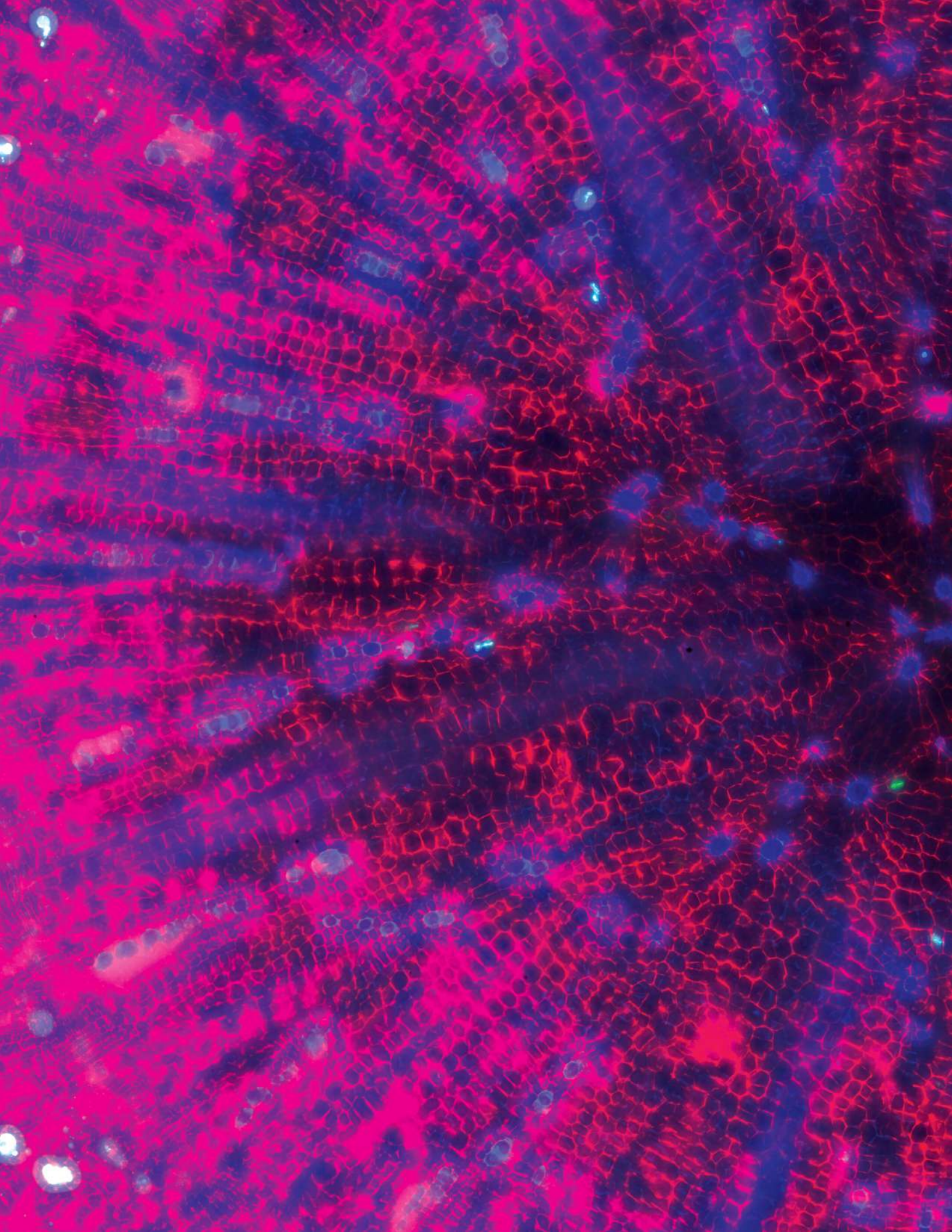
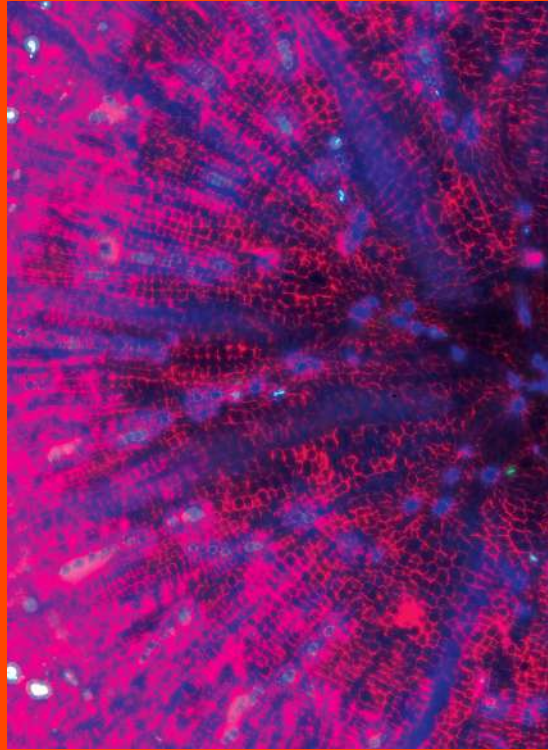






