

Conjunto Tecnológico para la Producción de Cebolla¹

CLASIFICACION, EMPAQUE Y ALMACENAMIENTO²

Prof. Guillermo J. Fornaris Rullán³

Clasificación

La cebolla se clasifica en términos de tamaño y calidad. El proceso de clasificación comienza en la cosecha, cuando se descartan los bulbos muy pequeños para nuestro mercado y aquellos que presentan algún tipo de pudrición, daño o defecto severo. De esta manera se reduce el costo de transportar hasta el centro de clasificación y empaque bulbos que luego tendrían que ser descartados por no cumplir con los requisitos mínimos de tamaño y calidad.

Aunque entre las variedades comerciales de cebolla se pueden observar diferencias en cuanto al color, tamaño, forma y sabor (ej. picante o dulce) de sus bulbos, todas comparten muchas de las características deseables de calidad. Independientemente de cuál variedad comercial de cebolla sembramos, eventualmente los bulbos deben estar bien cubiertos con escamas secas, y las escamas carnosas y comestibles no deben de estar expuestas. Los bulbos deben ser firmes. Los bulbos blandos probablemente resultan de la pérdida excesiva de humedad, magulladuras, quemaduras de sol, o del desorden de ‘escamas translucidas’. El cuello del bulbo debe estar seco y ser estrecho. Un cuello ancho puede ser el resultado de una cosecha prematura, un curado inapropiado, un posible rebrote de hojas o por el crecimiento del tallo de la inflorescencia. También se considera como una característica indeseable el crecimiento de raíces en el bulbo. El color de los bulbos debe ser uno fiel al típico de la variedad sembrada, ya sea este blanco, amarillo, marrón o púrpura rojizo, manteniéndose los mismos libres de tejido verdoso.

Proceso típico en una Línea de Clasificación y Empaque - Al recibirse los bulbos de cebolla en la empacadora, estos suben por la línea de clasificación y empaque. Inicialmente se va descartando de forma mecánica (incluyendo el uso de abanicos) todo tipo de materia extraña (hojas secas, tierra) y también los bulbos muy pequeños, considerados como no-comerciales por su tamaño. Luego los bulbos pasan por una sección bien iluminada en la línea de clasificación donde el personal identifica visualmente y descarta los bulbos con algún daño o defecto no aceptable, por pudrición u otra característica o condición que los hagan ser considerados como bulbos no-comerciales (culls). Los que se consideran comerciales, de acuerdo a los requisitos mínimos del mercado, continúan su movimiento en la línea de clasificación. Estos bulbos

¹ Derechos Reservados. La Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico retiene todos los derechos sobre este documento. Se permite el uso o la reproducción parcial del mismo para usos educativos, siempre y cuando se dé crédito total a la EEA/UPR, citando la publicación, la fuente, la fecha de publicación y el autor del capítulo utilizado.

² Este documento es uno de los capítulos que componen el *Conjunto Tecnológico para la Producción de Cebolla* (Publicación 156), cuya primera versión fue publicada con fecha de Agosto 1999. Este capítulo fue debidamente revisado con fecha de 2012.

³ Catedrático Asociado, Departamento de Cultivos y Ciencias Agroambientales, Estación Experimental Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

‘comerciales’ se pueden subdividir en términos de grados de calidad, o continúan directamente a las secciones de la línea donde son clasificados y empacados por tamaño. Los estándares para clasificación de la cebolla más utilizados son los establecidos por el Departamento de Agricultura Federal (USDA), pero también podemos encontrar variantes de estos, dependiendo del mercado.

Después de la cosecha, los bulbos pueden sufrir daños, una parte sustancial de estos ocurre durante el manejo de los bulbos en las diferentes secciones de la línea de clasificación y empaque. Los daños mecánicos causados por raspaduras, cortaduras y magulladuras son acumulativos, pero puede que los mismos no sean evidentes o visibles hasta luego de una semana de haber ocurrido. Los bulbos afectados serían descartados entonces como parte de las pérdidas postcosecha que ocurren antes de que el producto llegue a manos del consumidor. Para protegerlos de daños debemos de acojinan las superficies que son impactadas por los bulbos en la línea de clasificación y empaque, también se debe reducir la altura desde donde ocurren caídas.

