

Poscosecha de hortalizas

Iverly Romero Mendoza, Ing. Agrónomo, Magíster en Ciencias Agropecuarias



Los alimentos se pierden o se desperdician a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la producción agrícola inicial hasta el consumo final en los hogares (FAO, 2012). El nivel de pérdidas discrepa de una región a otra, donde en algunas no desarrolladas las mayores pérdidas se generan durante las primeras etapas de producción y se desperdician en menor cantidad en los consumidores finales, mientras que, en regiones con mayores ingresos, las pérdidas de alimentos se generan al final de la cadena debido principalmente al comportamiento del consumidor, y por otra parte a la falta de coordinación entre los diferentes actores de la cadena de suministro. Según el informe sobre el Índice de desperdicio de alimentos del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UPNUMA 2021), en el año 2019 se generaron alrededor de 931 millones de toneladas de residuos alimentarios, de los cuales el 61 % procedía de los hogares, el 26 % de los servicios de alimentación y el 13 % del comercio minorista. Esto sugiere que el 17 % del total de la producción mundial de alimentos puede desperdiciarse (11 % en hogares, 5 % en el servicio de alimentos y 2 % en el comercio minorista).

Las causas de las pérdidas pueden ser muy variadas, desde calidad visual hasta que el producto llegue sano, pero de igual forma el consumidor lo termina botando. Por lo que, disminuir las pérdidas en la etapa productiva y en el manejo de postcosecha del producto hasta que llegue al consumidor, es sumamente importante y se encuentra a nuestro alcance como productores. A continuación, una serie de recomendaciones se describen con el objetivo de mantener la calidad de nuestros productos hortícolas, y con ello, contribuir a disminuir la pérdida de estos alimentos.

Índice de madurez de cosecha

Para que las hortalizas logren mantener su calidad hasta llegar al consumidor final, el primer paso en la vida de poscosecha de un producto es el momento de la cosecha (Kader, 2002). En este momento, el producto debe ser cosechado con una madurez apropiada, debido a que de ésta depende la duración en almacenamiento. En la etapa final del manejo del cultivo hortícola se debe tener en cuenta el tipo de órgano o parte de la planta como factor principal, ya que de éste depende el índice de madurez.

Por una parte, existen hortalizas que se cosechan con madurez fisiológica, etapa que ocurre antes del desarrollo completo del fruto que después de cosechado debe sobrevivir con sus propios sustratos acumulados (Dos Santos *et al.*, 2015). Este es un paso intermedio entre el fin del crecimiento y el inicio de la senescencia), entendiéndose la senescencia como una fase natural de los productos, en donde el órgano comestible comienza a envejecer y deteriorarse. Un ejemplo es el tomate, donde es posible observar que el fruto verde llega a una coloración roja con sus semillas internas listas para germinar.

Por otro lado, hay órganos que se cosechan con madurez hortícola (madurez comercial), es decir, se cosechan cuando se encuentran aptos para el consumo, de acuerdo a los requerimientos del mercado. Esta madurez tiene poco que ver con la madurez fisiológica.

Como ejemplo se puede citar la cosecha del repollo, la que se realiza de acuerdo al grado de compactación, o en pepino ensalada donde se cosecha de acuerdo a su tamaño.

Hay otro número de hortalizas que se consume de acuerdo a su madurez de consumo u organoléptica, donde el producto hortícola reúne las características deseables para su consumo. En este aspecto es deseable que cumpla con las características organolépticas como la textura, el contenido de azúcares, acidez, aromas, entre otros.

Cada característica señalada puede ser un índice de madurez, donde este debe representar la evaluación de una característica en el tiempo en la hortaliza. Estos índices deben ser objetivos, representativos y, en lo posible, deben ser no destructivos (Cuadro 1). La evolución del color, el aumento del tamaño o grosor de un órgano son los índices de madurez comúnmente usados y, generalmente, en las hortalizas calzan con que son también buenos índices de cosecha (índice aplicable en campo como una indicación para cosechar).