Título

Tejido de redes Kohn hacia el interior de la zanahoria

Técnica

Microscopía de fluorescencia por procesamiento Thunder de Leica, agrupando 1.600 fotos de 40 micras de profundidad.

Autoría

Juan Camilo Orozco Cardona
Paola Andrea Hormaza Martinez
Juan Camilo Henao Rojas

Descripción

Corte transversal de la parte comestible de la zanahoria, es decir, la raíz. En la fotografía se observa cambium y haces vasculares.

Capítulo IV

Clasificación taxonómica y descripción botánica

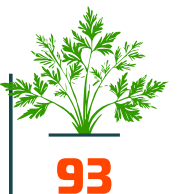
Jorge Jaramillo Noreña
Cristian Domínguez Pulgarín
Carolina Ortiz Muñoz
Carolina Zuluaga Mejía

Origen y distribución de la zanahoria

El género *Daucus* L., al cual pertenecen las zanahorias silvestres y cultivadas, es uno de los géneros más importantes, debido a su relevancia productiva a nivel mundial y regional, y porque posee alrededor de 40 especies silvestres que podrían servir como fuentes potenciales de diversidad genética para el mejoramiento de cultivos (Kadluczka et al., 2022). Las especies silvestres de *Daucus* están ampliamente distribuidas en las partes templadas del hemisferio norte, más comúnmente en la región mediterránea, que se considera el centro de la diversidad de este género. Así, el origen y la distribución de la zanahoria pueden abordarse desde diferentes enfoques. En coherencia con lo presentado en el capítulo anterior, donde se analiza el origen desde una perspectiva genética y evolutiva, en este apartado se presenta una aproximación histórico-geográfica que permite comprender la domesticación y posterior dispersión del cultivo.

De esta forma, es importante la identificación botánica, morfológica y taxonómica, porque permite generar alternativas de mejoramiento que aborden la creciente necesidad de una población en constante crecimiento. Así, se generan herramientas para los fitomejoradores con acceso a nuevos recursos genéticos que puedan usarse en programas de mejoramiento de cultivos, los cuales se convierten en un reservorio de genes para la adaptabilidad a una amplia gama de hábitats, condiciones ambientales y sensibilidad o respuesta a cambio climático desde la fenología y su efecto en la producción (Godwin et al., 2024; Prohens et al., 2017; Dempewolf et al., 2017; Brozynska et al., 2016).

Este capítulo tiene como objetivo describir el origen, la distribución geográfica y los principales aspectos taxonómicos y botánicos de la zanahoria (*Daucus carota* L.), proporcionando un marco de referencia que complemente el análisis genético y evolutivo presentado en el capítulo III. A partir



de una revisión histórica y descriptiva, se abordan los procesos de domesticación, dispersión y clasificación del cultivo, con el fin de contextualizar su diversidad y facilitar la comprensión de sus características morfológicas y agronómicas.

La zanahoria, cuyo nombre científico *Daucus carota* L. fue asignado por el botánico Carlos Linneo en el año 1753, es una planta originaria de Afganistán, que se extendió a Europa, el Mediterráneo y Asia, donde se cruzó con materiales silvestres de estas regiones (Rubatzky et al., 1999). Es propia de clima frío, aunque se cultiva también en el trópico y subtrópico.

En general, se distinguen dos tipos de zanahorias: las orientales o asiáticas, caracterizadas por tener raíces de color amarillo y púrpura, y las occidentales, con raíces de color anaranjado (figura 4.1). En Turquía, ambos tipos de zanahoria crecen juntos y se cruzan de forma libre, mientras que en Japón el cruce se realiza de forma artificial entre las zanahorias (International Plant Genetic Resources Institute [IPGRI], 1998).



Figura 4.1. Tipos de zanahoria según su coloración. a. Zanahorias orientales o asiáticas; b., c. y d. Zanahorias occidentales.

