



Manual técnico para la producción de colinos de arracacha bajo condiciones agroecológicas del municipio de Cajamarca, Tolima

**Liliana Margarita Atencio Solano
Johanna Paola Garnica Montaña
Angela María Vargas Berdugo
Jorge Enrique Villamil Carvajal
Dubert Yamil Cañar Serna**

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Manual técnico para la producción de colinos de arracacha bajo condiciones agroecológicas del municipio de Cajamarca, Tolima

Liliana Margarita Atencio Solano
Johanna Paola Garnica Montaña
Angela María Vargas Berdugo
Jorge Enrique Villamil Carvajal
Dubert Yamil Cañar Serna

Mosquera, Colombia, 2019

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Manual técnico para la producción de colinos de arracacha bajo condiciones agroecológicas del municipio de Cajamarca, Tolima / Liliana Margarita Atencio Solano [y otros cuatro] -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2019.

116 páginas (Colección Transformación del agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas y fotos

ISBN e- Book: 978-958-740-300-8

1. *Arracacia xanthorrhiza* 2. Cultivo 3. Plantas madre 4. Propagación vegetativa 5. Calidad de las semillas 6. Cajamarca (Colombia) I. Atencio Solano, Liliana Margarita II. Garnica Montaña, Johanna Paola III. Vargas Berdugo, Angela María IV. Villamil Carvajal, Jorge Enrique V. Cañar Serna, Dubert Yamil

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc
Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AGROSAVIA

Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá,
Mosquera, código postal 250047, Colombia.

Centro de Investigación Nataima. Kilómetro 9, vía Espinal-
Chicoral, Tolima. Código postal 733520, Colombia.

Esta publicación es resultado del macroproyecto de Corpoica (actualmente AGROSAVIA) Programa Nacional Semillas: producción de semillas de calidad de variedades mejoradas y materiales regionales, para disponibilidad de los pequeños productores agrícolas.

Colección: Transformación del Agro

Fecha de recepción: 28 septiembre de 2018

Fecha de evaluación: 01 de octubre de 2018

Fecha de aceptación: 16 de diciembre de 2018

Publicado agosto de 2019

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra N.

Diagramación: María Paula Berón Ramírez

Impresión: DGP Editores S.A.S.

DOI: <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual-19>

Citación sugerida: Atencio Solano, L. M., Garnica Montaña, J. P., Vargas Berdugo, A. M., Villamil Carvajal, J. E., & Cañar Serna, D. Y. (2019). *Manual técnico para la producción de colinos de arracacha bajo condiciones agroecológicas del municipio de Cajamarca, Tolima*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Agradecimientos	15
Presentación	17

Capítulo I

Beneficios de uso de este manual	21
Productores y organizaciones	22
Técnicos y extensionistas rurales	22
El cultivo de la arracacha	22
Producción tradicional de colinos en Cajamarca	24
Producción de colinos de calidad de arracacha	26
Consideraciones previas para la producción de colinos de calidad	28

Capítulo II

Cómo identificar y seleccionar el lote, las plantas madre y el colino	31
Selección del lote	32
Arvenses que afectan el proceso de producción de semilla	34
Presencia de nematodos y la selección del lote de siembra	35
Selección de plantas madre	36
Identificación del cultivo de arracacha	36
Selección de la planta madre	37
Verificación de los tejidos internos	38
Extracción de la planta madre	40
Toma de datos de colecta	40
Codificación de las fichas de las plantas madre	41
Materiales regionales de arracacha en Cajamarca	42

¿Qué es la semilla de calidad? Identificación y tratamiento del colino	43
Propagación vegetativa	43
Propagación vegetativa en arracacha	44
Selección y tratamiento del colino	47
Identificación del colino	47
Selección del colino	50
Corte de colinos	51
Procesamiento de los colinos	54
Desinfección de colinos	54

Capítulo III

Identificación de plagas y enfermedades que limitan la producción de colino	57
Consideraciones generales	57
Importancia de la calidad sanitaria de colinos usados para siembra	58
Ventajas de sembrar colinos con calidad sanitaria	58
Cómo evaluar la calidad sanitaria de los colinos que se usarán para producir nueva semilla	59
Cómo manejar el riesgo de introducción de patógenos en los colinos	62
Principales enfermedades que pueden transmitirse por el uso de colino enfermo	62
Pudrición seca	62
Pudrición acuosa	64
¿Por qué los patógenos de arracacha presentes en suelo pueden poner en riesgo la producción del colino?	68
Principales plagas que afectan la producción de colinos de calidad	70
Chiza	70
Babosa	72
Gusano viringo	75

Capítulo IV

Labores agrícolas desarrolladas en el establecimiento y manejo de los lotes de producción de colinos de calidad	79
Preparación de semilleros	81
Selección del sitio para el semillero	81
Solarización del sitio	81
Elaboración del semillero	82
Siembra y mantenimiento del cultivo	82
Preparación de suelos	83
Trasplante o siembra	84
Manejo de arvenses	84
Fertilización	85
Manejo fitosanitario del cultivo	85
Eliminación de plantas atípicas y enfermas	86
Cosecha y manejo del colino	87
Registro de producto no conforme	87
Recomendaciones	89
Los autores	91
Referencias	95
Anexos	101
Anexo A. Fichas técnicas de plantas madres	101
Anexo B. Formato para selección de lotes	107
Glosario	111



Lista de figuras

Figura 1	Cultivo de arracacha en Cajamarca, Tolima	23
Figura 2	Modelo tradicional de producción de semilla de arracacha en Cajamarca	25
Figura 3	Plantas de arracacha descolinadas	26
Figura 4	Modelo de producción de semilla de arracacha	27
Figura 5	Paisaje de Cajamarca con lotes de arracacha en diferentes estados	32
Figura 6	Arvenses que afectan el cultivo de arracacha	35
Figura 7	Lote de arracacha en producción	37
Figura 8	Atributos de calidad de la planta madre seleccionada	37
Figura 9	Afecciones bióticas o abióticas observadas en campo	39
Figura 10	Extracción completa de planta madre en lote productivo de arracacha	40
Figura 11	Lote de arracacha con plantas madre codificadas	41
Figura 12	Descripción de colinos y rangos de las características de los materiales regionales de arracacha en Cajamarca	42
Figura 13	Tipos de propagación vegetativa en arracacha	44
Figura 14	Planta de arracacha	45
Figura 15	Propagación vegetativa en arracacha	46
Figura 16	Ubicación de los colinos en la periferia de la cepa según la posición	48
Figura 17	Ubicación de los colinos en la periferia de la cepa según la edad	48
Figura 18	Identificación de colinos según el tamaño	49
Figura 19	Atributos de calidad de colinos de arracacha seleccionados	50

Figura 20	Corte convencional de colinos en Cajamarca	51
Figura 21	Tipos de cortes tradicionales realizados en colinos de arracacha	52
Figura 22	Tipos de cortes utilizados en colinos de arracacha realizados en el Huila y evaluados en Brasil	53
Figura 23	Desinfección de colinos de arracacha	54
Figura 24	Efecto de la denominada “cepa coca” en arracacha	60
Figura 25	Colinos no recomendados para uso como semilla	61
Figura 26	Signos observados y síntomas ocasionados por el género <i>Fusarium</i> sp. en la cepa y en los colinos de arracacha	63
Figura 27	Síntomas ocasionados por el género <i>Pectobacterium</i> spp. en la cepa y el colino de arracacha	64
Figura 28	Síntomas ocasionados por el hongo <i>Sclerotinia</i> spp. en la planta, raíces tuberosas y colinos de arracacha en el material amarilla común	67
Figura 29	Daños asociados a la presencia de larvas de chiza en arracacha	72
Figura 30	Babosas encontradas en cultivos de arracacha	74
Figura 31	Gusano viringo encontrado en cultivos de arracacha	76
Figura 32	Preparación de semilleros para establecimiento de lotes de producción de colinos de calidad	80
Figura 33	Labores agrícolas desarrolladas en el establecimiento y manejo de los lotes de producción de colinos de calidad	83





Lista de tablas

Tabla 1	Tipo de nemátodo y número de individuos que limitan la producción en Apiacea	36
Tabla 2	Sobrevivencia de hongos, bacterias y nematodos causantes de enfermedades en arracacha	69





Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al equipo coordinador de Plan Semilla, Diego Aristizábal Quintero, Sandra Liliana Tobar Sanchez, Julio Ramírez Durán y Luisa Fernanda Sarmiento Moreno, por su apoyo para el desarrollo y cumplimiento del proyecto *Consolidación del núcleo de producción de semilla seleccionada de arracacha de variedades mejoradas y regionales en el cañón del Anaime (Tolima) y otras regiones productoras*, que permitió la construcción del esquema de producción de colinos de arracacha para el municipio de Cajamarca, Tolima, base para la elaboración del presente documento.

También agradecen a la Asociación de Productores de Semillas Andinas (Asprossan) y a la Asociación de Arracacheros de Cajamarca y Anaime (Asoarracachos) vinculadas a Plan Semilla, que a partir de sus conocimientos y experiencias fortalecieron el proceso de producción de semilla.

A Juan José Rivera Varón, por iniciar esta gran tarea y motivarnos a continuar trabajando por el sistema productivo; a Oscar Jair Rodríguez Rodríguez, por su apoyo y contribución en los procesos de validación; a Mayerly Alejandra Velandia Pinilla, por su apoyo en el montaje de los ensayos de validación, y a Walter Giraldo Moreno, por su entrega y compromiso con el proyecto, y principalmente con el sistema productivo. Cada una de las personas mencionadas aportó para la realización de este documento con sus valiosas opiniones y experiencia.

Por último, un especial agradecimiento a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), que a través del Programa Nacional Semillas: producción de semillas de calidad de variedades mejoradas y materiales regionales, para disponibilidad de los pequeños productores agrícolas, ha permitido fortalecer los sistemas de producción de semillas.



Presentación

El municipio de Cajamarca se encuentra cerca del volcán Cerro Machín y el Nevado del Tolima, dos de los más importantes atractivos turísticos del país y que hacen parte del Parque Nacional de los Nevados, lo cual privilegia su potencial hídrico. Asimismo, el municipio se conoce como una de las despensas agrícolas de Colombia gracias a la agricultura del cañón de Anaime; por tanto, contribuye a la generación de empleo en la zona rural y en la disminución de la pobreza multidimensional que se refleja en el desarrollo de la economía campesina y otras formas de economía propias.

De acuerdo con los indicadores de población suministrados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (s.f.), la población para 1995 alcanzó un total de 19.831 habitantes, en 2005 se mantuvo una cifra a 19.789 y se proyecta para 2020 una ocupación territorial aproximada de 19.580 habitantes, lo equivalente a 64 personas por km². En el municipio de Cajamarca, durante el 2010 se reportó que el 55,6 % de la población presenta necesidades básicas insatisfechas (NBI) de la cual el 35,57 % vive en la zona rural, por cuanto se convierte en una población vulnerable con carencias identificadas y baja condición de vida.

En este contexto, la producción agrícola es una de las principales actividades de la economía, y la arracacha, en especial, se dimensiona como un cultivo de gran importancia para pequeños y medianos productores en el municipio que, respaldados por Plan Semilla, AGROSAVIA y productores de la región, han llevado al desarrollo de nuevas organizaciones de agricultores y al fortalecimiento de las existentes en la producción del material. De esta manera, las nuevas unidades productivas han generado altas densidades de producción, lo que lleva a condiciones de alta demanda de semilla de calidad por ciclo de producción. Sin embargo, el municipio no dispone de asistencia técnica formal y viveros inscritos ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para ofrecer material de calidad a los productores.

Desde esta perspectiva, es importante la divulgación de los avances y logros de investigaciones para la propagación de arracacha desde un enfoque territorial que contextualice resultados para la generación de soluciones; de este modo, la producción de colinos de calidad para la zona agroecológica de Cajamarca permitirá contribuir al cambio técnico, mejorar el sistema productivo, fortalecer las capacidades de los productores y optimar la condición de vida de la región.