Cuadro 1. Índices de madurez para algunas hortalizas (Kader, 2002)

Índice de madurez y propiedades de textura	Ejemplo de hortalizas
Unidades de calor promedio	Chícharo, arveja, maíz
Desarrollo de la capa de abscisión	Algunos melones
Morfología y estructura de la superficie	Formación de la cutícula en tomate
Tamaño	Gran parte de las hortalizas
Gravedad específica	Sandía y papa
Forma	Compactación de brócoli y coliflor
Solidez	Lechuga, col, coles de bruselas
Textura	Chícharo, arveja
Color externo	Gran parte de las hortalizas

Una vez elegido el índice de acuerdo a la hortaliza se realiza la cosecha. En esta etapa se deben tener en cuenta algunas consideraciones generales que permiten mantener la calidad de los productos:

- El lugar donde se realiza el acopio debe estar bajo sombra. Así, una malla sombreadora tipo raschel es la más usada, permitiendo por un lado, dar sombra para que los productos puedan ser acopiados evitando la deshidratación, y por otro lado, permite mantener las bandejas y potes con protección ante el sol y que las partículas de polvo se liberen en el campo producto de la circulación de maquinaria (Figura 1).
- Las herramientas de campo se deben mantener afiladas para evitar desgarros en los cortes. Además, la recomendación es usar contenedores adecuados en cosecha

para evitar sobrecargarlos (daño por compresión) y también evitar el trasvasije de manera continua. En esta última, evitar las caídas de gran altura.

- Evitar hacer la cosecha si existe rocío o cuando se registren altas temperaturas. Las horas frescas de la mañana son un buen momento para hacerlo.



Figura 1. Lugar de acopio de hortalizas utilizando una malla tipo raschel para generar un sombreado (80 % de sombra), INIA Carillanca

- Evitar por completo generar daños físicos como cortes o lesiones en las plantas (fruto, hoja, tallo o raíz). Estos daños son generalmente provocados por herramientas de cosecha, uñas de los operarios en la manipulación o por impactos. Por otro lado, los daños por impacto en el momento de la cosecha no son visibles y los síntomas comienzan a aparecer luego de algunos días. Las heridas en el órgano a cosechar pueden ser una vía para la penetración de hongos y bacterias que producen pudriciones disminuyendo la producción. Así, pre clasificar por daño mecánico y patológico es recomendable, con el fin de comercializar productos con una calidad homogénea.

Procesos fisiológicos en poscosecha

Las hortalizas destacan por su elevado contenido de agua, vitaminas, minerales y fibra. Sin embargo, este alto contenido de agua (>90 %) y actividad metabólica provocan que los alimentos sean muy perecederos. Esto significa que tienen una duración limitada una vez colectados o cosechados en el campo, comenzando a degradarse y perdiendo sus propiedades nutricionales.

La hortaliza cosechada, luego de ser arrancada, sigue respirando y transpirando (pierde agua), presentando cambios composicionales que alteran el nivel de sustancias de reserva (azúcares, almidón, lípidos), pigmentos, vitaminas, ácidos orgánicos, entre otras.

Las hortalizas logran mantenerse con vida generando energía obtenida desde sus reservas debido a la respiración. Al ser cosechadas, estas reservas no pueden volver a ser reemplazadas y, a la velocidad con que disminuyen, será un factor de gran importancia en la duración de la vida de poscosecha del producto. Kader (2002) señala que la pérdida de estas reservas implica una aceleración de la senescencia del tejido, provocando una reducción en el contenido energético, un cambio en el sabor y una pérdida de peso fresco.

También en este evento se corta el abastecimiento de agua, producto de que la raíz ya no puede proveer agua desde el suelo hacia los diferentes órganos como tallos y hojas (corriente transpiratoria), por lo tanto, las hortalizas siguen perdiendo agua como un mecanismo de enfriamiento luego de ser cosechadas, pero, a diferencia de las plantas en crecimiento, las hortalizas ya no pueden reponer el agua a partir del suelo y tienen que recurrir al contenido de agua que tienen en el momento de la recolección, y el producto cosechado continúa perdiendo agua hacia la atmósfera, tal como lo hacía antes de la cosecha (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rango de coeficientes de transpiración para algunas frutas frescas y hortalizas

Fruta	K_t (mg kg ⁻¹ s ⁻¹ Mpa ⁻¹)	Hortaliza	K_t (mg kg ⁻¹ s ⁻¹ Mpa ⁻¹)
Manzana	16-100		
Pera	10-144	Cebolla	13-123
Uva	29-167	Tomate	71-365
Naranja	25-227	Repollo	40-667
Vid	21-254	Lechuga	680-8750
Ciruela	110-221	Puerro	530-1042
Limón	139-229	Zanahoria	106-3250
Durazno	142-2089	Apio	104-3313

Fuente: Thompson *et al.* (1998) compilado desde Sastry *et al.* (1997).

