

Madurez a cosecha y su efecto sobre la calidad de los frutos de pepita

La madurez de los frutos de pepita en el momento de su cosecha tiene una relación directa con la forma en que los mismos pueden ser manipulados, transportados y comercializados, así como en su potencial de conservación y calidad.

MADURACIÓN DE LOS FRUTOS

El desarrollo de los frutos es un proceso que involucra varias etapas durante las cuales ocurren diversas transformaciones que se suceden de manera continua, incluso después de la cosecha. Mientras están en el árbol, los frutos manifiestan una serie de cambios, tanto cualitativos como cuantitativos, entre los que se destaca el aumento de tamaño (división y expansión celular). Cuando terminan de crecer acontece la maduración, que es la fase intermedia del desarrollo de los frutos, entre el crecimiento y la senescencia.

Durante la maduración se producen múltiples reacciones bioquímicas y fisiológicas, pudiendo identificarse dos etapas: la madurez fisiológica y la madurez organoléptica, cada una con características propias. Se define como madurez fisiológica al estado del fruto en el cual, luego de ser cosechado, puede continuar

madurando hasta lograr el sabor, aroma y otras características propias. En cambio, se entiende como madurez organoléptica al momento en el cual el fruto ha alcanzado su máximo sabor, aroma y textura que lo hacen apto para el consumo.

En el caso de los frutos climatéricos, como las peras y las manzanas, la fase de la maduración está asociada a un incremento significativo de la actividad respiratoria (climaterio) y de la producción de etileno, provocando el paso de fruto maduro a fruto senescente. En la etapa previa al climaterio, la tasa respiratoria es mínima, elevándose luego hasta cuatro veces durante la fase final de la maduración. Para conservar la calidad de un fruto durante la poscosecha, es deseable el mantenimiento de su tasa respiratoria en niveles bajos, ya que esto disminuye su metabolismo y el consumo de hidratos de carbono (Gráfico 1).



Gráfico 1. Etapas del desarrollo de los frutos climatéricos.

MOMENTO OPORTUNO DE COSECHA

La distinción entre frutos climatéricos y no climatéricos es clave, ya que determina el sistema de cosecha, comercialización y poscosecha. En el caso de los frutos climatéricos, la madurez en el momento de la cosecha tiene una relación central con la forma en que los mismos pueden ser manipulados, transportados y comercializados, así como en su potencial de conservación y calidad.

El manejo poscosecha pretende controlar los factores internos y externos que contribuyen a intensificar el proceso de respiración y, por ende, la maduración. Si la cosecha se realiza en forma temprana, o demasiado tardía, esto derivará una serie de consecuencias que es necesario valorar (Tabla 1).

La decisión del momento oportuno de cosecha está directamente relacionada con su destino posterior: temprano para las primicias, tarde para el consumo inmediato y promediando el período de aptitud de cosecha para el almacenamiento a largo plazo. Sin embargo, se debe considerar que tanto las cosechas tempranas como las tardías influyen en la calidad de los frutos.

Una cosecha demasiado temprana implica frutos

jóvenes, muy ricos en clorofila y almidón, con menor porcentaje de cobertura y menor calidad organoléptica debido a que desarrollan menos sabor y aroma. Asimismo, son frutos más susceptibles a ciertos desórdenes fisiológicos, como la escaldadura superficial o el *bitter pit*, en el caso de las manzanas, y se deshidratan con mayor facilidad.

Los frutos cosechados tardíamente, con madurez muy avanzada, si bien tienen mejor color de cobertura, mayor tamaño y desarrollo de sabor, pueden presentar problemas de calidad por sobremadurez, como el rajado o *cracking* en manzanas Cripp's Pink o Gala y sus clones; corazón acuoso en manzanas Red Delicious y clones; pérdida de color verde en manzanas Granny Smith o en las peras en general. Adicionalmente a los problemas de calidad particulares, todos los frutos cosechados muy tarde se ablandan rápidamente y son más sensibles al manipuleo y desarrollo de podredumbres, lo que dificulta su manejo en la planta de empaque, así como su posterior conservación. Luego de un corto período de almacenamiento, estos frutos son más propensos a presentar problemas de sobremadurez, como harinosidad o decaimiento interno por senescencia (Foto 1).

Tabla 1. Consecuencias en la calidad de la fruta derivadas de una cosecha temprana o tardía.

