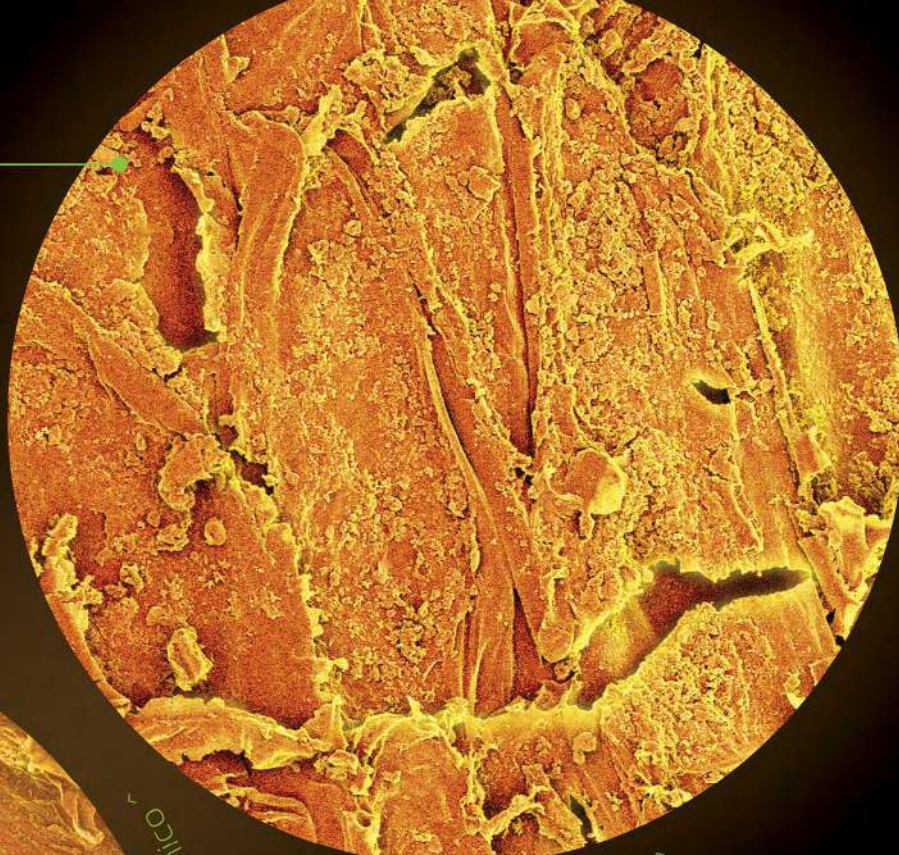
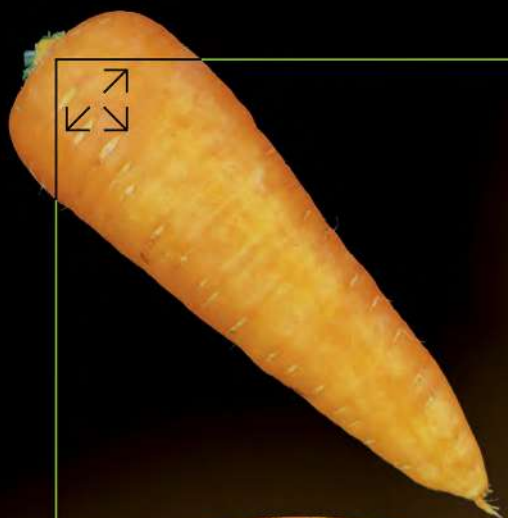
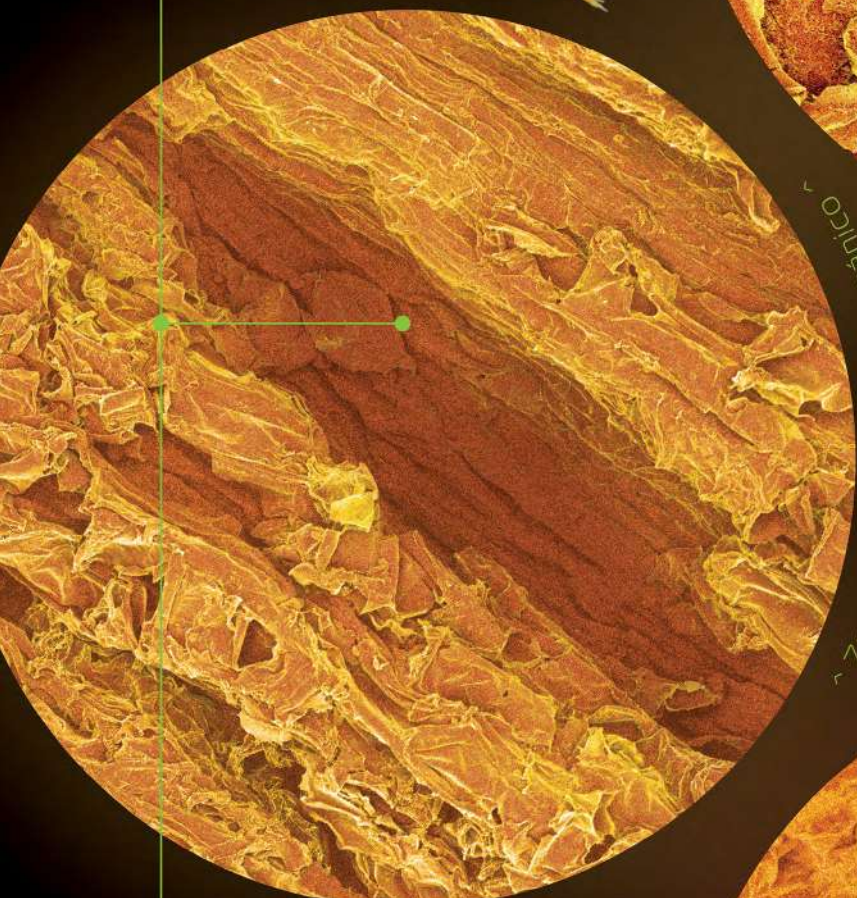




^ Zanahoria sin lavado ^



^ Zanahoria con lavado mecánico ^



^ Zanahoria con desinfección ^



Título

Rastros invisibles

Técnica

Microscopía de barrido con agrupación de imágenes del detector de electrones secundarios y del detector de electrones retrodispersados, con coloreado digital.

Autoría

Juan Camilo Henao-Rojas
Paola Andrea Hormaza Martínez
Nydia Yadira Arias Morales
Colorización y diseño: Jaime Wilches

Descripción

- Peridermis de zanahoria cuya superficie presenta microfisuras naturales sin daños (zanahoria sin lavado), así como grietas normales en la raíz.

- Peridermis con microabrasión profunda derivada del lavado con cepillos, lonas o costales (zanahoria con lavado mecánico), provocando un raspado evidente con microfisuras mayores que eliminan

capas protectoras y dejan la peridermis más expuesta a patógenos y plagas poscosecha.

- Peridermis con alteraciones químicas y físicas en la superficie después del lavado con cloro disuelto en agua (zanahoria con desinfección), acentuando la profundidad del raspado y degradando los tejidos superficiales.

Capítulo II

Situación del sistema de producción de zanahoria en el Oriente antioqueño

Germán Franco
Luz Mary Quintero Vásquez
Paola Andrea Hormaza Martínez

Introducción

La zanahoria es la tercera hortaliza más consumida en Colombia después del tomate y la cebolla de bulbo (Universidad Nacional de Colombia et al., 2020), se produce en 96 municipios de 11 departamentos, siendo los principales productores en área sembrada Cundinamarca (32 %), Boyacá (30,52 %) y Antioquia (18 %) (UPRA, 2023).

