



MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EN FRUTAS FRESCAS





UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987

Gobernación de Santander

Vigilada Mineducación

NIT 800.024.581-3



**MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN
DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS EN FRUTAS FRESCAS**

Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Editorial: Instituto Universitario de la Paz – UNIPAZ

Representante Legal: Oscar Orlando Porras Atencia

Página web: www.unipaz.edu.co

ISBN: 978-958-5542-22-8



UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987

Gobernación de Santander

Vigilada Mineducación

NIT 800.024.581-3

MANUAL DE TÉCNICAS ANALÍTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EN FRUTAS FRESCAS



OSCAR ORLANDO PORRAS ATENCIA
Rector Instituto Universitario de la Paz

MÓNICA MARÍA PACHECO VALDERRAMA
Director de Escuela de Ingeniería Agroindustrial

Autor: Ing. Esp. Ana Milena Salazar Beleño
Ing. MSc. Mónica María Pacheco Valderrama
Ing. MSc. Yuleisi Tatiana Caballero Hernández

Diseño e ilustración: Ing. Alexander Díaz Camargo

BARRANCABERMEJA
2019



UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

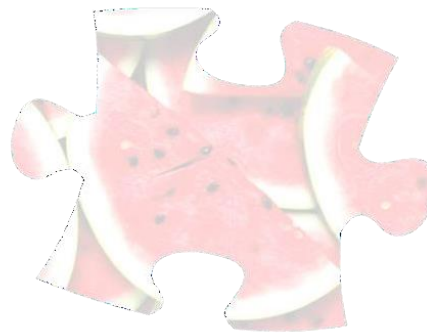
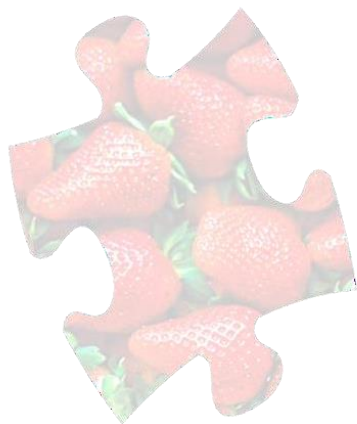
PRESENTACIÓN

El término Calidad proviene del latín *qualitas* que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto, actualmente esta se asocia a grado de excelencia, para un uso particular, en definitiva, se puede decir que un producto es de calidad cuando supera o cumple unos valores normalizados establecidos que han sido valorados objetiva o subjetivamente. Por esta razón en este manual nos centraremos en los parámetros fisicoquímicos en frutas frescas.

La finalidad del presente manual técnico, está pensado para ser usado como texto de consulta y guía didáctica que sirva a los estudiantes en el manejo de las diferentes pruebas fisicoquímicas a desarrollar dentro de un laboratorio a materias primas de origen agrícola (FRUTAS).

El manual presenta un esquema muy general y no pretende ser una obra original del autor, es simplemente una compilación y adaptación de documentos publicados por diferentes autores sobre el tema, inicia con una breve introducción en la cual se expone el alcance y la aplicación de cada método, además de una descripción en forma de pasos sobre el procedimiento y algunas recomendaciones. Si bien es cierto, que no profundiza en el desarrollo teórico y científico de cada técnica. Los lectores lo encontrarán bastante práctico y didáctico, con ilustraciones y diagramas que harán más fácil la memorización, ejecución y supervisión de las técnicas en el laboratorio.

Finalmente, con esta publicación esperamos contribuir efectivamente a la formación de los estudiantes para que mejoren su desempeño en las diversas áreas analíticas del sector agroindustrial.



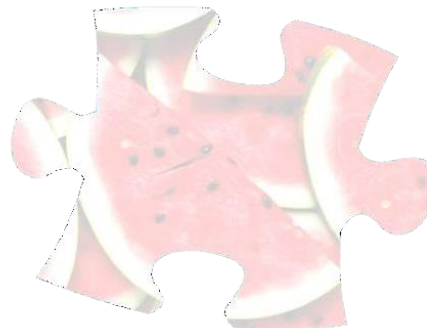
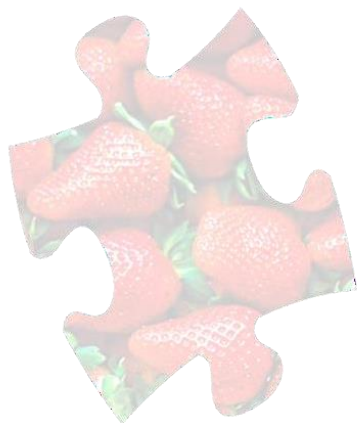


UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

Tabla de Contenido

GENERALIDADES DEL ANÁLISIS DE ALIMENTOS	5
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA EL ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO	6
ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES GENERALES	7
PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS PARA FRUTAS Y HORTALIZAS	9
Análisis firmeza	9
Análisis de °brix o contenido total de sólidos solubles	10
Análisis Acidez activa- pH	12
Humedad	12
Jugosidad	13
Acidez titulable	13
Contenido de pectinas en frutas	14
Contenido de almidón	16
Contenido de aceite	16
CARACTERIZACIÓN DE LÍPIDOS	17
Índice de saponificación	17
Colesterol	18
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS	18
Método de Kjeldahl	18
DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA	20
Índice de madurez	21
Determinación de cenizas	22
GLOSARIO	25
BIBLIOGRAFIA	27





UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

GENERALIDADES DEL ANÁLISIS DE ALIMENTOS

Para asegurar que los alimentos sean aptos para el consumo y que cumplan con las características y composición que se espera de ellos, el análisis de alimentos se convierte en una herramienta de gran utilidad, esta comprende dos grandes aspectos:

- Análisis de composición y valor nutritivo
- Análisis de impurezas



Para este existe un tipo de análisis:

- **Análisis inmediato:** en el que se realiza una evaluación de los componentes globales de los alimentos. Se evalúa el contenido global en grasa, proteínas, hidratos de carbono, humedad y cenizas.

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Todo análisis se inicia con la toma, la conservación y el tratamiento de una muestra de la sustancia a medir, si la característica o las características que se quieren evaluar son la presencia o ausencia de una determinada sustancia en un producto alimenticio, el control de calidad es relativamente simple, ya que basta con inspeccionar uno de los alimentos para conseguir la información buscada. En cambio, si la propiedad tiene carácter aleatorio, es decir, si su variación está asociada con una cierta probabilidad y por tanto sólo afecta a un cierto número de componentes del total de los productos, la valoración es más compleja.

Estas características aleatorias pueden ser:

- El contenido en una cierta sustancia
- La carga bacteriana
- El peso neto del producto.

Aunque el examen no sea destructivo, es prácticamente imposible examinar todos los elementos de un lote de fabricación o de almacenamiento; por tanto, debemos concretar el control a un grupo, que constituirá la muestra, y el estudio hecho sobre ella será la estimación sobre el muestreo. Esta estimación se puede realizar sobre atributos, es decir, asignando cada uno de los elementos examinados a una de las dos categorías establecidas como aceptable o no aceptable, según la propiedad analizada.