Teniendo en cuenta lo anterior, este manual técnico está dividido en cuatro apartados y cada uno cubre un área temática específica, y proporciona al lector el conocimiento de las actividades que intervienen en el proceso de producción de colinos de arracacha. Así, pues, esperamos que el manual técnico sea de consulta para los productores dedicados a la producción de semilla vegetativa y oriente el proceso de obtención de colinos con calidad genética, física, fisiológica y sanitaria, y la preservación de semillas principalmente de materiales regionales del cultivo de arracacha en Cajamarca.





Capítulo I

Beneficios de uso de este manual

Este manual técnico tiene el objeto de proporcionar una herramienta adicional a las personas interesadas en obtener colinos de calidad de los materiales regionales de arracacha en Cajamarca, por lo cual complementa el proceso de alcanzar un incremento sostenible y eficiente de producción de semilla en el cultivo. De esta manera, se proponen las siguientes recomendaciones de uso.

Productores y organizaciones

- Las indicaciones descritas en este documento permiten llevar a cabo el proceso de producción del colino enmarcado en procedimientos que incluyen actividades de planificación hasta obtención de estos.
- Los escenarios expuestos de investigación y validación de tecnologías en multiplicación de semilla de arracacha fueron validados en las condiciones de Cajamarca, Tolima.
- El conocimiento y la experiencia del productor, así como las organizaciones productoras que han venido ejerciendo procesos de acompañamiento con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), permiten generar los resultados presentados.

Técnicos y extensionistas rurales

- El manual técnico se reseña como material bibliográfico y ofrece un escenario de referencia soportado en criterios técnicos, tecnológicos y normativos que permiten la estructuración didáctica y práctica de contenidos, además de la transferencia de tecnología para el fortalecimiento de capacidades y el apalancamiento de procesos organizativos.
- Los pasos desarrollados en la metodología para la producción del colino en Cajamarca se presentan como una guía que puede ser enriquecida con la experiencia del usuario, conforme a las posibilidades sistemáticas y procedimentales disponibles en el sitio.
- El manual técnico se puede retroalimentar a partir de experiencias particulares en cada proceso ejercido, lo cual mejora las posibilidades técnicas, metodológicas y científicas presentadas.

El cultivo de la arracacha

La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* B.), conocida también en Colombia como apio blanco, es una planta herbácea de la familia de las Apiaceae, que tiene como centro de origen la región andina de América del Sur (Knudsen, Hermann, & Srensen, 2001), comprendiendo Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. Se han encontrado cultivos en Costa Rica, Puerto Rico, Brasil, Estados Unidos y Australia, y en países

del viejo mundo como Alemania e Inglaterra (Knudsen, 2003), lo que demuestra la capacidad de adaptación de esta raíz tuberosa a diferentes zonas agroecológicas.

Según reportes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) a nivel nacional en el cultivo de la arracacha se produjeron 70.593 toneladas en un área cosechada de 6.479 hectáreas, con rendimientos promedios de 9,31 t. ha⁻¹ (Agronet, s.f.). La arracacha se siembra en 15 departamentos, entre los que se destacan, por las mayores producciones y áreas, Tolima con 2987 ha y 31.933 t, Norte de Santander con 705 ha y 11.071 t, Boyacá con 803 ha y 10.819 t. Según esta misma fuente, los rendimientos para 2016 estuvieron entre 1,5 t. ha⁻¹ y 15,7 t. ha⁻¹, los cuales se presentaron en el Cesar y el Norte de Santander, respectivamente (Agronet, s.f.). El departamento del Tolima representa el 45,24% de la producción y el 46,11% de las áreas cosechadas en Colombia. De este porcentaje, la mayor parte proviene de Cajamarca, con un área cosechada de 2600 ha y una producción de 28.300 t. Los rendimientos para este municipio son de 11,0 t. ha⁻¹, lo que supera el promedio nacional de 9,31 t.ha⁻¹ (figura 1).



Foto: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 1. Cultivo de arracacha en Cajamarca, Tolima.

La arracacha es una planta que se considera rústica y que puede cultivarse durante todo el año (Amaya Robles & Julca Hashimoto, 2006), por lo cual el agricultor maneja fechas de siembra según la demanda del producto y el precio. En Colombia se siembra principalmente en la región Andina, bajo condiciones que permiten la obtención de un producto de buena calidad y con altos rendimientos sin el empleo de tecnologías modernas, lo que convierte este sistema productivo en una alternativa importante para la agricultura familiar (Alvarado Gaona & Ochoa, 2010).

Sin embargo, el sistema productivo de arracacha en Cajamarca y en otras regiones de Colombia presenta limitantes asociadas a la semilla, que son estructuras especiales de propagación vegetativa llamadas “colinos”, que por lo general no cuentan con un esquema de selección adecuada por el productor. En este caso los colinos se caracterizan por presentar diversos periodos de desarrollo, problemas sanitarios, falta de uniformidad en el tamaño, mezcla de variedades, entre otros (Seminario, 2004), que afectan el buen desarrollo del cultivo, la producción y por ende los ingresos del productor.

Producción tradicional de colinos en Cajamarca

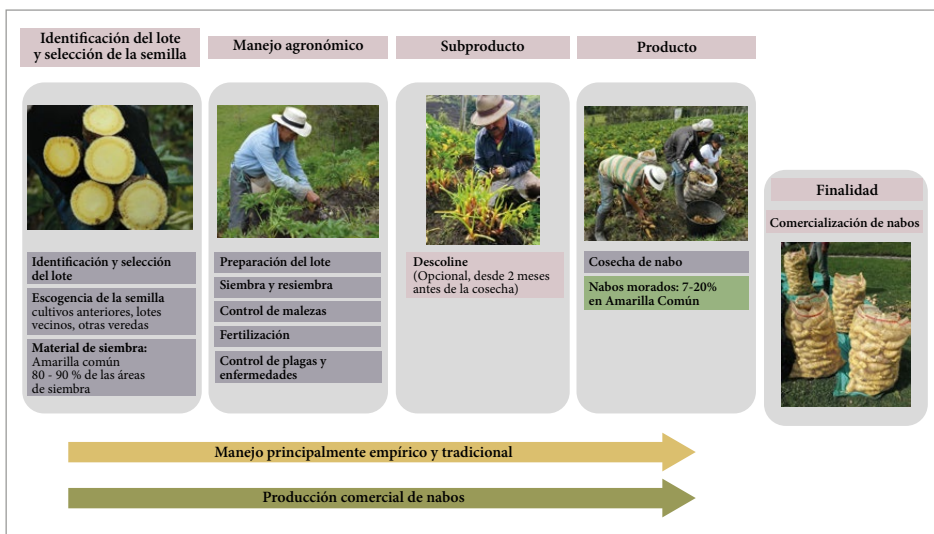
En Cajamarca, el colino se moviliza a nivel local y se obtiene a partir del sistema tradicional de producción, desarrollado por el productor, que tiene como principal objetivo conseguir raíces tuberosas y no material de propagación de buena calidad.

Para el establecimiento de un lote de arracacha, el colino se obtiene de cultivos anteriores o lotes vecinos. Como criterio de selección, el productor toma los colinos de las plantas ubicadas en la parte alta de los lotes, con frecuencia denominados filos, sin extraer toda la planta y dejando en exposición la cepa; además, descarta aquellos colinos que presentan manchas color marrón en el parte basal, como un indicador de la enfermedad conocida a nivel regional como “argeniado”; también descarta colinos con pigmentación morada particularmente en el anillo vascular, que pueden también producir raíces tuberosas con esta misma pigmentación, lo cual afecta su comercialización y los colinos madres ubicados en el centro de la planta por su alta probabilidad de floración.

En ocasiones, muchos de los colinos que aparentemente están sanos en realidad pueden estar enfermos sin presentar síntomas evidentes, debido a que la cepa y las raíces tuberosas tienen daños por plagas y enfermedades que han afectado la calidad sanitaria del colino; asimismo, algunas raíces tuberosas presentan pigmentación morada en la pulpa, pero los colinos no muestran la sintomatología. Todo esto pasa desapercibido por el productor, ya que la afectación se encuentra en lugares que no son visibles, a menos que la planta sea extraída en su totalidad y los tejidos se inspeccionen. Lo anterior favorece la dispersión de problemas sanitarios y el incremento del número de raíces tuberosas con pigmentaciones moradas en el nuevo cultivo; estos problemas se evidencian principalmente en el material regional amarilla común.

Cuando un productor paga por el corte del colino, el personal no tiene en cuenta los aspectos mencionados porque el contrato se pacta en función a la cantidad y el peso de las cargas de colinos y no a la calidad de este.

En la figura 2 se observa el modelo tradicional de producción de arracacha y se evidencia el ciclo del cultivo en la región, el cual inicia por la siembra de colinos obtenidos de diferentes fuentes y edades de la planta. El manejo agronómico se basa en prácticas heredadas, tradicionales o empíricas que se realizan para la producción de raíces tuberosas.



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña y Jose Jamir Londoño

Figura 2. Modelo tradicional de producción de semilla de arracacha en Cajamarca.
Fuente: Elaboración propia

En ocasiones se realiza el llamado “descoline”, una actividad opcional que se efectúa dos meses antes de la cosecha con el fin de extraer colinos para un nuevo ciclo y acelerar el proceso de engrose de las raíces tuberosas (figura 3).



Foto: Jorge Enrique Villamil Carvajal

Figura 3. Plantas de arracacha descolinadas.

El colino de arracacha es considerado un subproducto del cultivo sin interés comercial, puesto que se intercambia, regala u obsequia entre los productores y es utilizado para asegurar la producción comercial posterior o sustento familiar en pequeñas áreas.

Producción de colinos de calidad de arracacha

La ausencia de un modelo formal de multiplicación y producción de colinos de calidad de arracacha ha limitado el uso potencial de materiales que garanticen la calidad (germinación, vigor, sanidad, pureza física y pureza varietal) y valor agronómico (productividad, adaptabilidad y resistencia) para obtener un producto comercial competitivo en el mercado con retribuciones directas a los productores y así mejorar la calidad de vida.

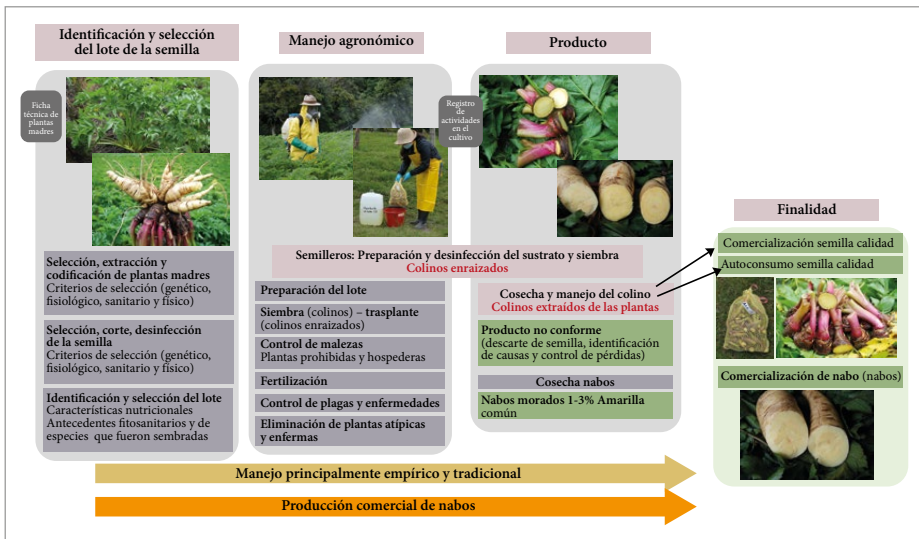
En ese sentido, en el presente manual se muestra un modelo de producción de material de propagación para el cultivo de arracacha que permita garantizar la obtención de colinos con calidad genética, física, fisiológica y sanitaria, además de poder preservar los materiales regionales e intercambiar, compartir o vender semilla de calidad a otros

productores de la zona. Este modelo consta de las siguientes tres fases relacionadas, las cuales se detallan en el capítulo IV:

- Fase 1: identificación y selección del lote y la semilla.
- Fase 2: manejo agronómico del cultivo.
- Fase 3: obtención del producto.