Según Alessandro (2013), esta hortaliza se caracteriza por presentar carotenoides del tipo α -caroteno y β -carotenos, compuestos con propiedades antioxidantes y precursores de la vitamina A o provitamina A. La zanahoria también aporta vitaminas B, C y E, minerales y compuestos antioxidantes, y su valor calórico es bajo (33 kcal/100 g). Por eso, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otras investigaciones (Torres, 2016; *La Vanguardia*, 2022) le atribuyen múltiples beneficios para la salud,

entre ellos propiedades para prevenir el cáncer de seno y otro tipo de tumores, razón por la cual recomiendan su consumo y la consideran prioritaria en la dieta. Complementario a esto, sus contenidos de sólidos totales y azúcares influyen en las propiedades organolépticas de la zanahoria destinada al consumo en fresco. Además, dichos contenidos son de interés para procesos industriales, ya que estos compuestos afectan el rendimiento, el sabor y la calidad del producto procesado (Alessandro, 2013).

Por otra parte, dentro del sistema productivo, el cultivo es desarrollado por pequeños productores de carácter familiar como productores comerciales en mediana y gran escala. Estas categorías se diferencian por el tamaño del área destinada a la producción, volúmenes de producción, tecnología en la producción y su



Foto: Carolina Ortiz

mercado. Como toda producción agrícola, este cultivo presenta desafíos en cuanto a la optimización de la cadena de valor e inocuidad de sus productos. Sumado a esto y desde una perspectiva ambiental, el sistema productivo busca mitigar los posibles efectos negativos que se puedan generar sobre los ecosistemas en los que se desarrolla, alineándose progresivamente con las estrategias regionales y nacionales orientadas a la sostenibilidad agrícola, el fortalecimiento de la bioeconomía y la agregación de valor, presentes en los planes de desarrollo departamentales y en el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026. En este sentido, el cultivo avanza para convertirse en un sistema amigable con el medio ambiente, que busca equilibrar la conservación ambiental con la sostenibilidad, la

productividad y la rentabilidad para los productores. Asimismo, el cultivo presenta alto potencial en la transformación industrial y cosmética, lo que genera perspectivas interesantes de diversificación del ingreso para el mejoramiento de la calidad de vida de los productores.

El presente capítulo describe los sistemas productivos de zanahoria que se encuentran en el Oriente antioqueño, mostrando sus modelos productivos, manejo agronómico, limitaciones y potencialidades, y comparando el cultivo con las expectativas y demandas nacionales y mundiales, para brindar un conocimiento inicial de estos ítems que el lector podrá ir profundizando en los demás capítulos a lo largo de toda la obra.



Principales características socioeconómicas y productivas del sistema de producción de zanahoria en el Oriente antioqueño

En el Oriente antioqueño, los municipios de El Santuario, La Unión y Marinilla son los principales productores de zanahoria, con un área cosechada de 1.451 ha, una producción de 49.100 t y una población estimada de 788 pequeños productores, quienes disponen de un área sembrada que fluctúa entre 0,9 y 3,4 ha por productor (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] & Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2022; Gobernación de Antioquia, 2022). Estas áreas se caracterizan por tener un sistema de producción con baja tecnificación, baja en calidad del producto y generación de excedentes (25 a 30 %) (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]; Ochoa, 2015).

En el Oriente antioqueño se han determinado algunas condiciones generales de los predios con respecto a la tenencia de tierra, el sistema de producción familiar, el manejo del cultivo, la

cosecha y poscosecha, la calidad de la producción, las brechas tecnológicas identificadas en los sistemas productivos del Oriente antioqueño, entre otras que se describen a continuación.

Tenencia de la tierra

En Colombia, las principales formas de tenencia de la tierra corresponden a la propiedad privada, con aproximadamente entre el 60 y el 65 % de la tierra rural y a modalidades como la aparcería (compañía) y el arrendamiento, que en conjunto abarcan entre un 5 y 7 % del total de la tierra agrícola (Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas [Fenalce], 2016). De manera independiente a la forma de tenencia, el tamaño y la viabilidad productiva de los predios se analizan a partir de la unidad agrícola familiar mínima (UAF)¹, entendida como una medida técnico-económica y no como un régimen de propiedad. En las zonas productoras de zanahoria estudiadas en el departamento de Antioquia, específicamente

¹ Según el artículo 38 de la Ley 160 de 1994, se definió la unidad agrícola familiar (UAF) como “la empresa básica de producción agrícola, pecuaria, acuícola o forestal cuya extensión, conforme a las condiciones agroecológicas de la zona y con tecnología adecuada, permite a la familia remunerar su trabajo y disponer de un excedente capitalizable que coadyuve a la formación de su patrimonio”.

en los municipios de Marinilla y El Santuario, la UAF mínima se estima en 13,74 ha y máxima de 15,27 ha, considerando el uso agrícola del suelo para la producción de zanahoria. En las regiones estudiadas predomina la tenencia de la tierra bajo la modalidad de propiedad (47 %), seguida del arrendamiento o alquiler (43 %) y la aparcería o compañía² (10 %) (Quintero & Franco, 2023). De manera independiente a la forma de tenencia, los sistemas productivos de zanahoria se caracterizan por la implementación de siembras escalonadas, con el fin de garantizar una oferta continua del producto a lo largo del año.

Sistema de producción familiar

El cultivo de zanahoria es un sistema de producción asociado a la agricultura familiar, que presenta una participación femenina del 69 %. De este grupo, el 25 % participa en la mayoría de las tareas agrícolas, excluyendo la fumigación, mientras que el 44 % colabora en actividades de mantenimiento de cultivos de rotación, como papa, habichuela, frijol, cilantro y otras hortalizas.

El área modal de los lotes de cultivo es de 400 m² y la edad promedio de los productores es de 39 años (Quintero & Franco, 2023). Además, los productores carecen de asistencia técnica for-

mal; en algunos casos, reciben apoyo parcial por parte de las casas comerciales y los almacenes agropecuarios, que realizan visitas a las fincas y aprovechan para ofrecer y vender los insumos agrícolas necesarios.

Manejo del cultivo

De acuerdo con Quintero y Franco (2023), la siembra de la zanahoria presenta las características observadas en la tabla 2.1, donde se muestra la disposición espacial del cultivo según la topografía del lote, realizada por los agricultores. La siembra se realiza de forma transversal a la era, para evitar la erosión ocasionada por el agua de lluvia o de riego, la cual se desplaza rápidamente arrastrando suelo por escorrentía. Las dimensiones están dentro de los parámetros convencionales para la siembra del cultivo con camas de unos 30 cm de altura, de 1 a 1,2 m de ancho, y distancia entre camas de 40 a 45 cm (Mejía & Lobo, 1983; Lardizábal, 2013). Sin embargo, en la zona de estudio también se presenta diferencia en la distancia de siembra entre las plantas y los surcos, siendo los parámetros identificados: 80 x 20 cm, 50 x 10 cm, 20 x 5 cm, 15 x 5 cm, 5 x 5 cm, entre otros (tabla 2.1). Además, en algunos predios se observa la pérdida del primer horizonte del suelo por el laboreo con tractor y escaso uso de prácticas de conservación de suelos de ladera (figura 2.1).

² La aparcería o compañía se define como el acuerdo que ocurre entre dos personas a través de un contrato verbal o escrito que usufructúan un terreno, con el fin de repartirse entre sí los frutos o utilidades que resulten de la explotación de este (Ley 6 de 1975). En el acuerdo, el productor aporta la mano de obra y el terreno, y la otra persona aporta los insumos y el efectivo requerido para la producción del cultivo.