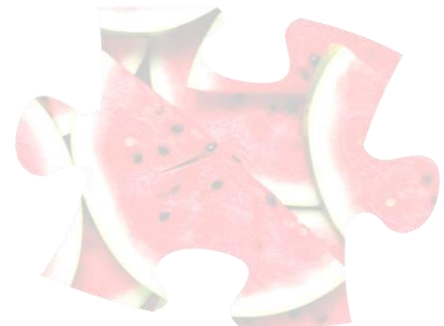
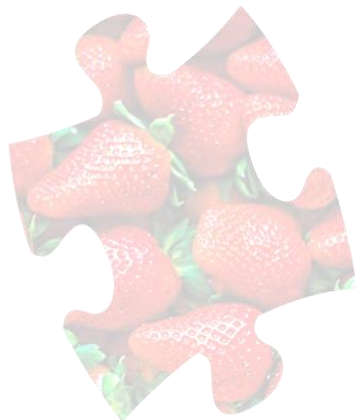
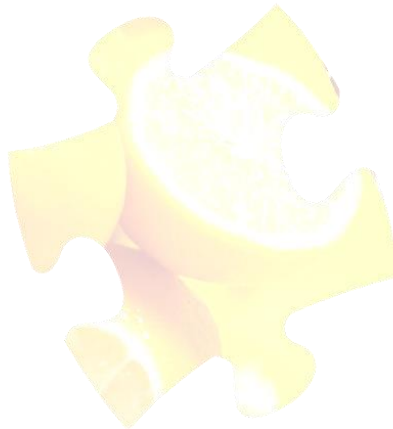
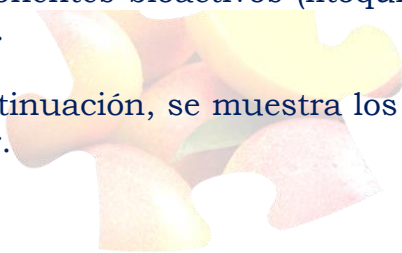
UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES GENERALES

Las frutas se caracterizan dentro de su composición química por ser productos ricos en agua, poseen escaso contenido en grasa y bajo contenido en proteínas; entre los componentes sólidos, se destacan principalmente los carbohidratos (excepto en el aguacate y frutas oleaginosas); la mayoría de ellas presentan bajo aporte calórico, debido a que su contenido en carbohidratos suele ser más elevado que el de las verduras, se destacan por su gran aporte de vitaminas (especialmente vitaminas C, vitamina A como Betacaroteno y folato), minerales (como el potasio y magnesio) y fibra. Así mismo contienen numerosos componentes bioactivos (fitoquímicos) que presentan efectos benéficos sobre la salud.

A continuación, se muestra los principales análisis fisicoquímicos en el área de fruver.