Esta pérdida trae como consecuencia una disminución de turgor de las células, lo que es esencial en la pérdida textural de crocancia en las hortalizas frescas (Wood *et al.*, 2005). Pero, además, esta disminución de turgencia trae consigo una pérdida de peso fresco que afecta a otros aspectos que hacen la calidad visual como el marchitamiento (Chiesa, 2010). Esto es particularmente importante, ya que estas pérdidas pueden llegar a significar que el producto se transforme en desecho, no siendo comercializado.

Por otro lado, luego de la cosecha hay algunos compuestos que el fruto sigue produciendo, como el caso del tomate. En este sentido, el etileno es una hormona que regula la maduración y senescencia de productos agrícolas a nivel molecular, bioquímico y fisiológico (Kesari *et al.*, 2007). Este tiene un doble papel en la poscosecha. Por un lado, ocasiona que los frutos adquieran características organolépticas óptimas para su consumo, pero también

es responsable de la senescencia de los tejidos, generando efectos desfavorables en la calidad (Bapat *et al.*, 2010).

Las hortalizas presentan una diversidad de especies. Para ámbitos de poscosecha, las podemos agrupar de acuerdo a su metabolismo que, por consecuencia, tiene un comportamiento similar luego de la recolección. Así, las hortalizas se pueden agrupar en hojas, tallo y flor (lechuga, acelga, espinaca, albahaca, cilantro, perejil, apio, coliflor, kale, brócoli, repollo, espárrago y alcachofa, entre otras). Por otro, un grupo de órganos subterráneos tales como papa, zanahoria, rábano, betarraga, entre otras. Mientras que en hortalizas de fruto se encuentran el tomate, pepino, ají, zapallo italiano, melón, sandía, pimiento, berenjena, entre otros.

Para las hortalizas de hoja, tallo y flor, por ser órganos inmaduros en crecimiento activo, su respiración es alta y carecen, además, de tejidos protectores frente a pérdidas de agua. Por tanto, en estas hortalizas se puede observar una notoria deshidratación si no se manejan correctamente, luego de ser cosechadas (Figura 2). En cambio, los órganos subterráneos contienen reservas que les confieren una elevada capacidad de conservación, luego de su cosecha. Si hablamos de hortalizas de fruto, son de un nivel intermedio en capacidad de almacenaje, dependiendo en gran medida de su madurez al momento de la cosecha.

Si bien en su gran mayoría las hortalizas cultivadas en La Araucanía van destinadas a mercado interno en fresco, este mercado interno de igual manera demanda calidad. Por lo anteriormente mencionado, los productos cosechados deben trasladarse frecuentemente del huerto al sombreadero o centro de acopio para minimizar el tiempo de espera en campo al aire libre, teniendo en consideración sus características de poscosecha.



Figura 2. Factores ambientales que pueden influir en el deterioro del producto afectando la poscosecha. (a) Planta de albahaca, (b) Planta de albahaca recién cosechada, (c) Planta de albahaca después de tres horas de cosecha. INIA Carillanca, Programa GORE-INIA Hortalizas

Factores ambientales que influyen en el deterioro en poscosecha

Para controlar la vida útil de las hortalizas se deben cumplir ciertos aspectos que son relevantes en el manejo durante el almacenamiento. Los más relevantes se describen a continuación (Olhagaray y Achondo, 1991):

- **Temperatura (°C)**

La temperatura debe ser manejada tempranamente desde el campo, al momento de cosecha (Figura 2) hasta la recepción en lugares para su embalaje, donde independiente del nivel de procesamiento que se le dé, debieran existir las condiciones mínimas para evitar el aumento de temperatura en los productos.