Cosecha Temprana	Cosecha Tardía
Maduración tardía e incompleta	Maduración completa y acelerada
Frutos de menor tamaño	Frutos tamaño mediano a grande
Menor color de cobertura	Color de cobertura satisfactorio
Buena resistencia a golpes	Baja resistencia a daños mecánicos
Calidad organoléptica mediocre	Muy buena calidad organoléptica
Frutos aptos para comercialización como primicia	Frutos aptos para conservación a corto plazo
Mayor sensibilidad a bitter pit y escaldadura superficial en manzanas	Menor susceptibilidad a bitter pit y escaldadura superficial en manzanas
Mayor sensibilidad a deshidratación	Mayor susceptibilidad a harinosidad, senescencia y podredumbres



Foto 1. Algunos problemas de calidad asociados a una cosecha tardía: rajado, corazón acuoso y decaimiento interno.

sigue >>

El período de cosecha de frutos de pepita, que permite aplicar la tecnología de poscosecha disponible para lograr conservar, transportar y comercializar peras y manzanas de óptima calidad, se limita a un tiempo relativamente corto y se conoce como ventana de cosecha. Dicho período está comprendido entre el momento a partir del cual el fruto ya alcanzó su madurez fisiológica, es decir, ya completó su evolución y puede continuar madurando fuera de la planta, y el período donde se produce un rápido incremento de la tasa respiratoria o crisis climática (Gráfico 1).

La ventana de cosecha, dependiendo de la especie y variedad, puede ser de entre dos a cuatro semanas. Luego de ese tiempo, los frutos se almacenan en cámaras frigoríficas con el objetivo de que queden disponibles para el consumo durante el resto del año, según la variedad.

ÍNDICES DE MADUREZ

Para evaluar el estado de madurez de los frutos se tienen en cuenta diferentes parámetros, tales como el tamaño, la forma, el color de la epidermis o del fondo, la firmeza de la pulpa, el contenido de sólidos solubles, la acidez, la relación sólidos solubles/acidez titulable, y la degradación de almidón. Dependiendo de la especie serán más importantes unos que otros y dependiendo de la variedad cambiarán los valores óptimos propios para cada uno de ellos.

Estos parámetros o índices permiten determinar el momento de madurez fisiológica, es decir, cuándo es posible iniciar la cosecha, así como conocer la madurez de la fruta durante ese período, a fin de evaluar su capacidad de conservación y poder determinar el destino de cada lote. En este sentido, si el fruto por ejemplo tuviera como fin el consumo inmediato, se podría considerar un grado más avanzado de madurez al momento de la cosecha; en tanto, si se va a almacenar por un tiempo prolongado se debe encontrar el punto óptimo que permita tal conservación (Tabla 2).

Tabla 2. Rangos de valores de índices de madurez promedio de referencia para la cosecha de las principales variedades de peras y manzanas en la región de la Patagonia Norte

Variedad	Temprano				Óptimo				Tardío			
	Firmeza (lb)	Sólidos (%)	Acidez (g/L)	Almidón (%)	Firmeza (lb)	Sólidos (%)	Acidez (g/L)	Almidón (%)	Firmeza (lb)	Sólidos (%)	Acidez (g/L)	Almidón (%)
William's	20,5-19,5	>10	5-4	15-20	19,5-16,5	10-11	4,5-4	20-40	16,5-14	>11	<4	>40
Beurré D'Anjou	16-15	10-11	4,5-3,5	15-25	15-14	11-12	4-3,5	25-45	14-12	>11,5	<4	>45
Packham's Triumph	16,5-15,5	11-12	4-3,5	20-30	15,5-14	11,5-12,5	3,5-3	30-50	14-12,5	>11,5	<3,5	>50
Abate Fetel	13,5-12,5	>11	3-2,5	20-40	13-12	11-12,5	3-2,5	40-55	12-10,5	>12,5	<3	>55
Gala	20-18,5	>11	5-3,5	15-30	18,5-16	11-12	4,5-3	30-50	16-14,5	>12	<3,5	>50
Red Delicious	18,5-16,5	>10	4-3	10-20	17-15,5	10-11,5	3,5-3	20-50	<15,5	>11	<3	>50
Granny Smith	18-16	>10	10,5-9	10-20	17-15	10-11,5	10-8	20-50	<15,5	>11	<8	>50
Cripp's Pink	19-18	>12	8-7	15-20	18-16,5	12-13	7,5-6,5	20-50	16,5-15,5	>13	<6,5	>50

sigue >>

Es importante utilizar los índices de madurez de manera conjunta, en lugar de un valor absoluto de uno solo de ellos. Esto permite la complementariedad y el aumento en la precisión de las medidas, obteniendo un conocimiento más real del estado del fruto.

Los índices de madurez deben ser de medición simple, fáciles de realizar mediante equipos relativamente baratos, y que faciliten una medición objetiva con resultados repetibles y consistentes a través del tiempo y del espacio.

