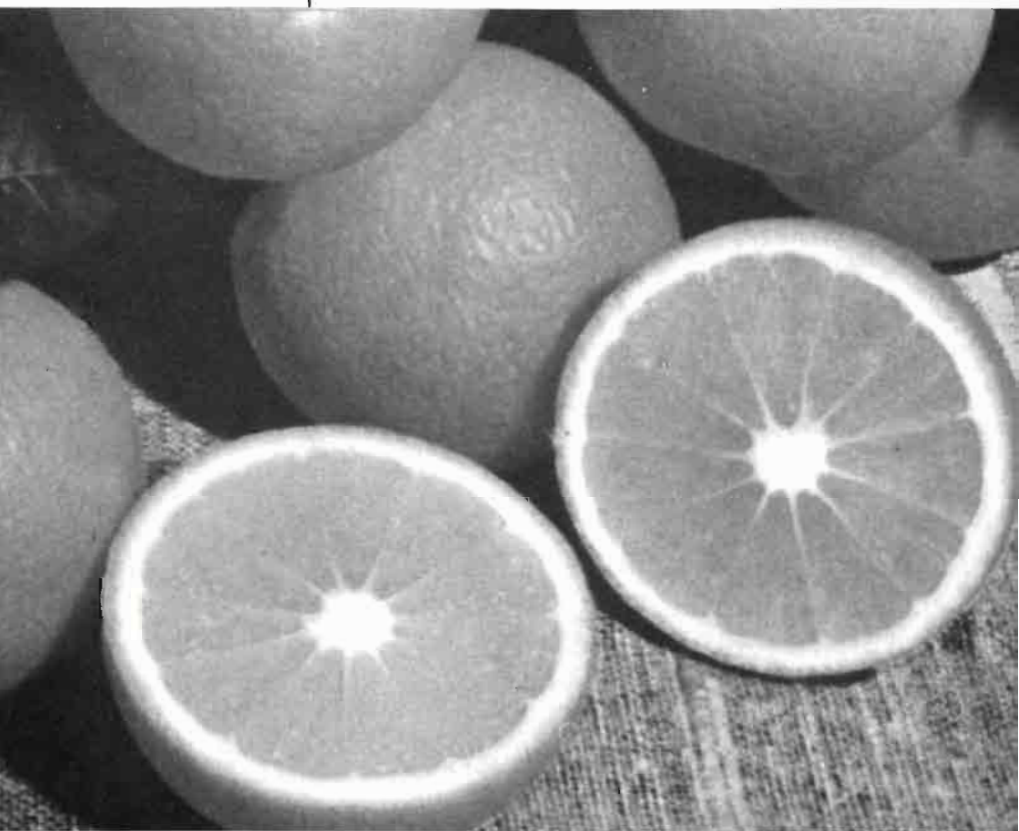


**HOJAS DIVULGADORAS**

Núm. 25-X/78

# **INDICES DE MADUREZ DE FRUTOS CITRICOS**

**ENRIQUE QUINZA GUERRERO  
MANUEL T. LOPEZ MARCOS**  
Del Servicio de Extensión Agraria



**MINISTERIO DE AGRICULTURA**

# **INDICES DE MADUREZ DE FRUTOS CITRICOS**

El estado de madurez de los frutos cítricos es una de las características que se consideran en todas las normas, obligatorias o aconsejadas, que se han elaborado para garantizar que tales frutos cítricos satisfagan las exigencias del consumidor en lo que a calidad se refiere.

Antes de proceder a una descripción de los métodos de determinación del estado de madurez de los frutos cítricos, vamos a repasar algunas de las diferentes normas que sobre la calidad de los mismos existen, fijándonos en los puntos más interesantes de las mismas.

## **NORMAS RECOMENDADAS POR LA OCDE**

En el año 1971, la OCDE preparó y difundió la norma de calidad para los frutos cítricos. La finalidad de dicha propuesta era que la misma sirviese de modelo para las legislaciones de los países miembros y que, a la vista de las ventajas que para productores y consumidores tiene la tipificación, ésta se hiciese en base a unos criterios uniformes, especialmente en lo que se refiere al comercio internacional.