Una de las primeras medidas para evitar el aumento de la temperatura en los productos, es implementar en el campo el uso de sombreaderos mientras se efectúa la cosecha. Luego, es de suma importancia retirar lo antes posible las hortalizas del campo, para evitar la condición de alta temperatura, generalmente en primavera-verano, debido a que, bajo condiciones de alta temperatura ambiente, se ve incrementada la tasa de respiración y, además, como subproducto de este proceso, se libera calor al medio, aumentando aún más la temperatura.

El periodo de comercialización en hortalizas es corto, ya que el traslado se produce desde los huertos de una región a una feria mayorista. En este caso, en el traslado de los productos se recomienda cubrir las bandejas con materiales que eviten el aumento de temperatura. En este sentido, el manejo de la temperatura no implica necesariamente grandes inversiones en cámaras de refrigeración, sino más bien el uso del sentido común. Mientras que, si nuestros productos van a procesamiento industrial, el material producido será sometido a enfriamiento rápido a bajas temperaturas, donde se logra reducir el ritmo respiratorio, retardar maduración, reducir el déficit de presión de vapor entre el medio y el ambiente, disminuir transpiración y la actividad enzimática para que logre recorrer grandes distancias. Eso sí, el uso de frío en hortalizas debe ser específico para cada especie, ya que es posible que una misma temperatura en algunas provoque daños por enfriamiento (DPE), mientras que para otras sea la temperatura adecuada de almacenamiento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Condiciones de conservación para algunas hortalizas (Kader, 2002)

Hortalizas	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
Alcachofa	0	95-100
Espárrago	2,5	95-100
Brócoli	0	95-100
Repollo Bruselas	0	95-100
Repollo	0	98-100
Coliflor	0	95-100
Pepino	5-10	95
Lechuga (cabeza)	0	98-100
Lechuga cortada	0	98-100
Champiñones	0	90
Cebolla (bulbo)	0	65-70
Perejil	0	95-100
Espinaca	0	95-100
Tomate (verde-maduro)	7-13	45-55
Tomate (maduro)	10-15	50

- **Humedad Relativa (%)**

Las hortalizas de hoja son altamente susceptibles a la pérdida de agua, lo que afecta de manera negativa la apariencia que se traduce en la deshidratación del producto. En este caso la deshidratación se explica por la diferencia de presión de vapor (DPV) que existe entre la hortaliza cosechada y su ambiente. En términos más sencillos, el DPV es la diferencia de presión de vapor (PV) o contenido de agua entre la hortaliza y su ambiente. Así, la PV de un tomate se obtendrá con la temperatura de su pulpa y la humedad en su interior (esta última se considerará siempre 100 %) y la PV del ambiente en el que se encuentra se obtendrá a partir de la temperatura ambiental y la humedad relativa. Ambos valores de PV se comparan y podremos conocer desde dónde hacia dónde se desplaza la humedad. Para ejemplificar, si cosechamos lechugas y estas quedan en campo (exterior) luego de ser cosechadas, el agua se moverá desde las hojas (100 % HR) hacia el ambiente (50 % HR) y, dependiendo del tiempo, serán más o menos notorios los síntomas de deshidratación en las hojas (Figura 3).

Por este motivo se hace crítico mantener los productos cosechados a las temperaturas y humedades recomendadas (Cuadro 3), disminuyendo así el déficit de presión de vapor; y por ende, su deshidratación. Además de bajar la temperatura, en algunas hortalizas se recomienda conservarlas en una alta humedad relativa (95 % HR a 0 °C en cámaras de

frío), condiciones que contribuirán a reducir aún más la pérdida de agua de las hortalizas, evitando que salga la mayor cantidad de agua posible, ya que al momento de comercializar, gran parte de lo que se vende es agua y, por lo tanto, tiene un impacto directo en los retornos económicos.