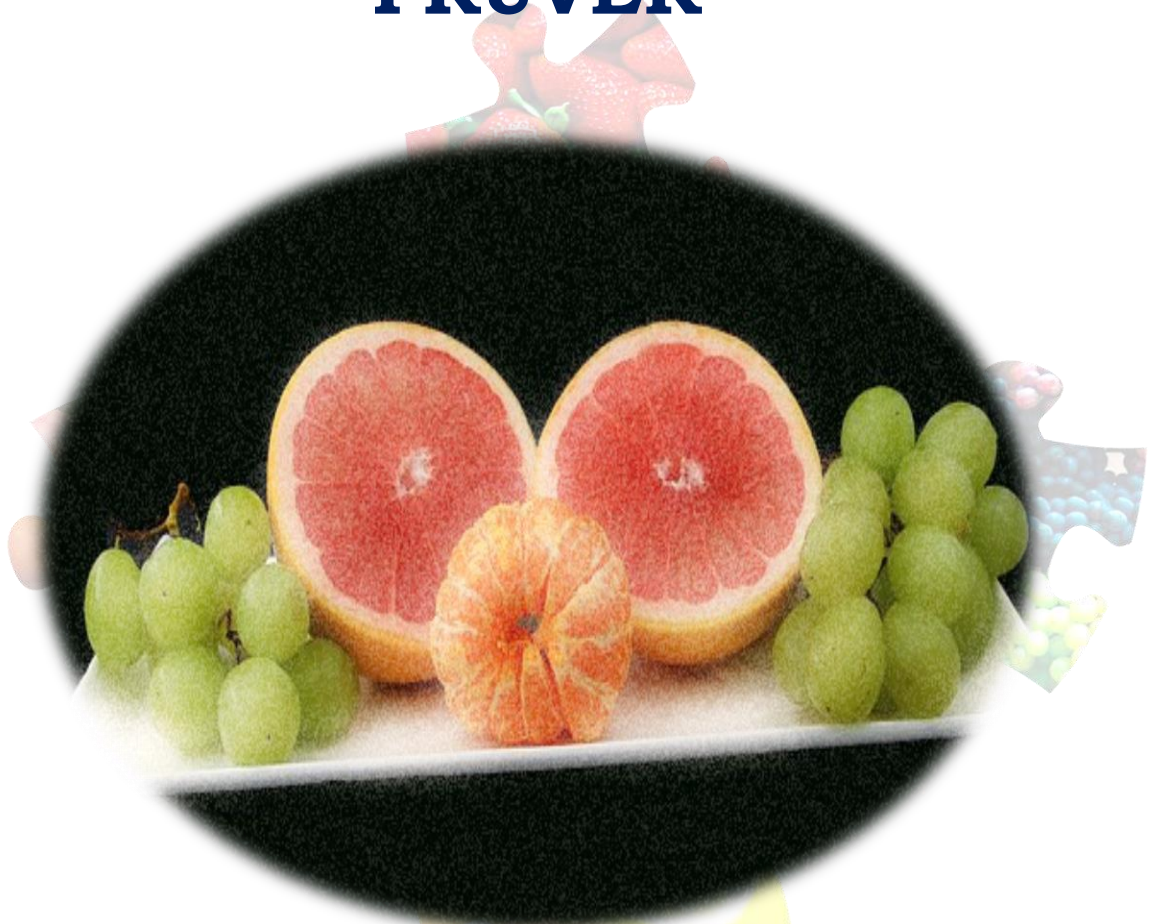




UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

FRUVER



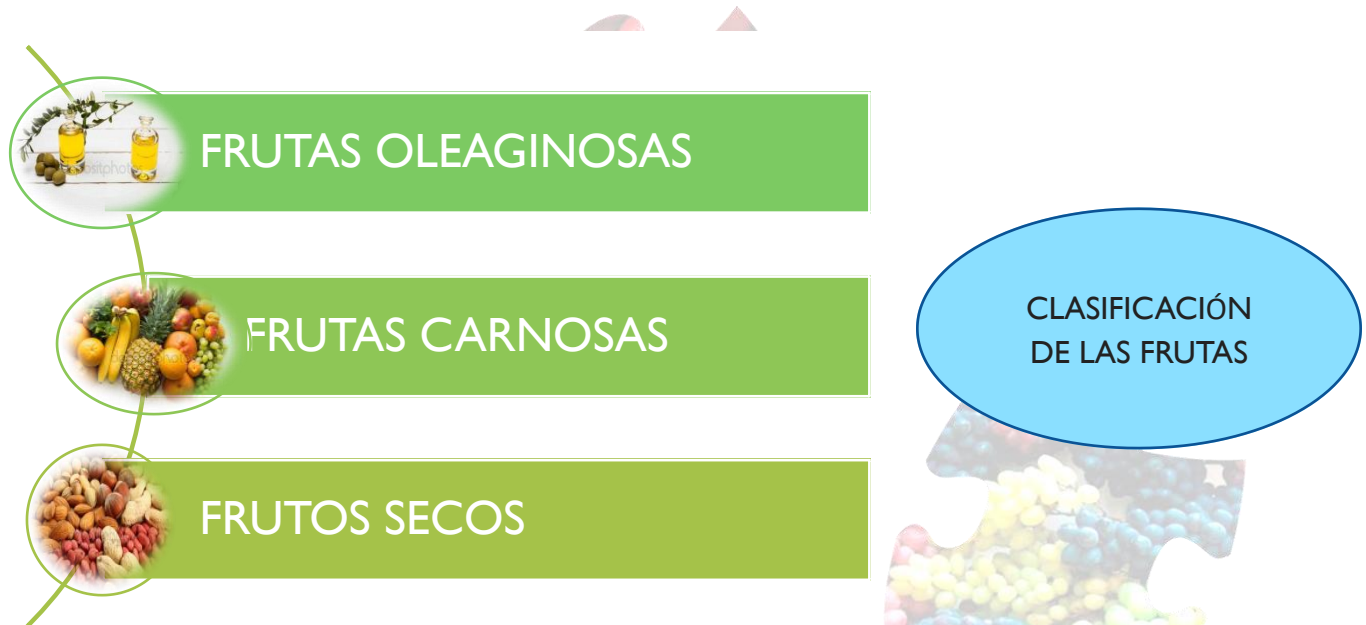
El Código Alimentario Español define Frutas como “fruto, la infrutescencia, la semilla o las partes carnosas de órganos florales que hayan alcanzado un grado adecuado de madurez y sean propias para el consumo humano”. En la figura 1 se muestra la clasificación de las frutas según su naturaleza y botánica.



UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

Figura 1: clasificación de las frutas según su naturaleza y botánica.



Fuente: Propia

PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS PARA FRUTAS Y HORTALIZAS

Los indicadores de calidad como las pruebas fisicoquímicas pueden ser considerados como tradicionales en la naturaleza de las frutas, dentro de estas se encuentran:

Análisis firmeza: La firmeza es una de las técnicas más utilizadas en el control de la maduración de las frutas, se trata de una técnica muy sencilla que mejor se identifica con el estado de maduración de la fruta, esta se mide por un equipo denominado penetrómetro.



Estos penetrómetros están controlados por un microprocesador de lectura rápida y precisa y también está provistos un dispositivo de montaje para un puesto de prueba de fuerza, se alimentan por baterías o por un adaptador de red. La pantalla de estos penetrómetros se puede girar 180° en caso de que fuera necesario, para transmitir los datos de los valores de medición desde el instrumento a un PC o a un portátil, para esto se puede utilizar el software opcional junto con el cable de datos.



Para efectuar una medida correcta de la firmeza se deben tener muy en cuenta los siguientes aspectos:

- La fruta debe sujetarse firmemente y estar apoyada contra una superficie fija y dura en el momento de efectuar la medición (como por ejemplo, una mesa o un plato), de manera que se pueda aplicar correctamente la presión con los penetrómetros.
- Al realizar la medición, el cabezal de los penetrómetros, el puntal de penetración y la propia fruta deben estar en línea. Tiene que evitar todo tipo de giros o movimientos del puntal de penetración durante la medición. Debe de efectuar la presión con el puntal de manera completamente perpendicular, evitando introducirlo con otros ángulos.
- La presión efectuada con el puntal sobre el fruto ha de ser lenta y uniforme hasta que se alcance la muesca marcada en el propio puntal. Una presión efectuada demasiado rápida o de forma irregular puede arrojar medidas muy alejadas de valores medidos correctamente. La duración del proceso desde que se inicia la presión sobre la fruta hasta que se alcanza la muesca del puntal ha de durar unos 2 segundos (nunca menos tiempo).

Asegúrese que todas las mediciones que se hagan estén en condiciones lo más parecidas posibles, de manera evitara que no se alteren los resultados y sea factible una comparación y tratamiento estadístico de los datos obtenidos.

Análisis de °brix o contenido total de sólidos solubles: Como los azúcares son los componentes mayoritarios en el zumo de la fruta, el análisis de sólidos solubles puede utilizarse como un estimulador del contenido de azúcares en la muestra.

La técnica más común de medición de este parámetro, está basada en la refractometría, este sistema de medición específica, en el cual el grado Brix representa el porcentaje en peso de sacarosa químicamente pura en solución de agua destilada a 293K (20°C).



La escala Brix se utiliza en el sector de alimentos, para medir la cantidad aproximada de azúcares en zumos de fruta, vino o líquidos procesados dentro de la industria agroalimentaria ya que en realidad lo que se determina es el contenido de sólidos solubles totales, dentro de esta y centrándonos en la industria agrícola, los técnicos siempre hacen referencia al contenido de azúcares y se utiliza para



hacer un seguimiento in situ en la evolución de la maduración de frutos y su momento óptimo de recolección.

La determinación se realiza por medio de un refractómetro, aparato que sirve para cuantificar el fenómeno físico de refracción, que consiste en el cambio de medios con distinto índice de propagación en función del cambio de dirección que sufre un rayo de luz al pasar oblicuamente de un medio a otro con distinto índice de propagación y se fundamenta en la medida del ángulo crítico que produce el fenómeno de reflexión total. La cantidad de desviación depende de la interacción del rayo incidente y de las densidades relativas de los dos medios: cuanto mayor es el ángulo del rayo y la diferencia de densidades, mayor es la refracción, todos los refractómetros tienen compensación automática de temperatura, para que dicho factor no interfiera en la variación que la misma provoca en la medida.

La concentración en sólidos solubles se expresa en °Brix que originalmente es una medida de densidad (1 grado Brix es la densidad de una disolución de sacarosa al 1 % peso y a esta le corresponde un índice de refracción, de esta manera se establece la correspondencia entre porcentaje de sólidos solubles y grados Brix).

Para realizar la medición se debe tener en cuenta:

- Para medir con el refractómetro manual, se debe limpiar y secar cuidadosamente la tapa y el prisma antes de comenzar la medición.
- Se colocan de 1 - 2 gotas de la muestra en el prisma, al cerrar la tapa, y se reparte homogéneamente entre la tapa y el prisma
- Para hacer la medición se puede utilizar una pipeta para poner la prueba sobre el prisma principal. Evite que se formen burbujas de aire, ya que esto podría tener un efecto negativo en el resultado de medición.
- Mover ligeramente la tapa para conseguir repartir más homogéneamente el fluido de prueba.
- Sostenga el refractómetro bajo la luz solar y de esta manera poder ver la escala a través del ocular. El valor se podrá leer entre el límite claro / oscuro. Girando el ocular podrá ajustar / precisar la escala.
- Limpiar y secar cuidadosamente el prisma y la tapa después de cada medición para evitar que queden restos que pudieran afectar a futuras mediciones.
- Para ver la interfase de forma clara y leer en la escala procurar orientar a la luz de forma correcta, en condiciones de poca luminosidad la interfase no se vera de forma clara al estar el fenómeno de la reflexión total minimizado por falta de haces luminosos.



UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

Imagen 1: Refractómetro manual.