La norma recomendada por la OCDE tiene en cuenta las siguientes características mínimas para definir la calidad de un fruto cítrico destinado al consumo en fresco:

- Integridad, sanidad y limpieza del fruto.
- Ausencia de daños o alteraciones externas ocasionadas por hielo.
- Ausencia de humedad exterior anormal, olores o sabores extraños.
- Ausencia de comienzo de desecación interna debida al hielo, o de heridas y magulladuras externas cicatrizadas.
- Haber alcanzado un desarrollo y estado de madurez convenientes, según las características propias de la variedad y de la zona de producción.

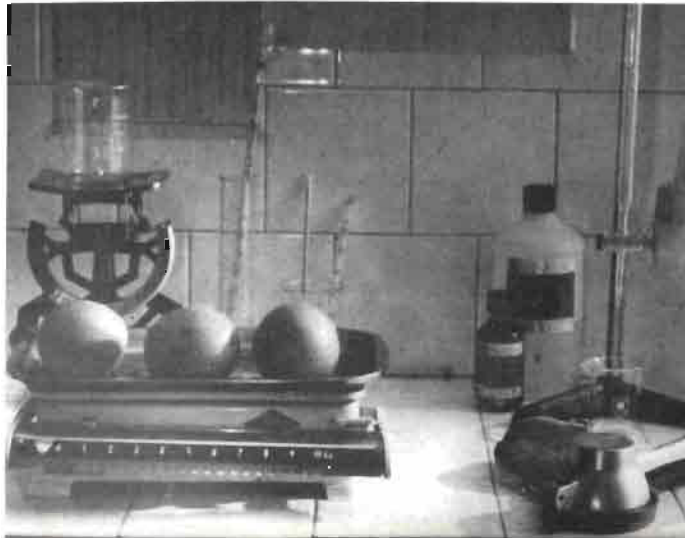
En el texto interpretativo de la norma, se aclara que el estado de madurez se concreta en dos grupos de magnitudes medibles:

### **Crterios no evolutivos**

*1º La cantidad de zumo.*—La medida de esta magnitud se hace por medio del porcentaje que significa la cantidad en peso de zumo sobre el peso total del fruto, extraído por medio de prensa manual.

*2º Composición del zumo.*—Esta característica se mide por el grado de madurez interna, que es el cociente de la expresión  $E/A$ , en la que  $E$  es la cantidad del extracto seco medido en el refractómetro manual de azúcar y  $A$  es el grado de acidez medido en ácido cítrico anhidro, cociente que suele expresarse en forma de fracción de denominador la unidad.

Fig. 1.—Pesado de la muestra.



### **Criterios evolutivos**

*1º Coloración de la epidermis del fruto.*—El color debe ser, en destino, el normal de la especie y variedad.

## **NORMAS OBLIGATORIAS PARA EL COMERCIO EXTERIOR**

Siguiendo las recomendaciones de la OCDE, el Ministerio de Comercio español, publicó en el B.O. del Estado del 19 de agosto de 1972, la orden ministerial de fecha 11-8-1972 que recogía las normas que obligatoriamente regulaban la calidad de los frutos cítricos exportados. Esta orden ministerial sufrió, posteriormente algunas modificaciones que aparecen recogidas en las siguientes órdenes ministeriales: O.M. 4-9-1972 («B.O. del Estado» del 15 septiembre 1972) y O.M. 6-5-1975 («B.O. del Estado» del 14 de mayo de 1975).

En esta legislación de comercio exterior, aparecen los índices y dimensiones que a continuación comentamos:

### **Grado de madurez**

El grado de madurez interna vendrá dado por la relación E/A recomendada por la OCDE y con los siguientes valores mínimos:

1. Para las variedades Clementina, Satsuma y naranjas de primera y media temporada (Navelina, Navel, Salustiana, Castellana, Cadenera, Sanguina, Macetera y similares): 5,5/1.

2. Para las variedades tardías (Verna, Navel late, Valencia late y similares): 6,5/1.

### **Coloración**

El grado de coloración será tal que la evolución natural de los frutos debe permitirles alcanzar, a su llegada a destino, la coloración varietal normal, teniendo en cuenta el período de recolección, la zona de producción y las condiciones y duración del transporte.

Los frutos que reúnan las anteriores condiciones de madurez podrán ser «desverdizados». Este tratamiento no se permite más que si los demás caracteres organolépticos naturales no sufren alteración.