Clasificación por calidad - El USDA clasifica la cebolla comercial de los tipos Bermuda-Granex-Grano, según establecido y efectivo al 10 de octubre de 1995, en tres grados de calidad: “U.S. No. 1”, “U.S. Combination”, y “U.S. No. 2”. Usando como ejemplo el grado “U.S. No. 1”, las características de apariencia externa que se toman en consideración para clasificar este tipo de cebolla son: que los bulbos en el lote posean características varietales similares, que se encuentren maduros, firmes y bien formados; que estén libres de pudrición, escaldadura húmeda, centros dobles, cuello de botella; libres de daños o defectos causados por el desarrollo del tallo de inflorescencia, rajaduras, área secas hundidas, escaldaduras de sol, rebrotes, manchas, tierra o material extraño, daños mecánicos, hojas, raíces, escamas translúcidas, escamas acuosas, humedad, enfermedades, insectos; y que estén libres de cualquier otro tipo de daño o defecto. En Puerto Rico, al igual que en otros lugares, también se observa un daño en los bulbos causado por la maleza conocida localmente como ‘coquí’ (purple nutsedge), *Cyperus rotundus*, la cual perfora el bulbo con su punta o ápice de crecimiento según emerge del suelo.

En ocasiones se utiliza el término “Unclassified” para referirse a un lote de cebolla u otro producto fresco que no se ha clasificado bajo los estándares de calidad del USDA, por lo que el mismo no se puede ubicar en dicho momento bajo ninguno de los grados de calidad anteriores. Este es el caso de gran parte de la cebolla producida en Puerto Rico para el mercado local, que aunque pueda ser de muy buena calidad no ha sido clasificada bajo los estándares del USDA porque en muchos casos nuestro mercado no exige dicha clasificación. La clasificación por la calidad de la cebolla, aunque sea solamente con el propósito de descartar la cebolla no-comercial, es una clasificación visual y manual que comienza en el campo y se completa en la línea de clasificación y empaque.

Clasificación por tamaño - La clasificación por tamaño se lleva a cabo a base del diámetro del bulbo. Según establecido por el USDA, los diferentes tamaños y sus diámetros mínimos y máximos correspondientes para la cebolla de los tipos Bermuda-Granex-Grano, son:

Tamaño	Diámetro Mínimo (pulg.)	Diámetro Máximo (pulg.)
--------	-------------------------	-------------------------

“Small”	1	2 ¼
“Repacker”/“Prepacker” ¹	1¾	3
“Medium”	2	3¼
“Large” o “Jumbo”	3	Ninguno
“Colossal”	3¾	Ninguno

¹Un lote de cebolla designado como “Repacker”/“Prepacker”, además de los tamaños especificados para el mismo (de 1 ¾ a 3 pulg), deberá contener por lo menos un 60% de los bulbos con un diámetro de 2 pulgadas o más.

El proceso de clasificar por tamaño los bulbos de cebolla se realiza mayormente en la línea de clasificación y empaque, principalmente en forma mecánica, con una serie de correas sin fin con orificios. Estas correas son de alambre, de lona o de goma. Cada una de las correas tiene orificios con el diámetro máximo correspondiente al tamaño para el cual se van a clasificar los bulbos en esa sección de la línea de clasificación y empaque.

Empaque

El tipo, forma y tamaño del empaque dependerá del mercado al que se dirija nuestro producto. En la mayoría de los casos, el empaque en Puerto Rico se realiza en sacos de fibra de nilón con capacidad para aproximadamente 50 libras netas de cebolla. Para algunos mercados se pueden empacar los bulbos en cajas, las cuales podrían variar en tamaño y capacidad (entre las 20 y 50 libras netas). En ocasiones, los bulbos pueden venir a su vez en empaques más pequeños para el consumidor, como lo son los diferentes tipos y tamaños de bolsas que fluctúan en peso de 1½ a 10 libras. El empaque en sacos ha demostrado que ofrece poca protección a los bulbos de cebolla, los cuales pueden estar sujetos a daños severos si los sacos son manejados de forma incorrecta. Las estibas de sacos de cebolla no deben sobrepasar los ocho sacos para reducir los posibles daños por compresión en los bulbos. Si deseamos que los bulbos no sufran daños se debe evitar colocar productos pesados sobre los sacos de cebolla, y los mismos nunca se deben tirar o caminar sobre ellos.