Tomado de :https://www.testmark.com.mx/Refractometro-Manual-0-90-Brix-GrandIndex,638_18

Análisis Acidez activa- pH: Aunque en bibliografía este índice también aparece expresado como $(\text{meq NaOH} \cdot 100 \text{ mL}^{-1}) / \text{°Brix}$, para su interpretación hay que ser conscientes de como se ha realizado la proporción para comparar datos, lo que sí es cierto es que todas las relaciones deben estar corregidas por constantes para que el valor de comparación siempre sea el mismo.



Aunque en bibliografía este índice también aparece expresado como $(\text{meq NaOH} \times 100 \text{ mL}^{-1}) / \text{°Brix}$, para su interpretación hay que ser conscientes de como se ha realizado la proporción para comparar datos, lo que sí es cierto es que todas las relaciones deben estar corregidas por constantes para que el valor de comparación siempre sea el mismo.

Tomado de: <https://medicionesindustriales.com/calibracion-analizadores-de-humedad.html>

Humedad: Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. En los tejidos vegetales, 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 o absorbida. 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. (Hart, 1991)

La determinación del contenido de humedad en la industria agroalimentaria es un factor importante en la calidad de frutas ya sean frescas y quizás cobre mayor importancia procesadas, ya que influye decisivamente en la conservación y en el deterioro de las mismas. La determinación de contenido en materia seca es también muy importante a la hora de calcular los demás sustituyentes de frutas



y hortalizas sobre materia seca, que es una base uniforme y menos variable que el peso fresco.

Todas las frutas contienen agua como componente mayoritario que oscila entre un 60 % y 96 %. Los métodos más utilizados son los métodos de secado, se calcula el porcentaje en agua por la pérdida 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:

- Algunas veces es difícil eliminar por secado toda la humedad presente.
- 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. (Kirk et al, 1996)
- La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua del fruto a una determinada temperatura hasta peso constante.



El contenido en agua de la muestra se calcula por diferencia de peso y se expresa en % de humedad (g de H₂O/100 g de muestra):

$$\% \text{Humedad} = \frac{\text{Peso de agua en la muestra} \times 100}{\text{Peso de la muestra húmeda}}$$

Jugosidad: Este parámetro nos informa acerca del contenido de zumo que tiene un determinado fruto. Expresa el valor en tanto por ciento del cociente entre la masa de zumo obtenida tras el proceso de licuado y la masa total de fruto para preparar el mismo.

Acidez titulable: Determina la concentración total de ácidos contenidos en un fruto. Se determina mediante una volumetría ácido-base (determina los ácidos solubles como cítrico, málico, láctico, oxalacético, succínico, glicérico, fosfórico, clorhídrico, fumárico, galactourónico, glicérico, tartárico, etc).

Los ácidos influyen en el sabor de los alimentos (aspereza), el color, la estabilidad microbiana y en la calidad de conservación, y se determina por medio de una volumetría ácido-base usando como base NaOH 0,1 N y fenolftaleína como indicador. La valoración ácido-base consiste en la determinación de la



concentración de un ácido o una base, mediante la adición de un volumen exactamente medido de base o de ácido de concentración conocida (agente valorante).

En el punto de equivalencia se produce un cambio brusco del pH. Por ello, este punto puede detectarse utilizando un pH-metro o mediante el empleo del indicador adecuado.

El procedimiento se realiza añadiendo una cantidad conocida de zumo (10 mL) medidos exactamente con micropipeta a 50 mL de agua destilada medidos aproximadamente con probeta y unas gotas de fenolftaleína. Esta disolución se valora con NaOH 0,1 N que se enrasa en la bureta y se deja caer gota a gota hasta viraje del indicador (de transparente a rosa) y se anota el volumen gastado.

Figura 1: Diagrama para realizar una volumetría ácido-base para la determinación de la acidez valorable en zumos de frutas



Fuente: Autor



Contenido de pectinas en frutas: La Pectina es una sustancia de origen vegetal, presente en las plantas, principalmente en sus frutos, su característica principal es ser un gelificante natural. El método más conocido para obtener pectina es la hidrólisis ácida, el cual consiste en someter a las cáscaras a una cocción en medio ácido, posterior filtración y purificación, con lo cual se logra separar la pectina presente del resto de compuestos de las cáscaras, para luego secarla y molerla hasta tener un fino polvo listo para comercializarlo.



El proceso de obtención de pectina, consta de las siguientes etapas:

- Selección de la materia prima. Preferiblemente, la fruta a utilizarse debe ser sana, la madurez debe ser intermedia, la corteza no debe presentar magulladuras y partes en estado de descomposición; esto permite tener un buen rendimiento y buena calidad de pectina.
- Lavado. Durante 10 minutos con agua a 60 °C se somete a las cáscaras a un lavado, para eliminar sustancias solubles en agua caliente, las cuales perjudican sus características organolépticas, es decir, puede la pectina adquirir mal sabor y olor.
- Inactivación bacteriana. Durante 3 minutos con agua a 100 °C se somete a las cáscaras a este proceso, para controlar la proliferación de microorganismos que pueden degradar la materia prima.
- Hidrólisis ácida. A las cáscaras se las somete a una hidrólisis ácida, durante 80 minutos aproximadamente, se adiciona agua acidulada (pH = 2, utilizando ácido cítrico), en una relación cáscaras / agua acidulada de 1/3, a 85°C y agitación constante de 400 rpm. Proceso en que la protopectina (insoluble en agua) presente en la materia prima se transforma en pectina (soluble en agua), que luego es fácilmente separada del resto de componentes insolubles de la materia prima (celulosa especialmente). Es importante mencionar que para realizar la hidrólisis ácida se utiliza agua desmineralizada, con el propósito de eliminar especialmente los iones calcio, los cuales tienen un efecto negativo en el rendimiento del proceso.
- Evaporación. El producto del proceso anterior, se lo somete a evaporación y tiempo suficiente para evaporar el 75 % de la carga inicial. Se controla rigurosamente la temperatura, no debe superar los 65°C ya que la pectina es muy susceptible de degradación a temperaturas altas, para lo cual es necesario trabajar en condiciones de vacío; la pectina líquida así obtenida se la puede envasar y comercializar directamente.
- Secado. Controlando de igual manera la temperatura, 65°C, y tiempo suficiente para secarla totalmente, se obtiene pectina sólida, para esta operación se utiliza un secador de bandejas y se trabaja en condiciones de vacío.
- Molienda. La pectina seca es sometida a un proceso de molienda, hasta pulverización.
- Las operaciones de secado y molienda, antes descritos, se los debe realizar en forma continua y envasarlos lo más rápidamente posible, en recipientes herméticamente sellados, para así evitar la oxidación y humedecimiento de la pectina, ya que ésta es fácilmente oxidada y altamente higroscópica, o sea, adquiere humedad del medio ambiente de forma casi inmediata.



Contenido de almidón: El almidón es uno de los carbohidratos que encontramos en muchos alimentos, al ser digerido en nuestro organismo se transforma en glucosa la cual se utiliza como la principal fuente de energía de los seres vivos.

El almidón se diferencia de los demás hidratos de carbono presentes en la naturaleza en que se presenta como un conjunto de gránulos o partículas. El almidón es la sustancia con la que las plantas almacena su alimento en raíces, tubérculos, frutas y semillas (cereales). Pero, no solo es una importante reserva para las plantas, también para los seres humanos tiene una alta importancia energética.