La superficie en la que cada fruto deberá tener, como mínimo, la coloración típica de la variedad es, teniendo en cuenta los períodos de recolección, la siguiente:

1. Limones, la totalidad.
2. Clementinas, Monreales y Satsumas, una tercera parte.
3. Wilkings, Tangerinas, otras mandarinas y sus híbridos, dos terceras partes.
4. Naranjas, la totalidad.
5. Pomelos, se admite una ligera coloración verdosa.

### Contenido mínimo en zumo

El contenido mínimo en zumo se expresa por el porcentaje de zumo, sobre el peso de cada fruto, obtenido mediante extracción con prensa manual.

Fig. 2.—Extracción del zumo.



Los porcentajes mínimos admitidos para cada especie y variedad son los que se indican a continuación:

1. Limones Verdelli y Real .....	20%
2. Otros limones .....	25%
3. Monreales y Satsumas .....	33%
4. Clementinas .....	40%
5. Wilkings, Tangerinas, otras mandarinas y sus híbridos .....	33%
6. Thompson Navel .....	30%
7. Washington Navel .....	33%
8. Otras naranjas .....	35%
9. Pomelos .....	35%

## **NORMAS OBLIGATORIAS PARA EL MERCADO INTERIOR**

En la norma española de calidad para mercado interior, recogida en la O.M. de Presidencia del Gobierno de 6-9-1972 («B.O. del Estado» de 11 de septiembre de 1972) aparecen las siguientes consideraciones de cumplimiento obligatorio, sobre los índices de madurez:

### **Coloración**

La coloración de los frutos deberá ser la normal de la variedad. No obstante, podrán ser desverdizados siempre y cuando tengan el debido estado de madurez y los demás caracteres organolépticos naturales no sufran alteración.

Se considera que un fruto presenta la coloración normal del tipo varietal en los siguientes casos:

1. *Limones*.—Se admite una coloración ligeramente verde siempre que cumplan con el contenido mínimo en zumo. Los limones «Verdelli» podrán tener color verde siempre que no sea oscuro.

2. *Clementinas, Monreales y Satsumas*.—Presentarán la coloración típica, al menos en la tercera parte de su superficie. Sin embargo, teniendo en cuenta las características de la variedad Satsuma y las exigencias de algún mercado nacional, que acepta de buen grado su coloración verdosa, se autoriza su comercialización con dicho color verdoso.

3. *Mandarinas, Wilkings y otras variedades.*—Presentarán la coloración típica de la variedad, al menos en las dos terceras partes de su superficie.

4. *Naranjas.*—Podrán presentar una coloración verde claro, siempre que no exceda de la quinta parte de la superficie del fruto.

5. *Pomelos.*—Se admite una coloración verdosa, siempre que cumplan con el contenido mínimo de zumo.

### Grado de madurez

Se considera que las naranjas y mandarinas han alcanzado el debido estado de madurez cuando la relación E/A es igual o superior a 5,5, excepto para las variedades tardías en cuyo caso el valor alcanzado por dicha relación será igual o superior a 6,5.

Excepcionalmente se admitirá que en la categoría III (tercera) la relación E/A sólo alcance los valores 5 y 6 en los dos casos anteriormente considerados.

Fig. 3.—Filtrado del zumo.



## Contenido en zumo

El contenido en zumo de los cítricos se expresará en porcentaje del peso del zumo sobre el peso total del fruto. Para ello se toma una muestra suficientemente representativa de frutos y se pesa. A continuación se cortan los frutos por su sección ecuatorial en dos mitades y se extrae el zumo mediante una prensa de mano.

Este zumo se filtra a través de un tamiz de un milímetro de malla y se pesa, expresándose este peso en porcentaje sobre el peso total de los frutos de la muestra.

Siguiendo este método, los porcentajes mínimos exigidos de contenido en zumo son los siguientes:

1. Naranjas:
  - Navel Thompson ..... 30%
  - Las demás del grupo Navel ..... 33%
  - Otras variedades ..... 35%
2. Limones:
  - Verdelli y Real ..... 20%
  - Los demás ..... 25%
3. Clementinas ..... 40%
4. Mandarinas Monreales, Satsumas, Wilings y otras variedades ..... 33%
5. Pomelos ..... 35%