Tabla 2.1. Características espaciales de las plantaciones de zanahoria

Distancia entre plantas y surcos (cm)	Frecuencia (%)	Distancia entre camas (cm)	Frecuencia (%)	Ancho de las camas (m)	Frecuencia (%)	Alto de la cama (cm)	Frecuencia (%)
10 x 10	65	15-24	40	1-1,2	56	10-19	41
10 x 5	3	25-34	19	1,2-1,4	29	20-30	59
15 x 10	3	35-44	27	1,4-1,6	11		
15 x 5	12	45-54	13	0,8-1	4		

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas a productores (2023)



Figura 2.1. Suelos de ladera con pérdida del primer horizonte.

Foto: Germán Franco

Por otra parte, los materiales de siembra de zanahoria más utilizados en la zona son Extremo y Bangor, con una frecuencia del 91 %. Los agricultores siembran materiales recomendados por las casas comerciales y, dependiendo de la oferta que dispongan para la zona, pueden sembrar un solo material (66 %) o ambos (29 %) (Quintero & Franco, 2023).

En cuanto a la rotación de cultivos, de acuerdo con Quintero y Franco (2023), el 94,3 % de los productores implementan esta práctica con 11 cultivos, entre ellos papa, arveja, lechuga, cilantro y repollo, que representan el 74 % de los más utilizados. Por su parte, el 10 % de los agricultores no realiza rotación de cultivos, lo que indica que siembran zanahoria de manera continua, pero en terrenos diferentes dedicados exclusivamente a este cultivo. Dicha situación se presenta generalmente cuando los productores acceden a los lotes mediante arrendamiento o en compañía con otros productores. Esta diferenciación es relevante, ya que permite identificar claramente los patrones de manejo agrícola en el sistema de producción de zanahoria y las implicaciones de la siembra continua frente a la diversificación mediante rotación o cambio de lotes. De los productores de zanahoria, el 89 % cultiva zanahoria durante todo el año.

A pesar de la relevancia para el manejo eficiente del cultivo, prácticas como el análisis de suelos son realizadas solo por el 2 % de los productores. Esta es una situación que requiere acompañamiento, pues la fertilización del cultivo empleada actualmente podría estar ocasionando problemas de desbalances nutricionales en el suelo y disminuciones en la productividad y calidad del producto.

Plagas y enfermedades

Entre las principales plagas que afectan a la zanahoria en el Oriente antioqueño se encuentran las larvas o gusanos de polillas como *Spodoptera* sp. (Lepidoptera), que actúan como comedores de hoja (figura 2.2a); los áfidos que son chupadores de sabia, como *Myzus persicae* (Hemiptera) (figura 2.2b); los trips (*Thrips* sp.) o piojillos, que son raspadores y chupadores (Thysanoptera) (figura 2.2c), y las babosas, moluscos (Gasteropoda) que pueden actuar como defoliadores o afectar la raíz principal (figura 2.2d). Estas plagas son reportadas por el 89 % de los productores en sus cultivos de zanahoria, que indican su alta incidencia en la región.

Los demás insectos y artrópodos plaga asociados al cultivo de zanahoria podrán observarse en el capítulo X, relacionado con la identificación y el manejo integrado de plagas. En cuanto a los nematodos (figuras 2.2e y 2.2f), el 47 % de los productores reconocen que son los parásitos de las plantas más limitantes en el cultivo de zanahoria, debido a los daños en el producto comercializable y la dificultad en su manejo, pues no existen productos con registro ICA para su control. Con respecto a las enfermedades, la alternaria es la enfermedad con un mayor porcentaje de mención, con el 34 % en la zona de estudio (Quintero & Franco, 2023). En el capítulo IX se encuentra mayor información sobre las enfermedades y estrategias de manejo.





Figura 2.2. Algunas plagas de la zanahoria.
a. Lepidoptera; b. Hemiptera; c. Thysanoptera; d. Gasterópoda; e. Nematodos del género *Pratylenchus* spp.; f. Nematodos del género *Meloidogyne* spp.

Fotos: Carolina Ortiz y Mario Mesa

Culturalmente, entre el 75 y el 94 % de los productores de zanahoria de la zona de estudio realizan aplicaciones de agroquímicos cada semana, sin la realización del censo fitosanitario previo, lo cual dificulta determinar la presencia de estos problemas en el cultivo. Lo anterior conlleva el uso preventivo e indiscriminado de agroquímicos, debido a la creencia de que la fumigación se hace para prevenir (según recomendación de casas comerciales), ya que si se espera a que aparezca la plaga o enfermedad, es muy difícil de controlar y el cultivo se perderá. Esta percepción refleja una dependencia del manejo químico preventivo, sin respaldo en diagnósticos fitosanitarios, lo cual se evidencia como una oportunidad para introducir esquemas de manejo integrado de plagas (MIP) basados en el monitoreo sistemático y la aplicación de agroquímicos cuando los umbrales económicos de daño se presentan. De esta forma, la disminución en el uso de productos químicos, basada en decisiones técnicas, permitirá disminuir sus aplicaciones y se obtendrá un producto inocuo sin presencia de ingredientes activos no autorizados o mal empleados, lo que reduce la contaminación y contribuye a obtener mejores ganancias.

De esta forma, para el control de las plagas y enfermedades, es recomendable que los productores utilicen agroquímicos con moléculas registradas ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para su uso en el cultivo. En la región estudiada, solo una de las 23 moléculas usadas para control de plagas y siete de las 22 moléculas usadas para el control de enfermedades cuentan con registro ICA para uso en el cultivo de zanahoria (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA],

2022). Esto es preocupante por el uso de productos no autorizados, lo cual conlleva la revisión para el registro de otros productos o alternativas que se pudieran utilizar en este cultivo. En cuanto a las pérdidas que pueden ocasionar los problemas fitosanitarios, el 47 % de los productores indican que se puede llegar a perder entre un 90 y un 100 % de la producción por ataque de insectos plaga y 36 % por las enfermedades en caso de no practicar los controles que realizan. Para el control de plagas y de enfermedades, los productores utilizan en un 54 % pesticidas categoría III (ligeramente peligroso) y 39 % categoría II (moderadamente peligroso) (Quintero & Franco, 2023).

De otra parte, el uso de herramientas agrícolas es indispensable en la producción de zanahoria, cuya desinfección evita la proliferación de insectos y enfermedades plaga que pueden ser diseminadas por el productor en la rutina diaria, y que puede llegar a afectar la inocuidad del producto final. El estudio muestra que solamente el 10 % de los productores desinfecta las herramientas de trabajo, factor que favorece la diseminación de problemas fitosanitarios como los nematodos.

Según lo expuesto, el presente estudio evidencia una confusión por parte de los productores frente a los conceptos de plaga, insectos plaga y enfermedades. También se observó que, en ocasiones, los productores les pueden dar el mismo nombre a un grupo de enfermedades. Esta información demanda la realización de estrategias de transferencia de tecnología en el manejo integrado de plagas del cultivo, teniendo en cuenta las recomendaciones de las buenas prácticas agrícolas (BPA).