Fotos: Carolina Ortiz

A partir del siglo XII y hasta el siglo XV, los árabes introdujeron zanahorias de color púrpura y amarillo a Europa Occidental, expandiendo su cultivo en Francia, España, Italia, Gran Bretaña, Holanda y Alemania. A finales del siglo XVII, en Europa Occidental aparecieron las zanahorias

de raíces blancas, probablemente derivadas de los tipos púrpura o de los amarillos. Las zanahorias anaranjadas o caroténicas parecen ser consecuencia de la selección que los agricultores europeos realizaron en las de color amarillo durante los siglos XVII y XVIII (Oliva, 1990).

Taxonomía de la zanahoria *Daucus carota* L.

Esta hortaliza pertenece a la familia Apiaceae (anteriormente llamada Umbelliferae), en la cual también se encuentran el cilantro (*Coriandrum sativum*), el perejil (*Petroselinum* spp.) y el apio (*Apium graveolens*). La zanahoria se clasifica dentro del género *Daucus*, que incluye unas 60 especies. Generalmente, las variedades de uso comercial corresponden a la especie *Daucus carota* var. *Sativa* (Morales Payán, 2008). Según Hassler (2004; 2023), la clasificación taxonómica de la zanahoria es:



Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Apiales

Familia: Apiaceae

Subfamilia: Apioideae

Género: *Daucus*

Especie: *Daucus carota*



Foto: Paola Andrea Hormaza Martínez

Descripción botánica

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es una planta herbácea de ciclo bienal. Durante el primer año desarrolla el crecimiento vegetativo y forma la raíz napiforme y de reserva, mientras que, en el segundo año, bajo condiciones de vernalización, utiliza las reservas de la raíz para la emisión del tallo floral y la producción de semilla, proceso típico de zonas templadas (Alessandro & Gabriel, 2011). En Colombia, el cultivo se orienta a la producción de raíces para consumo en fresco y agroindustria, y se cosecha durante el primer ciclo vegetativo, con un periodo productivo aproximado de 120-130 días, sin que se complete la fase reproductiva. Debido a la ausencia de condiciones agroecológicas adecuadas para la vernalización, la producción comercial de semilla no es viable; sin embargo, esta puede realizarse de manera puntual con fines de investigación y mejoramiento genético.

Morfología de la zanahoria

Anatomía de la raíz de zanahoria

La raíz principal o de almacenaje es el órgano de reserva de la planta. Es una raíz tipo axonomorfa (pivotante), dominante, compuesta en su centro por el floema (en la parte más externa) y el xilema o corazón (en la parte interna), y tiene raíces secundarias laterales pequeñas en los costados (figura 4.2) (Rubatzky et al., 1999).