<https://www.desalud.net/alimento-ricos-en-polisacaridos/>

Se encuentra en las patatas, el arroz, los cereales, las frutas.etc.

Este se determina mediante una reacción colorida de la siguiente manera:

1. Prepara una solución en un vaso de precipitado colocando una cucharada de almidón en 200 ml de agua y mezclar con un agitador.
2. Llenar con la solución anterior, tres cuartas partes del tubo de ensayo 1 y colocarlo en la gradilla.
3. Colocar tres cuartas partes de agua en el tubo de ensayo 2 y agrégale 5 gotas de lugol, mezclar y observar el color, colocarlo en la gradilla.
4. Agregar al tubo No. 1, 5 gotas de lugol y se observa los cambios presentados.
5. En vasos pequeños colocar un pequeño trozo de cada muestra del alimento y agregarle 5 gotas de lugol a cada muestra.

Contenido de aceite: La medición de los lípidos se hace por varios métodos como:

- **Métodos de extracción y cuantificación:**

Método de Soxhlet: Es una extracción semicontinua con disolvente donde una cantidad de disolvente rodea la muestra y se calienta a ebullición, una vez que dentro del Soxhlet, el líquido condensado llega a cierto nivel es sifoneado de



regreso al matraz de ebullición, la grasa se mide por pérdida de peso de la muestra o por cantidad de muestra removida. (Nielsen, 1998).

Para determinar la extracción y cuantificación de lípidos por el método de Soxhlet (James, 1999) se debe colocar a peso constante un matraz bola de fondo plano con perlas o piedras de ebullición en la estufa a 100°C, aproximadamente 2 hrs. Pesar de 4 a 5 g de muestra sobre un papel, enrollarlo y colocarlo en un cartucho de celulosa, tapar con un algodón (No apretar el algodón contra la muestra) y colocar el cartucho en el extractor. Conectar el matraz al extractor, en el que se debe encontrar el cartucho con la muestra, y posteriormente conectar éste al refrigerante. (No poner grasa en las juntas). Agregar dos cargas del disolvente (generalmente éter etílico) por el refrigerante y calentar el matraz con parrilla a ebullición suave. Para verificar que se ha extraído toda la grasa, dejar caer una gota de la descarga sobre papel filtro, al evaporarse el disolvente no debe dejar residuo de grasa. Una vez extraída toda la grasa, quitar el cartucho con la muestra desengrasada, seguir calentando hasta la casi total eliminación del disolvente, recuperándolo antes de que se descargue. Quitar el matraz y secar el extracto en la estufa a 100°C por 30 min., enfriar y pesar. Calcular el porcentaje de grasa.

CARACTERIZACIÓN DE LÍPIDOS

Índice de saponificación: (o número Koettstorfer) denota el peso de hidróxido potásico en mg que se requieren para saponificar un gramo del aceite o grasa. El aceite se saponifica calentándolo con un exceso de álcali cáustico alcohólico. La cantidad de álcali consumida se calcula valorando por retroceso con ácido clorhídrico. El índice de saponificación es inversamente proporcional a la medida de los pesos moleculares de los ácidos grasos de los glicéridos presentes en el aceite o grasa. (Aurand et al, 1987)

Para determinar el porcentaje de índice de saponificación se debe:

1. Montar un equipo de reflujo en la campana
2. Colocar en el matraz bola con boca esmerilada 2 g de lípidos y adicionar 25 mL de solución alcohólica de KOH (0.5 M en etanol al 95%)
3. Llevar a ebullición suave y mantener durante 1 hr. Adicionar 1 mL de solución de fenolftaleína (0.1%).
4. Titular en caliente el exceso de álcali con ácido clorhídrico 0.5 N Calcular el índice de saponificación (mg KOH necesarios para saponificar los ácidos grasos totales de un gramo de muestra).



Colesterol: El método químico de Lueberman-Burchard de determinación de colesterol en una muestra lipídica. La determinación se basa en el desarrollo de una coloración verde en presencia de anhídrido acético y ácido sulfúrico concentrado con temperatura, después de 30 min. De reacción. La intensidad de la coloración es medida por absorción en el espectrofotómetro a 620 nm. La intensidad tiene una relación lineal con la concentración de colesterol entre 100 y 600µg, se debe realizar una solución control de colesterol de diferentes concentraciones para realizar una comparación. (Nollet, 1996)

Para determinar el porcentaje de índice de saponificación se debe:



1. Pesar 100 mg. de material lipídico y disolver en un volumen conocido de diclorometano.
2. Colocar 0.2 mL en un tubo de ensaye. Adicionar con precaución 4 mL de anhídrido acético (6.33 M en ác. acético).
3. Mezclar y dejar 10 min en reposo. Adicionar 1 mL de H₂SO₄ conc. y agitar con precaución.
4. Dejar 30 min a temperatura ambiente. Leer contra un blanco de reactivos a 620 nm Preparar una curva patrón con colesterol en un intervalo de concentración de 0.2 -2 mg/mL.

5. Llevar a cabo la reacción, como se mencionó anteriormente y leer a 620 nm.

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

El contenido total de proteínas en los alimentos está conformado por una mezcla compleja de proteínas. Estas existen en una combinación con carbohidratos o lípidos, que puede ser física o química. Un método absoluto es el aislamiento y pesado directo de la proteína, pero dicho método se utiliza sólo a veces en investigaciones bioquímicas debido a que es dificultoso y poco práctico.

Método de Kjeldahl: Es un método oficial descrito en múltiples normativas: AOAC, ISO. Se basa en los siguientes supuestos:

- La proporción de nitrógeno no proteínico en un producto alimenticio es demasiado pequeña para ser significativa.



- una determinación del contenido de nitrógeno total (refleja con suficiente precisión el contenido de proteína del alimento).
- La proporción que representa el nitrógeno en la mayor parte de las proteínas alimenticias es de 16%

En el trabajo de rutina se determina mucho más frecuentemente la proteína total que las proteínas o aminoácidos individuales. En general, el procedimiento de referencia Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas.

En la mezcla de digestión se incluye sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición y un catalizador para acelerar la reacción, tal como sulfato de cobre.



El amoníaco en el destilado se retiene o bien por un ácido normalizado y se valora por retroceso, o en ácido bórico y valora directamente. El método Kjeldahl no determina, sin embargo, todas las formas de nitrógeno a menos que se modifiquen adecuadamente; esto incluye nitratos y nitritos. (Pearson, 1993) la mayoría de las proteínas tienen una cantidad aproximada de 16% de nitrógeno.

$$\text{Factor} = \frac{100 \text{ g de proteína}}{16 \text{ g de Nitrógeno}} = 6.25$$

$$\%N_2 \times \text{factor} = \% \text{ Proteína cruda}$$

El método se basa en la determinación de la cantidad de Nitrógeno orgánico contenido en productos alimentarios, compromete dos pasos consecutivos:

- a) La descomposición de la materia orgánica bajo calentamiento en presencia de ácido sulfúrico concentrado.
- b) El registro de la cantidad de amoníaco obtenida de la muestra

Durante el proceso de descomposición ocurre la deshidratación y carbonización de la materia orgánica combinada con la oxidación de carbono a dióxido de carbono. El nitrógeno orgánico es transformado a amoníaco que se retiene en la



disolución como sulfato de amonio. La velocidad del proceso puede ser incrementando o adicionando sales que abaten la temperatura de descomposición (sulfato de potasio) o por la adición de oxidantes (peróxido de hidrógeno, tetracloruro, persulfatos o ácido crómico) y por la adición de un catalizador. (Nollet, 1996)

DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA CRUDA “Método de Kjeldahl”:

PROCEDIMIENTO:

1. Pesar de 0.1-0.2g de muestra e introducir en un tubo de Kjeldahl, y agregar 0.15g de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5g de sulfato de potasio o sulfato de sodio y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado.