## DETERMINACION DEL ESTADO DE MADUREZ

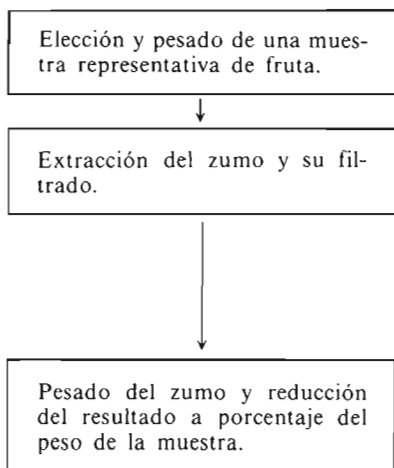
Perfectamente determinados por la legislación oficial para las distintas especies y variedades, los mínimos de madurez a cumplir, y siendo de dominio general la medición en cuanto se refiere a criterios evolutivos, se expone a continuación la técnica conducente a la determinación de los parámetros no evolutivos: porcentaje en zumo y grado de madurez interna, determinantes del mayor número de rechazos en inspección y, fundamentalmente, de las cualidades gustativas de la fruta.

La exposición se hace de forma práctica, acompañándola de una síntesis de la mecánica operativa y un ejemplo de cálculo.



## CONTENIDO EN ZUMO

### Mecánica operativa



### Práctica

La muestra será representativa en tamaño y presentará el estado de madurez externa industrial. Se pesa la misma en balanza. (Ver fig. 1).

Los frutos de la muestra, cortados por su sección ecuatorial, son exprimidos con prensa de mano o exprimidor de palanca. El filtrado se hace a través de un tamiz de 1 mm. o de muselina doble que, una vez no gotee, recogida sobre sí misma por sus bordes, se escurrirá. (Ver figs. 2 y 3).

Se pesa el zumo y se traduce a porcentaje en peso. Para ello se divide el peso destarado del zumo por el de la muestra y se multiplica por 100.

Ejemplo: 1.500 gramos de mandarinas Satsumas, después de las operaciones descritas, dieron 540 gr. de zumo.

El contenido porcentual será de  $\frac{540}{1.500} \times 100 = 36$ , siendo el mínimo exigible del 33 por 100.

## INDICE DE MADUREZ INTERNA: E/A

Se expresa por la relación entre el extracto seco (E) y la acidez (A) expresada en gramos de ácido cítrico anhidro por 100 cm.<sup>3</sup> de zumo.

Para la determinación del extracto seco se utiliza el refractómetro manual de azúcar (figs. 4 y 5).

Para la determinación de la acidez se procede a la valoración de 2 cm.<sup>3</sup> ó 5 cm.<sup>3</sup> de zumo con hidróxido sódico 0,1 normal (Na OH 0,1 N), calculando los gramos de ácido cítrico neutralizados en función de los centímetros cúbicos de sosa consumidos.

### Uso del refractómetro

El refractómetro se basa en que el índice de refracción de un líquido que contiene azúcar es proporcional a su concentración

en ésta; tal propiedad nos permite hacer lecturas directas (porcentaje de la concentración de azúcar sacarosa) en la escala adaptada que lleva el aparato.

La tabla número 1 nos da la relación entre la lectura del refractómetro (%) y el índice de refracción (nD) a 20<sup>o</sup> C.

El refractómetro consta de: ocular, regulador de la distancia focal, retículo o escala de medición, objetivo, tornillo corrector, prisma de reflexión, ventana para entrada de haz luminoso, cámara para la solución y cubre o tapa.

La sección esquemática de un aparato se aprecia en la figura de esta misma página.

Para su uso, se regula primeramente el ocular hasta obtener una imagen nítida de la escala, que viene ajustada a 20<sup>o</sup> C., temperatura a la que, colocada en la cámara de solución una gota de agua destilada, corresponderá una lectura de 0% en la escala; caso de apreciar desviación en esa lectura, se llevará a cero mediante giro del tornillo corrector.

Las lecturas vienen determinadas por la intersección de la escala con la línea que limita las zonas claras y oscuras del campo ocular, una vez colocada la gota de agua destilada o de zumo (fig. 6).

Cuando la temperatura del zumo no es de 20<sup>o</sup> C., hay que corregir la lectura obtenida mediante la tabla nº 2, de corrección de temperatura, que acompaña al refractómetro. Si la temperatura del zumo es superior a 20<sup>o</sup> C., la corrección tiene caracter aditivo (+) y sustractivo (—) cuando es inferior.