Foto: Paola Andrea Hormaza Martínez

Arvenses

Para el control de arvenses, los productores emplean seis ingredientes activos, cinco con registro ICA para zanahoria (ICA, 2022). Las moléculas más utilizadas son el linurón (40 % de los casos) y la metribuzina (5 %) (PLM Colombia, 2021). En el 37 % de los casos, los productores utilizan estas dos moléculas para el manejo de las arvenses. La mayor frecuencia de aplicación de los herbicidas está entre los 20 y 29 días después de la siembra del cultivo, época en que la plantación se encuentra en el periodo crítico de competencia, estimado entre los 25 y 32 días después de la emergencia (Dotor et al., 2018). Algunos productores manifiestan que después del segundo mes de edad del cultivo no realizan manejo de arvenses y deben hacer algunos controles manuales, porque existen malezas que los herbicidas no controlan.

Cosecha y poscosecha

El 71 % de los cultivadores realizan la cosecha entre los 4 y 4,5 meses después de la siembra, pero pueden dejar la zanahoria sin recolectar hasta los cinco meses debido a factores climáticos y de comercialización.

La cosecha es manual y se puede realizar hasta tres días a la semana (32 % de los productores), y la recolección se realiza en costales de fibra en el 98 % de los casos, que pueden ser nuevos o reutilizados provenientes de fertilizantes o alimentos pecuarios, lo que puede casionar contaminación del producto (Quintero & Franco, 2023).

Los criterios para la definición del momento de la cosecha son el tamaño (33 %) y la edad después de la siembra (24 %). El 91 % de los productores no tienen acopio en las fincas debido a que entregan la cosecha el mismo día.

En cuanto a las prácticas de poscosecha, el 91 % de los cultivadores seleccionan el producto en el cultivo antes de lavarlo, para lo cual utilizan costales de diferente color e indican que es un proceso rápido; posterior al lavado, el 82 % de los productores seleccionan la zanahoria por tamaño y sin daños físicos. Finalmente, el 87 % de los productores empacan la zanahoria para comercializar en costales de fibra de colores según la calidad. Para esto, utilizan costales de color blanco o naranja para las zanahorias de mejor calidad y rojo para las zanahorias de “segundas”. En este proceso se observa el uso de empaques reutilizados (figura 2.3).



Figura 2.3. Zanahoria empacada en costales de fibra reutilizados.

Foto: Luz Mary Quintero

Para el lavado de la zanahoria, el 70% de los productores crean sus propias máquinas de lavado, mediante la adecuación de mezcladoras de cemento (figura 2.4), cuyo proceso generalmente se hace en zonas aledañas al cultivo. El agua utilizada para esta labor proviene de quebradas (53 %), del acueducto veredal (24 %) o pueden combinar el lavado utilizando agua del acueducto/quebrada (18 %); el resto (5 %) utiliza agua de nacimientos de la finca. El lavado de la zanahoria con máquinas operadas por electricidad presenta riesgos asociados a la

distribución de los cables de la energía que consume la máquina lavadora, pues en ocasiones los cables hacen contacto con el agua, lo que puede causar corto circuito y afectar a los operarios, debido a que la mayoría realizan el lavado descalzos. Adicionalmente, se desconoce el grado de contaminación de estas aguas, lo que podría afectar la inocuidad del producto. Otra forma de lavado se hace manualmente con canecas, baldes y costales. En ninguno de los casos se observan actividades favorables para la inocuidad del producto.



Foto: Juan Camilo Henao-Rojas



Figura 2.4. Máquina para el lavado de la zanahoria.

Foto: Luz Mary Quintero

El lavado genera sitios fangosos y lugares de escurrimiento que finalmente conducen esta agua a las fuentes hídricas, lo que puede causar problemas de contaminación (figura 2.5), ya que no se realiza ningún tratamiento al agua de lavado

antes de su vertimiento a las fuentes naturales. Además, se evidencia que los productores no usan elementos de protección personal adecuados en ninguna de las operaciones de manejo agronómico, cosecha y poscosecha.



Figura 2.5. Lavado del producto en condiciones inadecuadas.

Foto: Luz Mary Quintero

En cuanto a la comercialización, el 76 % de los productores lo hacen sobre pedido a través de intermediarios y la entrega del producto se realiza en 91 % de los casos en el lugar que estos indiquen; antes de la entrega del producto al transportador, la zanahoria puede pasar varias horas a la intemperie y sin protección.

se observa un amplio rango de precios, lo que en ocasiones obliga al productor a no comercializar su cosecha. El 70 % de los productores califican la zanahoria como “regular”, la cual representa el 20 % de la producción, cuando se logra comercializar, y su precio oscila entre \$6.300 y \$113.700, con un valor modal de \$15.000.

Calidad de la producción

Los agricultores categorizan la producción de la zanahoria en “buena, regular y mala”. En promedio, el 71 % de la producción se considera “buena”, según la opinión del 58 % de los productores, y se comercializa en su totalidad con precios de venta que oscilan entre \$30.000 y \$280.000 (valores de 2023), con un valor modal de \$75.000 por bulto de 45 kg. Según la oferta y la demanda del producto, así como las condiciones establecidas por los comercializadores,

Dependiendo de las condiciones del mercado, se observa una amplia brecha entre el precio del producto catalogado como bueno y el catalogado como regular, lo que genera una problemática a los productores que influye directamente sobre las ganancias del cultivo; se puede estimar que, cuando consiguen un precio elevado por este tipo de material, coincide en el mercado con baja oferta del producto. La comercialización de la zanahoria denominada “mala” es más irregular y los precios de venta del bulto de 45 kg oscilan entre \$2.500 y \$25.000, lo que en muchas ocasiones genera que la recolección



de este material no sea rentable. Según la información aportada por los productores, en conjunto con la caracterización de las tipologías de rechazo, los valores obtenidos son un indicativo del subproducto que se podría valorizar, lo cual puede representar entre un 15 y un 35 % de la producción total.

Al comparar el precio de la zanahoria en el mercado antioqueño entre 2011 y 2021, con promedios mensuales de \$750 y \$931, respectivamente, si se considera el valor presente neto, con una tasa de oportunidad del 6 %, el valor del kilogramo para el año final observado debería ser de \$5.520. Esto demuestra que el precio pa-

gado se ha reducido a través de los años, lo cual puede desincentivar nuevas siembras porque se afecta la rentabilidad de los productores.

Este comportamiento del precio indica que los productores deben contar con alternativas de comercialización distintas o adicionales al mercado del producto en fresco para la zanahoria de las denominadas calidad regular y mala, con el fin de reducir las diferencias de precio durante el año frente a la calidad denominada buena. En este sentido, la solución se debe enfocar hacia la obtención de productos innovadores valorizados desde la transformación, pues la zanahoria de menor calidad solo se diferencia de



**CAROTA
360°**

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

la de mejor clasificación por aspectos físicos como tamaño, calibre y apariencia, mientras que su contenido fitoquímico y valor nutricional es equivalente, aspectos que se podrán ver con más detalle en los capítulos XIV y XV de la presente obra.

La valorización de los subproductos o zanahorias que no son comercializadas, o cuyo precio presenta las brechas detectadas, debe contribuir a generar otros circuitos de comercialización para garantizar un precio justo al productor, quien no debería estar influenciado por la oferta y la demanda que se observa en el mercado destinado al consumo en fresco.

Subproductos de cosecha

En este caso, se define como subproducto aquellas zanahorias que, después de la selección y clasificación en la cosecha y el lavado, el productor vende a un costo inferior al material considerado de buena calidad. Las tipologías del subproducto de zanahoria más frecuentes fueron las correspondientes a tamaño, deformes y rajadas, con un 85 %.

El destino que actualmente le dan los productores al subproducto es la comercialización como zanahorias de calidad segundas (13 %), alimentación animal (76 %) y el resto se deja en el campo, se regala o entierra. Descartando las raíces con daño fitosanitario, se podría comer-

cializar, para agregación de valor, alrededor del 93 % de los subproductos de la zanahoria que presentan bajo o ningún valor en el mercado.