NOTA. No colocar el papel.

2. Encender el aparato y precalentar a la temperatura de 360°C. Colocar los tubos en el portatubos del equipo Kjeldahl y colocarlo en el bloque de calentamiento.
3. Poner la unidad de evacuación de gases con las juntas colocadas sobre los tubos de digestión.
4. Accionar la trampa de succión de gases antes de que se produzcan estos. Calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, es decir hasta que el líquido quede transparente, con una coloración azul verdosa. Una vez finalizada la digestión, sin retirar la unidad de evacuación de gases, colgar el portatubos para enfriar.

NOTA. Tener la precaución de colocarlo adecuadamente, de lo contrario se podría caer.

5. Después del enfriamiento, terminar la digestión con la tecla “stop” y desconectar la trampa. En un matraz Erlenmeyer de 250 mL adicionar (según se indique) 50 mL de HCl 0.1N y unas gotas de indicador rojo de metilo .1% o bien 50 mL de ácido bórico 4% con indicadores (fenolftaleína 0.035 mg%, rojo de metilo 6.6 mg%, verde de bromocresol 3.3 mg%).
6. Conectar el aparato de destilación y esperar unos instantes para que se genere vapor.
7. Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen no mayor de 10 mL de agua destilada, en el aparato de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución. Presionar el botón blanco para adicionar sosa al 36% (hasta 40 mL aproximadamente).

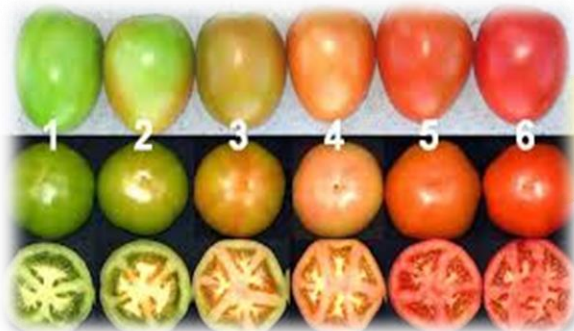


- Colocar la palanca de vapor en posición “ON” hasta alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 100-150mL, lavar la alargadera con agua destilada, recoger el agua de lavado sobre el destilado. Una vez finalizada la destilación, regresar la palanca de vapor a la posición original.
- Titular el exceso de ácido (en el caso de recibir el destilado en HCl 0.1N) con una solución de NaOH 0.1 N. En el caso de recibir con ácido bórico, con una solución de HCl 0.1N.

Se calcula el % de proteína considerando las reacciones que se llevan a cabo.

Índice de madurez:

Es un parámetro indirecto determinado a partir de la cuantificación del contenido total de sólidos solubles y la acidez valorable. Pero su importancia es grande ya que puede ser un indicativo bastante preciso para determinar la calidad organoléptica de frutos, es decir, conociendo su valor podemos estimar el sabor de un determinado fruto o como nos alejamos del mismo. También puede ser muy interesante en la evolución postcosecha de la calidad de frutos.



Expresa la relación entre el contenido de sólidos totales solubles (°Brix) y la acidez, la forma de expresarlo la podemos ver en tabla 1.

<http://www.horticulturablog.com/2013/09/adelanto-y-retraso-de-la-maduracion-de.html>

Tabla 1: Expresión del IM, teniendo en cuenta la forma de expresar la acidez en % y g L⁻¹

IM= Proporción Azúcar / Ácido	°Brix / % de ácido
IM= Proporción Azúcar / Ácido	(°Brix . 10) / (g de Ácido . L ⁻¹)



Aunque en bibliografía este índice también aparece expresado como (meq NaOH · 100 mL⁻¹) / °Brix, para su interpretación hay que ser conscientes de como se ha realizado la proporción para comparar datos, lo que sí es cierto es que todas las relaciones deben estar corregidas por constantes para que el valor de comparación siempre sea el mismo.

Determinación de cenizas: Las cenizas de un alimento son un término analítico equivalente al residuo inorgánico que queda después de calcinar la materia orgánica.

Las cenizas normalmente, no son las mismas sustancias inorgánicas presentes en el alimento original, debido a las pérdidas por volatilización o a las interacciones químicas entre los constituyentes. El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos, por ejemplo en las especias y en la gelatina es un inconveniente un alto contenido en cenizas.



Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación. (Pearson, 1993) En los vegetales predominan los derivados de potasio y en las cenizas animales los del sodio. El carbonato potásico se volatiliza apreciablemente a 700°C y se pierde casi por completo a 900°C. El carbonato sódico permanece inalterado a 700°C, pero sufre pérdidas considerables a 900°C.

<http://avibert.blogspot.com/2010/12/determinacion-de-cenizas-totales-o.html>

Notas:

- Los productos que contienen mucha agua se secan primero sobre un plato eléctrico caliente o al baño María.
- La consideración principal es que el producto no desprenda humos.
- En general, la temperatura adecuada de la mufla son 500°C. Sin embargo, los cloruros, pueden volatilizarse a esta temperatura.
- Las cenizas se utilizan muchas veces para la determinación de constituyentes individuales, por ejemplo cloruros, fosfatos, calcio y hierro. (Pearson, 1993)



- **Método de cenizas totales:** En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 - 600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. (Nollet, 1996)
- **Determinación de cenizas en seco y húmedo:** Para la determinación de cenizas se siguen métodos para determinación en seco y en húmedo; en cuanto a la determinación de cenizas en seco hay varias ventajas y desventajas.

La determinación en seco es el método más común para determinar la cantidad total de minerales en alimentos y este método se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, este método es eficiente ya que determina tanto cenizas solubles en agua, insolubles y solubles en medio ácido. Por otro lado la determinación húmeda se basa en la descomposición de la materia orgánica en medio ácido por lo que la materia inorgánica puede ser determinada por gravimetría de las sales que precipiten, y también por algún otro método analítico para las sales que permanezcan en disolución acuosa o ácida. Para la determinación húmeda se dan cenizas alcalinas, ácidas y neutras y esto se basa en el tipo de anión o catión ya sea metálico o complejo de tal suerte que hay cenizas como tartratos, citratos que producirán cenizas con un carácter alcalino, esto es demostrable para otros compuestos minerales. Es necesario tomar en cuenta que también un índice de alcalinidad de cenizas es muestra del contenido de carbonatos en disolución acuosa.

El método para calcular el porcentaje de cenizas totales consiste en:

Poner a peso constante un crisol 2 hrs. aproximadamente en la mufla a 600°C. Pesar de 3 a 5 g de muestra en el crisol (la muestra no debe sobrepasar la mitad del crisol) previamente pesado. Calcinar la muestra, primeramente con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla 2 hrs. cuidando que la temperatura no pase de 550°C. Repetir la operación anterior si es necesario, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Enfriar en desecador y pesar.