En la figura 4 se observan las características más relevantes de cada fase. En la fase 1 se presentan las características que debe tener el lote donde se va a sembrar y los criterios de selección de la planta madre y el colino para garantizar su calidad genética, física, fisiológica y sanitaria. La fase 2 contempla las labores agronómicas que se desarrollan en el cultivo que, a diferencia del lote comercial, deben ser realizadas con mayor control para garantizar la producción de los colinos. Por último, la fase 3 es la obtención del producto: colinos y raíces tuberosas.

El modelo de arracacha tiene dos finalidades: producción de colinos de calidad para comercialización o autoconsumo y producción de raíces tuberosas para comercializar. Los colinos se obtienen como productos en dos momentos del ciclo del cultivo: durante la etapa de semillero para generar un colino enraizado y al final del ciclo del cultivo, momento cuando es extraído directamente de la planta.



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña y Jose Jamir Londoño

Figura 4. Modelo de producción de semilla de arracacha.

Fuente: Elaboración propia

Consideraciones previas para la producción de colinos de calidad

Para la producción de colinos de arracacha se deben tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- El área destinada para la producción de semilla de calidad debe tener suelos con buen drenaje. Uno de los factores que afecta el cultivo y que es importante tener en cuenta para la selección del terreno es la humedad, pues la arracacha no tolera encharcamientos; por esto, se siembra en lugares altos que permitan un adecuado desarrollo de las plantas y menor presencia de problemas por patógenos.
- Es necesario tomar una muestra de suelo para conocer las características químicas y determinar el nivel nutricional del lote.
- Se recomienda tomar una muestra de suelo para identificar poblaciones de nematodos fitoparásitos que pueden afectar el desarrollo de la planta y, por lo tanto, la calidad del colino y las raíces tuberosas.
- Se sugiere determinar la presencia de chizas en el lote antes de la siembra, para lo cual se realiza un recorrido en el lote en forma de zigzag seleccionando 10 sitios por hectárea, donde se cava un espacio con un área de 1 m² y una profundidad de 40 cm; luego, se hace el conteo de las larvas de chiza y se observa el estado larval (Seminario, 2004).
- Es primordial seleccionar el lote con una fuente de agua cercana, de manera que se asegure riego en el cultivo durante los periodos secos del año.
- Hay que tener en cuenta que la semilla es el principal medio de dispersión de enfermedades a grandes distancias, al desplazarla de un lugar a otro; por lo tanto, es indispensable el control de calidad en cada etapa del proceso de producción. Esto fortalece la ausencia de enfermedades, aun cuando el material sea susceptible.
- Para seleccionar la planta madre o donadora, se buscarán las plantas en lugares altos del microrrelieve llamado “filo”, ya que el colino será más compacto, poco succulento y libre de patógenos; mientras que en lugares bajos la planta es succulenta, muy hidratada y susceptible a plagas y enfermedades (Vásquez et al., 2004).
- Se recomienda que la aplicación de productos químicos para el control de plagas y enfermedades se realice con base en los resultados de monitoreo en el cultivo. Su uso innecesario contamina el ambiente, disminuye las poblaciones benéficas presentes, propicia el desarrollo de nuevas plagas y aumenta el riesgo de enfermedades, lo que puede afectar la producción de semilla de buena calidad.
- Se debe llevar libro de campo para el registro de todas las novedades y las prácticas agrícolas realizadas en el cultivo, como área, densidad de siembra, dosis y productos utilizados, incidencia de plagas y enfermedades, datos y eventos climáticos.







Capítulo II

Cómo identificar y seleccionar el lote, las plantas madre y el colino

La identificación y selección del lote para la producción de semilla de calidad se considera un factor importante en el proceso, ya que garantiza las condiciones del colino futuro y disminuye la generación de problemas de tipo sanitario. En Cajamarca no existen fechas de siembras específicas entre los agricultores, por cuanto se observan paisajes con lotes establecidos de diferentes edades, por establecer o en periodo de cosecha (figura 5).

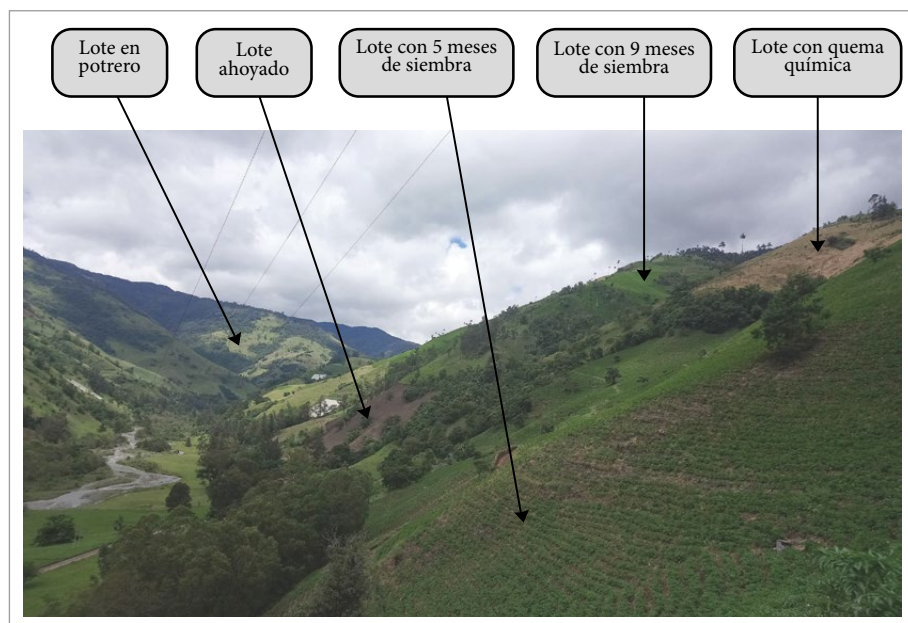


Figura 5. Paisaje de Cajamarca con lotes de arracacha en diferentes estados.

Fuente: Elaboración propia

Selección del lote

Para la selección del lote donde se va a sembrar se debe tener en cuenta que el suelo no se encuentre compactado, que esté bien drenado, rico en materia orgánica y con potencial de fertilidad química media a alta. Se recomienda que su ubicación sea en zonas que no tengan alta presión de plagas que afecten la calidad de la semilla (Madeira & Ferreira de Calvalho, 2016). Por lo anterior, el lote seleccionado no debe haber sido sembrado con arracacha el año inmediatamente anterior, esto con el fin de evitar el aumento de las poblaciones de hongos como *Sclerotinia* spp. y *Fusarium*, sp., o bacterias como *Pectobacterium* spp. (sinónimo *Erwinia* spp.), patógenos causantes de enfermedades reportadas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) (Dirección técnica de Epidemiología y Vigilancia Fitosanitaria ICA, comunicación e-mail, 5 de febrero de 2018) en arracacha y que afectan directamente la producción de material de propagación asexual. Se deben descartar también lotes que fueron sembrados en cultivos de la misma familia como zanahoria y apio, y de hortalizas como repollo y tomate, con las cuales comparten enfermedades cuyos patógenos son iguales y son hospederas de nematodos que afectan el desarrollo de las plantas, el colino e incluso las raíces tuberosas.

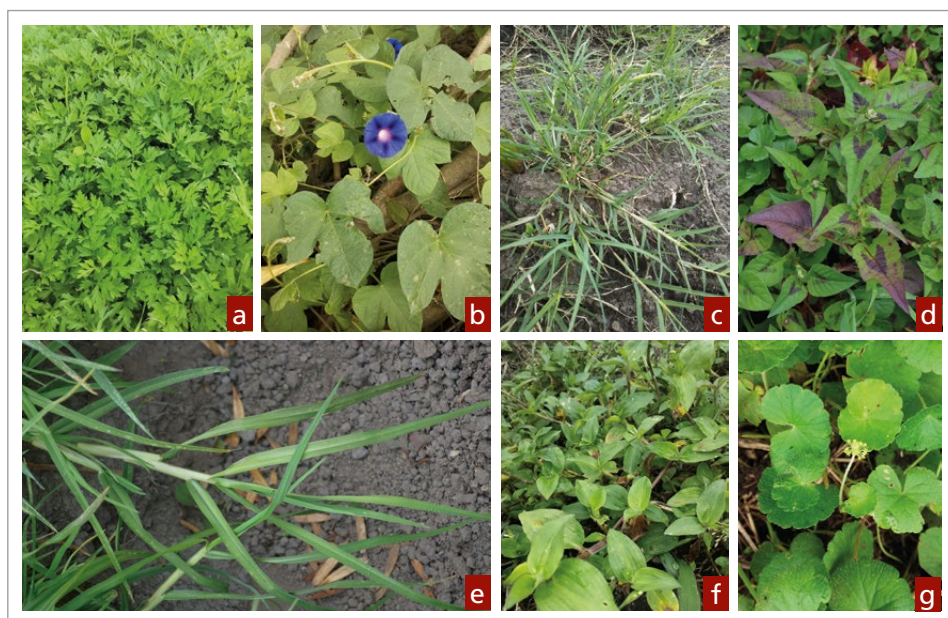
Para facilitar la selección de los lotes, en el anexo A se presenta un formato con los criterios propuestos para identificar lotes aptos para la siembra de plantas con destino a la producción de semilla de calidad, teniendo en cuenta aspectos geográficos y productivos. En el formato primero se deben relacionar los siguientes datos: nombre del productor, nombre de la finca, vereda y área (ha) actual en arracacha. Posteriormente, se hace la calificación de cada uno de los criterios con base en la escala del 1 al 5. El 5 señala que el lote cumple con el criterio, lo que favorece su selección; así, en la medida en que la calificación disminuye y se acerca al valor de 1, se indica que el lote no cumple con el criterio de selección. Un lote es elegido si obtiene un puntaje mayor o igual a 4,8; valores menores dan muestra de que el lote presenta alguna limitante para la producción de colinos. Los criterios para esto son:

- Acceso agua: se deben identificar fuentes de agua cercanas al lote de siembra, si existen fuentes se califica como 5, si no hay disponibilidad se da 1.
- Cultivo anterior: lotes donde los últimos cinco años no hayan tenido siembra de arracacha se califican como 5, y a lotes que provengan del cultivar se les asigna 1.
- Vía de acceso carretable: se les asignan 5 puntos a lotes que tengan vías de acceso vehicular o mular, y 1 si no tienen.
- Pendiente (%): si el lote tiene una pendiente entre 30 % y 70 % reciben una valoración de 5, y aquellos con pendientes mayores a un 70 % tienen como valoración 1.
- Disponibilidad de mano de obra: si se cuenta con mano de obra la valoración es 5, en caso contrario es 1.
- Drenaje y tipo de suelo: se relaciona con la textura y el color del suelo, siendo óptimos los lotes con textura franco-arenosa que facilitan un buen drenaje, cuyo valor es 5. Lotes que presenten textura franco-arcillo arenoso y arcillo arenoso tendrán un drenaje de regular a malo y se califica con 1.
- Arvenses: hay que tener en cuenta las recomendaciones relacionadas en el ítem titulado “Identificar el cultivo de arracacha”. Se califican con 1 lotes con presencia de altamisa (*Artemisia* spp.) y con 5 los que no tengan.
- Presencia de chizas: se debe verificar en el historial del lote y mediante un muestreo en campo. Lote con presencia de chizas se califica con 1 y ausentes de chizas, con 5.
- Presencia de nematodos: verificar el historial del lote por seleccionar y evitar lotes provenientes de arracacha o especies de la familia Apiacea, por ejemplo, zanahoria (ver ítem “Presencia de nematodos y la selección del lote de siembra”). Cualquier lote con esta condición se califica con 1 y proveniente de otro cultivo, con 5.