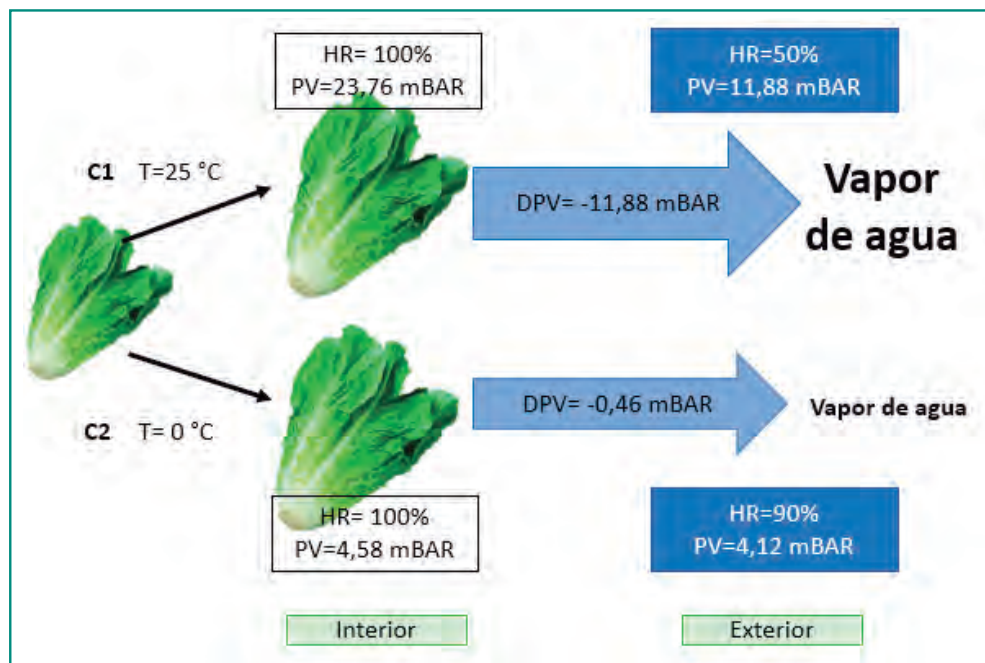


Figura 3. Diferencias de presión de vapor (PV) en lechuga. C1: temperatura en aire libre. C2: temperatura en una cámara de frío

Con respecto a las dos condiciones anteriormente señaladas, el programa GORE-INIA Hortalizas ha evaluado por más de una temporada el comportamiento de pérdida de peso bajo distintas condiciones de manejo de poscosecha. Las condiciones evaluadas constan de una condición de sombra con malla raschel con 80 % de sombra y bajo una condición al aire libre con la radiación existente. Los resultados muestran que, bajo sombra, la pérdida de peso es menor en todas las especies y variedades evaluadas, y por otro lado, entre más horas permanece el producto en campo es posible observar más pérdida de peso (Cuadros 4 y 5).

Cuadro 4. Porcentaje de pérdida de peso en variedades de arveja verde bajo dos condiciones de manejo de poscosecha

Localidad	Frecuencia	Hora	T° (°C)	HR (%)	Perfect Freezer 400		Utrillo		Perfect Freezer 400 (NZ)	
					L	S	L	S	L	S
INIA Carillanca	2 horas	12:00	20,3	51,3	7	2	9	2	5	2
INIA Carillanca	4 horas	14:00	24,1	35,0	16	6	16	6	14	6
Maquehue	2 horas	13:00	23,6	44,1	5	3	7	4	8	1
Maquehue	4 horas	15:00	24,7	44,0	17	6	19	7	19	5

L: Luz; S: Sombra.

Cuadro 5. Porcentaje de pérdida de peso en variedades de kale bajo dos condiciones de manejo de poscosecha

Localidad	Frec. (hr)	Hora	T° (°C)	HR (%)	WH		RB		NT		RR	
					L	S	L	S	L	S	L	S
INIA Carillanca	2	11:30	23,8	60,0	16,0	6,0	13,0	6,0	14,0	4,0	15,0	6,0
INIA Carillanca	4	13:30	29,1	42,8	33,3	12,4	26,6	13,6	39,3	11,1	33,3	13,6
Maquehue	2	12:30	22,1	47,3	9,0	5,0	11,0	8,0	11,0	8,0	32,0	6,0
Maquehue	4	14:30	23,3	44,5	20,0	17,0	18,0	16,0	25,0	14,0	41,0	16,0

Frec.: frecuencia en horas; L: Luz; S: Sombra; WH: Westlandse Herbst, RB: Red Bor F1, NT: Nero di Toscana, RR: Red Russian.