NOTA. No poner los crisoles calientes en la mesa de la mufla.

Determinación de elementos minerales: El término elementos minerales es poco preciso porque en los minerales se encuentran elementos orgánicos como carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno y azufre. Sirve para agrupar a aquellos elementos, en su mayoría metálicos, que se presentan en cantidades minoritarias en los alimentos, y que suelen determinarse como elementos más que como compuestos específicos o grupos de compuestos. El número de estos elementos



UNIPAZ

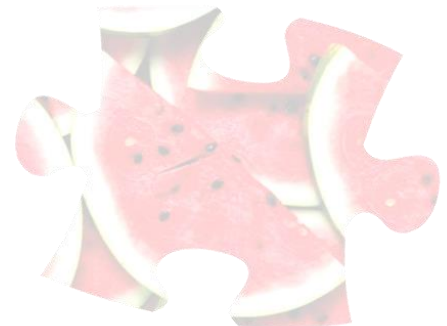
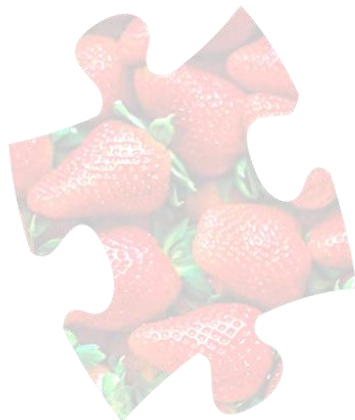
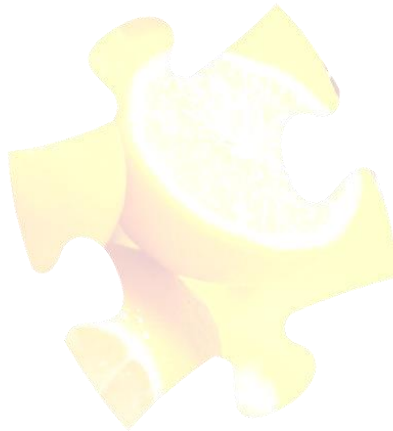
Decreto Ordenanza 0331 de 1987

Gobernación de Santander

Vigilada Mineducación

NIT 800.024.581-3

que se encuentran en los alimentos es muy considerable incluyéndose en el: silicio, calcio, magnesio, sodio, potasio, fósforo, azufre, cloro, hierro, aluminio, manganeso, flúor, arsénico, cobalto, cobre, mercurio, molibdeno, plomo, selenio, estroncio, zinc, yodo, mercurio y boro. En algunos casos estos elementos son naturales en los alimentos mientras que en otros casos son producto de la contaminación. Los métodos de determinación más comunes se basan en la titulación complejométrica con EDTA o algún otro quelante y por gravimetría (para cationes metálicos).





GLOSARIO

ALIMENTOS: Un alimento es cualquier sustancia que toma o recibe un ser vivo para su nutrición; es el componente esencial de la vida desde el nacimiento hasta la muerte, porque proporciona una mezcla compleja de sustancias químicas que hace posible que el cuerpo construya y mantenga sus órganos y le suministra la energía para desarrollar sus actividades.

ANÁLISIS: Un Análisis es un estudio profundo de un sujeto, objeto o situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de su surgimiento, creación o causas originarias.

ANÁLISIS QUÍMICO: Un análisis químico es el conjunto de técnicas y procedimientos empleados en muchos campos de la ciencia para identificar y cuantificar la composición química de una sustancia mediante diferentes métodos.

CENIZAS TOTALES: Residuo de materia mineral que queda después de la incineración de carbón o materiales que lo contienen, bajo condiciones específicas. También puede aplicarse al residuo de la combustión en otros casos.

EXTRACCIÓN: En química, la extracción es un procedimiento de separación de una sustancia que puede disolverse en dos disolventes no miscibles entre sí, con distinto grado de solubilidad y que están en contacto a través de una interface.

FRUTAS: Todos aquellos productos comestibles que se obtienen de plantas cultivadas o de árboles silvestres, que se caracterizan por ser extremadamente dulces y por contar con una variedad importante de colores, sabores, tamaños y texturas de un caso a otro. Normalmente se la ingiere como postre por el dulzor que mencionamos ostentan y dependiendo de las preferencias del consumidor puede cocinarse o consumirse fresca.

GRADOS °BRIX: Los grados Brix son una unidad de cantidad (símbolo °Bx) y sirven para determinar el cociente total de materia seca (generalmente azúcares) disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Bx contiene 25 g de sólido disuelto por 100 g de disolución total.

HUMEDAD: El contenido de humedad de un sólido puede expresarse sobre base seca o base húmeda; pero en el secado de sólidos es más conveniente referir la humedad sobre base seca (masa de agua que acompaña al sólido seco).

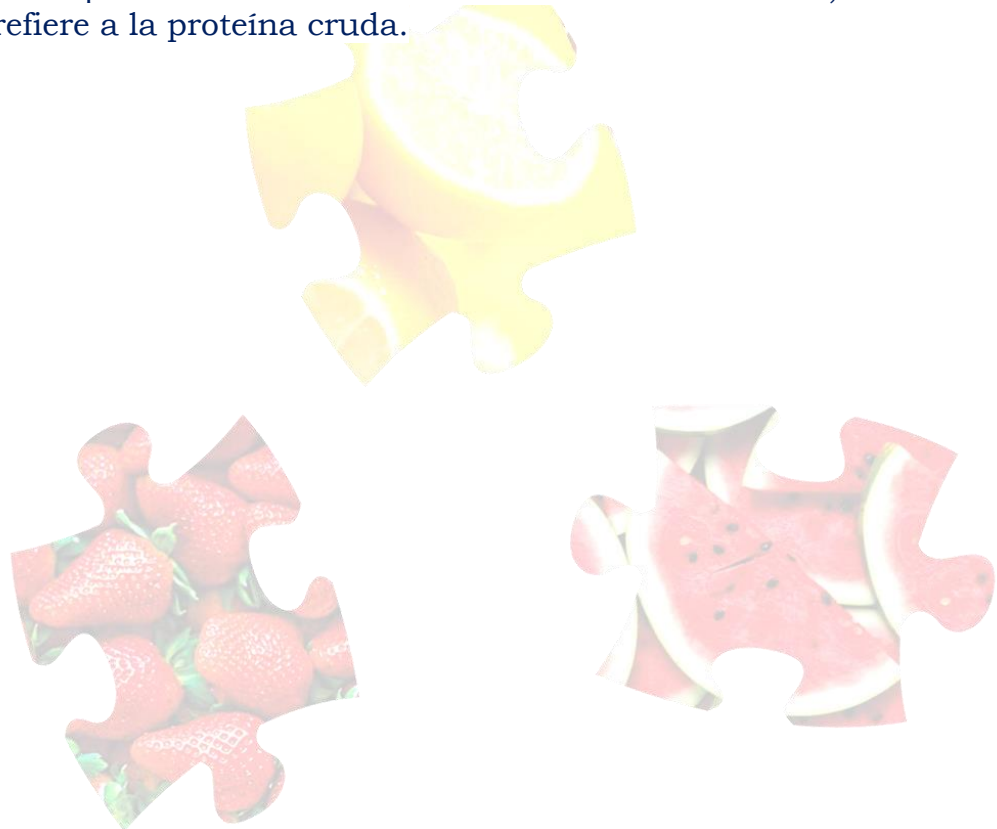


JUGOSIDAD: La jugosidad es un término complejo, que indica una propiedad de textura que suele estar asociado a la percepción de la cantidad de agua y/o grasa que contiene un alimento en el momento de su consumo.