Arvenses que afectan el proceso de producción de semilla

Es importante identificar las arvenses presentes y que predominan en el lote por seleccionar. Se deben descartar aquellos lotes que tengan áreas problemáticas, es decir, que tengan arvenses de difícil control y alta capacidad de competencia que pueden afectar las plantas de arracacha de forma directa, ya que compiten por luz, agua, nutrientes y espacio, o presentan efectos alelopáticos y limitan el crecimiento del cultivo; también de forma indirecta al ser plantas hospederas de plagas y enfermedades. Ambas formas afectan la producción y calidad del colino y las raíces tuberosas.

Se recomienda sembrar en lotes que no presenten altamisa (*Artemisia* spp.), debido a que esta planta se caracteriza por su rápida colonización y competencia sobre las demás especies de interés comercial, y puede incluso llevar a pérdidas totales del cultivo. De acuerdo con la experiencia de los productores de Cajamarca, las moléculas de herbicidas en el mercado no tienen efecto de control sobre esta arvense. Cuando el manejo se hace con azadón se puede agravar el problema, debido a que la altamisa presenta estolones que facilitan su propagación e incrementan las poblaciones de esta. Otras arvenses que requieren especial atención a la hora de darles manejo son: bogotana (*Persicaria nepalensis* (Meisn.) H. Gross), batatilla (*Ipomoea* spp.), plegadera (*Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb.), suelda con suelda (*Commelina diffusa* Burm. F.) y grama dulce o tumba viejas (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) (figura 6), principalmente durante los primeros cuatro meses de edad del cultivo, debido a que se multiplican fácil y su crecimiento es más rápido en comparación con las plantas de arracacha, lo que genera una alta competencia con el cultivo, que afecta el desarrollo de las plantas y la calidad del colino.



Fotos: Jorge Enrique Villamil Carvajal

Figura 6. Arvenses que afectan el cultivo de arracacha. a. Altamisa (*Artemisia* spp.); b. Batatilla (*Ipomoea* spp.); c. Grama dulce (*Cynodon dactylon* (L.) Pers); d. Bogotana (*Persicaria nepalensis* (Meisn.) H. Gross); e. Kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina* (Hochst. ex Chiov.) H. Scholz); f. Suelda con suelda (*Conmmelina difusa* Burm. f.); g. Plegadera (*Lachemilla orbiculata* (Ruiz & Pav.) Rydb.).

Presencia de nematodos y la selección del lote de siembra

Para el caso de los nematodos, se debe considerar el historial de cultivos anteriores, y evitar así el uso de lotes previamente sembrados con plantas de la misma familia de la arracacha, por ejemplo zanahoria, ya que este cultivo es más susceptible al ataque de nematodos patógenos de plantas y promueven su multiplicación. Adicionalmente, si el lote fue empleado para el cultivo de arracacha, es importante contar con registros de daños en producción posiblemente asociados con la presencia de nematodos. En aquellos casos donde se produjeron daños por nematodos o previamente se cultivó zanahoria, se recomienda tomar una muestra de suelo representativa del lote para enviar al laboratorio y determinar la presencia y frecuencia de nematodos causantes de daño en arracacha. Como herramienta de toma de decisión es posible tener en cuenta los resultados del análisis del laboratorio.

En la tabla 1 se presenta el tipo de nematodos y la cantidad de individuos en 100 g de suelo que pueden afectar la producción de cultivos pertenecientes a la familia Apiacea (Ravichandra, 2014) y que son limitantes para la selección de un lote. En los casos que existe riesgo, es viable realizar, durante el establecimiento, la adición de un hongo patógeno de nematodos como *Arthrobotrys* sp. o *Paecilomyces lilacinus* alrededor de los colinos.

Tabla 1. Tipo de nemátodo y número de individuos que limitan la producción en Apiacea

Tipo de nemátodo	No individuos / 100 g de suelo
Causantes de nudos en la raíz (<i>Meloidogyne</i>)	50-100
Nemátodo daga (<i>Xiphinema</i>)	50-100
Nemátodo espiral (<i>Helicotylenchus</i>)	300-400
Nematodo causante de lesiones en raíz (<i>Pratylenchus</i>)	150-200
Nematodos Tylenchida (<i>Tylenchus</i>)	No establecido

Fuente: Elaboración propia

Selección de plantas madre

Es necesario tener conocimiento acerca de los criterios de calidad para seleccionar las plantas de donde se tomarán los colinos ideales para la siembra en el proceso de producción y multiplicación de colinos de calidad; para esto es conveniente seguir los pasos descritos a continuación.

Identificación del cultivo de arracacha

Se debe localizar el lote de extracción del material vegetal que cumpla con las características óptimas para la producción de semilla; además, verificar que históricamente el cultivo no haya presentado anomalías de tipo sanitario o fisiológico y que no exista mezcla de materiales en el lote (figura 7).



Foto: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 7. Lote de arracacha en producción.

Selección de la planta madre

Seleccionar la planta madre del cultivo que cumpla con los atributos de calidad (figura 8), los cuales permiten seleccionar una planta con favorables condiciones genéticas, fisiológicas, físicas y fitosanitarias; también es necesario verificar las características promedio de los materiales o cultivares. A continuación, se presentan los atributos de calidad con base en los materiales regionales, amarilla común, yema de huevo y cartagenera, para Cajamarca.





Genética

Adaptabilidad a la zona. Características del cultivo homogéneas y similares entre sí, sin mezcla de genotipos para una descendencia uniforme. Tener en cuenta las características de materiales regionales mencionadas en el subcapítulo "Selección de plantas madre".





Fisiológica

Plantas jóvenes, entre diez y doce meses de edad. Buen nivel nutricional (vigorosas, sin deficiencias nutricionales).





Física

Plantas altura superior a 50 cm, peso de nabos entre 2-2.5 kg, 30-45 peciolas, 10-15 colinos uniformes y óptimos para siembra (parte basal redonda). Cuando se realice el corte de semilla asexual (colinos) y el desprendimiento de los nabos, no se debe evidenciar pigmentaciones moradas o violetas.





Fitosanitaria

Plantas con un porcentaje inferior al 5% respecto a hongos patógenos foliares. Se inspecciona en campo cinco hojas/planta, no debe observar manchas foliares con borde clorótico y centro necrótico. Plantas libres de insectos como gusano viringo, babosas, áfidos, ácaros y enfermedades asociadas a hongos, bacterias y/o nematodos. Síntomas: pigmentaciones o manchas marrón oscura, pudrición seca o húmeda, exudados de bacterias o masas cremosas y estructuras algodonosas





Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña y Jose Jamir Londoño

Figura 8. Atributos de calidad de la planta madre seleccionada.
Fuente: Elaboración propia

Verificación de los tejidos internos

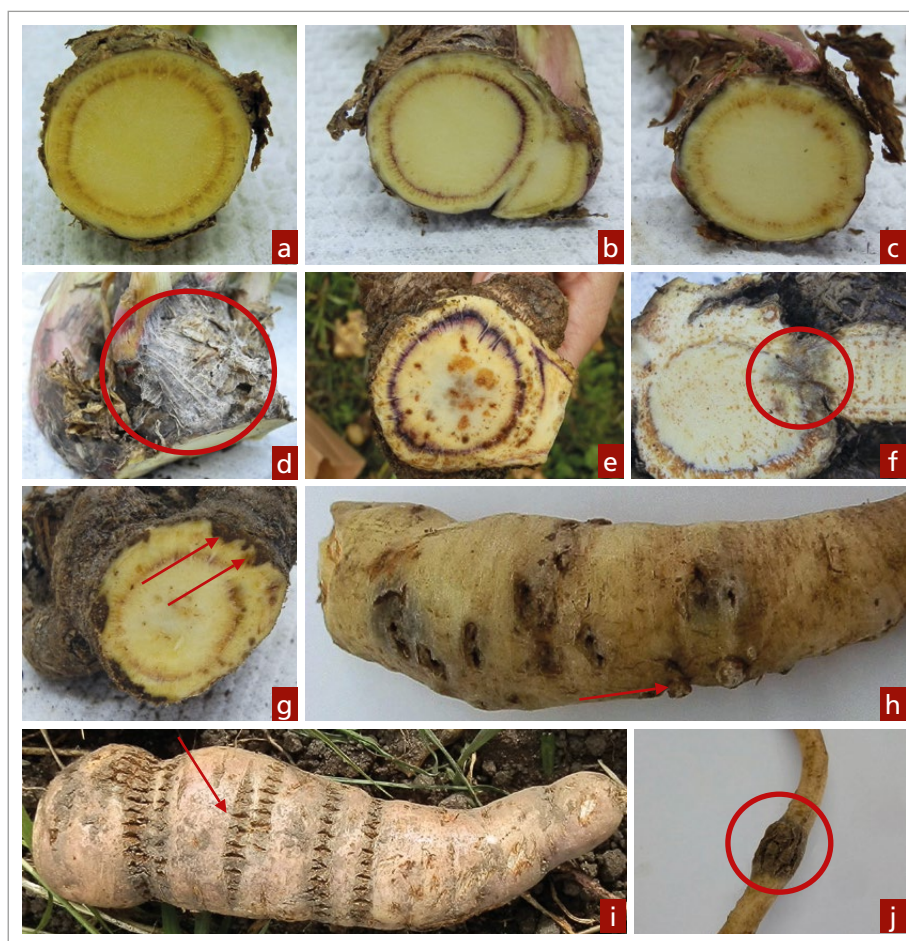
Una vez elegida la planta madre se debe revisar que la estructura de los tejidos internos esté sana (figura 9a); para esto se realiza una prueba de corte que se lleva a cabo con una navaja o un cuchillo desinfectado con hipoclorito de sodio (NaClO) al 5 % durante cinco segundos; posteriormente, se hace la prueba de corte en tres colinos al azar, y con la ayuda de una lupa se inspecciona la superficie cortada y se verifica su sanidad. El colino no debe presentar daños mecánicos por acción de plagas ni alteraciones en la pulpa, por ejemplo, coloración violeta en el conducto vascular o manchas irregulares de color marrón oscuro. También se debe corroborar el olor particular de la arracacha y eliminar plantas con cepa, colino o raíces tuberosas con licuados bacterianos que se caracterizan por presentar mal olor.

En la figura 9 se muestran las afectaciones abióticas que se relacionan con las características fisiológicas o genéticas no deseables en el material de siembra y afecciones bióticas que ponen en riesgo la multiplicación y calidad del material de propagación; por tal razón, se convierten en criterios de selección en campo. Las afecciones bióticas causadas por algún tipo de patógeno como hongos, bacterias o nematodos fueron corroboradas en laboratorio, posterior a su colecta y documentación en campo. Se pueden observar en colinos, cepa, raíces tuberosas y raíz absorbente, y son un criterio de selección o descarte del material por multiplicar. En los casos que se desee realizar alguna clase de manejo preventivo deberá corroborarse la identidad del agente causal de la enfermedad en el laboratorio para direccionar el manejo.

Los colinos que se seleccionan tienen que ser de forma circular y de consistencia dura, ausentes de pigmentación morada u otro tipo de pigmentaciones pardas (figura 9a). Asimismo, deberán descartarse colinos con las siguientes características: pigmentación morada en el anillo vascular, que por lo general está relacionada con el genotipo del material por sembrar (figura 9b); manchas o puntos de pigmentación marrón asociados a la enfermedad conocida localmente como argeniado (figura 9c), y aquellos en cuyo exterior se observe la presencia de hongos de apariencia algodonosa (figura 9d).