Según la información obtenida en campo, de la producción de la zanahoria considerada por los productores como “buena”, se obtiene en una cosecha el 75,5 %, siendo el resto (27,5 %) categorizada como “segunda” y “tercera”. El promedio de producción calculado para el Oriente antioqueño es de 34,5 t/ha, cifra con tendencia a la baja al compararla con los últimos registros de producción.

Con base en la cuantificación de las áreas y la producción en 2021, en el departamento de Antioquia se cosecharon 1.920 ha (Gobernación de Antioquia, 2022). Si se tiene en cuenta el rendimiento, la producción ascendería a 66.000 t, de las cuales se pueden llegar a producir hasta 9,5 t/ha de subproducto aprovechable. Esto indica que se estarían generando unas 18.000 t/año en el departamento; descontando un 5 % de producto afectado por daños fitosanitarios, resultarían 17.100 t/año de zanahoria con potencial de aprovechamiento, las cuales se podrían comercializar a un valor inferior al promedio de venta anual, pero atractivo para el productor, que se vería beneficiado con un ingreso equitativo, acortando las diferencias entre los precios por calidad. Lo anterior sugiere, como se dijo antes, la creación de nuevos circuitos de comercialización para un mercado especializado en la agregación de valor.

Brechas tecnológicas identificadas

De acuerdo con la información obtenida en campo y observación directa, se pueden mencionar las siguientes brechas identificadas en cuanto a los aspectos tecnológicos.

Producción primaria

Material de siembra: frecuentemente, los productores desconocen el nombre correcto de las semillas que siembran y de sus características.

Sistema de producción: desconocimiento o falta de actualización del sistema de producción, pues los productores conservan prácticas ancestrales y no emplean técnicas nuevas, debido a que no cuentan con un servicio de asistencia técnica permanente.

- a. **Fertilización:** no conocen los niveles de fertilización requeridos por el cultivo y tampoco tienen la cultura del análisis de suelos previo a la siembra inicial o rotación de cultivos.
- b. **Manejo fitosanitario:** se encuentran confusiones en la identificación de plagas, enfermedades, su sintomatología de campo y el daño que producen al cultivo.

En ocasiones, los productores no recogen los residuos de cosecha, lo cual se convierte en foco de contaminación, de enfermedades y plagas para futuras siembras.

En el manejo de agroinsumos, los agricultores no tienen claridad sobre el concepto de ingredientes activos (IA) ni de su modo de acción, y desconocen las consecuencias de su uso excesivo. También se observó el uso de productos formulados para uso veterinario en el control de problemas fitosanitarios agrícolas, lo que derivó en pérdidas económicas y contaminación ambiental y de suelos. Como se mencionó previamente, el uso de estos agroquímicos desde el calendario evidencia el desconocimiento de la interacción entre las plagas y el sistema productivo; además, se identificó que las mezclas podrían generar incompatibilidades entre los productos, disminuyendo la eficiencia en el manejo fitosanitario del cultivo.

Adicionalmente, no se emplean las buenas prácticas de conservación de suelo, ya que las labores de labranza son realizadas con maquinaria pesada en altas pendientes y en algunos lotes se observa la pérdida del primer horizonte, pues la labranza mecanizada es responsable del 28 % de la degradación de suelos por erosión, debido principalmente al uso de sistemas de labranza convencionales, los cuales pulverizan su capa arable (Mehuys et al., 2009; Gómez-Calderón et al., 2018). Esto se debe al mal uso de la capacidad del suelo, con siembras en terrenos de laderas de capacidad de uso no agrícola. Además, la labranza convencional en zonas de ladera disminuye el contenido de materia orgánica asociada a la estabilidad de los agregados del suelo (Pagliai et al., 2004) y la escorrentía superficial. Por lo anterior, no es justificable el daño estructural y las pérdidas de suelo que causan los sistemas de labranza mecánica en zonas de pendientes en pro de una mayor producción. Sumado a esto, las aguas del lavado son arrojadas a fuentes de agua sin tratamiento descontaminante.



Buenas prácticas agrícolas (BPA): desconocimiento de la BPA por parte de los productores en cuanto a las normas que deben implementar en el cultivo, en la cosecha y poscosecha para la obtención de un producto inocuo y un modelo de producción que asegure la conservación del ambiente y el bienestar de su salud. Además, no se usan los elementos de protección personal adecuados para las labores del cultivo.

- a. **Cosecha y poscosecha:** en algunos cultivos no se observa el uso de calzado y se evidencia mal manejo de cargas, pues algunos productores levantan bultos con peso superior a 55 kg, lo que puede ocasionar riesgos dorsolumbares en el momento de la colocación y desplazamiento del operario, debido a la carga por la condición ergonómica inadecuada.

Inadecuadas prácticas de cosecha, en suelos compactos no se remueve con el gancho la tierra, lo que genera dificultad para arrancar la zanahoria, raíces muy largas son quebradas en el momento del arranque.

En Colombia, la comercialización de zanahoria para consumo en fresco debe cumplir con la Norma Técnica Colombiana (NTC) 1226 para Frutas y Hortalizas Frescas - Zanahoria, que establece los parámetros de calidad de las etapas para mercado nacional e internacional, las cuales deben estar limpias, macizas, sanas, libres de humedad exterior anormal, sin deformaciones, sin ningún nivel de deshidratación ni consistencia leñosa. El calibre mínimo de las raíces

de zanahoria debe ser de 20 mm de diámetro y 60 mm de longitud. Además, la norma establece tres categorías de calidad, a saber:

-
- » **Categoría extra:** exige buena apariencia y forma regular; no debe tener quemaduras, magulladuras, heridas ni defectos de congelación.
 - » **Categoría primera:** exige buena apariencia, poseer características típicas de la variedad y tener buena calidad. Se aceptan los defectos leves, siempre y cuando no afecte los requisitos mínimos de calidad.
 - » **Categoría segunda:** se aceptan los defectos que no afecten los requisitos mínimos de calidad, como en la forma y color, heridas cicatrizadas y quemaduras. Se encuentran en esta categoría las zanahorias que no son aptas para su inclusión en las categorías superiores.
-

Según el diálogo con los productores, alrededor del 27 % de la producción de la zanahoria se cataloga como de regular y mala calidad para el mercadeo, aunque su composición fitoquímica es idéntica a la zanahoria de buena calidad. En ese sentido, existen volúmenes potenciales de biomasa que pueden ser objeto de procesos innovadores de agregación de valor, situación que permitiría a los productores su comercialización y mejoraría ostensiblemente sus ingresos, además de hacer posible otras formas de consumo y uso de la zanahoria.

Aspectos socioeconómicos

La edad modal del productor en la zona de estudio es de 39 años, lo que evidencia una baja participación de población joven en el cultivo de zanahoria. Diversos estudios señalan que dicha situación está asociada a la decisión de los jóvenes rurales de continuar procesos de formación educativa orientados a profesiones no agrícolas, así como a la búsqueda de mejores oportunidades laborales fuera del sector rural, lo que a mediano y largo plazo puede derivar en la disminución del número de cultivadores y en la escasez de mano de obra agrícola (Cepal, 2025; SAC, 2025; Bloomberg Línea, 2025; Portafolio, 2025; Universitas Humanística, 2024). Se observa gran inequidad en los precios pagados al productor, con grandes diferencias entre el producto de primera y las segundas. Quintero y Franco (2023) identificaron que, en promedio, las zanahorias que se clasifican como ‘buena’ se comercializa en su totalidad con precios de venta que oscilan entre \$30.000 y \$ 280.000 por bulto de 45 kg, según la oferta y demanda del producto y las condiciones establecidas por los comercializadores. Este amplio rango de precios genera inestabilidad en los ingresos y, en algunos casos, desincentiva la comercialización de la cosecha por parte del productor. En este contexto, una mayor integración vertical en la cadena de comercialización, que incluya estrategias como la transformación, el acopio asociativo, la venta directa y posible exportación, podría contribuir a reducir la dependencia de intermediarios, mejorar la estabilidad de precios y fortalecer la rentabilidad del productor.