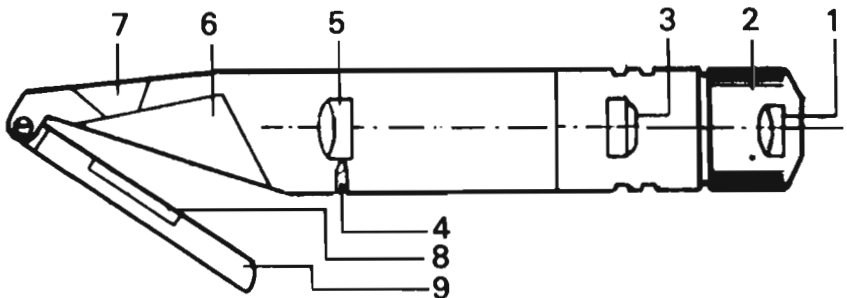


Fig. 4.—Esquema del refractómetro. 1, ocular; 2, regulador de la distancia focal; 3, escala; 4, tornillo corrector; 5, objetivo; 6, prisma; 7, ventana; 8, cámara y 9, cubre.

**Tabla nº 1.—RELACION ENTRE LA LECTURA DEL REFRACTOMETRO (%) Y EL INDICE DE REFRACCION (n<sub>D</sub>) A 20º C.**

(%)	(n <sub>D</sub> )	(%)	(n <sub>D</sub> )	(%)	(n <sub>D</sub> )	(%)	(n <sub>D</sub> )
0	1,33299	19	1,36218	38	1,3958	57	1,4351
1	1,33423	20	1,36384	39	1,3987	58	1,4373
2	1,33588	21	1,36551	40	1,3997	59	1,4396
3	1,33733	22	1,36719	41	1,4016	60	1,4418
4	1,33880	23	1,36888	42	1,4036	61	1,4441
5	1,34027	24	1,37059	43	1,4056	62	1,4464
6	1,34176	25	1,3723	44	1,4076	63	1,4486
7	1,34326	26	1,3740	45	1,4096	64	1,4509
8	1,34477	27	1,3758	46	1,4117	65	1,4532
9	1,34629	28	1,3775	47	1,4137	66	1,4555
10	1,34783	29	1,3793	48	1,4158	67	1,4579
11	1,34937	30	1,3811	49	1,4179	68	1,4603
12	1,35093	31	1,3829	50	1,4200	69	1,4627
13	1,35250	32	1,3847	51	1,4221	70	1,4651
14	1,35408	33	1,3865	52	1,4242	71	1,4676
15	1,35567	34	1,3883	53	1,4264	72	1,4700
16	1,35728	35	1,3902	54	1,4285	73	1,4725
17	1,35890	36	1,3920	55	1,4307	74	1,4749
18	1,36053	37	1,3939	56	1,4329	75	1,4774

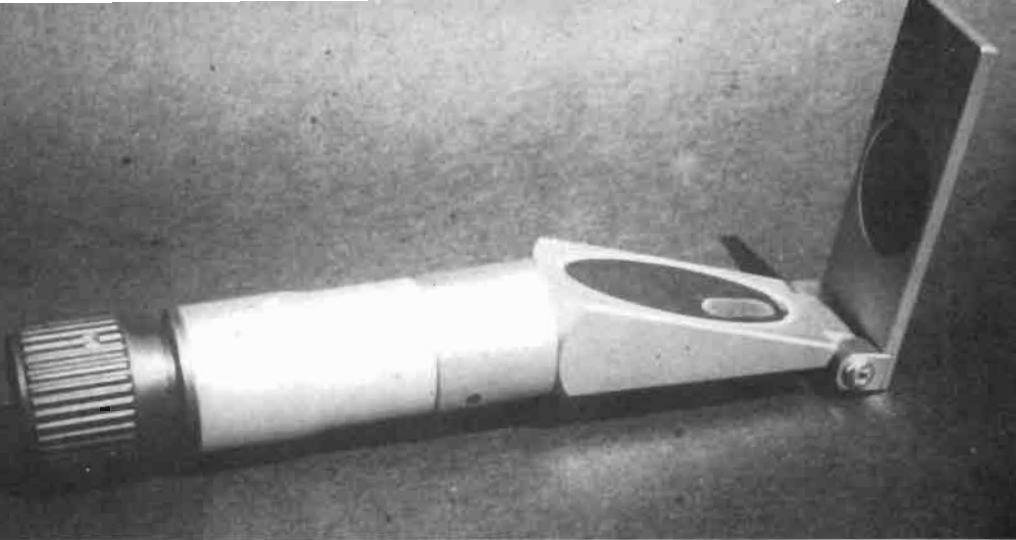


Fig. 5.—Un refractómetro manual, abierto.