Almacenamiento

El almacenamiento extiende el período de tiempo durante el cual la cebolla estará disponible en el mercado. Aunque la gran mayoría de la cebolla producida en Puerto Rico se mercadea y llega en pocos días después de cosechada a manos del consumidor, el porcentaje de esta que se almacena para luego ser vendida requiere atención especial. Esta práctica puede ser de importancia tanto para el mercado local como para el de exportación. Los bulbos de cebollas se podrían almacenar a granel, en cajones grandes o “field bins” (diseñados con las aperturas requeridas para lograr una buena ventilación), o en sacos después de su empaque. En las facilidades de almacenamiento es importante contar con un buen sistema de ventilación, cuyo diseño deberá ser el más apropiado para cada caso.

El alargar la vida de los bulbos en almacenamiento depende, principalmente, de seleccionar una variedad de cebolla con un potencial de almacenamiento relativamente bueno (bulbos que tiendan a retener sus escamas secas) y de poder lograr curar los bulbos en forma apropiada, antes y durante el período de almacenamiento. Las variedades utilizadas en Puerto Rico son mayormente variedades clasificadas como de ‘días cortos’, las cuales generalmente tienen una capacidad de almacenamiento relativamente pobre, aunque entre estas se podrían observar ciertas diferencias. Unos niveles bajos de sólidos solubles son típicos en los bulbos de variedades de ‘días cortos’ poco picantes o dulces, como lo son las que se siembran mayormente en Puerto Rico. Los sólidos solubles altos están asociados con variedades que son más picantes y con una capacidad mayor de almacenamiento, como es el caso de la mayoría de los bulbos de las cebollas de ‘días largos’ que son importadas a nuestros mercados.

El abonamiento (ej., nitrógeno) o riego, aplicado de forma excesiva o tarde en la temporada, puede atrasar el proceso de maduración de la cebolla y reducir su vida en almacenamiento. El levantar y cosechar cebolla que todavía no esté madura también puede traer problemas durante el curado, y reducir posteriormente su capacidad de almacenamiento. Además de estos factores críticos que afectan el almacenamiento de la cebolla, también se deben considerar otros, como el control de la temperatura y la humedad relativa durante su almacenaje, el diseño de las facilidades de almacenamiento (incluyendo un buen sistema de ventilación) y la inhibición del rebrote de hojas y raíces. Prácticas inapropiadas relativas a cualquiera de estos factores pueden causar pérdidas durante el almacenamiento y posterior manejo de los bulbos.

Algunas desventajas del almacenamiento de la cebolla son la pérdida de materia seca y humedad que ocurre en los bulbos. La mayoría del ‘encogimiento’ que se observa en el bulbo, como resultado de una reducción en peso y tamaño, se debe en gran medida al proceso de respiración que de forma continua ocurre en sus tejidos vivos. Durante este proceso se consumen carbohidratos y oxígeno, y se libera dióxido de carbono, agua y energía (calor) [ej., $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{energía}$]. Durante el periodo de almacenamiento de la cebolla ocurre translocación de carbohidratos vía el ‘tallo verdadero’ en la base del bulbo (con forma de cono invertido). Los carbohidratos se mueven de las escamas suculentas externas, hacia las escamas suculentas internas dentro del bulbo para que en estas últimas se mantengan sus tejidos vivos durante el continuo ‘proceso de respiración’. Las escamas suculentas exteriores se van desecando poco a poco, convirtiéndose en escamas secas protectoras del bulbo que también ayudan a reducir la pérdida de agua de las escamas suculentas interiores. Al continuar este proceso habrá un aumento en el número de escamas secas protectoras como resultado de la reducción del mismo número de escamas suculentas, por lo que habrá una reducción en el diámetro del bulbo.

