Variabilidad de características de calidad de zanahoria comercializada en cinco puntos de Ciudad Obregón, Sonora, México.

Ofelda Peñuelas-Rubio, Selene Michelle Urías-Sánchez, Joe Luis Arias-Moscoso, Leandris Argentel-Martínez*

Tecnológico Nacional de México Campus Valle del Yaqui, Avenida Tecnológico s/n, Block 611, Bácum, Sonora, México. C.P. 85276.

Artículo el 8 de junio de 2023 y aceptado el 24 de junio de 2023.

Variability of quality characteristics of carrots commercialized in five points of Ciudad Obregon, Sonora, Mexico.

Abstract

Carrot (*Daucus carota*) is a crop of great agronomic and nutraceutical interest. The largest volume of carrots produced is freshly marketed, however, the standards for its conservation are not always met, nor do they have the characteristics suggested by the Official Mexican Standard. The objective of this work was to evaluate the variability of agronomic, physiological, and environmental characteristics during its commercialization in five sales sites of Ciudad Obregon, Sonora, Mexico. At these five sites (S1; S2; S3; S4; S5), fresh minimally processed carrots are authorized to be marketed. The evaluated variables were fruit length and diameter, the number of necrotic and/or mechanically damaged fruits, and the temperature of the shelves. As a result, it was obtained that there was variability in the carrot quality parameters among the sampled sales sites. The diameter of the crowns was the variable with the least variability. Four of the marketing points do not comply with the Official Mexican Standard for the national marketing of carrots. The best quality carrot sales site was 4. The high temperatures significantly increased in the number of carrots with necrosis, decreasing their quality.

Key words: Daucus carota, storage, postharvest, organoleptic characteristics.

Resumen

La zanahoria (*Daucus carota*), es un cultivo de gran interés agronómico y nutraceútico. El mayor volumen producido de zanahorias se comercializa en fresco, sin embargo, no siempre se cumplen las normas para su conservación, ni tampoco tienen las características sugeridas por la Norma Oficial Mexicana. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la variabilidad de caracteres agronómicos, fisiológicos y ambientales durante su comercialización en cinco sitios de venta de Ciudad obregón, Sonora, México. En estos cinco sitios: S1; S2; S3; S4; S5, se comercializa de forma autorizada la zanahoria mínimamente procesada de forma fresca. Se evaluaron las variables: longitud y diámetro de los frutos, cantidad de frutos con necrosis y/o daños mecánicos y la temperatura de los anaqueles. Como resultado se obtuvo que existió variabilidad en los parámetros de calidad de la zanahoria entre los sitios de venta muestreados. El diámetro de las coronas fue el parámetro de menor variabilidad. En cuatro de los puntos comercialización no se cumple con la NMX-FF-024-1982, para la comercialización nacional de zanahoria. El sitio de venta de zanahorias de mejor calidad fue el S4. Las altas temperaturas generaron un incremento significativo de la cantidad de zanahorias con necrosis, disminuyendo su calidad.

Palabras claves: Daucus carota, almacenamiento, poscosecha, características organolépticas.

*Autor de correspondencia
Email: oleinismora@gmail.com
ISSN 2594-0384 (Electrónica)

Introducción

El cultivo de la zanahoria (*Daucus carota* L.), especie originaria de Asia Central, particularmente de Afganistán, fue traída al continente americano por los españoles, convirtiéndose en un vegetal muy popular (Stolarcyk & Janick, 2011). China, Rusia y Estados Unidos son los países que más volumen de cosecha presetan en los últimos años (CEDRSSA, 2020). México, por su parte, se encuentra dentro de los 7 principales productores de esta hortaliza en el mundo (Hernández & Blanco, 2015).

En México, en los últimos años ha existido un incremento del consumo en forma fresca (Nesha & Siddiqui, 2013), y esto es por las propiedades químicas que posee el fruto, destacando su alto contenido de minerales, fibras, carbohidratos antioxidantes como hidroquinonas, catecol, acetato y 2-hidroxiacetofenona (Dong *et al.*, 2021). La Norma NMX-FF-024-1982 (SCFI, 1982), establece las características de calidad que debe cumplir la zanahoria destinada al consumo humano directo. En ésta, se describen las características de los tipos y medidas de defectos.

La comercialización de esta especie, para el consumo humano, se ve influenciada por el efecto de la temperatura, misma que puede afectar su calidad (Lepaus *et al.*, 2023), sin embargo, otras características morfológicas y la posible incidencia de daños mecánicos son aspectos que merman la calidad de los productos y no siempre se cumple con las normas para su oferta a la población. Teniendo en cuenta estos aspectos, se desarrolló una investigación con el objetivo de comparar la variabilidad de características, morfológicas, fisiológicas y ambientales, en cinco sitios de venta de Ciudad Obregón, Sonora, México, donde se ofertan zanahorias, y su relación con la calidad del producto ofertado a la población. Como hipótesis científica se plantea que existe variabilidad en la calidad de las zanahorias que se comercializan y se ofertan a la población, en diversos sitios de venta de Cd. Obregón, Sonora, México.