Adicionalmente, en la cepa pueden observarse afecciones mezcladas que ponen en riesgo la calidad del colino, por ejemplo, afecciones bióticas asociadas a pigmentaciones pardas y afecciones abióticas relacionadas con pigmentación morada (figura 9e), o bióticas causadas por varios patógenos como manchas color marrón de

distribución aleatoria y lesiones necróticas hacia el borde con desarrollo de micelio (figura 9f). De igual forma, daños hacia el borde del colino (figura 9g) causados por los procesos de alimentación de nematodos fitoparásitos migratorios que permiten el ingreso de hongos y bacterias patógenos para la planta. También, como resultado de la colonización de algunos nematodos fitoparásitos sedentarios, se pueden observar nodulaciones en las raíces tuberosas (figura 9h). Lesiones necróticas tanto en raíces tuberosas como en raíces absorbentes pueden también asociarse de manera indirecta a la presencia de nematodos migratorios en el suelo (figuras 9i y 9j).



Fotos: Angela Maria Vargas Berdugo

Figura 9. Afecciones bióticas o abióticas observadas en campo. a. Colino sano; b. Colino con pigmentación morada; c. Colino con argeniado; d. Colino con hongos; e. Ceba con lesiones necróticas; f. Ceba con pudrición y desarrollo de micelio de hongos; g. Ceba con lesiones de nematodos fitoparásitos; h. Raíz tuberosa con nodulaciones; i. Raíz tuberosa con lesión necrótica; j. Raíz absorbente con lesión necrótica.

Extracción de la planta madre

Con ayuda de una pala limpia y desinfectada se extrae con cuidado toda la planta con el fin de evitar daños mecánicos aéreos, principalmente en la base de los peciolo, los colinos y la cepa, y se eliminan las hojas senescentes (figura 10).



Foto: Jose Jamir Londoño

Figura 10. Extracción completa de planta madre en lote productivo de arracacha.

Toma de datos de colecta

Con el fin de conocer el historial de las plantas madre, se deben registrar datos de su ubicación, estado y manejo: localización, densidad de siembra, cantidad de colinos, tipo de material o genotipo, descripción morfológica, historial del cultivo, georreferenciación, tipo de suelo, pendiente, características de producción, rendimiento, sanidad (presencia de enfermedades y plagas), manejo agronómico y observaciones relevantes de interés (figura 2). Para esta actividad se recomienda diligenciar la herramienta “Ficha técnica para la recolección de semilla vegetativa de arracacha” (anexo B).

Codificación de las fichas de las plantas madre

El objetivo es asignar a la planta madre que fue seleccionada un código único que permita diferenciarla del resto de las plantas madre e identificar el genotipo al que pertenece, lo cual permitirá tomar decisiones sobre el mantenimiento y la permanencia del genotipo en el lote. Para identificar las plantas madre se recomienda la codificación para los materiales regionales de arracacha en Cajamarca, amarilla común, cartagenera y yema de huevo, desarrollada por Rivera Varón et al. (2015) y adaptada por los autores del presente manual. Esta codificación consiste en tomar las iniciales del nombre científico: *Arracacia xanthorrhiza* (AX), seguido por las iniciales del nombre común del genotipo: amarilla común (AC), yema de huevo (YH) y cartagenera (C). A continuación, se asigna la numeración consecutiva según el recorrido de la colecta para cada uno de los materiales (figura 11):

AXAC100 = *Arracacia xanthorrhiza*, amarilla común, numeración de planta colectada 100.

AXYH101 = *Arracacia xanthorrhiza*, yema de huevo, numeración de planta colectada 101.

AXC102 = *Arracacia xanthorrhiza*, cartagenera, numeración de planta colectada 101.



Foto: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 11. Lote de arracacha con plantas madre codificadas.

Materiales regionales de arracacha en Cajamarca

Las características morfológicas de los colinos cambian según el material regional; en Cajamarca, por ejemplo, se diferencian tres materiales conocidos como amarilla común, yema de huevo y cartagenera. En la figura 12 se realiza una descripción física de los colinos y se presentan fotos para su diferenciación.

	Amarilla común	Yema de huevo	Cartagenera
Colino	Presentan una coloración diferencial externa rojo púrpura profundo y rojo púrpura moderado que no supera la división de los peciolos, en ocasiones son verde amarilloso. La pulpa es amarillo y amarillo pálido, ocasionalmente se presentan manchas violetas.	Se presenta una coloración externa rojo púrpura moderado y rojo púrpura oscuro, la pigmentación es intensa hasta la bifurcación de los peciolos. La pulpa de los colinos es amarilla completamente, en ocasiones se diferencia en el interior del anillo cortical semejando una yema de huevo.	Se presenta una coloración externa roja oscura hasta púrpura muy oscuro, pigmentación que continua hasta los peciolos haciendo característico el color en este material. La pulpa de los colinos es amarillo, se evidencia formación de un anillo cortical.
			
Planta	Altura: 60 - 80 cm Longitud peciolo: 23 - 32 cm N.º de peciolos: 57 - 115 N.º de colinos: 9 - 25 Longitud colino: 6 - 8 cm Diámetro de colino: 25 - 35 mm	Altura: 41 - 60 cm Longitud peciolo: 13 - 29 cm N.º de peciolos: 38 - 62 N.º de colinos: 9 - 18 Longitud colino: 5 - 7 cm Diámetro de colino: 23 - 28 mm	Altura: 39 - 68 cm Longitud peciolo: 13 - 28 cm N.º de peciolos: 29 - 63 N.º de colinos: 5 - 14 Longitud colino: 6 - 7.5 cm Diámetro de colino: 24 - 28 mm
			

Fotos: Jose Jamir Londoño

Figura 12. Descripción de colinos y rangos de las características de los materiales regionales de arracacha en Cajamarca.
Fuente: Elaboración propia

¿Qué es la semilla de calidad? Identificación y tratamiento del colino

Según la especie productiva, el material vegetal puede ser semillas, cormos, yemas, plántulas, injertos, varetas, patrones, tubérculos, rizomas, bulbos, estolones, hijuelos, esquejes, acodos, cangres, etcétera. La propagación de semilla de arracacha se realiza mediante propagación vegetativamente (asexual), a partir de los brotes que crecen en la parte aérea de la planta, llamados colinos. Al contrario de las semillas sexuales, mantienen uniformidad y las características del clon que las originó (Amaya Robles & Julca Hashimoto, 2006).

Propagar vegetativamente una especie comprende procedimientos sencillos realizados por agricultores y tecnológicos muy avanzados que se fundamentan en disciplinas como tecnología del cultivo de tejidos vegetales, que permite la propagación masiva de plantas genéticamente homogéneas, mejoradas y libres de agentes patógenos (Debergh & Zimmerman, 1991). También existen técnicas de cultivo de tejidos *in vitro* que posibilitan la conservación de germoplasma y la criopreservación de tejidos que mantiene la viabilidad y funcionalidad celular a temperaturas bajas.

Propagación vegetativa

Llamada también propagación clonal o vegetativa de plantas, es la reproducción a partir de una célula, tejido, órgano o parte de una planta madre (Kieran, MacLoughlin, & Malone, 1997) con determinadas condiciones de crecimiento (luz, temperatura, humedad, nutrientes, sanidad, etcétera) que pueden dar origen a un individuo completo.

De acuerdo con Roca y Mroginski (1991), se utilizan trozos de tejido vegetal procedentes de diferentes partes de la planta que tienen la capacidad de regenerarse y que conservan la potencialidad para reproducirse y formar un nuevo individuo (figura 13).

Se reconocen tres formas de propagación:

1. Micropropagación a partir de tejidos vegetales en cultivo *in vitro*.
2. Propagación a partir de bulbos, rizomas, estolones, tubérculos, esquejes, colinos entre otros, que generen enraizamiento.
3. Propagación por injertación en tallos de plantas receptoras (aplica para plantas con tallo leñoso).



Fotos: Angela Maria Vargas Berdugo
y Johanna Paola Garnica

Figura 13. Tipos de propagación vegetativa en arracacha. a. Cultivo *in vitro* en tubo de ensayo; b. Acercamiento imagen cultivo *in vitro*; c. Propagación a partir de colinos.

Propagación vegetativa en arracacha

La arracacha es una planta herbácea con tallo diferenciado (Higuita, 1977), que en ocasiones alcanza una altura de 1 m (Hodge, 1954) y puede variar entre 0,5 y 1,5 m (Castillo, 1984). Las plantas se diferencian por el color de las hojas y la raíz tuberosa (amarilla, blanca y morada) (Castillo, 1984). En la figura 14 se observa una planta de arracacha con siete partes identificadas: hojas, peciolo, colino, cepa, raíces tuberosas, raíces de absorción e inflorescencia (rara vez observada en campos de producción de materiales regionales en Cajamarca).

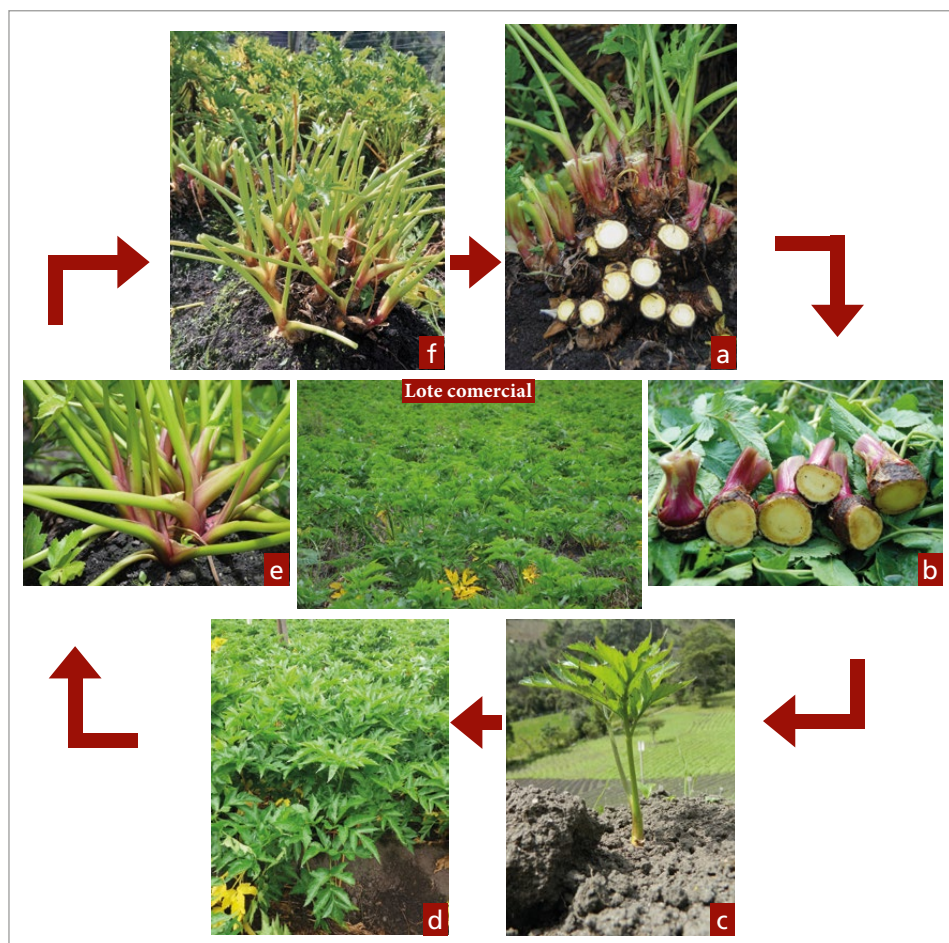


Foto: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 14. Planta de arracacha. a. Planta completa; b. Hojas; c. Peciolo; d. Colinos; e. Cepa; f. Raíz tuberosa; g. Raíz absorbente; h. Inflorescencia.