Podría prescindirse del uso de las tablas ajustando, cada vez, el 0% con agua destilada a la temperatura real del zumo, si bien, tratándose de instrumentos de cierta precisión no es conveniente, a nuestro juicio, tocarlos demasiado, por lo que recomendamos el uso de las tablas.

Por último, por lo que se refiere al uso del refractómetro, es de suma importancia el cuidado del prisma, procediendo a la limpieza de la cámara con agua destilada y a su secado, antes y después de las determinaciones.

### Valoración con NaOH 0,1 N. Tablas

Para el cálculo de la acidez (A), procedemos a la neutralización con NaOH 0,1 N., utilizando como indicador la solución alcohólica de fenolftaleína al 1 por 100.

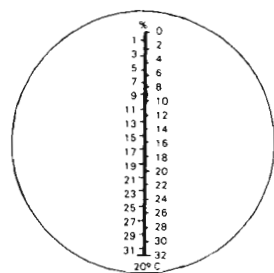


Fig. 6.—Detalle de la escala del refractómetro.



Los cm.<sup>3</sup> de esa solución de sosa décimormal gastados los pasamos a gramos de ácido cítrico anhidro contenidos en un litro de zumo mediante el factor 1,28 ó 3,20 según valoremos 5 cm.<sup>3</sup> ó 2 cm.<sup>3</sup> de zumo.

A partir de estos coeficientes de conversión se han elaborado tablas de reducción de cm.<sup>3</sup> de NaOH 0,1 N., gastados a gramos de ácido cítrico anhidro por litro de zumo como la presentada en la tabla n<sup>o</sup> 3.

La determinación de la madurez interna, calculados E y A, se efectúa por simple división, teniendo presente que A son gramos de ácido cítrico anhidro por 100 cm.<sup>3</sup> de zumo. Lo normal, no

**Tabla n.º 3.—CONTENIDO DE ACIDO CITRICO EN GRAMOS POR LITRO SEGUN LOS cm.<sup>3</sup> DE SOSA, DECIMO NORMAL GASTADOS EN NEUTRALIZAR 5 cm.<sup>3</sup> DE ZUMO.**

Sosa decinormal cm. <sup>3</sup>	Acido citrico gramos/ litro	Sosa decinormal cm. <sup>3</sup>	Acido citrico gramos/ litro
5,—	6,40	7,9	10,11
5,1	6,53	8,—	10,24
5,2	6,66	8,1	10,37
5,3	6,78	8,2	10,50
5,4	6,91	8,3	10,62
5,5	7,04	8,4	10,75
5,6	7,17	8,5	10,88
5,7	7,30	8,6	11,01
5,8	7,42	8,7	11,14
5,9	7,55	8,8	11,26
6,—	7,68	8,9	11,39
6,1	7,81	9,—	11,52
6,2	7,94	9,1	11,65
6,3	8,06	9,2	11,78
6,4	8,19	9,3	11,90
6,5	8,32	9,4	12,03
6,6	8,45	9,5	12,16
6,7	8,58	9,6	12,29
6,8	8,70	9,7	12,42
6,9	8,83	9,8	12,54
7,—	8,96	9,9	12,67
7,—	8,96	10,—	12,80
7,2	9,22	10,1	12,93
7,3	9,34	10,2	13,06
7,4	9,47	10,3	13,18
7,5	9,60	10,4	13,31
7,6	9,73	10,5	13,44
7,7	9,86	10,6	13,57
7,8	9,98	10,7	13,70

