iguales a 10	Se declararán en números enteros o con un decimal
Valores menores a 10 y mayores o iguales a 1	Se declararán en números enteros o hasta con dos decimales
Valores menores a 1	Se declararán hasta con dos decimales

Y los *criterios de aproximación para valores de nutrientes y factores alimentarios en cifras* con decimales.

- Si el dígito que se va a descartar es igual o mayor que 5, se aumenta en una unidad el dígito anterior.
- Si el dígito que se va a descartar es menor que 5 se deja el dígito anterior.

Por lo tanto, la tabla queda así:

Información Nutricional		
Porción: 1 papa (120 gramos) **Porciones por envase:** 50 aprox.		
	100 g	**1 porción**
Energía (Kcal)	***77***	92
Proteínas (g)	***3.1***	4
Grasa total (g)	***0.2***	0
Hidratos de Carbono (g)	***16.5***	20
Sodio (mg)	***7***	8

Para la grasa 120g aportan **0.2** gramos de grasa lo que la tabla se puede rotular también como cero.

3. METODOLOGÍA

3.1. MATERIALES A EMPLEAR

Materiales	Materias primas	Equipos
- Lapicero - Papel	- Productos envasados - Tablas nutricionales de alimentos	- Calculadora
Reactivos		
- N.A.		

3.2. Cálculo de Valor energético

a) Extraer datos de las etiquetas %Carbohidratos, %Grasa, %Proteína, etc.

b) Realizar los cálculos para hallar el valor calórico.

c) Comparar con las etiquetas y tablas de valor nutricional los resultados.

3.3. Cálculo del Valor energético en una diferente porción a la de la etiqueta

a) Una vez calculado el Valor energético de los productos envasados traídos al laboratorio.

b) Variar la cantidad de porciones en un 28%, 36% y 44% más del peso y en un 22%, 12% y 8.5% menos del peso de la porción original.

c) Anotar en una tabla resumen los resultados.

4. DISCUSIONES

5. CONCLUSIONES

6. CUESTIONARIO

a. ¿Mencione cuál es la normativa actual de etiquetado en el Perú y cual es nombre completo del Decreto Supremo que promueve la alimentación saludable?

b. Indique cuales son los parámetros técnicos vigentes para el nivel de sodio, carbohidratos, grasas saturadas, grasas trans en los productos envasados en el País.

c. Luego de obtener los resultados en el apartado 3.2 y 3.3, argumente si los cálculos realizados cumplen con la normativa vigente sobre la Ley de la de promoción de la alimentación saludable para niños, niñas y adolescentes.

7. BIBLIOGRAFÍA

- SCOTTO V. (2019). Guía de Requerimientos de Etiquetado para el Empaque de Productos Alimenticios a Estados Unidos. MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO – MINCETUR. Lima, Perú. Recuperado de: https://www.gob.pe/institucion/mincetur/informes-publicaciones/1670403-guia-de-requerimientos-de-etiquetado-para-el-empaque-de-productos-alimenticios-a-estados-unidos.
- PIZARRO T., KIPREOS L. (2006). Cuaderno de Ejercicios para desarrollar Etiquetas Nutricionales de Alimentos. Ministerio de Salud. Santiago, Chile. Recuperado de: https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/0E5D44E22B71773B05257C4A0021EE91/$FILE/Cuaderno_ejercicios_etiquetado.pdf
- TRIGO DURO. (2015). Cálculo de calorías: el sistema Atwater. Recuperado de: http://trigo-duro.blogspot.com/2015/09/calculo-de-calorias-el-sistema-atwater.html