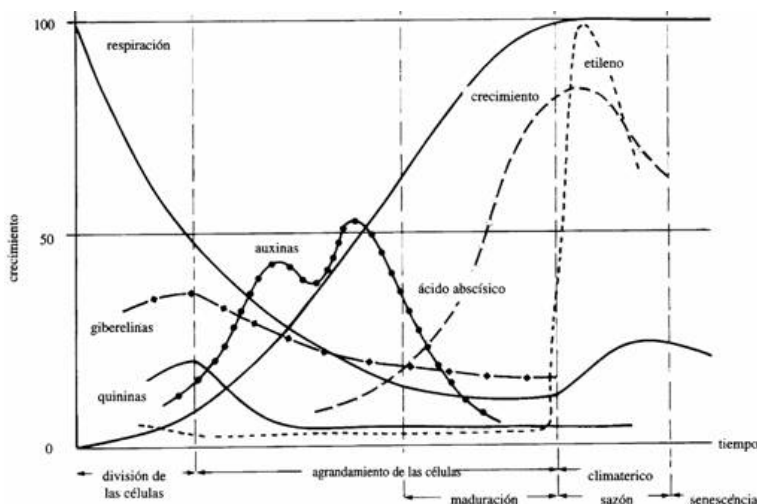




## NOTAS SOBRE MATERIAS PRIMAS

### FRUTAS – PROCESO DE CRECIMIENTO, RESPIRACIÓN Y MADURACIÓN

Las frutas no son recogidas hasta que no tiene lugar el completo crecimiento del fruto. Para conseguir la calidad deseada, es necesaria la maduración antes de su consumo. El crecimiento generalmente comprende un corto período inicial de división de célula, seguido por un período más largo de alargamiento de células que culmina en la maduración, seguido de los períodos de sazón, senescencia y muerte. Estos procesos se controlan por hormonas, como se indica en el siguiente esquema:



Las quininas y giberelinas están relacionadas con la división y diferenciación de la célula, las auxinas con el crecimiento y las abscisinas y el etileno con la maduración y sazón.

Una fruta es fisiológicamente madura cuando ha alcanzado su última etapa de crecimiento y ha desarrollado la habilidad de madurar normalmente después de su recolección. Para ser "comercialmente" madura en una etapa más temprana, cuando se han desarrollado suficientemente las características deseadas para que sea comestible.

Los tests prácticos usados para la determinación de la madurez tienen limitaciones. Un solo test no es una base fiable para predecir la vida de almacenamiento o comportamiento de la maduración de la fruta. La velocidad de respiración es una buena guía, pero no es practicable como test de rutina.

En muchas frutas, un cambio de color de la piel a partir del verde oscuro de inmadurez a un verde más claro, o verde amarillo puede ser una guía útil. En otros frutos el ablandamiento (test de presión) puede ser utilizado como test. Por lo tanto, los cambios en varias características deberán tomarse en cuenta junto con un calendario basado en la experiencia, para predecir el estado de madurez.

La actividad fisiológica en frutas recolectadas puede ser esencial para el logro de la madurez deseada o puede conducir a un deterioro de la calidad. El proceso metabólico principal en la fruta recolectada es la respiración, que conlleva una descomposición de sustratos orgánicos con liberación de energía y reducción de reservas. Esta energía puede usarse para síntesis adicionales como las requeridas durante la maduración, o se liberará como calor.



El objetivo de cualquier técnica de almacenamiento es reducir estos procesos metabólicos y la respiración de los frutos y, por lo tanto, prolongar su vida de almacenamiento sin alterar su normal metabolismo, que podría resultar en una maduración anormal o en otros cambios indeseables.

Sin embargo, el inevitable final de todos los tejidos vivos es la senescencia y la muerte y la maduración de la fruta representa el comienzo de este proceso. La senescencia implica la desorganización progresiva de los procesos metabólicos de la célula. El mantenimiento de la integridad de las células y de su metabolismo requiere un suministro constante de energía procedente de la respiración.

En presencia del oxígeno, la respiración es aerobia, y los productos finales son dióxido de carbono, agua y calor.

En ausencia de oxígeno la respiración es anaerobia, y mucho menos eficiente como productora de energía. La respiración aerobia es mucho más importante en frutas recolectadas, pero la anaerobia puede ser significativa en tejidos senescentes cuando la rotura estructural produce una reducción de permeabilidad al oxígeno.

En general, la velocidad de respiración, medida por la producción de dióxido de carbono o por el consumo de oxígeno, es una buena medida de la velocidad de metabolismo y sirve para predecir el almacenamiento de frutas y verduras.

Generalmente, la vida de almacenamiento está inversamente relacionada con la velocidad de respiración. La mayoría de las frutas carnosas, recogidas duras e inmaduras, y que tienen una fase característica de maduración tienen también un característico y temporal aumento de la velocidad de respiración hasta un máximo climatérico, que normalmente coincide con los cambios más obvios de maduración. Este aumento climatérico es acompañado por un aumento en la producción de etileno. Otras frutas sin esta fase distintiva de maduración no muestran este aumento climatérico.

Las variedades de frutas de maduración temprana producen calor y dióxido de carbono más rápidamente que las variedades tardías, y tienen una vida más corta. Las frutas maduras respiran más rápidamente que las no maduras.

La velocidad de respiración disminuye con el aumento de la proporción de dióxido de carbono presente y la disminución del oxígeno en la atmósfera, estos efectos son la base del almacenamiento en atmósfera controlada (gas). Si los niveles del dióxido de carbono son demasiado altos, o el nivel de oxígeno es demasiado bajo, comienza la respiración anaerobia y los tejidos quedan dañados irreversiblemente. La tolerancia a estos cambios varía ampliamente; las frutas tropicales, tomadas como una clase, son normalmente más tolerantes que las frutas de climas más suaves; por tanto, el almacenamiento en atmósfera controlada es relativamente más efectivo con ellas.