Material y métodos

Ubicación de los sitios de muestreo

El estudio se desarrolló en 5 sitios de venta de zanahoria en Cd. Obregón, Sonora, México. Estos sitios, en lo adelante denominados: S1; S2; S3; S4; S5, se comercializa de forma mínimamente procesada y en fresco la zanahoria. De cada sitio se tomaron, en tres ocasiones de forma bimensual durante el año 2022, muestras aleatorias de zanahorias para evaluar la condición física en la que se encontraban al momento de ofertarse a la población. Los datos de las muestras tomadas en cada sitio se tomaron como repeticiones para cada parámetro de calidad evaluado.

Parámetros de calidad evaluados

A) Longitud y diámetro promedio. En un total de 10 zanahorias por sitio de muestreo, se midió longitud (con un flexómetro PRETUL), y diámetro (con vernier estándar TRUPER).

B) Frutos curvos. Se tomaron aleatoriamente cinco grupos de zanahorias, conformados por 10 frutos por sitio y se anotó la cantidad de frutos curvos encontrados en cada grupo en cada punto de venta.

C) Cantidad de frutos con daños mecánicos, rajaduras o partiduras. En cinco paquetes de 10 frutos tomados al azar se contó la cantidad de frutos que presentaban rajaduras, partiduras o algún daño mecánico. Dicha evaluación se realizó en los cinco sitios de venta seleccionados para el estudio.

D) Presencia de hombro verde. En los grupos conformados para evaluar la variable longitud y diámetro de los frutos se contó la cantidad de frutos con hombro verde existentes.

E) Cantidad de frutos con necrosis. En todos los sitios de venta, en un total de cinco grupos conformados por 10 zanahorias, se contó en una cantidad de frutos que presentaban algún tipo de necrosis en la parte basal, como señal de deterioro aerobio por exceso de transpiración.

F) Temperatura de almacenamiento en anaquel. En los cinco puntos de venta, se utilizó una pistola de infrarrojo para realizar 5 mediciones de temperatura del ambiente a los 50 cm de las zanahorias.

Procesamiento estadístico

Tras comprobar que los datos cumplieron con los supuestos de homogeneidad de varianzas (Kolmogorov, 1933), se realizó un análisis de varianza de clasificación simple, basados en un modelo lineal de efectos fijos (Fisher, 1937). Cuando existieron diferencias entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey para un nivel de significación del 5 (Tukey, 1960). Se determinaron los indicadores estadísticos coeficiente de variación (CV), error estándar de la media de los tratamientos (ESx), y los coeficientes

de determinación (R^2), sin ajustar para todas las variables evaluadas. Se desarrolló un análisis de correlación lineal simple entre las variables cantidad de frutos con necrosis (variable dependiente), y las temperaturas registradas a los 50 cm por encima de las zanahorias de los cinco sitios experimentados. Se empleó para el procesamiento estadístico el Software profesional STATISTICA, versión 14.1 para Windows (Satsoft, 2014).

Resultados y discusión

Parámetro de la longitud y el diámetro de la corona

Existieron diferencias significativas para los parámetros longitud y diámetro de los frutos entre los distintos sitios muestreados (p=0.00034; p=0.00026), demostrando la existencia de variabilidad en éstos parámetros de calidad (Figura 1). En ambos parámetros, la variabilidad total fue explicada en más del 80% por efecto de los sitios de venta. El S4, fue el que ofertó, en el muestreo realizado, frutos con mayor longitud. En este sitio de venta se constató que todos los frutos muestreados presentaban longitudes promedio de 16 cm, conforme indica la NMX-FF-024-1982 para la venta del producto (SCFI, 1982). En el resto de los sitios no se cumplió con el parámetro longitud del fruto.

En el S4 se registró el mayor valor numérico de diámetro, éste sin diferencias significativas con S1 y S2. Se comprobó que las zanahorias que se ofertan en S5, tienen las mismas características que las que se venden en S1. La variabilidad encontrada en las parámetros de longitud y diámetro, fue explicada por el modelo lineal de efectos fijos empleado, en 84% y 82% respectivamente.

Las experiencias obtenidas en el manejo de la zanahoria indican que cuando ésta se cosecha entre los 70 y 90 días después de la siembra se obtiene una raíz de hasta 18 cm de longitud (como se