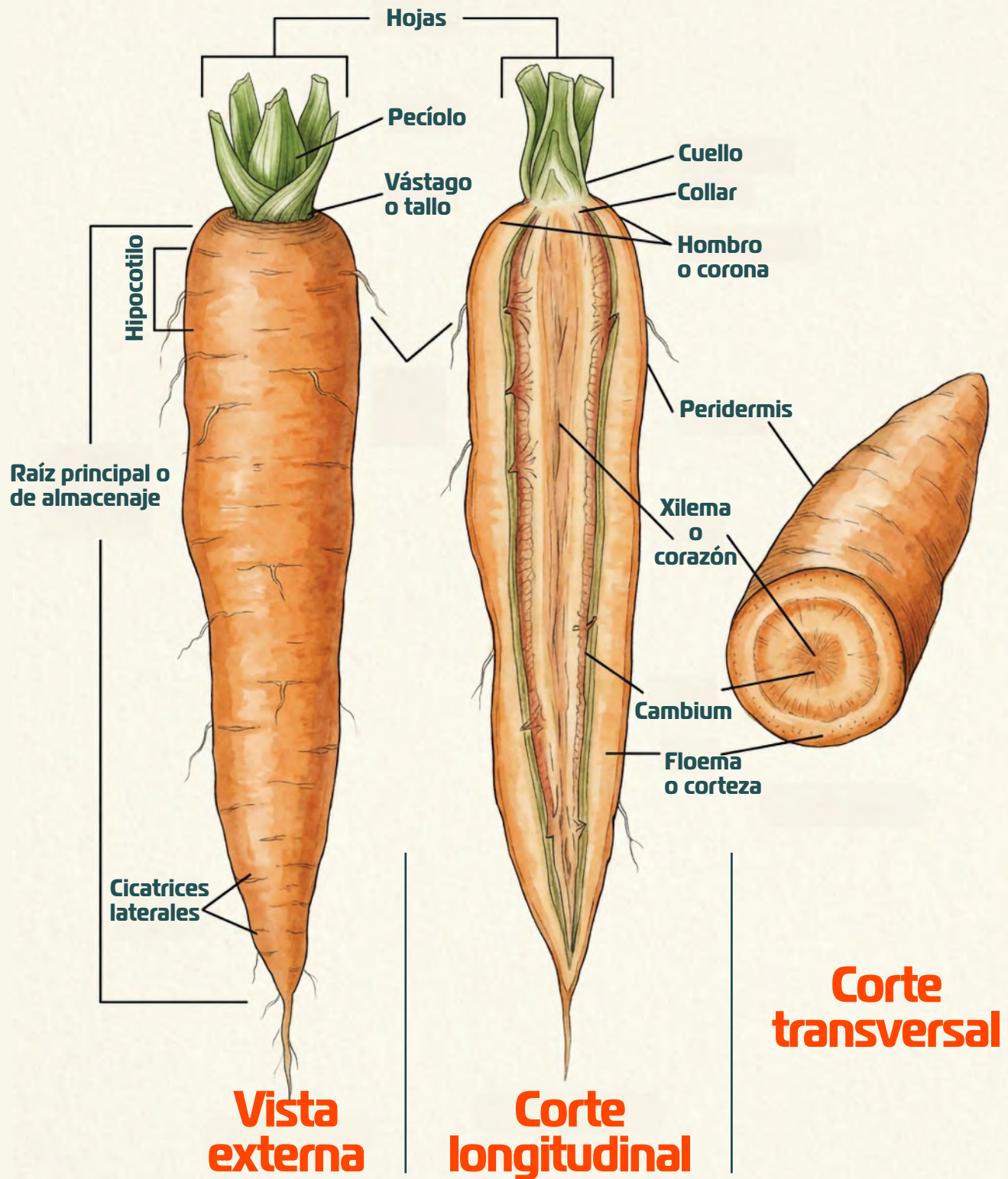


Figura 4.2. Anatomía de la raíz de zanahoria.

Ilustración: Carolina Ortiz, adaptada de Rubatzky et al. (1999)



Comúnmente, se encuentran zanahorias con una longitud de 10 a 25 cm, pero puede ser mayor o menor según la variedad. Su forma napiforme puede variar entre cónica, redon-

deada y cilíndrica, y otras formas intermedias (figura 4.3). El diámetro de la parte superior o corona va de 1 a 5 cm, dependiendo la variedad (IPGRI, 1998).