La *razón de respiración* en la cebolla es una relativamente baja pero la misma aumenta con aumentos en temperatura, por ejemplo: 3-5 ml CO_2 /kg/h; a 32-41 °F, y 27-29 ml CO_2 /kg/h; a 75-79 °F. El *calor de respiración* que generan los bulbos de cebolla durante dicho proceso (1,320-2,200 BTU/ton/día, a 32-41 °F; y 11,880-12,760 BTU/ton/día, a 75-79 °F) debe ser removido mediante ventilación y/o refrigeración. Otras posibles causas de pérdidas que ocurren en los bulbos durante su almacenamiento son el rebrote de hojas y raíces, y pudrición.

Almacenamiento bajo condiciones de ambiente - En Puerto Rico, tras completar el proceso de la cura de los bulbos, la cebolla de variedades de ‘días cortos’ se podría almacenar bajo

condiciones de ambiente por un período de 2 a 4 semanas con muy poco deterioro. Temperaturas de 77 a 95 °F, una humedad relativa de 80% o menos, junto a una buena ventilación, pueden ser condiciones de ambiente satisfactorias para este tipo de almacenamiento. Si se aumenta la ventilación mediante el uso de aire forzado, se podrían obtener resultados adecuados bajo humedades relativas de hasta 85%.

Almacenamiento con control de temperatura y humedad relativa - Para alargar la vida postcosecha, se recomienda almacenar la cebolla a unas condiciones de temperatura cerca de los 32° F, con una humedad relativa de 65 a 70% y una circulación de aire adecuada (ej., 1 m³ aire/min/m³ de bulbos). La cebolla de ‘días cortos’ puede durar bajo dichas condiciones por un período de 1 a 2 meses, aunque en ocasiones pueden durar hasta 4 meses. Es recomendable que, antes de su almacenamiento, los bulbos que se van a almacenar bajo estas condiciones sean sometidos a un proceso de enfriamiento rápido o pre-enfriamiento (precooling). Luego de haber sido almacenados a una temperatura cerca de los 32° F, los bulbos se deben exponer a una temperatura de alrededor de 50° F por un período de 24 a 36 horas antes de exponerlos a temperatura ambiente para reducir la condensación de agua que ocurriría sobre bulbos fríos. Este resultado se puede lograr en parte colocando los bulbos fríos bajo un flujo fuerte de aire. Se debe evitar la condensación de agua sobre los bulbos, ya que la misma promueve el desarrollo de enfermedades en ellos.

Consideraciones adicionales en cuanto a temperatura y humedad relativa – Al igual que ocurre con el desarrollo de pudrición, el rebrote de hojas en los bulbos se favorece y ocurre más rápidamente durante el almacenamiento a temperaturas entre 41 y 77 °F. El rebrote de hojas también se favorece en bulbos inmaduros o en bulbos con un pobre curado. Temperaturas sobre 100° F durante más de uno o dos días pueden causar un oscurecimiento de las escamas exteriores de bulbo.

El rebrote de raíces está casi completamente determinado por la humedad. Muy poco rebrote de raíces ocurre cuando la humedad relativa es menor de 70%; pero cuando la humedad relativa es mayor de 70% un aumento en temperatura puede causar que el rebrote de raíces ocurra más pronto y más rápido. La humedad relativa debe ser menor de 70% para prevenir la propagación de enfermedades en almacenamiento, aunque esto también puede depender del grado de curado del bulbo previo a su almacenaje. Por otro lado, una humedad relativa de sobre 70% mejora el color de las escamas, factor importante en las cebollas de color amarillo o marrón. Como se había mencionado anteriormente, podríamos obtener resultados adecuados en el almacenamiento bajo humedades relativas de hasta 85% si se aumenta la ventilación mediante el uso de aire forzado. Es importante tener en cuenta que cuando los bulbos de cebolla se almacenan o se transportan junto a frutas y hortalizas con alto contenido de humedad, los bulbos pueden comenzar a absorber humedad de estos productos.