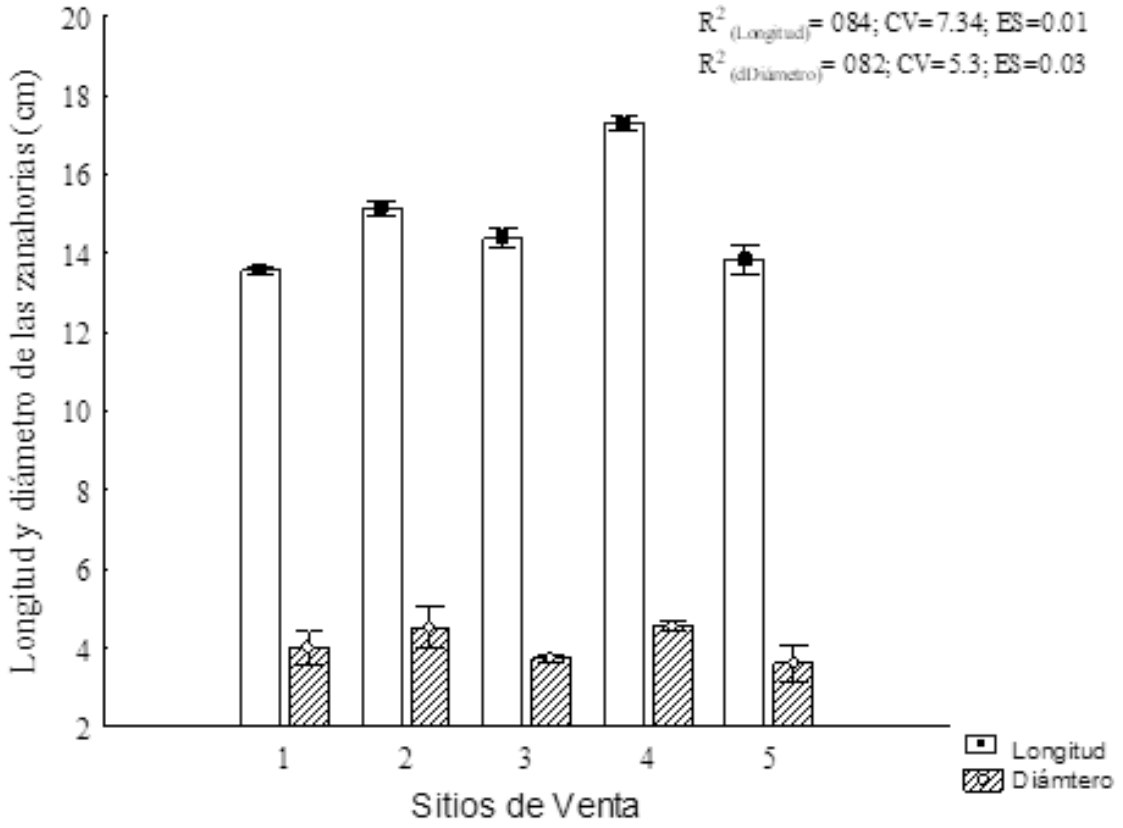


Figura 1. Longitud y diámetro promedio de zanahorias en cinco sitios de venta de zanahoria de Ciudad obregón, Sonora, México. [Barras rectangulares representan desviaciones estándar de la media de los tratamientos. R^2: coeficiente de determinación sin ajustar; CV: coeficiente de variación de los tratamientos; ES: error estándar de la media de los tratamientos].

obtuvo en las muestras tomadas en el S4) (Sotelo *et al.*, 2022).

En correlación con la longitud, se puede obtener un diámetro de la corona de 2.5 cm, sin embargo, las muestras tomadas en el presente estudio superaron el valor de este indicador (Xie *et al.,* 2023). Una zanahoria con una corona de 2.5 cm o más, es comercial, sin embargo, algunos mercados prefieren zanahorias con un diámetro promedio de la corona de 2.5 cm y longitud entre 14-16 cm, para evitar altas concentraciones de celulosa que endurece la raíz, lo que puede dificultar el consumo en fresco (Gaviola, 2013).

Variabilidad de los frutos curvos

La presencia de hombro verde presentó diferencias significativas entre los sitios de venta (p=0.03480), siendo mayor la cantidad en los sitos de venta S5, S3 y S1. Por su parte la menor cantidad de frutos curvos se obtuvo en S4 y S2. En éste parámetro, la variabilidad total encontrada fue explicada en un 96% por efecto de los sitios, lo que generó un porcentaje de variabilidad medio general del 17% (Figura 2).

Dentro de las especificaciones sensoriales para la comercialización de la zanahoria se tiene que ésta debe estar bien desarrollada, entera, sana, fresca, limpia, sin curvaturas, de consistencia firme y razonablemente lisa. Estar libre de descomposición, manchas o pudrición y de daños de origen mecánico, entomológico, microbiológico, meteorológico y genético-fisiológico, ya que son cualidades que avalan la calidad de la raíz (Kyriacou & Rouphael, 2018).