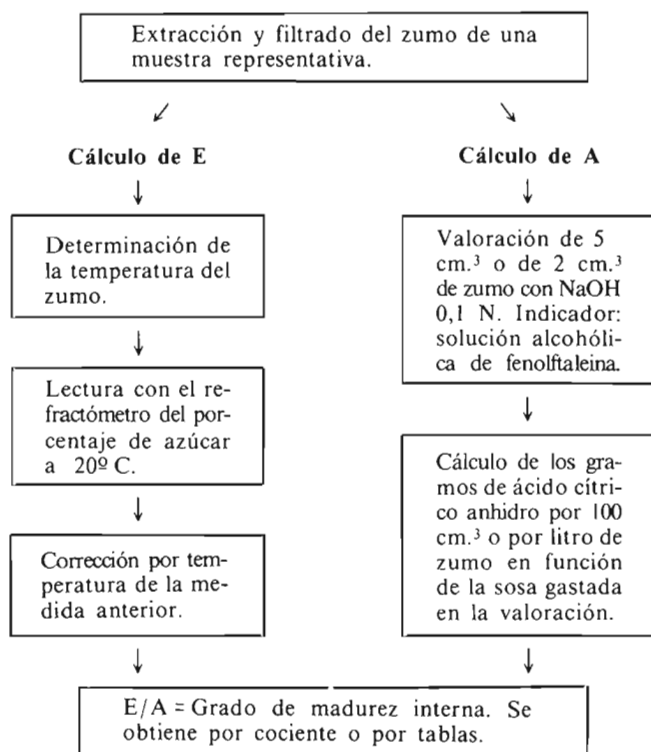
Extracto de las tablas de reducción de c.c. de solución de sosa 0,1 N a gramos de ácido cítrico anhidro contenido en litro de zumo, utilizando en la determinación 5 c.c. de zumo.



obstante, es el uso de tablas de doble entrada para extracto seco E y acidez A expresadas en número de gramos de ácido cítrico anhidro contenidos en un litro de zumo (tabla nº 4).

Hay que indicar que no se recurre a la interpolación, yendo, por seguridad, al valor inmediato de E y al inmediato superior de A.

### Mecánica operativa



El grado de madurez interna E/A se puede obtener por simple división (teniendo presente que A es gramos de ácido cítrico en 100 cm.<sup>3</sup> de zumo) o consultando las tablas que lo facilitan según los valores de E y A.

**EJEMPLO:** Sean las mismas mandarinas, Satsumas, de las que ya determinamos su porcentaje en zumo.



## Práctica

Es fundamental la representatividad de la muestra. Puede servir el zumo de la determinación anterior extraído con prensa de mano o exprimidor de palanca y filtrado por tamiz de 1 mm. (colador metálico) (fig. 7).

Para el trasvase del zumo son indicados vasos de 250 cm.<sup>3</sup> (fig. 8).

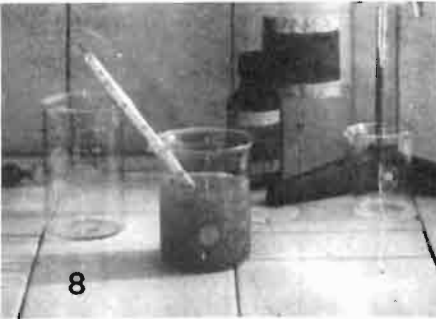
La temperatura del zumo se determina con termómetro de escala 0-50<sup>o</sup>C. La lectura del refractómetro se efectúa del modo ya descrito (fig. 9), y se procede a la corrección por temperatura mediante la tabla 2.

Para la valoración añadiremos de 3 a 5 gotas de la solución alcohólica de fenolftaleína a 2 o a 5 cm.<sup>3</sup> del zumo utilizando la pipeta y un vaso de 50 ml, vertiendo a continuación, la sosa decímonormal desde la bureta, agitando continuamente el vaso que contiene el zumo, hasta que se produzca el viraje de coloración permanente, de naranja a rosa, que indica la neutralización. (Figs. 10 y 11).

Los gramos de ácido cítrico anhidro se calculan multiplicando los cm.<sup>3</sup> de sosa decímonormal gastada en la valoración por 1,28 o por 3,20 según hayamos utilizado 5 cm.<sup>3</sup> ó 2 cm.<sup>3</sup> de zumo, o bien mediante las correspondientes tablas de equivalencias.



7



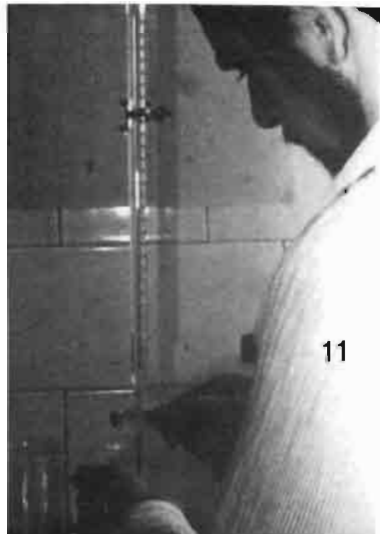
8



9



10



11

### Cálculo de E

Temperatura del zumo: 17° C.