Fuente: Elaboración propia

La propagación de semilla de arracacha se realiza mediante propagación vegetativa (asexual), a partir de los brotes que crecen en la parte aérea de la planta (figura 15). Al contrario de las semillas sexuales, mantienen uniformidad y las características del clon que las originó (Amaya Robles & Julca Hashimoto, 2006).



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña y Jose Jamir Londoño

Figura 15. Propagación vegetativa en arracacha. a. Selección de colinos en la planta; b. Corte de colinos para siembra; c. Colino sembrado con cuatro hojas diferenciadas; d. Planta de arracacha en formación; e. Generación de nuevos colinos y macollamiento de la planta; f. Planta lista para descoline.

Fuente: Elaboración propia

La multiplicación de plantas en arracacha para fines comerciales principalmente se realiza de forma vegetativa a través de la colecta de colinos también denominados propágulos, hijuelos, brotes (Madeira et al., 2017), los cuales se forman en la cepa al nivel del suelo y se retiran en la fase de preparación para la cosecha a partir de la parte basal, con el objetivo de exponer la región vascular donde se emiten las futuras raíces tuberosas (Cámara, 1992).

De acuerdo con Sedimaya y Casali (1997), los colinos mantienen uniformidad fenotípica, a diferencia de las semillas botánicas (semilla sexual), lo que permite la selección de materiales con características deseadas. La propagación vegetativa con colinos promueve el rápido desarrollo de la planta y facilita el pre-enraizamiento; de esta manera, genera rendimientos óptimos con respecto a las plantas provenientes de semilla sexual. Los colinos no se encuentran en reposo absoluto, ya que durante su formación ocurren cambios bioquímicos y morfológicos hasta que se convierten en una nueva planta.

Selección y tratamiento del colino

Identificación del colino

Santos et al. (2004) clasificaron los colinos de arracacha según la edad, señalando que la selección es importante para la obtención de un buen semillero y, por ende, un buen cultivo. Más adelante, Rivera Varón et al. (2015) realizaron una segunda clasificación y descripción teniendo en cuenta aspectos de posición, edad y tamaño. En el presente manual se muestra la diagramación y ubicación de cada corte de acuerdo con la arquitectura de la planta.

Para clasificar los colinos según la categoría correspondiente, primero se debe identificar el colino madre de mayor tamaño con base completamente redonda, que por lo general está ubicado en la parte central de la cepa o corona, este colino se identifica en las figuras 16 y 17 con el número cero (0).

Los colinos se clasifican así:

- Posición: se toma como referencia el colino madre (0) ubicado en la parte central de la cepa; los colinos que están alrededor del colino madre se marcan con el número 1; en el anillo externo a los colinos 1 se ubican los colinos número 2. La marcación continúa de adentro hacia afuera, tendiendo como punto de referencia el colino madre (figura 16).

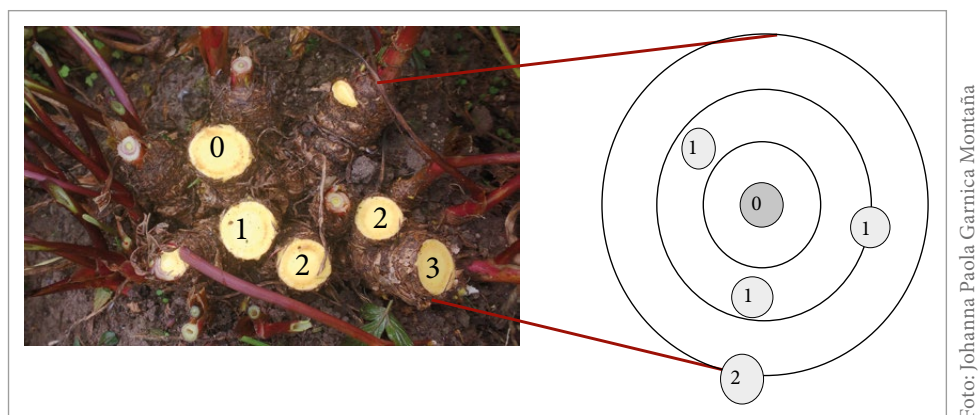


Foto: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 16. Ubicación de los colinos en la periferia de la cepa según la posición.

Fuente: Elaboración propia

- Edad: el colino madre es el primero que se forma, por consiguiente, es el más viejo, y se identifica con el número 0. Los colinos ubicados en la periferia del colino madre se enumeran con el 1 y a partir de allí la clasificación es ascendente (figura 17).

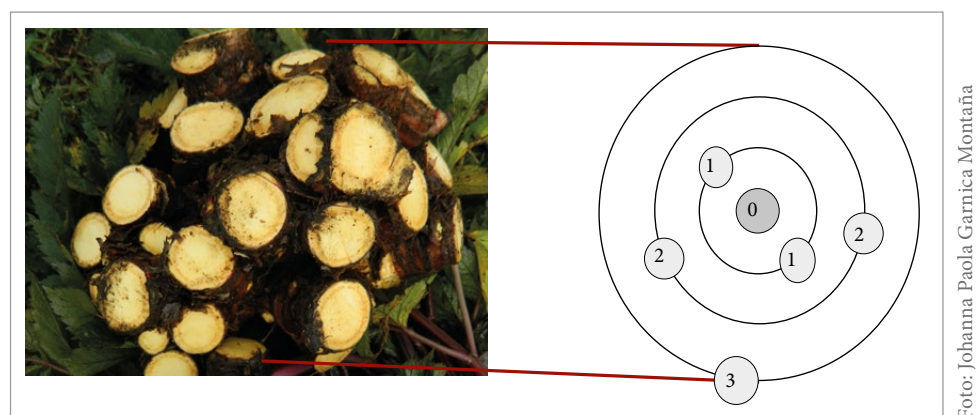


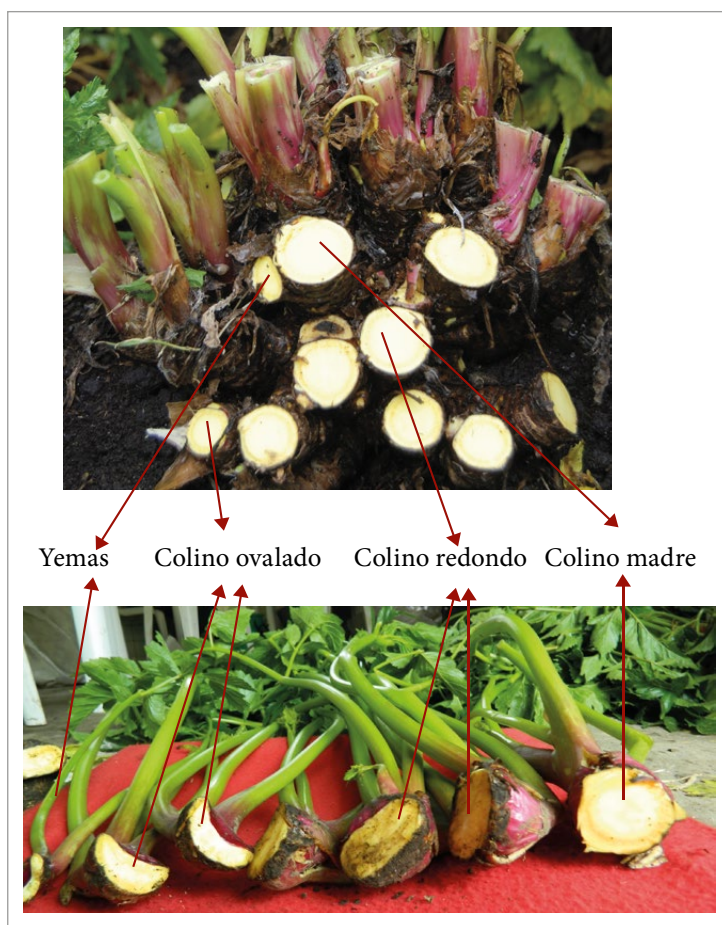
Foto: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 17. Ubicación de los colinos en la periferia de la cepa según la edad.

Fuente: Elaboración propia

- Tamaño: el desarrollo (formación y edad) de los colinos en la planta es base central de esta clasificación, atendiendo al vigor expresado (figura 18). Se diferencian los siguientes colinos:

- Colino madre: presenta base redonda y está generalmente en el centro de la cepa; no se recomienda para la siembra debido a que hay probabilidad de floración en el siguiente ciclo.
- Colino redondo: se ubican alrededor del colino madre y en la periferia de la cepa con la base redondeada o semiovalada; son de tamaño medio y se recomiendan para siembra en campo.
- Colinos ovalados: se identifican por tener forma ovalada o media luna en la parte basal; se disponen cerca a los colinos redondos y no se recomiendan para siembra.
- Brotes, agujas o retoños: están en la parte externa de los colinos y tienen tamaño pequeño.
- Yemas: son pequeños meristemos adheridos a la base de los colinos.



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 18. Identificación de colinos según el tamaño.

Fuente: Elaboración propia

Es recomendable seleccionar colinos de plantas jóvenes (entre 10 y 12 meses de edad) y que estén ubicados en la periferia de la cepa; también es importante identificar el tipo de colino por utilizar y la selección de una misma clase, asegurando similitud en la cantidad de reserva (agua y nutrientes) y capacidad de competencia. Esto permite la consecución de un lote con crecimiento y desarrollo uniforme. Si se necesita utilizar colinos de diferentes clases, se deberá sembrar por sección cada clase con su respectiva marcación, al igual que cuando se haga el trasplante en campo (Santos et al., 2004).

Selección del colino

Para la selección del colino hay que separar la raíz tuberosa de la cepa y luego extraer el colino-semilla mediante un corte transversal y asegurar dos anillos diferenciados de la cepa. Para la selección se tendrán en cuenta las siguientes características (figura 19).



Fotos: Ángela María Vargas Berdugo, Johanna Paola Garnica Montaña y José Jamir Londoño

Figura 19. Atributos de calidad de colinos de arracacha seleccionados.

Fuente: Elaboración propia

Corte de colinos

El corte de los colinos se debe realizar con una cuchilla fina (es común utilizar cuchillos pequeños) de grosor uniforme y desinfectada con alcohol antiséptico al 70 %. El corte se realiza asegurando dos anillos de cepa para que la pulpa quede expuesta, de tal manera que se promueva la aparición de raíces en el cámbium vascular; esta práctica es utilizada por los agricultores de la región. Cada vez que se corta el colino de una planta madre diferente, la herramienta debe ser desinfectada. Se han identificado en la zona de Cajamarca diferentes tipos de cortes, entre ellos recto horizontal, bisel, punta, recto horizontal y recto horizontal sin cámbium (figura 20).



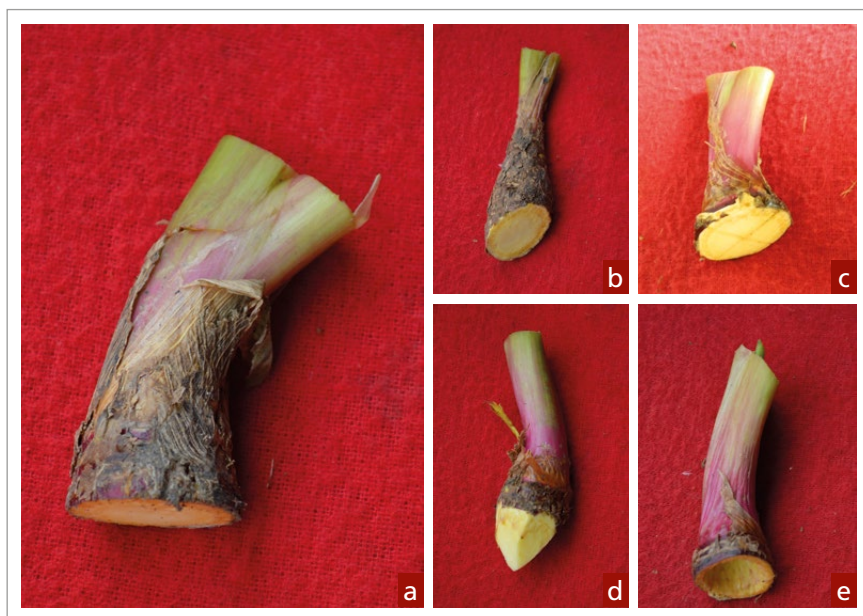
Foto: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 20. Corte convencional de colinos en Cajamarca.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con Rivera Varón et al. (2015), se identifican cuatro tipos de corte de colinos, de los cuales el corte recto horizontal es utilizado comúnmente en la región; además, se exponen los cortes en bisel, recto horizontal, horizontal con cruz, en punta y horizontal sin cámbium.