En el caso de la zanahoria denominada como “regular”, cuando se comercializa, los precios (bulto de 45 kg) oscilan entre \$6.300 y \$113.700, dependiendo de las condiciones del mercado.

Para la zanahoria denominada como mala, su comercialización es más irregular y los precios de venta del bulto de 45 kg oscilan entre \$2.500 y \$25.000, por lo que en muchas ocasiones no es rentable la recolección de este material.

Recomendaciones para la solución de brechas tecnológicas

Ante la situación tecnológica observada, se hace necesario actualizar el modelo tecnológico de la zanahoria para las condiciones del Oriente antioqueño, a través del adelanto de procesos de I+D+i, para tecnificar y agregar valor en todos los eslabones de la cadena de producción.

Se requiere implementar proyectos integrales orientados al cultivo de zanahoria, con el objetivo de generar soluciones específicas a problemáticas como el manejo de suelos en laderas, la reducción de enfermedades, la optimización de la fertilización y la rotación de cultivos. Estas acciones buscan mejorar la eficiencia productiva, la calidad del producto y la sostenibilidad del sistema de cultivo.



En particular, se propone:

1. Asistencia técnica permanente con enfoque en buenas prácticas agrícolas (BPA): ejecutada por las Umata, el ICA y AGROSAVIA, mediante visitas periódicas a finca, talleres y seguimiento por ciclo productivo, adaptando las prácticas a la tenencia y tamaño del predio para garantizar su aplicabilidad.
2. Transferencia de tecnologías específicas para zanahoria: promovida a través de parcelas demostrativas, capacitaciones modulares y plataformas de conocimiento digital.
3. Investigación participativa en I+D+i: orientada a identificar y solucionar brechas productivas, como manejo de suelos, con la participación de productores, investigadores y universidades, asegurando que las innovaciones sean tecnológicamente viables y socialmente aceptables.
4. También es necesario generar y transferir sistemas de identificación y manejo integrado de insectos plagas y enfermedades, con el fin de que los productores adquieran competencias en su reconocimiento y manejo integral, de forma que se articulen diferentes estrategias de control y uso apropiado de insumos, con el fin de evitar problemas de resistencia de los fitopatógenos y contaminación del producto.
5. Formación práctica en escuelas de oficios o programas de capacitación especializados: con enfoque en jóvenes y productores, para fortalecer competencias técnicas, fomentar el relevo generacional y facilitar la apropiación tecnológica.
6. Fomento a la asociatividad y cooperación entre productores: para optimizar el acceso a insumos, tecnología, mercados y servicios de extensión, lo que es especialmente relevante para predios pequeños o arrendados, y que contribuye a la adopción efectiva de BPA y tecnologías.
7. En conjunto, estas estrategias apuntan a promover innovación adaptada a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas locales, cerrar la brecha entre los rendimientos locales y los promedios internacionales, y generar productos de valor agregado para la comercialización y exportación, favoreciendo la sostenibilidad del cultivo de zanahoria y el fortalecimiento de las capacidades locales.

Para el correcto lavado de las raíces, se recomienda disponer la zanahoria en un acopio con el siguiente flujo: ingreso del producto sucio, zona de lavado con reutilización del agua, desinfección, selección y clasificación del producto, y disposición del producto final en empaques según la norma técnica vigente. Este proceso mejora la ergonomía del operario, minimiza descargas de agua contaminada al suelo y fuentes hídricas, mejora la higiene y disminuye las posibilidades de rechazo del producto en el mercado.

De otra parte, la situación actual del manejo de los pesticidas amerita una revisión profunda para el registro de moléculas nuevas, con ingredientes activos de menor toxicidad preferiblemente, que se puedan utilizar en este cultivo, así como su uso correcto y racional, apoyado en los umbrales de daño de las plagas y las enfermedades. En Colombia, la implementación y supervisión de estas estrategias requiere la participación de entidades reguladoras y de apoyo técnico, como la Agencia de Desarrollo Rural, las Umata y el ICA, que garantizan el cumplimiento de normas, facilitan asistencia técnica y promueven la adopción de BPA. Estas buscan generar normas y recomendaciones técnicas aplicables a los sistemas de producción agropecuarios, con el fin de reducir los peligros químicos, físicos y microbiológicos. Otras agencias, como el Invima, monitorean los residuos de plaguicidas en alimentos para asegurar que no excedan los límites permisibles y proteger la salud pública, de acuerdo con estándares nacionales e internacionales. Además, entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las autoridades ambientales regionales deben tomar acciones sobre el manejo, tratamiento y disposición adecuada del agua utilizada para el lavado de la zanahoria antes de su vertimiento, al igual que el adecuado manejo de los desechos agrícolas.

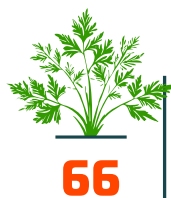
Asimismo, las casas comerciales y los intermediarios tienen la responsabilidad de apoyar a los productores mediante condiciones de compra justas, acompañamiento en la comercialización y cumplimiento de acuerdos de calidad fundamentados en la inocuidad, contribuyendo a que la tecnificación y la innovación se traduzcan en beneficios económicos y

sostenibles para los agricultores. Esto implica proporcionar la información científica necesaria para la evaluación de seguridad, desarrollar y registrar productos menos peligrosos para el ambiente y la salud, y ofrecer capacitación técnica a los agricultores sobre el uso apropiado de sus insumos.

Para el consumo en fresco de esta hortaliza, es importante reconsiderar su definición sobre el aspecto estético y subjetivo, así como valorar la calidad interna, siempre y cuando el producto esté completamente sano, para lo cual también se debe realizar pedagogía al consumidor. La priorización de la estética sobre la calidad incrementa las pérdidas de producto, en el cual también se debe incluir la tierra, el trabajo de los agricultores y el combustible para el transporte (FAO, 2018).

Por esto, es fundamental realizar estudios tendientes a valorizar los subproductos de la zanahoria, con el fin de presentar nuevas alternativas de comercialización para mejorar los ingresos de los productores y hacer más atractivo el agronegocio, al igual que sobre la promoción del consumo de zanahoria con defectos estéticos pero sanas, parafraseando la recomendación de la FAO (2018): “Hazle un hueco en tu corazón a las zanahorias feas, para que llenen estómagos y no los vertederos”.

Con las posibilidades de agregación de valor de la zanahoria se estaría contribuyendo al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Algunas alternativas relacionadas con este aspecto serán abordadas en los capítulos XIV y XV de la presente obra.



Sistema modal³ de producción de zanahoria de los agricultores en el Oriente antioqueño

Para futuros trabajos de investigación, se puede plantear como testigo el sistema modal de producción (tecnología local de producción [TLP] o línea base) empleado por los agricultores del Oriente antioqueño.