Variabilidad de la calidad de las zanahorias en función de los frutos con hombro verde y/o con necrosis

Al comparar la presencia de hombro verde en las zanahorias muestreadas, se demostró la existencia de diferencias altamente significativas entre los cinco sitios de venta (p=0.00012), lo que demuestra que no se aplica la NMX-FF-024-1982 para la comercialización de este producto (Figura 3). La

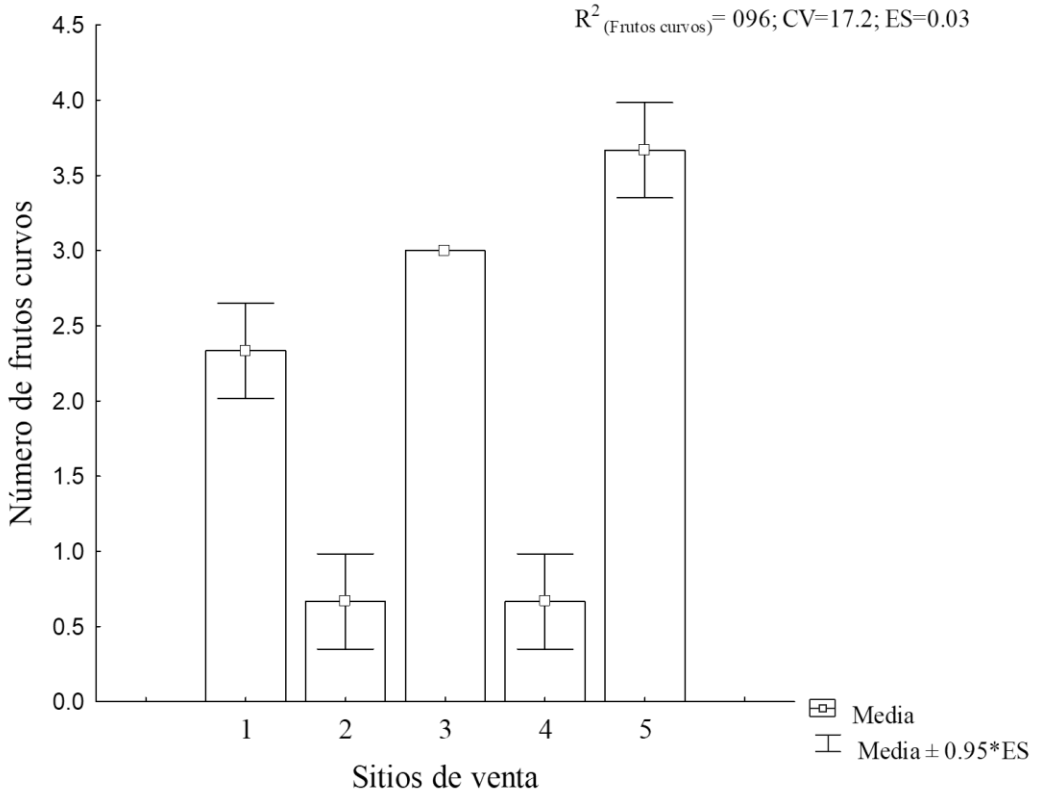


Figura 2. Número de frutos curvos en cinco sitios de venta de zanahoria de la Ciudad Obregón, Sonora, México. [Barras rectangulares representan intervalos de confianza del 96% multiplicado por el error estándar de la media de los tratamientos. R^2: coeficiente de determinación sin ajustar; CV: coeficiente de variación de los tratamientos; ES: error estándar de la media de los tratamientos].

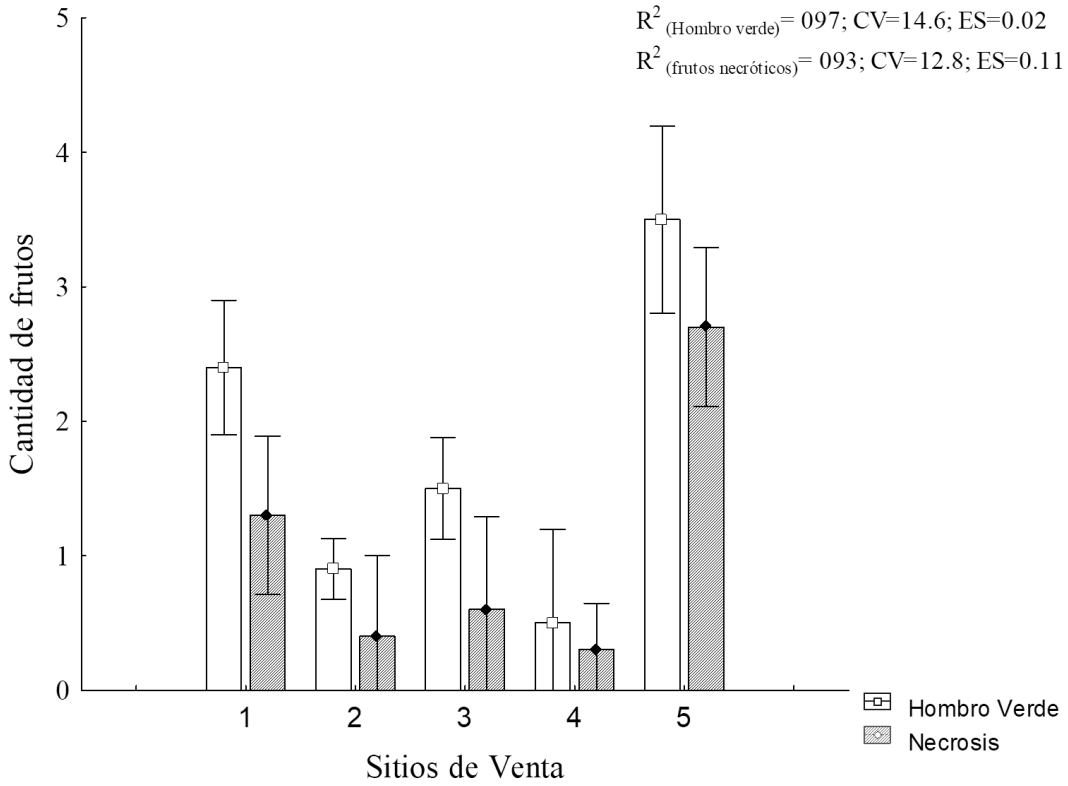


Figura 3. Cantidad de frutos con hombro verde o con necrosis en cinco sitos de venta de zanahoria de la Ciudad obregón, Sonora, México. [Barras rectangulares representan desviaciones estándar de la media de los tratamientos. R^2: coeficiente de determinación sin ajustar; CV: coeficiente de variación de los tratamientos; ES: error estándar de la media de los tratamientos].

mayor presencia de este indicador se presentó en el sitio S5 y la menor cantidad fue en S2 y S4, éstos sin diferencias significativas (p=0.05217). El modelo matemático empleado para identificar las diferencias en esta variable explicó la variabilidad total encontrada entre los sitios en un 97%.

De igual modo, se encontró la mayor cantidad de frutos con necrosis en S5, quizás esto dado por las condiciones durante la trasportación y las de los anaqueles en los sitios de venta. Ésta variable presentó diferencias significativas entre los sitios (p=0.00036). Se encontró además que la variabilidad intratratamientos encontrada fue alta y demuestra que no se realizó una selección adecuada de los frutos para su comercialización.

El síndrome de hombros verdes es causado por la exposición a la luz solar de la parte superior de la raíz, por lo que su control se logra haciendo un pequeño aporte que cubra por completo la raíz de la zanahoria (Han *et al.*, 2013). También se ha observado la tendencia a generar síndrome de hombro verde cuando la raíz cosechada es expuesta por más de cuatro horas a la radiación solar directa (Gruszecki *et al.*, 2015).

Variabilidad de la temperatura en anaquel

Existió variabilidad altamente significativa entre las temperaturas medidas en los anaqueles de los sitios de venta experimentados (p=0.00121). En este estudio, donde la variabilidad total fue del 26.8%, se verificó que, por efecto de los sitios, dicha variabilidad fue explicada en un 97%. Este resultado demuestra que no se tomó en cuenta este indicador para prolongar la vida de anaquel de las zanahorias. El sito de mayor temperatura fue S5, cuestión que confirma los hallazgos encontrados en la cantidad de frutos con necrosis (Figura 4).

La temperatura de almacenamiento en anaquel es clave para prolongar la vida de anaquel de la zanahoria ya que se pueden presentar necrosis, tanto por altas como bajas temperaturas. La exposición de la raíz cosechada a temperaturas variadas también puede generar desordenes fisiológicos (Kroft *et al.*, 2022). El congelamiento causa un colapso inmediato de tejidos y la pérdida total del producto (Arkoub-Djermoune *et al.*, 2020).

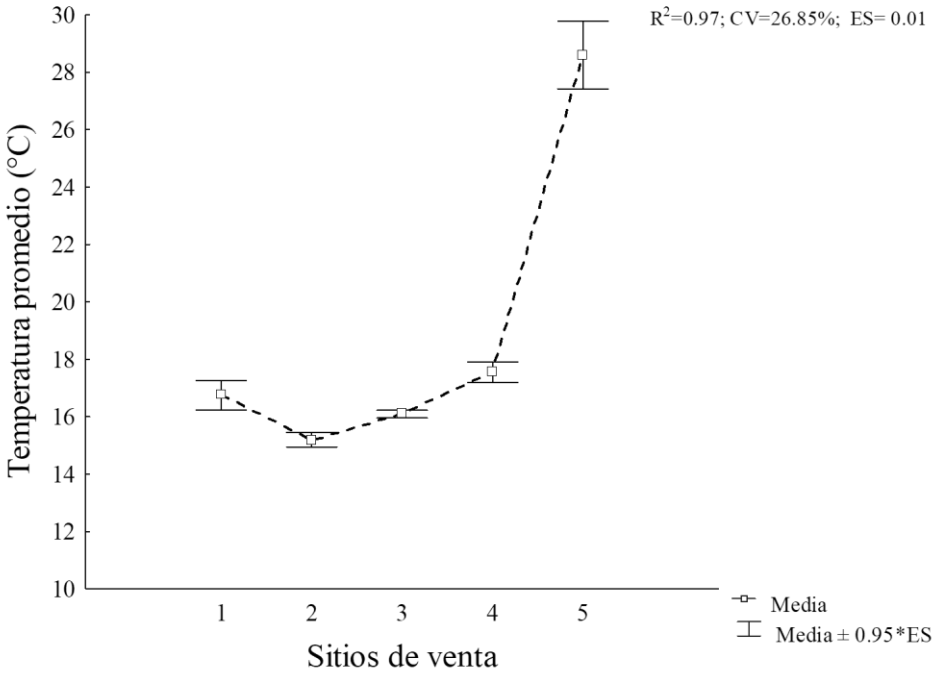


Figura 4. Temperatura promedio en los anaqueles de cinco sitios de venta de zanahoria de Ciudad Obregón, Sonora, México. [Barras rectangulares representan desviaciones estándar de la media de los tratamientos. R^2: coeficiente de determinación sin ajustar; CV: coeficiente de variación de los tratamientos; es error estándar de la media de los tratamientos].

Al exponerse a temperaturas entre 5 y 15 °C ocurren oscurecimientos internos y en la superficie (pardeamiento), algunos hundimientos en la corteza, coloración disforme, aparición de hongos y pudriciones, sin embargo, al exponer la raíz cosechada al calor puede ocurrir ablandamiento excesivo y desecación (Lyu *et al*., 2022; Dussán-Sarria *et al*. 2015). La temperatura es una variable climática importante a tener en cuenta al momento de la cosecha. Generalmente, se debe cosechar en horas de la tarde, aunque la preferencia por parte de los productores siempre es hacerlo en horas de la mañana (Soldado-Soldado *et al*., 2018).

Adicionalmente, durante el manejo poscosecha y en los anaqueles se debe tener muy en cuenta la temperatura ya que puede propiciar excesos de transpiración y causar pérdida de la turgencia de la zanahoria, asociándose en ocasiones otros desórdenes fisiológicos como la respiración o incluso la fermentación. Se conoce que de esta raíz es agua (86-89%), por tanto es común que se presente, por exceso de transpiración, la deshidratación ocasiona flacidez (Barzee *et al*. 2019) (Figura 5), lo que convierte a las zanahorias en poco atractivas y disminuye la calidad comercial (Karnjanawipagul *et al*. 2010).

Correlación entre las variables temperatura y cantidad de frutos con necrosis

En el estudio se constató que existe correlación positiva y altamente significativa entre la temperatura y la cantidad de frutos con necrosis (r=0.96**; p=0.000162). Estos datos presentaron una bondad de ajuste a un modelo de regresión lineal del 92% (Figura 6). En este estudio se constató además que por cada grado adicional de temperatura puede ocurrir un incremento de la cantidad de frutos con necrosis de dos frutos, en cada muestra tomada, cuestión que impone la necesidad de cuidar este indicador para no tener mermas durante la transportación ni en los anaqueles.

Durante la refrigeración para la conservación y traslado de la zanahoria, se deben tener en cuenta dos elementos: disminuir la respiración, la transpiración y la producción de etileno, sin embargo, es recomendable evitar el punto de congelación ya que las pérdidas por congelación son irreversibles y los daños son visibles en cuanto se produce el proceso de descongelación (Escobar *et al*., 2014). Los equipos de refrigeración deberán mantener temperaturas entre 10 °C y 14 °C y humedad relativa superior al 90% (Barzee *et al*., 2019) para propiciar baja respiración, la



Figura 5. Deterioro de la zanahoria causado por el exceso de transpiración. Imagen tomada en uno de los sitios de venta (S5).

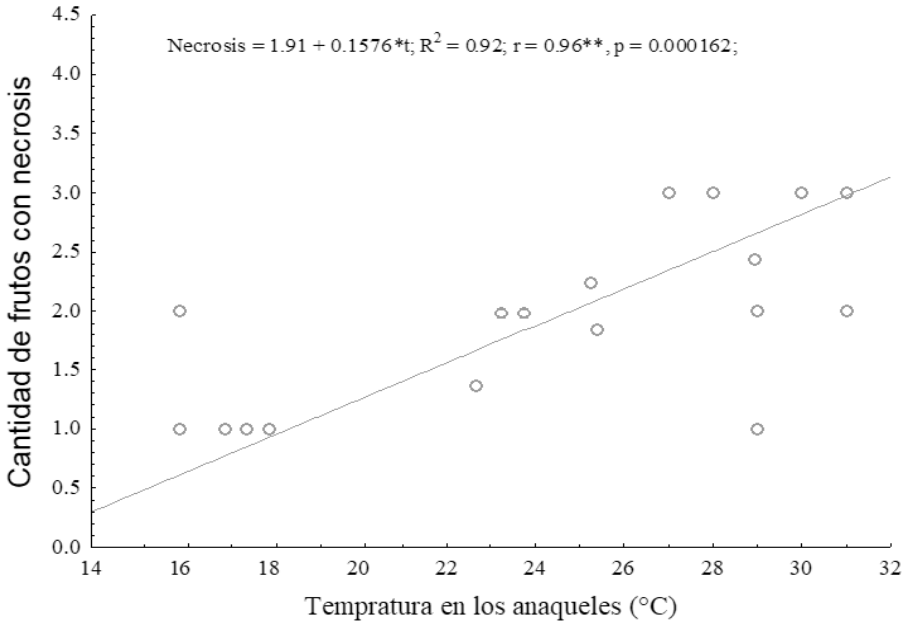


Figura 6. Ecuación de regresión entre las variables temperatura y cantidad de granos zanahorias con necrosis en cinco sitios de venta. [r: coeficiente de correlación lineal; R^2: coeficiente de determinación; p: probabilidad].

transpiración y síntesis de etileno y al mismo tiempo para evitar el congelamiento celular (Goyal *et al*., 2019).

En un estudio desarrollado por Durango *et al*. (2006), concluyeron que las mayores pérdidas en zanahoria son por alteraciones en la respiración celular, encontrando una disminución del 15 % de la turgencia a las 14 horas de realizada la cosecha. Estos resultados se obtuvieron cuando se usaban empaques tradicionales, mientras que el uso de polietileno negro retardaba la pérdida de turgencia a las 168 h. Una de las diferentes tecnologías que se han desarrollado, para el control de la respiración poscosecha es la adecuada refrigeración (máximo 14 °C y humedad relativa superior al 90%) (Pushkala *et al*., 2012).

Para la correcta refrigeración de la zanahoria es necesario realizar un preenfriamiento, con la finalidad de extraer rápidamente la temperatura de campo del vegetal recién cosechado previo a su

procesamiento, almacenamiento o transporte refrigerado, y así maximizar la vida post cosecha del producto (FAO, 2013).

Verdugo-Fuentes *et al.* (2021), mencionan que el manejo poscosecha inadecuado puede propiciar la pérdida de sus cualidades organolépticas y la aparición de enfermedades bacterianas y fúngicas, que merman su calidad y vida de anaquel. Para evitar estos desórdenes fisiológicos y patológicos es preferible una temperatura de refrigerado de 14°C y una humedad relativa superior a 90% durante su almacenamiento y traslado hacia el punto de venta.

Conclusiones

Existió variabilidad en los parámetros de calidad de la zanahoria en los cinco sitios de venta muestreados en Ciudad obregón Sonora, México. El diámetro de las coronas fue la variable de menor variabilidad. Por lo que no se cumple con la NMX-FF-024-1982 para la comercialización nacional. El sitio de venta de zanahorias de mejor calidad fue S4.

Las altas temperaturas generan un incremento significativo de la cantidad de zanahorias con necrosis, disminuyendo su calidad. Esta situación es más agravante en los sitios de venta no refrigerados como el S5.

Referencias

Arkoub-Djermoune, L.; Louaileche. H.; Benmeziane, F.; Madani, K.; & Boulekbache-Makhlouf, L. 2020. "Impact of refrigerated storage on the bioactive compounds and antioxidant capacity of two Algerian carrot varieties (*Daucus carota* L.)". *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria* 13: 5-31. DOI: https://doi.org/10.2478/ausal-2020-0001

Barzee, T.J.; El-Mashad, H.M.; Zhang, R. & Pan, Z. 2019. *Carrots*. In: Pan, Z.; Zhang, R. & Zicari, S. (eds.), *Integrated processing technologies for food and agricultural by-products*. San Diego, U.S. Elsevier. 297–330. DOI: https://doi.org/10.1016/C2017-0-00901-1

CEDRSSA. Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. 2020. Análisis de la producción y consumo de hortalizas. CDMX. Disponible en: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/88Análisis_producción_consumo_hortalizas.pdf>

Dong, R.; Yu, Q.; Liao, W.; Liu, W.; Liu, S.; He, Z.; Hu, X.; Chen, Y.; Xie, J.; Nie, S. & Xie, M. 2021. "Composition of bound polyphenols from carrot dietary fiber and its *in vivo* and *in vitro* antioxidant activity". *Food Chemistry*, 339: 127879. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127879

Durango, A.M.; Soares, N.F.F. & Andrade, N.J. 2006. "Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots". *Food Control*, 17: 336-341. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.10.024

Dussán-Sarria, S.; Garcia-Mogollon, C.A. & Gutiérrez-Guzmán, N. 2015. "Cambios físico-químicos y sensoriales producidos por el tipo de corte y empaque en zanahoria (*Daucus carota* L.) mínimamente procesada". *Información Tecnológica*, 26: 63-70. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642015000300010

Escobar, A.; Márquez, C.J.; Restrepo, C.E.; Cano, J.A. & Patiño, J.H. 2014. "Aplicación de tratamiento térmico, recubrimiento comestible y baño químico con tratamientos poscosecha para la conservación de hortalizas mínimamente procesadas". *Acta Agronómica*, 63: 1-10. DOI: https://doi.org/10.15446/acag.v63n1.40149

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2013. Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Boletín de servicios agrícolas de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s00.htm>

Fisher, R. A. 1937. The design of experiments. Oliver and Boyd. Edinburgh, Scotland.

Gaviola, J. 2013. Manual de producción de zanahoria. Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina.

Goyal, M.; Joy, P. & Suleria, H. 2019. "Plant secondary metabolites for human health". Taylor & Francis Group. Florida, US.

Gruszecki, R.; Borowy, A.; Salata, A. & Zawislak, G. 2015. "Effect of living mulch and linuron on weed and yield of carrot under ridge cultivation". *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 14: 67-82.

Han, Z.; Deng, L, Xu, Y., Feng, Y., Geng, Q., & Xiong, K. 2013. "Image processing method for detection of carrot green-shoulder, fibrous roots and surface cracks". *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 29: 156-161. DOI: 10.3969/j.issn.1002-6819.2013.09.020

Hernández, R. R. & Blanco, G. D. 2015. "Evaluación de polvos de zanahoria obtenidos por deshidratación por aire forzado a diferentes temperaturas". *Idesia*, 33(4): 75-80. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000400010

Karnjanawipagul R, Nittayanuntawech W, Rojsanga P, Suntornsuk L. 2010. Analysis of B-carotene in carrot by spectrophotometry. Mahidol University Journal of Pharmaceutical Science 37: 8-16.

Kolmogorov, A.T. 1933. Basic Concepts of Probability Theory. Julius Springer. Berlin, Germany. 62 p.

Kroft, B.; Gu, G.; Bolten, S.; Micallef, S. A.; Luo, Y.; Millner, P. & Nou, X. 2022. "Effects of temperature abuse on the growth and survival of *Listeria monocytogenes* on a wide variety of whole and fresh-cut fruits and vegetables during storage". *Food Control*, 137: 108919. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108919

Kyriacou, M. & Rouphael, Y. 2018. "Towards a new definition of quality for fresh fruits and vegetables". *Scientia Horticulturae*, 234: 463-469. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.046

Lepaus, B. M.; Santos, A. K. P. D. O.; Spaviero, A. F.; Daud, P. S. & de São José, J. F. B. 2023. "Thermosonication of orange-carrot juice blend: overall quality during refrigerated storage, and sensory acceptance". *Molecules*, 28(5); 2196. DOI: 10.3390/molecules28052196

Lyu, Y.; Bi, J.; Chen, Q.; Li, X.; Wu, X. & Gou, M. 2022. "Effects of ultrasound, heat, ascorbic acid and $CaCl_2$ treatments on color enhancement and flavor changes of freeze-dried carrots during the storage period". *Food Chemistry*, 373: 131526. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131526

Nesha, R. & Siddiqui, Z. A. 2013. "Interactions of *Pectobacterium carotovorum* pv. *carotovorum*,

Xanthomonas campestris pv. *carotae* and *Meloidogyne javanica* on the disease complex of carrot". *International Journal of Vegetable Science*, 19: 403-411. DOI: https://doi.org/10.1080/19315260.2012.744379

Pushkala, R.; Parvathy, K.R. & Srividya, N. 2012. "Chitosan powder coating, a novel simple technique for enhancement of shelf life quality of carrot shreds stored in macro perforated LDPE packs". *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16: 11-20. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ifset.2012.03.003

SCFI. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. 1982. Norma Mexicana sobre Productos alimenticios no industrializados para uso humano. Tubérculo. Zanahoria (*Daucus carota*) Especificaciones. Disponible en: https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-024-1982.PDF

Soldado-Soldado, G.; Valiño, E.; Fernández-Páramo, L.; Viafara-Banguera, D.; Huilca-Álvarez, W.; Morocho-León, E.; Ortíz-Nacaza, P.; Riofrío-Carrión, A. & Andrade-Yucailla, V. 2018. "Efecto de los tiempos de recolección post cosecha de *Daucus carota* sobre la composición química del tubérculo, hojas y tallos como sustrato para ensilaje". *Revista Ecuatoriana de Investigaciones Agropecuaria*, 2: 20-24. DOI: http://dx.doi.org/10.31164/reiagro.v2n1.4

Sotelo, L. P. P.; Velazquez, D. E. & Tavacchi, J. C. 2022. "Desarrollo fenológico y productivo del cultivo de la zanahoria (*Daucus carota*), variedad Cenoura Brasilia, en la ciudad de Pilar, año 2021". *Revista Agropecuaria*, 1(1), 26-33.

StatSoft. 2008. STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com

Stolarczyk, J. & Janick, J. 2011. "Carrot: history and iconography". *Chronica Horticulturae*, 51: 13-18.

Tukey, J. W. 1960. "A survey of sampling from contaminated distributions". In: Ingram Olkin, (ed.) *Contribution to probability and statistics: Essays in honor to Harold Hotelling*. Stanford University Press. USA. 448-485 pp.

Verdugo-Fuentes, AA.; Peñuelas-Rubio, O.; Argentel-Martínez, L.; Leyva-Ponce, J.A. & González-Aguilera, J. "Algunas consideraciones sobre el manejo poscosecha de la zanahoria". *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7: 0071009 . DOI: https://doi.org/10.30973/aap/2021.7.0071009

Xie, W.; Wei, S. & Yang, D. 2023. "Morphological measurement for carrot based on three-dimensional reconstruction with a ToF sensor". *Postharvest Biology and Technology*, 197: 112216. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.112216