El corte recto horizontal consiste en hacer un corte al área de contacto paralelo a la superficie del suelo, dejando dos anillos de cepa en cada colino; con esto se busca favorecer la distribución homogénea de las raíces tuberosas (figura 21a). El corte bisel se realiza con un corte al área de contacto oblicua a la superficie del suelo, y se dejan dos anillos de cepa en cada colino, con el ánimo de ampliar la superficie expuesta para formación de las raíces tuberosas (figura 21b), y el corte recto horizontal con cruz, en punta y horizontal sin cámbium son cortes que inducen a la deformación de las raíces tuberosas y, por ende, un mal llenado de estos (figura 21 c, d, e).



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 21. Tipos de cortes tradicionales realizados en colinos de arracacha. a. Corte recto horizontal; b. Corte en bisel; c. Corte en cruz; d. Corte en punta; e. Corte sin cámbium.

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se han experimentado otros tipos de cortes que también permiten el prendimiento y desarrollo de la planta de arracacha, y que se realizan en otras zonas del país. En el departamento del Huila (Colombia), los productores hacen el corte recto horizontal con cruz, dejan 2-4 anillos de cepa y eliminan una parte de esta con el uso de un sacabocado. Este corte ha trascendido de generación en generación con la creencia de bendecir la próxima cosecha y reducir el tamaño de la cepa en las plantas (figura 22a)

Otros tipos de cortes son los reportados por Gil Leblanc, Puiatti, Nogueira Sedyama, Finger y Miranda (2008), quienes evaluaron en Brasil cinco tipos de corte de colinos caracterizados por tener gran cantidad de anillos de cepa en la base. El primer corte es recto horizontal y tiene una longitud de 2,7 cm desde el peciolo hasta la cepa (figura 22b); el segundo corte se realiza eliminando el peciolo con un corte en bisel, y al igual que en la parte basal este tiene 4,5 cm de longitud (figura 22c); el tercer corte es idéntico al segundo, con un corte adicional en la parte cóncava (figura 22d); el cuarto corte tiene peciolo, corte en bisel en la base y corte longitudinal en la parte cóncava, con 6,3 cm de longitud (figura 22e), y finalmente el quinto corte es idéntico al cuarto, pero sin corte longitudinal en la parte cóncava (figura 22f).



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 22. Tipos de cortes utilizados en colinos de arracacha realizados en el Huila y evaluados en Brasil. a. Corte Huila; b. Colino 4,5 cm; c. Corte doble bisel; d. Corte doble bisel cóncavo; e. Corte bisel cóncavo con peciolo; f. Corte bisel con peciolo.

Procesamiento de los colinos

En el sitio de procesamiento, los colinos se separan de acuerdo con el genotipo y la zona de extracción. Se inicia con un lavado en el que se sumergen los colinos en un balde con agua para retirar las partículas de tierra y la materia orgánica adherida al material. Una vez seleccionados los colinos se colocan en un recipiente perforado con tapa (un balde por colinos de una misma planta) con su respectivo código. Por último, los recipientes con los colinos se ubican en los tanques de desinfección.

Desinfección de colinos

Para la desinfección se utiliza hipoclorito de sodio con una concentración del 5 % durante diez segundos. De inmediato se deben enjuagar con agua para retirar el exceso de hipoclorito, y luego se hace un corte basal, según el tipo de corte seleccionado. En el caso de utilizar colinos pre-enraizados, hay que lavarlos previamente con agua limpia hasta retirar las partículas de suelo y luego desinfectarlos (figura 23a y 23b).



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña

Figura 23. Desinfección de colinos de arracacha. a. Insumos utilizados en el proceso de desinfección; b. Proceso de desinfección de colinos.







Capítulo III

Identificación de plagas y enfermedades que limitan la producción de colino

La producción de semilla en arracacha bajo las condiciones agroecológicas de Cajamarca (Tolima) es limitada por la afectación de hongos, nematodos y bacterias, además de insectos plaga y moluscos que causan el mayor daño económico sobre colinos y plántulas de arracacha.

Consideraciones generales

En el presente capítulo se muestra la importancia, el manejo y las ventajas para la producción de semilla de calidad sanitaria de arracacha.

Importancia de la calidad sanitaria de colinos usados para siembra

La calidad sanitaria del colino de arracacha hace referencia al cumplimiento de un conjunto de condiciones que garanticen que dicho material, al momento de emplearse en la producción de nueva semilla, no se encuentre infectado por hongos, bacterias u otros microorganismos o plagas, debido a que la presencia de alguno de ellos puede afectar de manera negativa su obtención, de varias formas:

- Cuando en el colino hay síntomas claros de enfermedad, como manchas pardas, pudriciones, entre otros, es posible que el hongo, bacteria u otro organismo estén en una concentración alta. En este caso, el patógeno prolifera dentro del colino sembrado y probablemente no permitirá el desarrollo de una nueva planta a partir de este. Además, al incrementarse la concentración del patógeno permitirá su transferencia al suelo. Al transferirse al suelo, el sitio donde se encuentra la planta enferma se convertirá en un posible punto focal de diseminación para el siguiente ciclo de producción; aquí, el microorganismo permanecerá viable y podrá afectar colinos sanos cuando sean sembrados (hongos principalmente).
- Colinos levemente afectados: es posible que se pueda desarrollar la planta; no obstante, a partir de su producción de colinos, se generará nueva semilla infectada cuya concentración del hongo, bacteria o virus es mayor, lo que puede perjudicar un segundo ciclo de producción y presentarse el primer caso.

De forma indirecta, en los casos descritos se incrementarán las concentraciones de los microorganismos en el suelo, debido a que la inadecuada selección del colino puede convertir la semilla en el punto primario de diseminación de una enfermedad e introducción de patógenos a un lote sano.

Ventajas de sembrar colinos con calidad sanitaria

De forma directa, cuando se garantiza una adecuada calidad sanitaria del colino se tiene asegurada la principal fuente de producción o insumo para el cultivo que lleva a un mayor beneficio económico para el productor de semilla. Asimismo, es posible que las aplicaciones de insumos químicos al suelo sean menores, que se conserven sus niveles de sanidad y se disminuya la probabilidad de transmisión de problemas fitosanitarios entre y dentro de lotes de producción.

Cómo evaluar la calidad sanitaria de los colinos que se usarán para producir nueva semilla

Para obtener calidad sanitaria en los colinos es necesario realizar un proceso de seguimiento de la procedencia de la semilla anterior; esto quiere decir hacer monitoreos periódicos de los lotes productores de semilla donde se midan los niveles de incidencia de enfermedades que afecten el vigor de las plantas, ya que de manera indirecta esta característica puede estar asociada a la presencia de microorganismos en el suelo que pueden estar causando enfermedad. Para este caso, si la planta no vigorosa llega a punto de cosecha de colino, se recomienda extraer la cepa e inspeccionar que se encuentre libre de lesiones o de síntomas que posiblemente indican la presencia de enfermedades en la planta (localmente denominada “cepa coca” o “cepa hueca”). Aunque la lesión está ubicada en la cepa, es probable que el colino no presente síntomas de enfermedad, pero sí que esté infectado; en consecuencia, no se recomienda emplear los colinos de dicha planta para la producción de semilla.

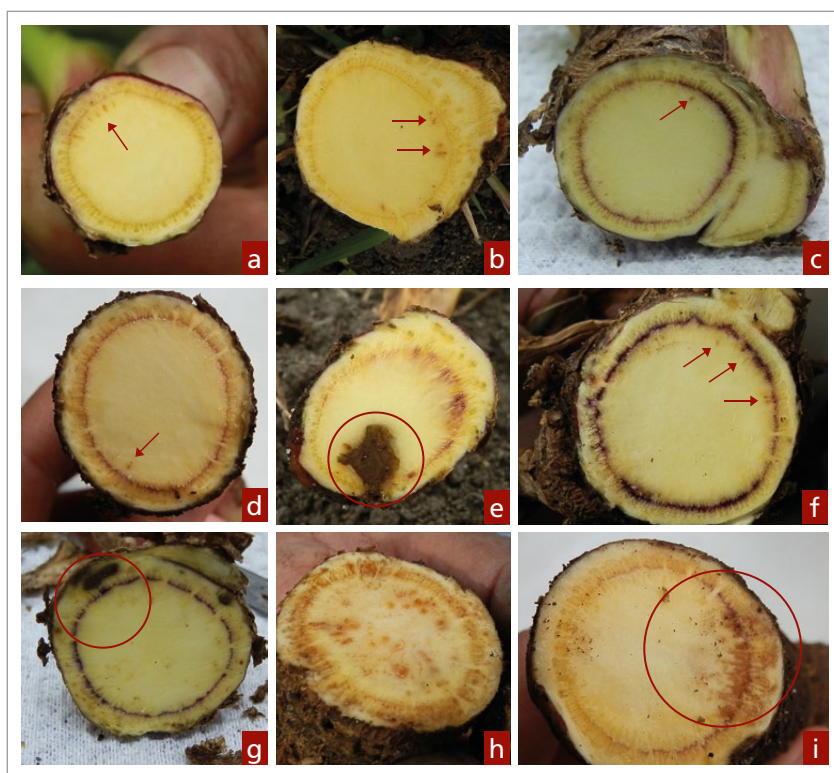
Un ejemplo de ello se presenta en la figura 24, en la cual se describe lo que se encontró a partir de una cepa aparentemente sana de donde fueron extraídos los colinos. Posterior a la remoción de la planta del suelo sin los colinos, se evidencia necrosis en la cepa localizada de forma subterránea en el suelo donde se afecta el desarrollo de las raíces tuberosas (figura 24a). Una vez se realiza el lavado y corte de la cepa en laboratorio, se observa la necrosis localizada en la región que está en contacto con el suelo, pero no en la zona donde se seleccionan los colinos para siembra (figura 24b). El corte trasversal en campo evidencia tejidos muertos y puntos al azar dentro de la cepa que indican el inicio de enfermedades (figura 24c); sin embargo, la parte aérea de la cepa de la planta muestra colinos sin síntomas y aparentemente sanos (figura 24d). En la figura 24e se puede ver un corte longitudinal de la cepa, que muestra el progreso de los puntos de coloración parda. A partir de una planta con la cepa coca se obtienen colinos con diferentes grados y tipos de síntomas: temprano (figura 24f), intermedio (figura 24g) y avanzado (figura 24h).



Fotos: Ángela María Vargas Berdugo

Figura 24. Efecto de la denominada “cepa coca” en arracacha. a. Evidencia de necrosis en la cepa con afectación de raíces tuberosas; b. Necrosis localizada en la cepa en región de contacto con el suelo; c. Tejido muerto y puntos al azar en cepa con corte transversal; d. Colinos sin síntomas y aparentemente sanos en cepa con necrosis; e. Corte longitudinal de la cepa con puntos de coloración parda; f. Colinos provenientes de cepa coca con grado de afectación temprana; g. Colinos con grado de afectación intermedia; h. Colinos con grado de afectación avanzada.