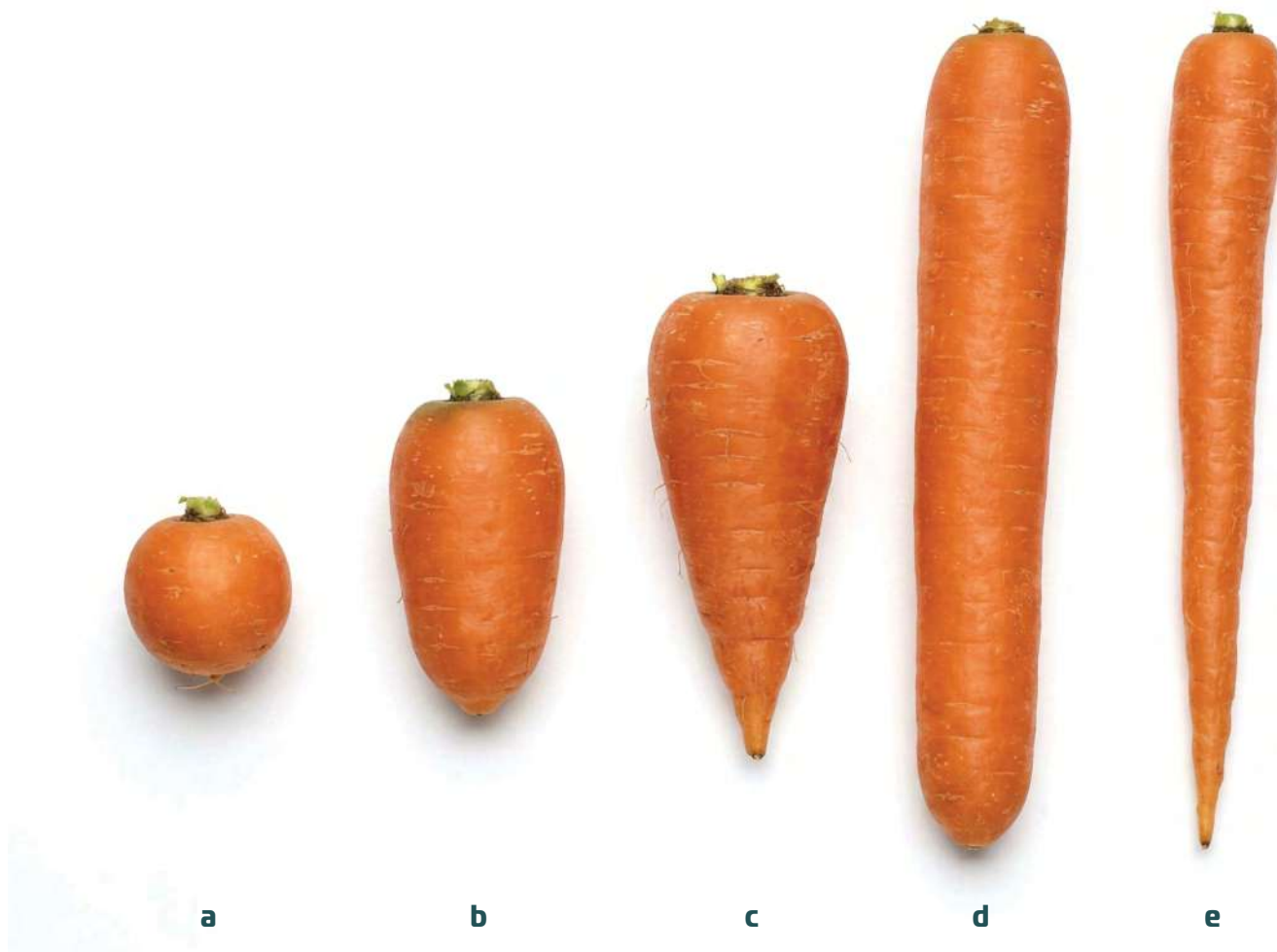


Figura 4.3. Formas de la raíz de zanahoria vista desde la sección longitudinal. a. Redonda; b. Oboval; c. Triangular invertida; d. Oblonga; e. Puntiguda.

Ilustración: Carolina Ortiz, adaptada de IPGRI (1998)

Los pigmentos que otorgan los diferentes colores a la zanahoria (figura 4.4) son indicadores de sus compuestos; así, las zanahorias naranjas poseen

betacarotenos, las rojas licopenos, las amarillas xantofilas, las púrpuras antocianinas y las blancas no tienen ningún pigmento (Jiménez, 2011).



Figura 4.4. Zanahorias con diferentes pigmentaciones.

Foto: Carolina Zuluaga

Tipos de zanahoria de acuerdo con la morfología de la raíz

Según sus características externas, la zanahoria se puede clasificar por parámetros de color, forma y tamaño. A continuación, se muestran estas clasificaciones.



Según color: se agrupan en blancas, amarillas, anaranjadas, rojas y violáceas (Valadez, 1993).



Según forma: se clasifican en cónicas o cilíndricas, con el extremo superior redondeado y el inferior en cono o puntiagudo. El IPGRI (1998) muestra cinco formas (figura 4.4).



Según tamaño: existen largas (mayores de 20 cm de longitud), semilargas (15 a 20 cm), semicortas (10 a 12 cm) y cortas (menor a 10 cm) (Reina & Bonilla Olaya, 1997).

Morfología del tallo

El tallo suele ser similar a un disco o corona de pocos milímetros sobre la parte superior de la raíz y a ras del suelo, por eso los entrenudos no se visibilizan (figura 4.5a); de estos nudos nacen las hojas (figura 4.5b).



Figura 4.5. Tallo de la zanahoria.

Fotos: Jorge Eliécer Jaramillo, Cristian Domínguez, Carolina Ortiz y Carolina Zuluaga

Morfología de las hojas

Las hojas son verdes grisáceo brillante, pubescentes, con el limbo oval dividido en lóbulos que alcanzan el nervio medio, los pecíolos son largos y acanalados (figuras 4.6a y 4.6b), la primera

hoja verdadera emerge de 7 a 14 días después de la germinación, y en su etapa vegetativa las hojas forman una roseta (figuras 4.6c y 4.6d) o penacho (Guenkov, 1983; McCollum, 1992).