Almacenamiento bajo condiciones de Atmósfera Controlada – Además de las condiciones recomendadas para la cebolla en cuanto al control de temperatura y humedad relativa, en el caso de almacenamiento o transporte bajo condiciones de atmósfera controlada se regulan los niveles de oxígeno (O₂) y dióxido de carbono (CO₂), y en ocasiones también los niveles de nitrógeno (N). No se han identificado los beneficios del almacenamiento bajo condiciones de atmósfera controlada en el caso de variedades de cebolla que ya poseen el potencial para un

almacenamiento largo. En el caso de variedades de cebolla dulce o de ‘días cortos’, las cuales poseen un potencial de almacenamiento pobre, sí tiene algún uso comercial el almacenamiento bajo condiciones de atmósfera controlada (ej., 3% de O₂ y 5-7% de CO₂). Si bajo estas condiciones de atmósfera controlada los bulbos se almacenan a temperaturas mayores de 41° F, se pueden desarrollar sabores indeseables en estos. En términos generales, una atmósfera con niveles bajos de O₂ reduce la respiración en los tejidos vivos, incluyendo los de organismos patógenos, y extiende la capacidad de almacenamiento del bulbo. Por otro lado, un nivel elevado de CO₂ reduce el rebrote de hojas y raíces. Los bulbos de cebolla que van a ser sometidos a este tipo de almacenamiento deben estar bien curados y libres de enfermedades.

Inhibidores de rebrotes – En otros lugares se utilizan productos químicos para prevenir el rebrote de hojas y raíces, aumentando así el largo de vida de los bulbos. Un ejemplo es la hidracida maleica (maleic hydrazide), la cual podría brindar resultados satisfactorios si se aplica a la cebolla en el momento apropiado antes de la cosecha y de acuerdo a la etiqueta del fabricante. Cuando la hidracida maleica se aplica muy temprano ocurre daño en el follaje, y cuando se aplica muy tarde la absorción por el follaje podría ser insuficiente para que la misma sea efectiva. El producto es absorbido por los tejidos verdes y translocado a los meristemos o puntos de crecimiento, donde no permite la división celular al inhibir la mitosis (división del núcleo de las células). El rebrote de hojas y raíces en la cebolla también puede ser inhibido mediante el uso de irradiación gamma y mediante la exposición de los bulbos a niveles reducidos de oxígeno bajo condiciones de atmósfera controlada.

Gas Etileno – El gas etileno puede fomentar el rebrote de hojas en los bulbos y el crecimiento de hongos causantes de pudrición. La razón de producción de etileno en bulbos de cebollas es de <0.1 µl/kg/h a 32-41 °F.

Olores objetables – Las cebollas no se deben almacenar junto a productos que tienden a absorber olores. Estas pueden ser almacenadas junto a los ajos.

Enfermedades postcosecha – Algunas de las enfermedades que afectan a los bulbos de cebolla en las diferentes etapas de su manejo después de la cosecha son:

- Pudrición blanda bacteriana (bacterial soft rot), causada por la bacteria *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (= *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)
- Pudrición del cuello del bulbo (neck rot, Botritis neck rot), causada por el hongo *Botritis alli*
- Pudrición por moho azul del bulbo (blue mold), causado por el hongo *Penicillium* spp. (ej., *P. purpurogenum*)
- Pudrición por moho negro del bulbo (black mold rot), causada por el hongo *Aspergillus niger*

Información detallada sobre estas enfermedades se encuentra disponible en la sección de ENFERMEDADES de este Conjunto Tecnológico. De ser posible, la cebolla no se debe sembrar en el mismo predio más de una vez cada 5 años, para reducir la incidencia de enfermedades que puedan estar presentes en el suelo. Se debe evitar sembrar en predios de suelos pesados (de textura muy fina) para reducir los posibles problemas asociados con los eventos de lluvias en dichos suelos.