Los más utilizados son:

La **firmeza de la pulpa**, que representa el avance de la madurez a través del ablandamiento gradual de la pulpa. Se determina en forma mecánica mediante el uso de un penetrómetro y su funcionamiento se basa en la resistencia que ofrecen los tejidos del fruto a la penetración de un vástago o tope con un diámetro conocido que posee el aparato. Se expresa en kilos (kg) o libras (lb) (1 kg equivale a 2,202 lb) (Foto 2).

El **índice de acidez** es más complejo de determinar que los demás. Las manzanas y las peras tienen gran cantidad de ácidos orgánicos, siendo el más importante el ácido málico. Los ácidos pueden encontrarse como ácidos libres o formando sales. En la práctica, éste índice mide la acidez libre mediante titulación con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N, o mediante instrumentos más simples como acidómetros. El resultado se expresa en gramos de ácido málico por litro de jugo (g/L). Este índice resulta más importante en las manzanas que en las peras (Foto 3).

El **índice refractométrico**, permite medir la desviación que sufre la luz polarizada al atravesar la solución azucarada del jugo de la fruta. Se mide mediante una lectura directa utilizando un refractómetro y el resultado se expresa en porcentaje (%) de sólidos solubles (Foto 4).

El **índice de almidón** representa el avance de la madurez a través de la degradación del almidón, desde la zona del corazón del fruto hacia la periferia, de una forma específica y característica en cada variedad. Se mide a través de la tinción del almidón con una solución de lugol, con lo cual se puede valorar el grado de hidrólisis del almidón contenido en la pulpa y la comparación con escalas de referencia específicas para cada variedad. Se expresa en porcentaje de degradación (%). Este índice resulta más específico para manzanas que para peras (Foto 5).

El **color de la epidermis** representa el avance de la madurez a través del cambio de color en la epidermis de los frutos. Se mide utilizando instrumentos como los colorímetros (Foto 6) o

bien a través de la comparación con tablas específicas para cada variedad (Foto 7).

La medición y el seguimiento de los índices de madurez en peras y manzanas brinda una herramienta fundamental para definir el momento de cosecha y destino de cada lote, y los tratamientos que permitan conservar la calidad de los frutos durante la poscosecha.

En la región de la Patagonia Norte funciona hace más de 30 años el Programa Regional de Madurez, mediante el cual se realizan monitoreos periódicos desde las semanas previas a la cosecha, brindando recomendaciones de manejo técnico, de acuerdo a los resultados obtenidos de los índices de madurez de las variedades más importantes de la región.

Es recomendable la cosecha óptima de cada variedad, ya que una cosecha muy temprana o su retraso tiene incidencia en la capacidad de conservación de los frutos y en el desarrollo de desórdenes. A su vez, la pérdida de calidad en poscosecha se agrava al prolongarse la conservación. La cosecha oportuna y el adecuado uso del paquete tecnológico disponible permiten mantener una adecuada oferta y calidad de la fruta durante todo el año.



Foto 2. Determinación de firmeza mediante penetrómetro.



Foto 3. Determinación de acidez mediante titulación.



Foto 4. Refractómetros para medir concentración de sólidos solubles.

Test de Degradación de Almidón

Procedimiento para determinar la degradación de almidón

1. Cortar los frutos transversalmente por la zona ecuatorial y a la altura del corazón.
2. Colocar la solución de lugol en una bandeja de fondo fino, hasta cubrir aproximadamente 5 cm de espesor.
3. Tomar la mitad superior del fruto (el pedúnculo servirá para sujetarlo con facilidad) y poner la zona de corte en contacto con la solución de lugol durante 1 minuto.
4. Una vez transcurrido el tiempo indicado, retirar el fruto, enjuagar con agua corriente la superficie de corte y secarla con toallas y papel absorbente.
5. Comparar el "diseño" establecido en la superficie de corte, con las tablas de degradación de almidón de cada variedad de variedad seleccionada.
6. Las zonas del fruto que quedan teñidas son aquellas con presencia de almidón. En las zonas sin teñidas, el almidón ya ha sido degradado.

Para preparar la solución de lugol, disolver 10 g de yodo y 5 g de yodo en 1000 ml de agua. Calentar en trazo color caramelo. Tapar y agitar el frasco. Dejar reposar 1 día. Homogeneizar la solución antes de su uso.

No consumir las manzanas teñidas y desmenuar fuera del alcance de otros personas, ya que el lugol es un tinte de alimentos tóxico. El peso de un producto teñido, por tal motivo, evitar la inhalación de vapores, la ingestión y el contacto con los ojos.

Grupo Promociones | INTA | INTA



Foto 5. Tinción con lugol y cartas comparativas para medir la degradación del almidón.

<https://inta.gov.ar/documentos/test-de-degradacion-de-almidon>

sigue >>



Foto 6. Medición del color mediante colorímetro.



Foto 7. Cartas comparativas para medición del color.

<https://inta.gov.ar/documentos/carta-de-color-para-peras-williams>