CAROTA
360°

Modelo integral para el desarrollo de la cadena de valor de zanahoria en el Oriente departamento de Antioquia

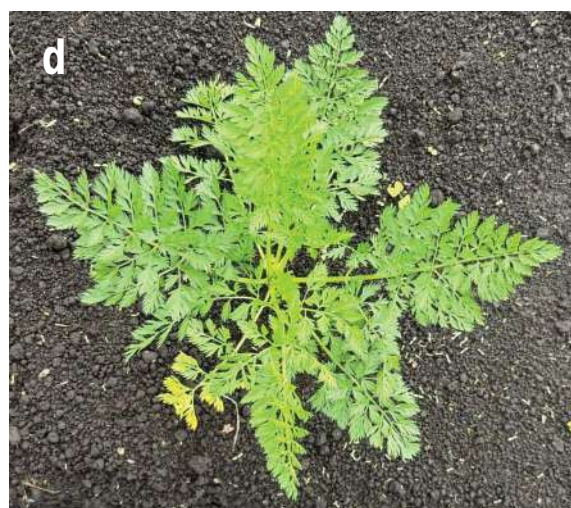


Figura 4.6. Hoja de la zanahoria. a. Hoja de zanahoria mostrando nerviación pinnada y limbo dividido; b. Hoja de zanahoria con pecíolo largo y acanalados saliendo del tallo; c. Hojas de zanahoria en etapa vegetativa muy joven; d. Zanahoria en etapa juvenil con hojas formando una roseta.

Fotos: Jorge Eliécer Jaramillo, Cristian Domínguez, Carolina Ortiz, Carolina Zuluaga y Paola Andrea Hormaza



Figura 4.7. Flor de la zanahoria. a. Flores verdosas; b. Flores blancas; c. Forma de sombrilla.

Fotos: Carolina Ortiz

Morfología de la flor

Son flores pentámeras, pequeñas generalmente blancas o con tonalidades verdosas o moradas (figura 4.7a), pueden ser hermafroditas y masculinas (plantas andromonoicas), sus sépalos son diminutos de color verde, los pétalos blancos y emarginados, los estambres alternipétalos insertos en el margen del disco epígino, los filamentos son filiformes, las anteras son bitecas dehiscen-tes por hendiduras longitudinales, y el ovario es ínfero, bilocular, con los lóculos uniovulados. Los dos estilos simples están sostenidos por un esti-lopodio cónico (Maroto, 1995).

Las flores se agrupan en estructuras llamadas in-florescencias, comúnmente en forma de sombri-llas (figuras 4.7b y 4.7c). Según Guenkov (1983), estas sombrillas, también conocidas como um-belas, son compuestas. Cada planta presenta una umbela central o primaria, correspondiente al tallo principal, y las ramificaciones sucesivas del tallo generan umbelas de segundo, tercero y has-ta séptimo orden. El número de ramificaciones, órdenes y umbelas puede variar entre plantas y depende de las condiciones ambientales (Oliva, 1990). Las umbelas primarias, siendo las más grandes, pueden medir hasta 15 cm de diámetro y suelen tener más flores por umbela.

La zanahoria puede presentar androesterilidad, donde las anteras no producen polen. Se distin-guen dos tipos: el de anteras marrones, donde las anteras degeneran y marchitan antes de la antesis, y el petaloide, donde los estambres se sustituyen por pétalos. Esta condición de esterili-dad se aprovecha en la producción de híbridos (Agrotendencia TV, 2022).

El periodo de floración de cada umbela, que es la apertura total de sus flores, suele durar entre 7 y 10 días, espaciándose entre las umbelas de distintos órdenes más o menos por 7 días, lo que significa que el proceso de floración de una planta de zanahoria puede extenderse entre 30 y 50 días, dependiendo del número de umbelas por planta. El desarrollo y la apertura de las flores dentro de cada umbela ocurre de afuera hacia adentro, de manera centripeta.

La polinización es entomófila, se realiza con insectos, como señala García de Souza (2002). La floración es un proceso que se lleva a cabo en las zonas productoras de semilla de zanahoria; en Colombia, hasta el momento, no se conoce producción de semillas de zanahoria y la siembra de este cultivo se realiza con semilla de híbrida.

Morfología del fruto

Es oval y se compone de un esquizocarpo dividido en dos aquenios unidos aplanados en la zona de unión, conocido como diaquenio, con una longitud de 2 a 4 mm, y cubierto de pelos curvados. Cuando el fruto madura, los mericarpios se separan y cada uno se convierte en una semilla (NatureGate, s. f.).

En Colombia, la zanahoria no completa su fase reproductiva bajo condiciones de campo, debido principalmente a la ausencia de un periodo de vernalización asociado a la latitud tropical y a la falta de estaciones marcadas. Por esta razón, no es viable la introducción de variedades con fines de producción comercial de semilla, actividad que se concentra en regiones templadas donde se cumplen los requerimientos fisiológicos del cultivo.