Lectura refractométrica: 8,5%.

Para estos valores la corrección, sustractiva, consultada en la tabla nº 2, da: 0,19%.

Lectura corregida: 8,31% = E.

### Cálculo de A con 5 c.c. de zumo

NaOH 0,1 N. gastada = 11 cm.<sup>3</sup>

11 × 1,28 = 14,08 gr. de ácido cítrico anhidro por litro de zumo.

$$\frac{E}{A} = \frac{8,31}{1,408} = 5,90 \text{ tomándose } \frac{5,75}{1} \text{ como valor práctico.}$$

En la tabla número 4 con los valores de E = 8,31 y A = 14,08 gr./litro, entramos con E = 8,25 hasta encontrar el valor de A = 14,34 inmediato superior a 14,08 y obtenemos

$$\frac{E}{A} = \frac{5,75}{1}$$

Las normas fijan para esta variedad un mínimo  $\frac{E}{A} = \frac{5,5}{1}$

## MATERIAL NECESARIO PARA LA DETERMINACION DEL ESTADO DE MADUREZ

Un sencillo laboratorio precisa una dotación mínima de:

- Una prensa de mano o exprimidor de palanca.
- Un cuchillo.
- Una balanza de 2 kg.
- Dos vasos de 250 cm.<sup>3</sup> y un vaso de 50 cm.<sup>3</sup>
- Un colador metálico de 1 mm. de malla.
- Un termómetro de escala 0-50° C.
- Un refractómetro de azúcar.
- Una probeta de 250 cm.<sup>3</sup>
- Una bureta de 50 cm.<sup>3</sup> con soporte y pinzas.

- Una pipeta de 10 cm.<sup>3</sup>
- Frasco lavador.
- Hidróxido sódico 0,1 N.
- Solución alcohólica de fenolftaleína al 1 por 100.
- Agua destilada.
- Tablas de conversión, de determinación o ambas.

## ELECCION DE LA MUESTRA

Se ha insistido en la exposición del cálculo de la madurez interna en la representatividad de la muestra, tanto en tamaño como en madurez externa.

Es conveniente dedicar unas líneas a este aspecto de gran importancia.

En primer lugar, no deben mezclarse frutos procedentes de huertos con distintas condiciones ecológicas, de cultivo, etc.

Dentro de un huerto o huertos, la muestra será aleatoria, tomando fruto de varios árboles.

Ya en un árbol, hay que considerar que los frutos del exterior darán mayor refractométrica y por tanto extracto seco, E, que los del interior y, dentro de aquellos, más los de la orientación sur y menos los de la norte por el distinto contenido en sólidos, al igual que, con los frutos ya seccionados, el hemisferio superior, unido al tallo, dará menos concentración que el inferior.

La acidez, A, no difiere tanto en frutos de dentro o fuera del árbol. Sin embargo, los frutos orientados al norte darán menos acidez, al igual que los de mayor calibre.

Así, pues, en la madurez interna E/A, suele tener mayor incidencia, en cuanto a muestra, las variaciones que ésta produce en el extracto seco que en la acidez.

La muestra afectará a varios árboles y, en lo que a cada árbol se refiere, deberá confeccionarse con frutos de diversos calibres y distinta orientación, así como posición más externa o más interna. Del total de la misma tomaremos, aleatoriamente, la cantidad de fruto para las determinaciones necesarias, que, normalmente, estará entre 1 y 2 kg.

Una forma de tomar los árboles que proporcionen la muestra puede ser la de seguir una diagonal en el huerto. Seleccionados tres o cuatro árboles, pueden considerarse, para cada uno de ellos, cinco sectores: cuatro en la periferia del árbol según las orientaciones noreste, noroeste, sureste y suroeste y un sector en el interior. De cada uno de los sectores pueden tomarse unos 20 frutos procedentes de los 3 ó 4 árboles.

**PUBLICACIONES DE EXTENSION AGRARIA**  
**Bravo Murillo, 101 - Madrid-20**

Se autoriza la reproducción **íntegra** de esta publicación mencionando su origen: «Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura».