

**RÉGIMEN DE LA OCDE PARA LA APLICACIÓN DE NORMAS INTERNACIONALES  
RELACIONADAS CON FRUTAS Y HORTALIZAS**

**TRADUCCIÓN OFICIOSA DE GUÍA DE PRUEBAS OBJETIVAS PARA DETERMINAR  
LA MADUREZ DE LA FRUTA**

## **PREFACIO**

En el marco de las actividades orientadas hacia el fomento de la uniformidad en los procedimientos de control de calidad, el Régimen para la Aplicación de Normas Internacionales para Frutas, Legumbres y Hortalizas (*Scheme for the Application of International Standards for Fruit and Vegetables*) ha elaborado esta Guía de Pruebas Objetivas para Determinar la Madurez de la Fruta.

El Régimen para la Aplicación de Normas Internacional para Frutas, Legumbres y Hortalizas quedará abierto a todos los Estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas o sus organismos especializados que deseen integrarse a él de conformidad con el procedimiento de participación establecido en el Apéndice II de la Decisión C(92)184/FINAL del Consejo de la OCDE con fecha 18 de diciembre de 1992.

Este informe se publica bajo la responsabilidad del Secretario General de la OCDE de acuerdo con lo recomendado en la Reunión Plenaria del Régimen para la Aplicación de Normas Internacionales para Frutas, Legumbres y Hortalizas en abril de 1998.

## **PRUEBAS OBJETIVAS PARA DETERMINAR LA MADUREZ DE LA FRUTA**

A lo largo de los últimos años, se ha observado una mayor conciencia sobre la necesidad de que el consumidor tenga a su disposición frutos comestibles que hayan alcanzado un nivel de madurez satisfactorio y que muestre sus verdaderas características organolépticas y de la variedad de que se trate.

En este documento se describen los métodos de realización de pruebas objetivas para los productos que han resultado benéficos tanto para los Servicios de Inspección, como para la industria frutícola en general, en la determinación de un nivel de madurez aceptable.

- 1) Determinación de la firmeza de la fruta mediante el PENETRÓMETRO.
- 2) Determinación del contenido de almidón en manzanas y peras utilizando una Solución de YODO.
- 3) Determinación de los Sólidos Solubles Totales (SST) del azúcar mediante REFRACTÓMETRO.
- 4) Determinación de los ácidos en los frutos por TITULACIÓN y cálculo de la proporción entre azúcar y ácidos.

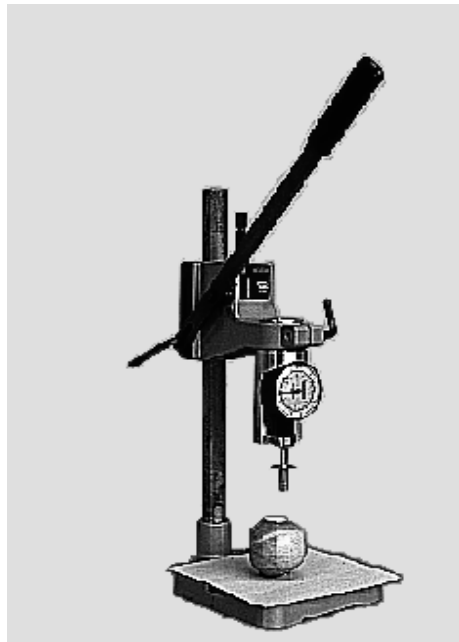
## DETERMINACIÓN DE LA FIRMEZA DE LA FRUTA MEDIANTE EL PENETRÓMETRO

La firmeza de una fruta se relaciona con el nivel de madurez y puede estar influenciada por la variedad del producto y la región y condiciones de cultivo. En este documento se describe una prueba objetiva para determinar la firmeza de una fruta mediante el uso del penetrómetro.

El penetrómetro es utilizado por productores, empaques y distribuidores para contribuir a determinar la etapa de maduración de un fruto y por los vendedores al menudeo (al detalle) para establecer la presencia de un sabor agradable para el consumidor y la vida de anaquel para sus propios registros.

La determinación de la firmeza de una fruta por medio del penetrómetro se basa en la presión necesaria para insertar un puntal de tamaño específico en la pulpa de la fruta a una profundidad dada.

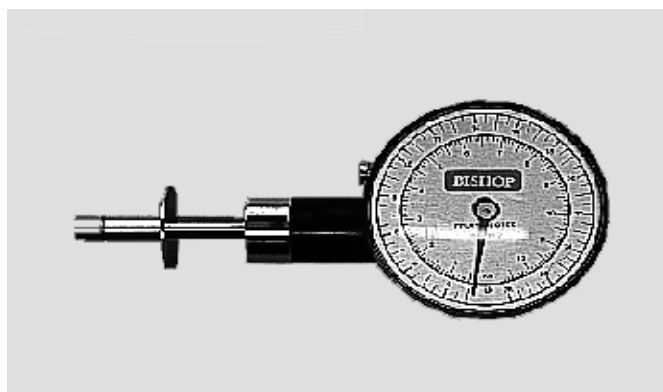
### Equipo:



PENETRÓMETRO MONTADO EN MESA DE TRABAJO<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.



### PENETRÓMETRO DE MANO<sup>1</sup>

Los penetrómetros se encuentran disponibles con medidores calibrados en el sistema métrico (Kg) y el imperial (lb.) y se pueden obtener en modelos que abarquen distintos intervalos de presión adecuados para la medición de tipos de fruta blandos o duros. Un intervalo cubre de 1.5 a 12 kilos, o entre 3 y 27 libras, y generalmente conviene para utilizarse en frutos más duros, como manzanas, peras, etcétera. El otro intervalo, de entre 0 y 5 kilos, o entre 0 y 11 libras, se utiliza para frutas más blandas, como duraznos (melocotones), ciruelas, etcétera.

Cada instrumento se entrega con dos puntales desprendibles de 8 mm ( $1/2 \text{ cm}^2$ ) y de 11 mm. ( $1 \text{ cm}^2$ ) de diámetro. Estos puntales son intercambiables para hacer posible la realización de pruebas prácticas en frutos duros o blandos. También se cuenta con un puntal punzante para medir aguacates (paltas).

En general, se utiliza el puntal pequeño para medir frutas de pulpa más dura y el mayor para los frutos de carne más blanda, dependiendo de la variedad y la etapa de maduración del producto a medir.

En circunstancias ideales, el penetrómetro debe estar montado sobre un soporte fijo de perforación para garantizar que se aplique la presión a un ritmo controlado e invariable y a un ángulo constante con respecto a la fruta, es decir, verticalmente hacia abajo. Esto resulta más difícil de lograr al utilizar un penetrómetro de mano.

Si no se considera práctica la utilización de un penetrómetro montado sobre un soporte y es necesario emplear uno de mano, como sucede en el campo o en el mercado, debe tenerse un cuidado especial a fin de garantizar una aplicación uniforme y suave de la presión al tomar las lecturas. El método es el mismo para el penetrómetro de mano que para el montado sobre un soporte y debe ser idéntico para cada muestra de producto sometido a prueba, con el objeto de obtener resultados congruentes.

---

<sup>1</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.

### **Toma de muestras:**

- i) Tome, al azar, una muestra de diez frutas de cada tamaño de distintos lugares del lote seleccionado para su inspección y que se suponga que sea representativa de este lote. Las frutas que formen parte de la muestra deben estar libres de defectos como daños por el sol, plagas o enfermedades, que podrían haber afectado el proceso normal de maduración.

#### *Preparación de la muestra:*

- ii) Retírese un disco de hasta 2 cm<sup>2</sup> (3/4 de pulgada cuadrada) de cáscara (sólo al nivel de la piel) de lados opuestos del ecuador de la fruta.

Si la fruta tiene una coloración mixta, como las manzanas, las pruebas deben llevarse a cabo, de ser posible, entre la porción de la superficie con coloración máxima y mínima.

#### *Medición:*

- iii) Tómese la fruta con firmeza en una mano y colóquela sobre una superficie rígida, como sobre una mesa o sobre el plato ubicado en la base del soporte.

La selección del tamaño y escala del puntal utilizado dependerá del tipo y variedad del producto sometido a prueba y su nivel de maduración. Se recomienda que el tamaño del puntal que se elija y la escala utilizada sean tales que arrojen lecturas ubicadas a la mitad de la escala.

- iv) Apunte el penetrómetro y sitúe la cabeza del puntal contra la carne en la zona pelada de la fruta. Aplique una presión constante hacia abajo hasta que el puntal haya penetrado la carne del fruto hasta la marca de profundidad (hacia la mitad) del puntal. Es esencial que se aplique una presión lenta y constante, pues los movimientos bruscos y desiguales pueden arrojar resultados poco confiables. Extraiga el puntal y anote la lectura en la carátula del penetrómetro, hasta un dígito decimal.
- v) Repita el proceso del lado opuesto del mismo fruto, luego de haber apuntado el penetrómetro en la dirección correcta.