• Etileno, CO₂ y O₂

El etileno es fisiológicamente activo a niveles menores de 1 parte por millón (ppm), por lo que la aplicación externa de este gas generalmente promueve el deterioro del producto acortando su vida (tiempo útil para su comercialización).

Cuando los productos son transportados con cargas mixtas deben tenerse en cuenta las compatibilidades, ya que, si se dispone de hortalizas con especies como frutas productoras de etileno (climactéricas), estas últimas pueden provocar cambios no deseados, acelerando la senescencia, deteriorando el producto, por lo que el control de la concentración de etileno en el ambiente circundante al producto cosechado es un mecanismo para regular su deterioro.

Esta misma precaución se debe tener en cuenta en los anaqueles de verdulerías y supermercados. El consumidor, de acuerdo a la calidad y precios de los productos, decide por uno u otro lugar habitual de compra y, en este sentido, la posición de las hortalizas con respecto a fuentes de etileno, las corrientes de aire del exterior y la distancia cerca de lugares con temperaturas bajas, son importantes de considerar.

Comentarios finales

Los manejos de poscosecha vienen a mantener la calidad de los productos en almacenamiento, por lo que los manejos de precosecha como la fertilización, riego y programas fitosanitarios impactan directamente en la calidad de las hortalizas en la poscosecha. Una gran parte de la vida de poscosecha de los productos hortícolas depende de la cosecha, por lo que en esta etapa hay que evitar de todas formas la deshidratación, haciendo seguimiento a la temperatura y humedad relativa. Una mayor deshidratación se traduce en una mayor pérdida de peso, por tanto, menor peso fresco a la venta, provocando que éstos impacten en la rentabilidad de los cultivos, perdiendo dinero que sólo se libera al ambiente y causa una apariencia no deseada que repercute directamente en el precio de venta de estos productos.

Referencias

Bapat, V.A., P.K. Trivedi, A. Ghosh, V.A. Sane, T.R. Ganapathi y P. Nath. 2010. Ripening of fleshy fruit: Molecular insight and the role of ethylene. *Biotechnol. Adv.* 28, 94-107. Doi: 10.1016/j.biotechadv.2009.10.002

Chiesa, A. 2010, septiembre. Factores precosecha y postcosecha que inciden en la calidad de la lechuga. *Horticultura Argentina*, 29 (68): 28-32

Dos Santos, R. S.; Arge, L. W. P.; Costa, S. I.; Machado, N. D.; de Mello-Farias, P. C.; Rombaldi, C. V. and de Oliveira, A. C. 2015. Genetic regulation and the impact of omics in fruit ripening. *Plant Omics*. 8(2):78-88.

FAO. 2012. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo - Alcance, causas y prevención. Roma.

Kader, A. 2002. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California Agriculture and Natural Resources, California.

Kesari, R., P. Trivedi y P. Nath. 2007. Ethylene-induced ripening in banana evokes expression of defense and stress related genes in fruit tissue. *Postharv. Biol. Technol.* 46, 136-143. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.04.010

Olhagaray, J. M. 1991, abril. Operativa e ingeniería: Almacenaje en atmósfera controlada. *Informativo Agroeconómico*, 8 (5): 39-46.

Thompson, J. F., Mitchell, F. G., Rumsay, T. R., Kasmire, R. F., & Crisosto, C. H. (1998). *Commercial cooling of fruits, vegetables, and flowers* (pp. 1-61). Oakland: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21567.

Sastry, S. K., Baird, C. D.; & Buffington, D. E. 1977. Transpiration rates of certain fruits and vegetables. Final report on ASHRAE research project RP-172 (pp. 1-146). University of Florida.

United Nations Environment Programme, UPNUMA (2021). Food Waste Index Report 2021. Nairobi

Wood, D., S. Imam, G. Sabellano, P. Eyerly, W. Orts and G. Glenn. 2005. Microstructure of produce degradation. (cap. 18, pp. 529-561). In: Lamikanra, O; S. Imam and D. Ukuku (Eds.). Produce Degradation: Pathways and Prevention. First edition. Boca Raton, USA: Taylor & Francis Group. 677p.