LÍPIDOS: Los Lípidos son un grupo de compuestos biológicos que se clasifican conjuntamente por su estructura, generalmente apolar (carbono, hidrógeno y oxígeno), que hace que sean poco solubles en agua. Están formados principalmente por ácidos grasos y glicerina u otros alcoholes.

PECTINAS: La pectina es una fibra natural que se encuentra en las paredes celulares de las plantas y alcanza una gran concentración en las pieles de las frutas. Es muy soluble en agua y se une con el azúcar y los ácidos de la fruta para formar un gel.

PROTEÍNA CRUDA: La proteína es clave para una buena salud que está implicado en la función inmune, transporte de oxígeno y mantener un fuerte tejido muscular. “La proteína cruda” o “bruta” es una medida de la cantidad de proteína se encuentra en los alimentos, basado en las pruebas de laboratorio que estudian la composición química de los alimentos. Cuando se mira el contenido de proteínas en la etiqueta de información nutricional de un alimento, el número que aparece se refiere a la proteína cruda.





UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

BIBLIOGRAFIA

AOAC International: "Official Methods of Analysis". 17^aed. Gaithersburg, USA, 2000.

Ansorena, D.(2003). Frutas y Frutos secos. En: Astiasarán, I. y Martínez, J. Alimentos. Composición y Propiedades. Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.

Bello Gutierrez, J. (2000). La conservación por métodos químicos. En: Ciencia Bromatológica: Principios Generales de Los Alimentos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, S.A.

Cámara M., Sánchez M^a de Cortés., Torija M^a Esperanza. (2008). Nutrición y Salud. Frutas y verduras, fuentes de Salud. Comunidad de Madrid. En línea: < <http://www.publicaciones-isp.org/productos/t034.pdf>>

Casp, A., Abril, J. (2003). Procesos de conservación de alimentos. Mundi-Prensa Libros, S.A., Madrid.

Cid Canda M^a de la Concepción. (2003). Hortalizas y verduras. En: Alimentos. Composición y Propiedades. McGraw-Hil-Interamericana, S.A.U., Madrid.

Código Alimentario Español. BOE-A-1967-16485. En línea: <http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?id=BOE-A-1967-16485>.

Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. En línea: <<http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html>>. Organización Mundial de la Salud. Consultado en Enero 2012.

FAOSTAT, 2012. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>

Flandrin, J. y Montanari, M. (2011). Historia de la Alimentación. Edición Trea, S.L, Asturias.

Figs. En línea: <<http://www.foodreference.com/html/ffigs.html>>. Food Reference.com. Consultado el 12 de Abril de 2012.



UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

Frutos secos y Salud Cardiovascular (I). En línea: http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/ac307e/pdf/ac307e03.pdf. Fundación Nucis. Salud y Frutos secos.

Fruits and Veggies more matter. Central for Disease Control and Prevention (CDC)

Harold Mc Gee (2010). Plantas comestibles.. En: La cocina y los alimentos. Enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida. Barcelona: Debate.

Hernandez, M. y Satres, A. (1999). Tratado de Nutrición. Ediciones Díaz de Santos.

Hurtado, M.; Sánchez, M.^a de Cortes; Torija, M.^a Esperanza. (2008). Nutrición y Salud. Frutas y verduras, fuentes de salud. Nueva Imprenta, S.A., Madrid. Disponible en: <http://www.publicaciones-isp.org/productos/t034.pdf>

Madrid Vicente, A.; Madrid Cenzano, J.: “Normas de Calidad de Alimentos y Bebidas.” Ed. Mundi-Prensa. 2001.

Megías I., Torres M., Salas-Salvadó I. (2010). Frutos secos. En: Tratado de Nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Editorial Médica Panamericana S.A., España.

Nielsen, S.: “Food Analysis”, Ed. Kluwer Academic/Plenum Publ, 2003.

NOLLET, Leo M. L.; Handbook of food analysis; M. Dekker, New York 1996.

Pearson. D: “Técnicas de laboratorio para el análisis de alimentos”; Ed. Acribia, 1993.

Potter, N. y Hotchkiss, J. (1999). Hortalizas y Frutas. En: Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A.

Primo, E. (1997). Otras frutas. En: Química de los Alimentos. Madrid: Síntesis. 24. Harold Mc Gee (2010). Plantas comestibles.. En: La cocina y los alimentos. Enciclopedia de la ciencia y la cultura de la comida. Barcelona: Debate.

Ros G, Periago M.J., Pérez D. (2010). Legumbres, Verduras y Productos hortícolas. En: Tratado de Nutrición. Tomo II. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Editorial Médica Panamericana S.A., España.



UNIPAZ

Decreto Ordenanza 0331 de 1987
Gobernación de Santander
Vigilada Mineducación
NIT 800.024.581-3

The Nutrition Source Nuts for the Heart. En línea: <<http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/what-should-you-eat/nuts-for-the-heart/>>. Harvard School of Public Health. Consultado en Enero 2012.

RECURSOS EN LA WEB

<http://www.fao.org/docrep/X5029S/X5029S09.htm#4.6> Encurtidos
http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/HORT4.HTM
<http://www.fao.org/docrep/X5029S/X5029S04.HTM#3.3>
http://www.fao.org/inpho_archive/content/documents/vlibrary/AE620s/Pprocesados/FRU21.HTM;
<http://www.codexalimentarius.net/gsfaonline/foods/details.html?id=239>
Guía práctica. Frutas [http://frutas.consumer.es/Enciclopedia de frutas y hortalizas](http://frutas.consumer.es/Enciclopedia_de_frutas_y_hortalizas)
[http://www.adefrutas.com/enciclopedia/Las hortalizas una a una](http://www.adefrutas.com/enciclopedia/Las_hortalizas_una_a_una)
<http://verduras.consumer.es/Verdura>
<http://verduras.consumer.es/documentos/conozcamos/imprimir.php>
Fruit & Veg: Frutas y Hortalizas para la salud
[http://www.fruitveg.com/es/Nutrici3n y Salud](http://www.fruitveg.com/es/Nutrici3n_y_Salud). Frutas y verduras, fuentes de salud.
<http://www.publicaciones-isp.org/productos/t034.pdf>
<http://www.fruitsandveggiesmatter.gov/>
Las frutas y verduras
[http://www.ocu.org/site_images/30 fichas alimentacion/](http://www.ocu.org/site_images/30_fichas_alimentacion/)
Nuts for Life http://www.nutsforlife.com.au/index.php?option=com_content&task=section&id=9&Itemid=47





Escuela de Ingeniería Agrodustrial

UNIPAZ
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL PARAGUAY
Decreto Ordinal 1031 de 1987
Itaipúa de San Lorenzo
Villarrica del Espíritu Santo

GIADAI
GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN ANÁLISIS, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y COMERCIALIZACIÓN EN LOS TEMAS DE APLICACIÓN