Referencias

- Adamiki, F., 2004. Onion. *En*: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks (Preliminary On-line Version - Draft Revised 2004). USDA, ARS. Agriculture Handbook 66. 5 p. Versión electrónica en:
<http://www.ba.ars.usda.gov/hb66/099onion.pdf>
- Boyette, M. D., D. C. Sanders, y E. A. Estes, 1992. Postharvest cooling and handling of onions. Agricultural Extension Service, North Carolina State University. Publication AG-413-6. 6 p. Versión electrónica en:
<http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-413-6/index.html>
- Brech, J. K., 2003. Underground storage organs. *En*: Bartz, J. A. and J. K. Brech. (Editores). Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables, 2^{da} Edición. Marcel Dekker, Inc. New York, NY. p. 625-635.
- Corgan, J., M. Wall, C. Cramer, T. Sammis, B. Lewis, y J. Shroeder, 2009. Bulb onion culture and management for southern New Mexico. New Mexico State University, College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences. Cooperative Extension Service, Circular #563. 16 p. Versión electrónica en:
http://aces.nmsu.edu/pubs/_circulars/cr563.pdf
- Estación Experimental Agrícola, 1979. Conjunto tecnológico para la producción de hortalizas. Colegio de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico en Mayagüez. Publicación 102 (Segunda Edición). p. 28, 30.
- Hardenburg, R. E., A. E. Wataba, y C. Y. Wang, 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. USDA, ARS. Agriculture Handbook #66. p. 63.
- Johnson, H. Jr., R. F. Kasmire, K. S. Mayberry, y R. E. Voss, 1979. Harvesting, curing, and storing. *En*: Voss, R.E (Editor). Onion production in California. Cooperative Extension, University of California, Davis. Publication 4097. p. 26-28.
- Pelter, G. Q., E. J. Sorensen, R. G. Thornton, y R. Stevens, 1992. Dry bulb onion production in the Columbia Basin. Cooperative Extension, Washington State University. Publication EB1693. p. 4-5, 16-17.
- Rubatzky, V. E. y M. Yamaguchi, 1999. World vegetables – principles, production and nutritive values (2^{da} Edición). Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. p. 299-304.
- Ryall, A. L. y W. J. Lipton, 1979. Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Vol. 1. Vegetables and Melons (2^{da} Edición). AVI Publ. Co., Westport, CT, p. 211-213, 279-281, 480-488, 550-558.
- Smith, R., Biscaro, A., Cahn, M., Daugovish, O., Natwick, E., Nunez, J., Takele, E. y T. Turini, 2011. Fresh-market bulb onion production in California. U. C. Vegetable Research and Information Center, University of California. Vegetable Production Series, Publicación 7242, p. 5. Versión electrónica en:
<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7242.pdf>
- Sumner, P. E. y W. C. Hurst, 2007. Harvesting, Curing and Storing. *En*: Onion production guide. The University of Georgia Cooperative Extension, Collages of Agricultural and Environmental Sciences & Family and Consumer Sciences. Bulletin 1198-2. p. 41-45. Versión electrónica en:
http://pubsadmin.caes.uga.edu/files/pdf/B%201198-2_2.PDF

-
- Suslow, T., 2012. Onion, dry: recommendations for maintaining postharvest quality. Produce Facts in English. U.C. Davis – Postharvest Technology Center, University of California, Davis. 3 p. Versión electrónica en:
<http://postharvest.ucdavis.edu/pfvegetable/OnionsDry/#>
- USAID, 2006. Boletín técnico de poscosecha: manejo poscosecha de cebolla amarilla. USAID-RED. Oficina FHIA, La Lima, Cortes, Honduras. p. 2-5. Versión electrónica en:
http://www.fintrac.com/docs/RED/USAID_RED_Poscosecha_Cebolla_01_06.pdf
- USDA, 2005. United States standards for grades of Bermuda-Granex-Grano type onions. USDA Agricultural Marketing Service. Fruit and Vegetable Division, Fresh Products Branch. 6 p. Versión electrónica en:
<http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5050308>
- Voss, R. E., 1999. Fresh-market bulb onion production in California. Vegetable Research and Information Service, University of California. Vegetable Production Series, Publication 7242, p. 4. Versión electrónica en:
<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7242.pdf>