Es deseable una baja velocidad de respiración, puesto que indica un bajo porcentaje de utilización de azúcares, que son los principales sustratos respiratorios, y de otros materiales de reserva esenciales, lo que alargará su vida. El objeto de cualquier técnica de almacenamiento es minimizar el deterioro sin alterar el proceso normal de vida.

El etileno se produce por los tejidos de todas las plantas y es la hormona natural de maduración responsable de la descomposición de los pigmentos clorofílicos, de la caída de hojas y de la maduración de la fruta, probablemente porque inducen los sistemas enzimáticos de maduración. El etileno es fisiológicamente activo a muy bajas concentraciones (menos de 0.1 ppm en la atmósfera).



La producción de etileno de las distintas frutas se indica en la tabla:

Velocidad relativa (ml/kg/h)	Producto
Muy baja <0.1	Cerezas, dátiles, cítricos.
Baja 0.1-1.0	Frutillas (fresas) y similares, melón.
Moderada 1.0-10	Plátanos, variedades de melón, mangos, ciruelas.
Alta 10-100	Damasco (albaricoque), palta (aguacates), nectarinas, guayaba (papayas), duraznos (melocotones), peras.
Muy alta > 100	Manzanas, fruta de la pasión

Se ha determinado que esta producción de etileno está ceñidamente relacionada con la respiración, pero el aumento de su producción puede aparecer antes o después del aumento climatérico en la respiración. Las cantidades producidas difieren según las frutas; las manzanas lo producen en grandes cantidades, mientras que el mango, la piña tropical y los cítricos lo producen en bajas cantidades, aunque estos frutos responden al etileno externo.

Otro aspecto importante a considerar durante el almacenamiento y manipulación de frutas es el control de la maduración. Las frutas maduran bien, sólo si se mantienen dentro de un rango limitado de temperaturas con un óptimo para muchas frutas de alrededor de 20°C. Por ende, la madurez es controlada principalmente por el control de temperatura. Los plátanos no madurarán debidamente por debajo de los 15°C, aunque algunas variedades de ciruela y pera madurarán despacio pero satisfactoriamente a 5°C. El control de los niveles de etileno, dióxido de carbono y oxígeno forma parte del control de maduración.

Los plátanos son especialmente sensibles al etileno en concentraciones tan bajas como de 1 ppm y deben ser almacenados en atmósferas libres de este gas. Pueden mantenerse durante seis meses a 20°C en estado no maduro y una atmósfera sin etileno, con un contenido del 5% de oxígeno y 3% de dióxido de carbono. Maduran con normalidad al contacto con el aire y el etileno. La maduración también necesita el mantenimiento del contenido original de agua de los tejidos, y por lo tanto, altas humedades. Se acelera la maduración de bananas introduciendo unos pocos ppm de etileno dentro de las cámaras de maduración.

Los cítricos son desverdecidos rápidamente por exposición a unos pocos ppm de etileno a una temperatura aproximada de 25°C, y con elevada humedad. El etileno acelera el envejecimiento de cítricos, por lo que se puede prolongar su almacenamiento si se elimina el etileno de la atmósfera.

En resumen, podemos decir que cuando una fruta madura suceden a la vez varios eventos bioquímicos causados por enzimas que rompen las moléculas complejas a otras más sencillas. La permeabilidad de las paredes y membranas celulares aumenta. Las células incrementan su respiración, consumen más oxígeno y producen más dióxido de carbono. Los contenidos de almidón y ácidos disminuyen mientras aumentan los contenidos azucarados. Ejemplo clásico de esto es la conversión bioquímica que tiene lugar en un plátano que convierte su 25% de almidón y 1% de azúcar en 20% de azúcar y 1% de almidón, perdiéndose un 5% como energía utilizada en las reacciones bioquímicas.

Las enzimas pectínicas ablandan la textura de las frutas y les hacen desarrollar sus aromas característicos. Corrientemente los colores cambian del verde al rojo, amarillo o púrpura; esto tiene lugar al romperse las moléculas de clorofila lo que enmascara a los otros colores. También se sintetizan algunos colores y al madurar el color de la fruta va adquiriendo el aspecto característico de fruto maduro.



Hay frutas que no contienen almidón, como el melón, la piña americana y las cítricas. Las hojas de las plantas les proporcionan los ingredientes azucarados necesarios para el proceso madurativo. Si estas frutas se recolectan demasiado pronto, ya no se endulzan más, esto contrasta con las manzanas, peras y plátanos. Muchas de las últimas después de recolectadas continúan cambiando su textura, de dura a blanda en un grado que varía con las distintas frutas. Las peras, por ejemplo, continúan cambiando su textura hasta que se hacen harinosas, marchitas y sosas. Por ello las peras se cosechan mientras están verdes.

**Fuente:**

Paine, F., Paine, H., *Manual de envasado de alimentos*, Madrid, Ediciones A. Madrid Vicente 1994.

Varnam, Alan; Sutherland, Jane P. *Bebidas: Tecnología, química y microbiología*. Zaragoza, Acribia 1996

Coenders, A., *Química Culinaria*, Zaragoza, Acribia 1996

Rauch, George H., *Fabricación de Mermelada*, Zaragoza, Acribia 1986

**Autor:** Lic. Daniel Pottí

*Mundohelado Consulting España*

<http://www.mundoheladoconsulting.com/>