Morfología de la semilla

Los mericarpios del fruto se separan al alcanzar la madurez, y cada uno forma lo que comúnmente se conoce como semilla. Estas son muy pequeñas, con una superficie convexa en un lado y casi plana en el otro (figuras 4.8a y 4.8b). Las semillas de las umbelas terciarias maduran unas tres semanas o más después de las primarias. Cada planta puede producir entre 10 y 30 gramos de semillas, siendo 1 gramo equivalente a 1.000 semillas. Sin embargo, solo alrededor del 10 % es viable, como indican Galindo & Saboyá (2020). La planta de la zanahoria en Colombia no fructifica, ya que la semilla sembrada es híbrida.

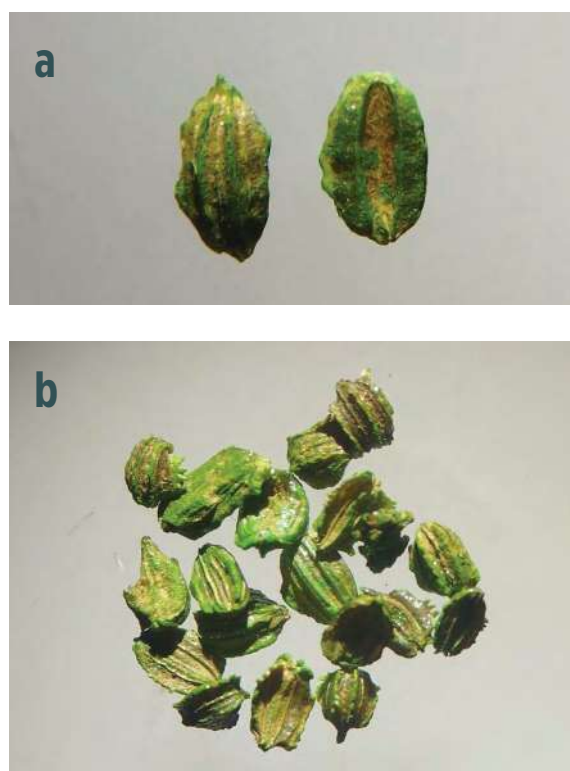


Figura 4.8. Semilla de zanahoria. a. Vista frontal y dorsal de una semilla; b. Varias semillas.

Fotos: Carolina Ortiz



Para no olvidar...



- » La historia, origen, clasificación y morfología de la zanahoria (*Daucus carota* L.) permite comprender la importancia agrícola y alimentaria de esta hortaliza, su riqueza genética y diversidad fenotípica.
- » La planta de zanahoria es de tipo herbácea, con ciclo anual para comercialización de raíz y ciclo bienal hasta la extracción de semillas.
- » En Colombia, el ciclo de producción comercial de raíces es de 120-130 días, ya que no se poseen condiciones agroecológicas para la producción de semilla.
- » La longitud de la zanahoria es de 10 a 25 cm, según la variedad. Su forma napiforme puede variar desde cónica, redondeada o cilíndrica, y otras formas intermedias (figura 4.3).
- » Los pigmentos que otorgan los diferentes colores a la zanahoria son indicadores de sus compuestos; así, las zanahorias naranjas poseen betacarotenos, las rojas licopenos, las amarillas xantofilas, las púrpuras antocianinas y las blancas no tienen ningún pigmento (Jiménez, 2011).

Conclusiones y perspectivas de los autores

- » La clasificación entre zanahorias orientales y occidentales refleja una evolución cultural y genética compleja, con un legado que incluye desde raíces púrpuras y amarillas hasta los tradicionales materiales anaranjados, seleccionados por su alto contenido de caroteno. Asimismo, la estructura taxonómica de la especie y su pertenencia a la familia Apiaceae subrayan su vínculo con otras hortalizas de importancia como el apio, el perejil o el cilantro, con las que comparte características morfológicas y fisiológicas clave.
- » Desde la perspectiva morfológica, la diversidad de formas, colores y tamaños, así como la complejidad de estructuras como la raíz, las hojas, el tallo y la flor, evidencian el potencial de la zanahoria tanto para la investigación botánica como para la selección y mejoramiento genético.
- » Es fundamental fortalecer los estudios sobre diversidad genética y comportamiento adaptativo de los materiales de siembra presentes en el país, así como impulsar estrategias de mejoramiento participativo que consideren las características morfológicas y fisiológicas deseadas por los productores y el mercado.
- » La zanahoria representa un cultivo versátil, adaptado a múltiples regiones del mundo, con una riqueza genética y morfológica notable. Su estudio detallado sienta las bases para avanzar en su aprovechamiento sostenible, su mejoramiento y su proyección dentro de sistemas agrícolas más resilientes e integrados.