Condiciones biofísicas

Condiciones ecológicas: zonas del Oriente antioqueño con temperaturas entre 16 y 20 °C, precipitaciones desde los 1.000 a 4.000 mm/año. Las temporadas de lluvias son en abril-mayo y octubre-noviembre, y las épocas de tiempo seco entre enero-marzo y julio-septiembre, con franja altitudinal comprendida entre 2.000 y 2.200 m s. n. m.⁴.

a. Tenencia de la tierra: en las zonas productoras de zanahoria en los municipios de Marinilla y El Santuario, la UAF mínima es de 13,74 ha y la máxima es de 15,27 ha, donde está considerado el uso agrícola del suelo. En estas regiones predomina la forma de tenencia de la tierra de tipo propia, alquiler y en compañía. Sin embargo, para optimizar las ganancias y reducir el riesgo de pérdidas en las producciones agrícolas de los pequeños productores, es recomendable la tenencia de tierra en compañía.

b. Sistema de producción: el sistema de producción de la zanahoria observado en la zona es principalmente familiar, con participación central del padre y la madre de familia, lo cual es característico de la agricultura campesina en Colombia. Sin embargo, para garantizar la viabilidad económica y la sostenibilidad del cultivo, este sistema requiere evolucionar hacia una visión empresarial y profesional del campo, incorporando a los jóvenes rurales como agentes dinamizadores del desarrollo local. Estudios recientes muestran que fortalecer las competencias técnicas y empresariales de los jóvenes rurales contribuye a su permanencia en el campo y al desarrollo económico de las comunidades (ICA, 2021). En este sentido, iniciativas como el Programa Jóvenes Rurales del Ministerio de Agricultura buscan desarrollar capacidades técnicas y empresariales, generando oportunidades de empleo e ingreso en los territorios rurales, y promoviendo la adopción de prácticas productivas sostenibles (MADR, 2025a). Además, acciones de innovación productiva e inclusión, que combinan financiamiento, acompañamiento institucional y acceso a mercados, permiten que los jóvenes vean en el campo no solo una actividad familiar, sino una empresa rural con potencial de crecimiento (OPSA, 2025a). Además, la formación técnica y práctica, como la ofrecida en el programa Técnicos Laborales Agropecuarios, proporciona herramientas que permiten a los jóvenes convertirse en líderes productivos y comunitarios, capaces de implementar las BPA, gestionar asociaciones de productores y generar productos de valor agregado, fortaleciendo así la sostenibilidad y competitividad del sistema productivo de zanahoria (MADR, 2025b).

³ Un sistema modal es sinónimo de la tecnología local de producción, es decir, el manejo agronómico que realiza el agricultor en la zona donde se hizo el estudio.

⁴ Dado en las condiciones actuales del estudio.

Producción primaria

- a. **Análisis de suelos:** se identificó que los productores de Marinilla y El Santuario no realizan análisis de suelo. Se recomienda realizar cada uno o dos años el análisis de suelo, con el fin de conocer los nutrientes del suelo a cultivar, lo cual conlleva el ahorro de dinero en abonos o fertilizantes y protección del medio ambiente, gracias a la disminución de pesticidas.
- b. **Material de siembra:** los materiales de zanahoria sembrado por los productores del Oriente antioqueño son híbrido Extremo y Bangor. Los productores siembran lo que las casas comerciales ofrecen.
- c. **Insectos plaga:** lepidópteros principalmente de la familia Noctuidae, insectos chupadores entre los que se encuentran áfidos (familia Aphididae), mosca blanca (familia Aleyrodidae) y escamas (familia Pseudococcidae). Otras plagas son los trips (familia Thripidae) y algunos moluscos como las babosas. Generalmente, los productores recurren al control con aplicaciones tipo calendario de insecticidas de síntesis química, llegando a utilizar hasta 21 moléculas diferentes.
- d. **Enfermedades:** la enfermedad más frecuente en los cultivos de zanahoria en el Oriente de Antioquia es conocida como agallas o nudos radicales producidos por los nematodos del género *Meloidogyne* spp., seguida por la gota o alternaria producida por el hongo *Alternaria dauci*. En la actualidad, para el manejo de nematodos y de los hongos, los productores aplican tipo calendario (cada 7-8 días) alrededor de 22 moléculas de agroquímicos. Se recomienda realizar monitoreo semanal del cultivo extrayendo en zigzag en el lote algunas zanahorias, desde el primer mes después de la siembra hasta el tercer mes, para registrar la presencia de síntomas como agallas o nódulos característicos de los nematodos mencionados; además, se recomienda aprovechar la extracción para observar otros síntomas característicos producidos por hongos en la raíz o por bacterias. También se considera importante realizar el monitoreo periódico en las hojas para determinar presencia de síntomas característicos de hongos, como son las manchas de color marrón. La rotación de cultivos más frecuente que realizan los productores es papa, arveja, lechuga y repollo, en orden de importancia. Se considera relevante la desinfección de herramientas, el calzado y el lavado de manos con abundante agua y jabón, para evitar la diseminación de los patógenos causantes de enfermedades.
- e. **Manejo de malezas:** para el control de malezas, los productores realizan la aplicación de herbicidas sistémicos con ingrediente activo basado en Linurón o Metribuzina, entre los 20 y 29 días después de la siembra del cultivo. Previo al inicio de la cosecha, los productores suspenden el control de malezas.



Se puede concluir que los productores de zanahoria del Oriente antioqueño no implementan las buenas prácticas agrícolas, tal vez debido a que las prácticas culturales que realizan son por tradición familiar o por sugerencia de técnicos de casas comerciales. Por lo anterior, es necesario llevar asistencia técnica y servicio de extensión con base en los desarrollos de investigación, que conlleven sistemas productivos rentables y sostenibles social, económica y ambientalmente.

Cosecha y poscosecha

La cosecha se determina según la edad del cultivo después de la siembra, la cual varía entre 4 y 4,5 meses o el tamaño de la zanahoria, y se realiza tres días por semana en costales de fibra nuevos o reutilizados. El producto se selecciona en dos momentos: durante la cosecha y en el lavado. Luego, el lavado de la zanahoria se hace de forma manual en pocetas, quebradas y con máquinas adaptadas por el productor (figuras 2.4 y 2.5). El agua utilizada puede ser de quebrada o del acueducto veredal. El productor debe considerar la implementación de modelos de economía circular por medio del reúso y recirculación de aguas tratadas, lo que contribuirá a disminuir presión en las fuentes de agua y erosión del suelo por escorrentía. Por otra parte, dentro del manejo de poscosecha, el 99 % de los productores requieren acopio para el producto.

Comercialización

En los dos municipios de estudio se tiene la modalidad de producción en compañía, en la que una de las partes se encarga de la siembra y la otra, de la comercialización; así mismo, se dan las ventas con intermediarios y se hace la solicitud de cantidades de zanahoria sobre pedidos. Finalmente, se entrega el producto en el lugar indicado por el comprador.

Para la comercialización, el empaque de venta utilizado son los costales de fibra blancos o anaranjados para las zanahorias de mejor calidad y rojos para las zanahorias de segunda calidad.

Calidad de la producción

De acuerdo con lo caracterizado en los productores, el 71 % de la producción es considerada de buena calidad, el resto está categorizada como de regular calidad y mala calidad. En ocasiones, no es rentable cosechar la zanahoria denominada de mala calidad. Estas dos últimas calidades son consideradas el subproducto en el sistema de producción de la zanahoria, las cuales son clasificadas de acuerdo con las siguientes tipologías: tamaño, deformes, bifurcadas, daño sanitario, color (aparición de color verde o morada en los hombros de la raíz), partidas y rajadas. El destino de los subproductos, además de la venta de segunda, es usado para la alimentación animal, se regala o se entierra.



Para no olvidar...