Es muy importante que las pruebas se lleven a cabo de la manera más uniforme posible, a fin de permitir una comparación precisa de los resultados.

### **Resultados:**

Para obtener una cifra media, debe promediarse la suma total de las 20 lecturas.

Es importante registrar los resultados al igual que los detalles relacionados con el tamaño del puntal, el intervalo de escalas utilizado y la etapa de maduración del producto sometido a prueba.

Las normas de calidad de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) no establecen límites en este sentido. Para conocer los límites establecidos por las disposiciones o recomendaciones nacionales, consulte el documento AGR/CA/FVS(91)4/Last revision.

## **DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE ALMIDÓN EN MANZANAS Y PERAS UTILIZANDO UNA SOLUCIÓN DE YODO**

Durante el desarrollo de la pulpa de un fruto, los nutrientes se depositan en forma de almidón que, durante el proceso de maduración se transforma en azúcares. El avance del proceso de maduración lleva a la disminución de los niveles de almidón.

En este documento se describe una prueba objetiva para determinar la cantidad de almidón en la pulpa de un fruto por medio de una solución de yodo. El yodo toma un color azul-negro al entrar en contacto con el almidón.

Esta prueba es especialmente adecuada para frutas como las manzanas y, en menor medida, las peras. Conforme madura una fruta, una cantidad creciente de almidón se convierte en azúcar y la zona azul-negra es menos notoria. La maduración generalmente sucede desde el corazón de la fruta hacia su piel. Si se le trata con yodo, un fruto en proceso de maduración mostrará, en general, un anillo blanco creciente alrededor del corazón.

### **Requisitos:**

- Solución de yodo

La solución de yodo se prepara disolviendo 10 gramos de yoduro de potasio en 30 ml de agua destilada para luego añadir 3g de yodo. Una vez disuelto el yodo, se aumenta la mezcla hasta llegar a un litro añadiendo agua destilada a una temperatura de entre 10° y 30° C. Esta solución puede almacenarse hasta por seis meses en un lugar oscuro y fresco (entre 4° y 7 ° C de temperatura).

*Nota:* Los químicos y la solución resultante manchan, por lo que deben mantenerse alejados de la piel y algunos tejidos textiles.

### **Toma de muestras:**

De manera aleatoria, fórmese una muestra de diez frutas de cada tamaño de distintos lugares del lote seleccionado para su inspección y que se suponga que sea representativa de este lote. Las frutas deben estar libres de defectos como daños por el sol, plagas o enfermedades, que podrían haber afectado el proceso normal de maduración.

### *Preparación de la muestra:*

Utilizando un cuchillo afilado, se corta cada fruta por la mitad. Es muy importante que las superficies tengan un corte limpio, sin que se ocasione daño adicional a la pulpa o la piel de la fruta. Este tipo de daño adicional puede causar la liberación de almidones suplementarios a partir de las células dañadas, lo que llevaría a la obtención de resultados imprecisos.

### *Método:*

Las dos superficies recién cortadas se cubren de manera uniforme con solución de yodo. Esta solución puede aplicarse utilizando un gotero, una pipeta o un pulverizador.

### *Medición:*

Se dejan reposar los dos cortes durante un minuto antes de registrar los resultados.

Deberá registrarse el porcentaje de la superficie de la fruta que cambie a un color negro-azulado.

La cantidad de coloración negro-azulada que se presente en una muestra de prueba se puede relacionar directamente con la madurez de la fruta.

*Nota:* Debe tenerse precaución al interpretar los resultados de esta prueba, pues muchas variedades de manzanas y peras maduran de formas distintas, lo que genera diferentes patrones de almidón. Las variedades pueden consumirse en distintas etapas de maduración, dependiendo de las preferencias de cada consumidor.

### **Resultados:**

La suma total de los porcentajes de las 20 lecturas deberá promediarse para calcular una media.

Es importante registrar los resultados al igual que todos los detalles del método, la variedad y nivel de maduración del fruto que se sometió a prueba.

Las normas de calidad de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) no establecen límites a este respecto. Para conocer los límites que establecen las reglamentaciones o recomendaciones nacionales, refiérase al documento AGR/CA/FVS(91)4/Last revision.

### **Lineamientos de sanidad y seguridad:**

El **Yodo** puro puede causar irritaciones serias al sistema respiratorio, la piel y los ojos. El yodo líquido quema la piel. Se recomienda utilizar guantes, anteojos y prendas de vestir de protección cuando se maneje este compuesto.

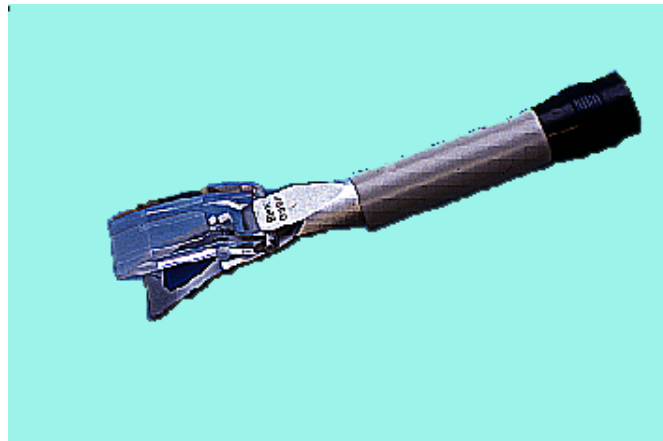


## DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST) O CONTENIDO DE AZÚCAR POR MEDIO DEL REFRACTÓMETRO

A lo largo del desarrollo de la pulpa de una fruta, se depositan nutrientes en forma de almidón que se transforman en azúcares durante el proceso de maduración. El avance del proceso de maduración lleva a un aumento en los niveles de azúcar.

Este documento describe una prueba objetiva para determinar el contenido total de sólidos solubles (SST) de azúcar en una fruta por medio del refractómetro. El método es en especial conveniente para frutas maduras y jugosas, con un contenido importante de azúcar, pues la determinación de los SST se basa en la capacidad para desviar la luz de los azúcares en un jugo.

### Equipo:



MODELO MANUAL<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.



MODELO DIGITAL DE SOPORTE CON PANTALLA DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD)<sup>1</sup>,



MODELO CON COMPENSACIÓN DE TEMPERATURA<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.

<sup>2</sup> El texto describe la calibración y el método para operar el refractómetro de mano, que es el más tradicional. Al utilizar modelos digitales de baterías o de corriente se aplican principios similares, aunque deben seguirse siempre las instrucciones del fabricante.

<sup>3</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.

Un refractómetro mide los SST como porcentaje de grados Brix en incrementos de 0.1%. Existen refractómetros manuales y digitales operados con baterías o corriente eléctrica. Todos los modelos aplican principios similares. Sin embargo, deben seguirse siempre las instrucciones del fabricante.

Algunos refractómetros compensan de manera automática los cambios en temperatura, mientras que otros pueden calibrarse para leer con precisión a temperaturas fijas (normalmente 20°C). Para obtener lecturas precisas a temperaturas distintas de los 20°C, se debe consultar la Tabla Internacional de Compensación de Temperatura (1974) que normalmente se proporciona con el instrumento o la norma ISO 2173 – (Primera edición 15 de noviembre de 1978).

Los refractómetros normalmente no tienen necesidad de ser recalibrados; sin embargo, las instrucciones de calibración que se presentan a continuación pueden ser útiles. Si existen dudas acerca de la precisión de alguna lectura, es importante consultar las instrucciones del fabricante.

### **Verificación del refractómetro:**

#### *Material necesario:*

- Una botella de agua destilada.
- Un frasco pequeño de solución de sacarosa al 6%. Este material debe almacenarse en un frasco, lejos de la luz solar, y utilizarse dentro de las 48 horas siguientes a su preparación.

#### *Revisión y recalibración a cero:*

- Deposite varias gotas de agua destilada en la superficie del prisma.
- Modelo manual: Cierre la cubierta del prisma y mire dentro del instrumento, hacia la luz. De ser necesario, enfoque el visor hasta que aparezca una imagen clara.
- La posición en la que la línea divisoria entre la región iluminada y la oscura cruce la escala vertical dará la lectura del porcentaje de sólidos solubles.
- Modelo digital con pantalla de cristal líquido: Oprima el botón para obtener una lectura.
- El agua destilada debe dar una lectura de cero. De no ser así, ajuste el tornillo de puesta a cero en el refractómetro hasta que la línea divisoria cruce la escala vertical en cero.
- Seque la superficie del prisma con un paño suave.
- Deposite varias gotas de la solución de sacarosa al 6% en la superficie limpia y seca del prisma.

- El refractómetro debe dar una lectura de 6%. Si la lectura no es precisa:
  - a) puede ser necesario preparar una nueva solución de sacarosa exactamente al 6%.
  - b) el refractómetro puede requerir reparación o ser sustituido por uno nuevo.

### **Cuidado del refractómetro:**

El vidrio óptico es relativamente suave y es fácil dañar las superficies del prisma. Por ello, los objetos de metal o vidrio deben mantenerse alejados de la superficie.

Las muestras deben eliminarse del instrumento con agua destilada tan pronto como sea práctico. Un prisma puede ser susceptible a compuestos ácidos y alcalinos si se dejan en contacto durante cualquier cantidad de tiempo. Estos compuestos deben limpiarse con el solvente adecuado antes de enjuagarse con agua destilada y secarse con un paño suave.

Con cierta periodicidad, es conveniente limpiar la superficie del prisma con alcohol para eliminar los aceites que hayan podido adherirse. No debe utilizarse alcohol en los modelos operados con baterías o corriente eléctrica.

Siempre es recomendable mantener cualquier líquido limitado al extremo del prisma del refractómetro.

### **Toma de muestras:**

Tome una muestra al azar de diez frutas de cada tamaño y de distintos lugares del lote seleccionado para la inspección y que se suponga que es representativa de ese lote. Las frutas deberán estar libres de defectos como daños por el sol, plagas o enfermedades que podrían haber afectado el proceso normal de maduración.

#### *Preparación de la muestra:*

Es importante que la muestra de jugo que utilice para medir el total de sólidos solubles se extraiga de manera uniforme. Algunas frutas, como la naranja, se pueden exprimir por completo. En el caso de otras, como los melones y el kiwi, se requiere seguir un método específico a fin de tomar en cuenta las diferencias naturales en la distribución de sólidos solubles en la fruta.

Sin embargo, no es posible establecer lineamientos precisos para todos los frutos que pueden someterse a prueba.

En los casos en los que se da alguna orientación, como es el del folleto de la OCDE sobre el kiwi, deben seguirse los puntos que ahí aparecen. El criterio prioritario es que la muestra de jugo debe ser tan representativa de la fruta entera como sea posible. Deberán utilizarse frutas totalmente secas, pues cualquier humedad combinada con el jugo reducirá el resultado.

- Naranjas – Corte cada fruto a la mitad, de manera transversal, y exprímalo para extraer todo el jugo.
- Manzanas – Corte dos rebanadas delgadas a lo largo de la sección del ecuador, de cerca de una tercera parte de lo largo de la manzana medido desde el tallo y las cavidades calicinar y peduncular.
- Kiwi – Corte los extremos del tallo y del capullo a una distancia de 15 mm de cada extremo del fruto que se utilizará como muestra.
- Melones – Utilizando un perforador de diámetro reducido (1 – 4 mm) se deberá extraer la pulpa del melón de la zona del eje ecuatorial. Cada extremo de la muestra debe descartarse, es decir, la zona de cáscara y pulpa inmediatamente debajo de la pulpa, al igual que la zona de pulpa suave cerca de las semillas. Con la pulpa restante se extraerá el jugo de la prueba.

*Medición:*

Deposite un número igual de gotas (1 o 2) del jugo preparado de la fruta o de la fruta preparada en la superficie del prisma del refractómetro. Anote la lectura que arroje la escala del prisma hasta con un decimal. De cada fruta se obtendrá una segunda lectura. Luego de cada prueba, debe limpiarse la superficie del prisma con varias gotas de agua destilada y secarse con un paño suave.

**Resultados:**

La suma total de las 20 lecturas deberá promediarse para calcular una cifra media.

Es importante registrar los resultados, a un lugar decimal, al igual que todos los detalles del método, la variedad y nivel de maduración del fruto que se sometió a prueba.

La CEPE/ONU establece límites en las normas de calidad para el kiwi (FFV-46) y el melón (FFV-23). Sin embargo, no se contemplan límites para otras frutas. Para conocer los límites que establecen las reglamentaciones o recomendaciones nacionales, refiérase al documento AGR/CA/FVS(91)4/Last revision.

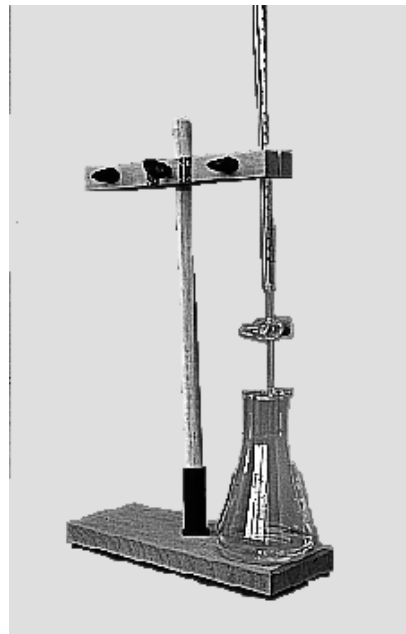
## DETERMINACIÓN DE LOS ÁCIDOS EN LAS FRUTAS POR MEDIO DE TITULACIÓN Y CÁLCULO DE LA PROPORCIÓN ENTRE AZÚCAR Y ÁCIDO

La proporción entre azúcar y ácido es la que contribuye a dar a muchas frutas su sabor característico, además de ser un indicador de la madurez comercial y organoléptica. Al inicio del proceso de maduración, esta proporción es baja, debido al bajo contenido de azúcar y el alto contenido de ácido en la fruta, lo que le da el sabor ácido al fruto. Durante el proceso de maduración, se degradan los ácidos de las frutas, debido al bajo contenido de azúcar y el alto contenido de ácido en la fruta, lo que le da el sabor ácido al fruto. Las frutas demasiado maduras tienen niveles muy bajos de ácido y, por ende, carecen de su sabor característico.

La titulación es un proceso químico utilizado en la evaluación de la cantidad de sustancias constitutivas en una muestra, como ácidos, mediante la utilización de un reactivo de compensación estandarizado, como un álcali (NaOH).

Una vez que el nivel de ácido en una muestra ha sido determinado, se puede utilizar para encontrar la proporción entre azúcar y ácido.

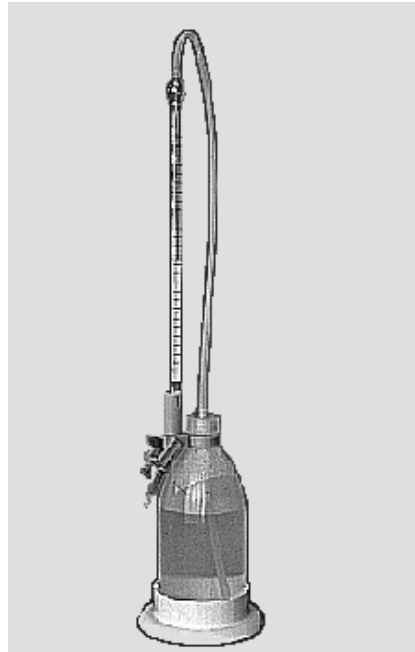
### Equipo:



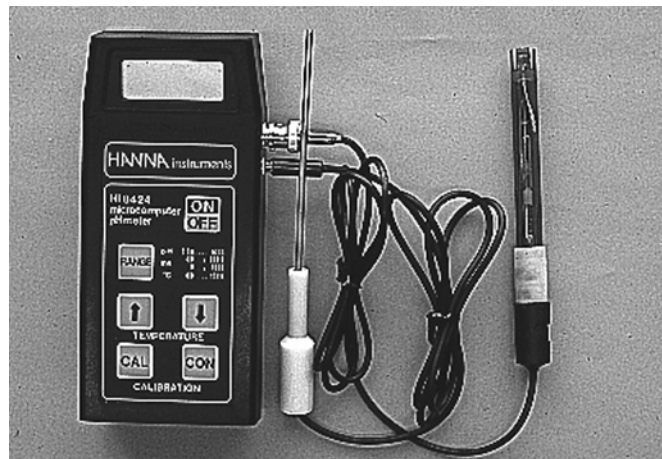
EQUIPO DE LABORATORIO<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.



TITULADOR COMERCIAL<sup>1</sup>



EJEMPLO DE pH METRO<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.

<sup>2</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.



EJEMPLO DE pH METRO<sup>1</sup>

Se utiliza una bureta con 25 o 50 ml de capacidad. Se especifican dos métodos para determinar la acidez titulable de las frutas:

- Método utilizando un indicador con color;
- Método potenciométrico, utilizando un pH metro, que debe ser empleado para jugos con alto contenido de color.

---

<sup>1</sup> Estos instrumentos se presentan sólo con fines informativos. La OCDE no recomienda el uso de modelos específicos.



**Requisitos:**

- Una botella de agua destilada.
- Hidróxido de sodio (sosa cáustica) (NaOH)

Se considera que la solución estandarizada 0.1M que se utiliza en la titulación es diluida y se puede adquirir en esta presentación.

- Fenolftaleína

Esta es una solución al 1% w/v de fenolftaleína en 95% v/v de etanol, que es inflamable y tóxico si se ingiere. Esto sólo se requiere para el método que utiliza el indicador con color.

**Toma de muestras:**

Tome una muestra al azar de diez frutas de cada tamaño y de distintos lugares del lote seleccionado para la inspección y que se suponga que es representativa de ese lote. Las frutas deben estar libres de defectos como daños por el sol, plagas o enfermedades, que podrían haber afectado el proceso normal de maduración.

*Preparación de la muestra:*

Dependiendo del tipo de fruto, corte a la mitad y exprima el jugo con un extractor, como en el caso de los cítricos, u homogeneice la pulpa haciéndola puré, como en el caso de las manzanas.

No deben incluirse piel ni sólidos, cuya extracción debe realizarse por medio de un paño de muselina o un filtro fino para extraer tanto jugo como sea posible.

Utilice una pipeta de seguridad limpia y seca para cada fruto. Extraiga hasta 5ml de jugo y deposítelo en un vaso de precipitado de 250ml. Utilizando otra pipeta limpia y seca, extraiga hasta 50ml de agua destilada y añádala al jugo del vaso de precipitado. De este modo se llenarán también dos vasos de precipitado más.

**Método utilizando un indicador con color:**

Añada tres gotas de fenolftaleína a la solución de jugo y agua en cada vaso de precipitado con una pipeta utilizada específicamente para este fin.

Asegúrese que la llave de la bureta esté cerrada y, con un embudo, vierta la solución 0.1M de NaOH en la bureta hasta que llegue a la marca de cero. No permita que la solución salpique en la piel.

Lentamente títule el NaOH en la solución de jugo y agua. Debe tenerse precaución que el NaOH caiga directamente en la solución y no se adhiera al vidrio, pues, de ser así, se obtendría una lectura falsa. Durante el proceso de titulación debe tenerse cuidado de remover continuamente la solución en el vaso de precipitado para mantenerla mezclada de manera adecuada. Esto resulta esencial, en especial cuando la solución se acerca a la neutralidad. Es importante determinar con

exactitud el punto de neutralidad y el punto final de titulación. El indicador de fenolftaleína cambia con gran rapidez de incoloro a rosa y puede ser fácil perder de vista el punto final, lo que resultaría en una lectura imprecisa de la prueba. Por ello, resulta importante que hacia el final de la titulación la solución de NaOH se añada una gota a la vez.

Al utilizar fenolftaleína como indicador, el punto de neutralidad se alcanza cuando el indicador cambia de incoloro a rosa. El color del indicador debe permanecer estable (persistiendo durante 30 segundos) y ser rosa claro cuando se le observa sobre un fondo blanco. Sin embargo, el tono puede variar dependiendo del tipo de jugo que se someta a prueba. Si se pierde el punto de neutralidad, es decir, el color del indicador es demasiado oscuro, la prueba no será aceptable y deberá repetirse.

- Lea la cantidad utilizada de NaOH (título) en la bureta y registre la cifra.
- Rellene la bureta para cada prueba subsiguiente.
- Repita el proceso de titulación con el segundo y el tercer vaso de precipitado y registre los resultados.
- Limpie perfectamente el equipo y enjuague con agua destilada. No debe utilizar detergentes.

*Nota:* Cuando se prueban jugos muy ácidos, como de limones y limas, se requiere una mayor cantidad de NaOH. Por ello, cuando el NaOH alcanza la marca de los 25 ml en la escala, el tubo de la bureta debe recargarse como se describió arriba. Cuando se alcanza el punto final, se suman las diversas lecturas y se registran para generar una cifra de NaOH utilizado para cada titulación.

### **Medición utilizando un pH metro:**

El punto de neutralidad, es decir, el punto final de titulación puede determinarse también utilizando un pH metro. El método preciso a utilizar dependerá de las instrucciones del fabricante, pero a continuación se proporciona una guía general.

#### *Verificación del pH metro:*

- Asegúrese que el pH metro ha sido calentado antes del uso, durante alrededor de 30 minutos.
- Retire el electrodo del agua destilada en el vaso de precipitado en el que se deposita y séquelo.
- Coloque el electrodo en un vaso de precipitado que contenga una solución tampón de pH 7 y calibre el medidor a la misma cifra.
- Cuando se tomen lecturas, asegúrese que el electrodo no entre en contacto con los lados o la base del vaso de precipitado.
- Retire el electrodo y, después de enjuagarlo con agua destilada, coloque la solución que se someterá a prueba; el electrodo no debe tener contacto alguno con el vidrio.

### *Prueba:*

Asegúrese que la llave de la probeta está cerrada y, con un embudo, vierta la solución 0.1M de NaOH en la bureta hasta que llegue a la marca de cero. No salpique la solución en la piel.

Lentamente títule el NaOH en la solución de jugo y agua. Debe tenerse precaución que el NaOH caiga directamente en la solución y no se adhiera al vidrio pues, de ser así, se obtendría una lectura falsa. Durante el proceso de titulación debe tenerse cuidado de remover continuamente la solución en el vaso de precipitado para mantenerla mezclada de manera adecuada. Esto resulta esencial, en especial cuando la solución se acerca a la neutralidad. Es importante determinar con exactitud el punto de neutralidad o el punto final de titulación. Es fácil perder de vista el punto final, lo que resultaría en una lectura imprecisa de la prueba. Por ello, resulta importante que hacia el final de la titulación la solución de NaOH se añada una gota a la vez.

Utilizando un pH metro, mientras que se realiza la titulación, la lectura digital se verá aumentar a partir de 4 o 5. Cuando la lectura alcance 7, proceda con cuidado. El punto de neutralidad, o el punto final de titulación se alcanza en un pH de 8.1. Si se excede esta cifra, la prueba no será aceptable y deberá repetirse.

- Cuando el pH metro alcance 8.1, lea la cantidad utilizada de NaOH en la bureta y registre la cifra.
- Retire el electrodo y enjuáguelo en agua destilada, dejándolo listo para la siguiente prueba. No permita que se contamine.
- Rellene la bureta para cada prueba subsiguiente.
- Repita el proceso de titulación con el segundo y el tercer vasos de precipitado y registre los resultados.
- Limpie perfectamente el equipo y enjuague con agua destilada. No debe utilizar detergentes.

*Nota:* Cuando se prueban jugos muy ácidos, como de limones y limas, se requiere una mayor cantidad de NaOH. Por ello, cuando el NaOH alcanza la marca de los 25 ml en la escala, el tubo de la bureta debe recargarse como se describió arriba. Cuando se alcanza el punto final, se suman las diversas lecturas y se registran para generar una cifra de NaOH utilizada para cada titulación.

### **Cálculo de la proporción entre azúcar y ácido:**

Antes de que sea posible calcular la proporción entre azúcar y ácido, debe obtenerse también el porcentaje del valor Brix de la fruta analizada.

Los cálculos para determinar las proporciones de azúcar y ácido de todos los frutos son los mismos, pero debido a que algunos contienen distintos ácidos debe aplicarse el factor de multiplicación apropiado para cada cálculo. Algunos productos pueden contener más de un tipo de ácido, caso en el cual se probará el principal. A continuación se presenta una lista de estos ácidos y los factores de multiplicación.

Factor para:

- -ácido cítrico: 0.0064 (frutas cítricas)
- -ácido málico: 0.0067 (manzanas)
- -ácido tartárico: 0.0075 (uvas)

Obtenga un promedio de los resultados de las tres pruebas de titulación.

Utilizando el ácido cítrico como ejemplo, 1 ml de 0.1M NaOH es equivalente a 0.0064g de ácido cítrico.

Porcentaje de ácido cítrico =  $\frac{\text{Titulación promedio}}{5 \text{ ml de jugo}} \times 0.0064 \times 100$

Al simplificar la fórmula se obtiene:  $\frac{\text{Titulación}}{5} \times 0.64$

La proporción entre azúcar y ácido =  $\frac{\% \text{ valor Brix}}{\text{porcentaje de ácido cítrico}}$

### **Resultados:**

Es importante registrar los resultados, a un lugar decimal, al igual que todos los detalles del método, la variedad y nivel de maduración del fruto que se sometió a prueba.

Las normas de calidad de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE/ONU) no establecen límites a este respecto. Para conocer los límites que establecen las reglamentaciones o recomendaciones nacionales, refiérase al documento AGR/CA/FVS(91)4/Last revision.

### **Lineamientos de sanidad y seguridad:**

**El hidróxido de sodio (sosa líquida)** en su presentación no diluida es extremadamente corrosivo para el tejido corporal. El contacto con la piel causa irritación casi de inmediato y el contacto continuo ocasiona quemaduras. La solución 0.1 molar utilizada en esta prueba es mucho más segura. Sin embargo, se recomienda utilizar prendas de vestir de seguridad al utilizarla y que sólo se emplee en una habitación bien ventilada.

**La fenolftaleína** es altamente inflamable y debe emplearse con precaución. Debe asimismo almacenarse y utilizada lejos del fuego abierto u otras fuentes de combustión. Es tóxica si se ingiere.