Referencias

- Alessandro, M. S., & Gabriel, E. L. (2011). Panorama varietal del cultivo de zanahoria en Argentina. *Horticultura Argentina*, 30(72), 14-19. <https://www.horticulturaar.com.ar/es/articulos/panorama-varietal-del-cultivo-de-zanahoria-en-argentina.html>
- Brozynska, M., Furtado, A., & Henry, R. J. (2016). Genomics of crop wild relatives: expanding the gene pool for crop improvement. *Plant Biotechnology Journal*, 14(4), 1070-1085. <https://doi.org/10.1111/pbi.12454>
- Agrotendencia TV. (2022). *Cultivo de zanahoria: pasos, proceso, plagas e importancia* [Video]. <https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/hortalizas/cultivo-de-zanahoria/>
- Dempewolf, H., Baute, G., Anderson, J., Kilian, B., Smith, C., & Guarino, L. (2017). Past and future use of wild relatives in crop breeding. *Crop Science*, 57(3), 1070-1082. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.10.0885>

- Galindo, J. y Saboyá, J. (2020). *Zanahoria (Daucus carota L.): manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Corredor Tecnológico Agroindustrial CTA-2. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/87660>
- García de Souza, M. (2002). *El cultivo de zanahoria*. Universidad de la República de Uruguay. <https://es.scribd.com/document/346769890/El-Cultivo-de-Zanahoria>
- Gaviola, J. C. (2013). *Manual de producción de Zanahoria*. Estación Experimental.
- Godwin, A., McGill, C., Ward, A., Sofkova-Bobcheva, S., & Pieralli, S. (2023). Phenological phase affects carrot seed production sensitivity to climate change - A panel data analysis. *Science of The Total Environment*, 892, 164502. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164502>
- Guenkov, G. (1983). *Fundamentos de la horticultura cubana*. Pueblo y Educación.
- Hassler, M. (2004; 2023). *World plants. Synonymic checklist and distribution of the world flora*. Versión 15.2. www.worldplants.de
- International Plant Genetic Resources Institute [IPGRI]. (1998). *Descriptores de la zanahoria silvestre y cultivada (Daucus carota L.)*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos de Roma.
- Jiménez Apaza, S. K. (2011). *Caracterización y evaluación morfológica de zanahoria variedad altiplano (Daucus carota) frente a una variedad local en diferentes pisos ecológicos* [Tesis de grado]. Universidad Mayor de San Andrés.
- Kadluczka, D., & Grzebelus, E. (2022). Comparative fruit morphology and anatomy of wild relatives of carrot (*Daucus*, Apiaceae). *Agriculture*, 12(12), 2104. <https://doi.org/10.3390/agriculture12122104>
- Maroto, J. (1995). *Horticultura herbácea especial* (4.ª ed.). Mundi Prens.
- McCollum, J. P. (1992). *Producing vegetable crops*. The Interstate Printers & Publishers, Inc.
- Morales Payán, J. P. (2008). *Guía técnica cultivo de zanahoria*. Cedaf.
- NatureGate. (s. f.). *Zanahoria, Daucus carota - Flores*. <https://luontoportti.com/es/t/1846/zanahoria>
- Oliva, R. N. (1990). *Actas Curso Taller en Tecnología de producción de semillas hortícolas para pequeños agricultores. Zanahoria*. INTA Argentina.
- Prohens, J., Gramazio, P., Plazas, M., Dempewolf, H., Kilian, B., Díez, M. J., Fita, A., Herráiz, F. J., Rodríguez-Burruezo, A., Soler, S., Knapp, S., & Vilanova, S. (2017). Introgressomics: a new approach for using crop wild relatives in breeding for adaptation to climate change. *Euphytica*, 213(7), 158. <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1938-9>
- Reina, C. E., & Bonilla Olaya, J. F. (1997). *Manejo postcosecha y evaluación de calidad para la zanahoria (Daucus carota L) que se comercializa en la ciudad de Neiva*. Universidad Surcolombiana.
- Rubatzky, V. E., Quiros, C. F., & Simon, P. W. (1999). *Carrots and related vegetable Umbelliferae* (pp. ix+-294). <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19990309628>
- Valadez, A. (1993). *Producción de hortalizas*. Noriega.