- » El sistema productivo en el Oriente antioqueño es de tipo familiar, con pequeños agricultores que siembran entre 0,9 y 3,4 ha, con poca asistencia técnica y baja tecnificación, lo que genera oportunidades de ampliación en la productividad y sostenibilidad.
- » El manejo agronómico es tradicional, con prácticas agronómicas heterogéneas, variabilidad en distancias de siembra, uso de semillas diferentes y pocos esquemas de fertilización basados en análisis de suelos.



CAROTA
360°

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



Foto: Luz Mary Quintero Vásquez

- » Las principales plagas presentes son lepidópteros, áfidos, trips y babosas, y las enfermedades más comunes son causadas por *Alternaria dauci*. Se propone el manejo basado en censos fitosanitarios, diagnóstico previo, uso y rotación de productos con ingredientes activos (IA) adecuados, evitando las aplicaciones calendario.
- » La cosecha es manual, sin criterios técnicos homogéneos, donde el 71 % de los productores cosecha entre los 4 y 4,5 meses según tamaño o edad del cultivo. El producto se recoge en costales reutilizados que pueden contaminar la zanahoria.
- » El cultivo de zanahoria es estratégico para el desarrollo del Oriente antioqueño, fomentando la innovación agroindustrial y mejorando la cadena de valor.



Conclusiones y perspectivas de los autores

- » La estructuración de un modelo técnico de producción, acompañada de estrategias de apropiación social de conocimiento, es prioritaria para el desarrollo tecnológico del sector, así como el fortalecimiento de las capacidades agronómicas del productor, la promoción del uso racional de insumos y la reducción de la dependencia de las casas comerciales.
- » El desconocimiento en el manejo fitosanitario representa un riesgo sanitario tanto para la inocuidad del producto como para la salud del productor y el ambiente, debido al uso de productos no autorizados y prácticas inadecuadas.
- » Es estratégico para la comercialización nacional e internacional concientizar a los productores y consumidores sobre el uso de las BPA en el sistema productivo, pues el uso de prácticas tradicionales sin actualización compromete la sostenibilidad del sistema productivo y limita el acceso a mercados que exigen estándares mínimos de calidad e inocuidad.
- » Es importante realizar estrategias de capacitación para los productores orientadas a comprender la importancia de la inocuidad en cada una de las etapas del sistema productivo de la zanahoria. Estas acciones deben resaltar no solo los beneficios que implica garantizar un producto sano y seguro para el consumidor, sino también las consecuencias que puede acarrear su ausencia, tales como la pérdida de mercados, riesgos para la salud pública y afectaciones económicas para el productor.
- » La apropiación del cultivo por parte de jóvenes rurales como relevo generacional es importante para la continuidad, el desarrollo tecnológico y la modernización del cultivo. Por eso, es urgente generar estrategias de mejoramiento de la percepción social y permanencia de esta población en el sector.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a los productores de zanahoria de los municipios de El Santuario y Marinilla (Antioquia), que amablemente nos recibieron en sus fincas y suministraron la información sobre sus cultivos. A los profesionales de apoyo a la investigación de AGROSAVIA Carolina Ortiz y Lucas Cano, y al Fondo de CTi SGRdel departamento de Antioquia, por la cofinanciación de esta actividad en el proyecto “Fortalecimiento de la cadena productiva de la zanahoria mediante la creación de prototipos de productos innovadores en el Oriente del departamento de Antioquia”.



Referencias

- Alessandro, M. (2013). Características botánicas y tipos varietales. En *Manual de Producción de Zanahoria* (pp. 27-46). INTA. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_cap_2__caractersticas_botnicas_y_tipos_varieta.pdf
- AtlasBig. (2021). *Producción mundial de zanahorias y nabos por país*. <https://www.atlasbig.com/es-es/paises-por-produccion-de-zanahoria-nabo>
- Cardona, A. (2018). *La producción estimada de la zanahoria alcanzó récord nacional en el último año*. <https://www.agronegocios.co/agricultura/cual-es-la-produccion-de-zanahoria-en-colombia-2756359>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA], Departamento Administrativo de Ciencia y Tecnología & Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2016). *Pectia: Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario colombiano (2017-2027)*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/12759>
- Dotor, M. Y., González Mendoza, L. A., & Morillo, A. C. (2018). Periodo crítico de competencia de la zanahoria (*Daucus carota* L.) y malezas asociadas al cultivo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 5. <https://doi.org/10.22267/rcia.183501.78>
- Base de Datos Estadísticos Corporativos de la Organización de las Naciones para la Alimentación y la Agricultura [FAOSTAT]. (2022). *Cultivos y productos de ganadería* [Conjunto de datos]. FAO. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas [Fenalce]. (2016). *Estadísticas Fenalce. Área, producción y rendimiento de los cultivos cereales y leguminosas*. <https://bit.ly/3bH9Csz>
- Gobernación de Antioquia. (2022). *Anuario Estadístico del Sector Agropecuario Departamento de Antioquia 2021*.
- Gómez-Calderón, N., Villagra-Mendoza, K., & Solórzano-Quintana, M. (2018). Soil tillage and its impact on soil conservation. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(1), 167-177. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2022). *Registros nacionales de plaguicidas*. https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/agricultura-ecologica-l/documentos/publicacion-bd_rn-rf_-31-mar-2022-1.aspx
- La Vanguardia*. (2022). Zanahoria: propiedades, valor nutricional, beneficios y qué tener en cuenta a la hora de comprarla. <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20180918/451854795056/zanahoria-beneficios-propiedades-valor-nutricional.html>
- Lardizábal, R. (2013). *Manual de producción de zanahoria*. United States Agency for International Development (Usaid). <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Produccion-de-zanahoria,-G.pdf>
- Mehuys, G. R., Tiessen, K. H., Villatoro, M., Sancho, F., & Lobb, D. A. (2009). Erosión por labranza con arado de disco en suelos volcánicos de ladera en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 205-215. <https://www.redalyc.org/pdf/436/43613279006.pdf>
- Mejía, V., & Lobo, M. (1983). *Zanahoria*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13381>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] & Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2022). *Evaluaciones agropecuarias municipales EVA*. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/paginas/home.aspx?cod=59>

Ministerio de Agroindustria Argentina. (2017). *Perfil del mercado de zanahoria*. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/hortalizas/_archivos/000030_Informes/000996_Perfil%20del%20Mercado%20de%20Zanahoria%202017.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] & Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2023). *Evaluaciones agropecuarias municipales EVA*. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2023.aspx

Ochoa, D. (2015). *Creación y aplicación de sistema de planificación de siembra de cultivos*. Agrosano Ltda.; Corporación Universitaria Lasallista.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2018). *La belleza (iy el sabor!) están en el interior*. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1100545/>

Pagliai, M., Vignozzi, N., & Pellegrini S. (2004). Soil structure and the effect of management practices. *Soil Tillage Research*, 79(2), 131-143. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.07.002>

PLM Colombia. (2021). *Diccionario de Especialidades Agroquímicas Colombia* (31 ed.).

Quintero, L. M., & Franco, G. (2023). *Caracterización de subproductos agrícolas en fincas productoras de zanahoria* [Documento interno]. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Torres, A. (2016). Siete beneficios de la zanahoria que no conocía. *El País*. https://elpais.com/elpais/2014/07/21/buenavida/1405934369_335839.html#:~:text=Gracias%20a%20su%20alto%20contenido,recomendable%20si%20se%20padece%20gastritis

Universidad Nacional de Colombia, Instituto Nacional de Salud & Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. (2020). *Encuesta nacional de la situación nutricional 2015*. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFL/libro-ensin-2015.pdf>