Las plantas madre seleccionadas, como se mencionó en el capítulo II, deben ser vigorosas y cumplir con las características que se han descrito. Una vez se ha corroborado la calidad de la planta madre específicamente en el colino, se lleva a cabo una inspección visual para descartar colinos con síntomas de lesiones pardas, manchas aceitosas y necrosis en el margen de estos (figura 25). Además de la inspección visual, los colinos seleccionados para siembra deben tener las características morfológicas descritas en el capítulo II.



Fotos: Ángela María Vargas Berdugo

Figura 25. Colinos no recomendados para uso como semilla. a. Colinos con presencia de puntos color pardo claro alrededor de los haces vasculares, denominados en la región como “argeniado” (flechas); b. Colinos argeniados con presencia de puntos color pardo oscuro alrededor de los haces vasculares (flechas); c. Colinos con “argeniado” y pigmentación morada; d. Colinos con “argeniado” y pigmentación morada en haces vasculares; e. Colino de forma irregular, pigmentación morada y pudrición (circunferencia); f. Colinos con “argeniado” y pigmentación morada; g. Colino con pigmentación morada, “argeniado” y pudrición en los bordes (circunferencia); h. Puntos de apariencia aceitosa que se tornan café hacia el centro del colino; i. Colino de forma irregular, con lesión de apariencia aceitosa y café hacia el borde (circunferencia).

Cómo manejar el riesgo de introducción de patógenos en los colinos

Para manejar el riesgo de introducción de un microorganismo que afecte la producción de colinos, se seleccionan colinos provenientes de plantas vigorosas, de forma circular, ausentes de síntomas de enfermedad como las descritas en la figura 25 y que no tengan pigmentaciones moradas. Posteriormente, se recomienda realizar una limpieza externa de los colinos removiendo residuos de suelo y material vegetal que puedan tener hongos, nematodos o bacterias, potenciales patógenos de la semilla, para luego hacer el proceso de desinfección descrito en el capítulo II, con el objetivo de evitar contaminación.

Principales enfermedades que pueden transmitirse por el uso de colino enfermo

La arracacha se puede ver afectada en cada uno de sus órganos, hojas, peciolos, cepas, colinos y raíces tuberosas por diferentes enfermedades; sin embargo, en este manual se relacionan los principales patógenos que afectan especialmente al colino durante la etapa de establecimiento y se convierten en un riesgo en el proceso de obtención de material propagativo.

Pudrición seca

Taxonomía

Nombre común: pudrición seca.

Tipo de patógeno: hongo.

Nombre científico: *Fusarium* sp.

Características

Habita normalmente en el suelo. Su abundancia en el suelo está frecuentemente relacionada con las raíces de plantas donde puede causar enfermedad o ser saprobio (se encuentra en la materia orgánica en descomposición), pero esto depende de la especie. Varias especies de este grupo de hongos son consideradas patógenos importantes de plantas porque además de causar marchitamientos, taponamiento de haces vasculares, pudriciones de la corona y pudriciones secas, pueden producir

toxinas que contaminan las semillas. Tiene la facultad de crecer en una amplia cantidad de sustratos y permanecer en el suelo, con la capacidad de producir enfermedad a través de estructuras de propagación de tres tipos denominadas macroconidias, microconidias y clamidosporas (figura 26).

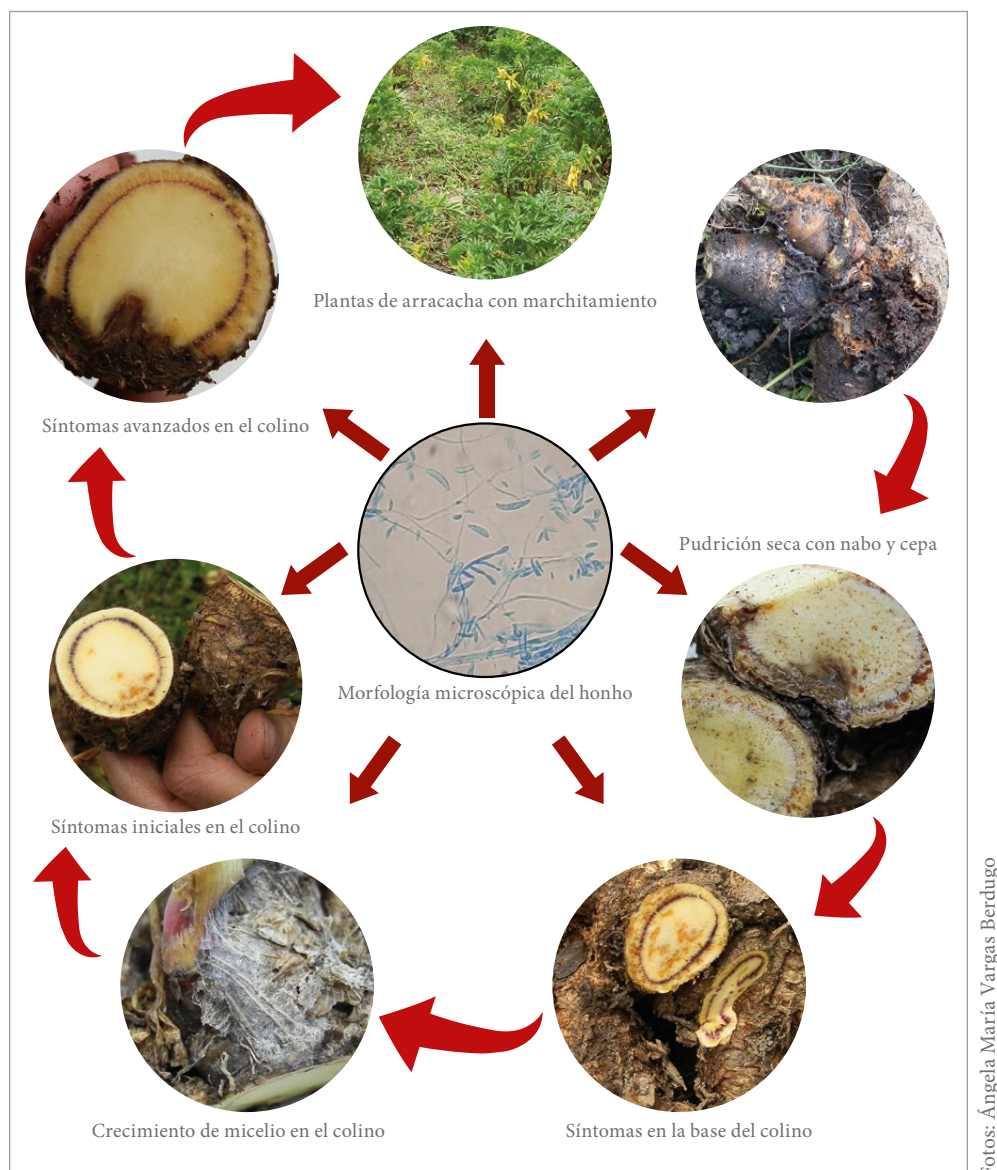


Figura 26. Signos observados y síntomas ocasionados por el género *Fusarium* sp. en la cepa y en los colinos de arracacha.
Fuente: Elaboración propia

Pudrición acuosa

A. Pudrición acuosa bacteriana

Tipo de patógeno: Bacteria.

Taxonomía: *Pectobacterium* spp. (sinónimo de *Erwinia* spp.).

Características

Bacteria pectinolítica, anaerobia facultativa. Produce enzimas degradadoras de la pared celular vegetal que permiten la infiltración y maceración del tejido, a partir del cual obtienen los nutrientes para su multiplicación. Tiene amplio rango de hospederos (Czajkowski, Pérombelon, van Veen, & van der Wolf, 2011).

Síntomas

Lesiones de apariencia babosa, húmeda y con mal olor debido a la degradación del tejido. La bacteria se dispersa en menor tiempo cuando las condiciones de humedad son altas. Cuando la bacteria se propaga y daña el colino se produce contaminación secundaria por otros microorganismos saprofitos que se alimentan del material en descomposición. Cuando se incrementa el aire por efecto de la oxidación las lesiones adquieren una pigmentación oscura (figura 27).

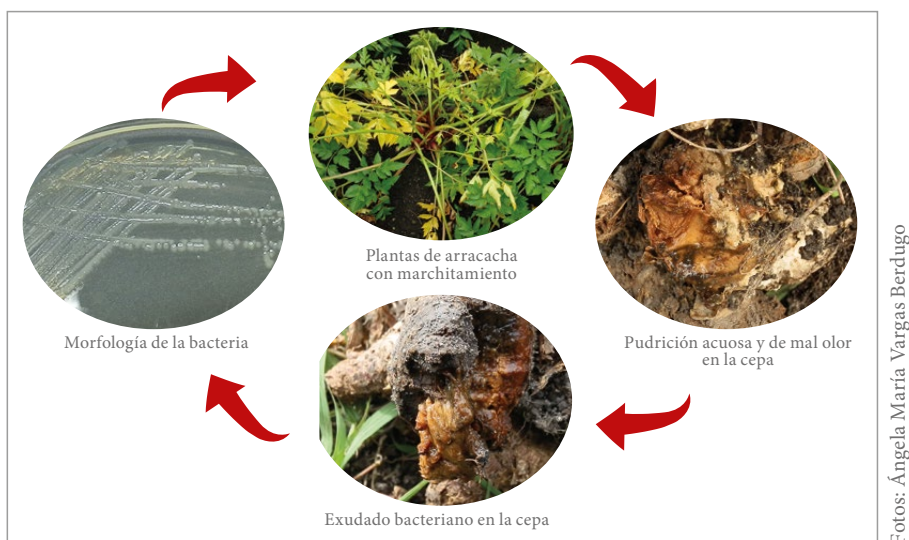


Figura 27. Síntomas ocasionados por el género *Pectobacterium* spp. en la cepa y el colino de arracacha. Fuente: Elaboración propia

¿Cómo se trasmite y disemina?

La dispersión de un lote productivo a otro se da a través del uso de colinos infectados. Cuando existen condiciones de humedad se multiplican en el colino y pueden ingresar por las aperturas naturales que se producen en la formación de las yemas o daños mecánicos generados por los manejos culturales del cultivo. La bacteria sin la planta sobrevive entre una y seis semanas, pero con residuos de raíces tuberosas no cosechadas y enfermas puede permanecer viable por periodos más largos. Es posible que viva en los colinos y se propague una vez estos se siembran si no se les realiza un adecuado tratamiento de selección y desinfección, indicado en el capítulo II. En sistemas de rotación la bacteria no puede sobrevivir, a menos que se hayan dejado abandonadas plantas enfermas donde el inóculo se multiplica; también puede ser factible el ingreso por aperturas naturales y efectos salpicadura de agua lluvia.

Control de diseminación

- Uso de colinos sanos para evitar dispersión de contaminación.
- Remover plantas con pudrición y no abandonarlas en el lote.
- Adecuada nutrición de la planta, como se referencia en el capítulo IV.
- Evitar siembra en zonas de alta humedad que faciliten su multiplicación.

B. Pudrición acuosa fúngica

Tipo de patógeno: Hongo.

Taxonomía: *Sclerotinia* spp. (Lib.).

Características

Es un hongo que causa daños severos hasta matar la planta. Habitante natural del suelo que se caracteriza por ocasionar pudriciones en las partes basales de las plantas sin colonizar el sistema vascular de estas. Las pudriciones acuosas observadas en el cultivo de arracacha, a diferencia de las causadas por la bacteria *Pectobacterium* sp., se caracterizan por producir una consistencia arcillosa en la raíz tuberosa y colino, ausencia de mal olor, ya que el hongo —a diferencia de la bacteria— no degrada el almidón hasta obtener azúcares de cadenas cortas (como la glucosa) y posterior proliferación de micelio blanco. Como resultado, la planta empieza a decaer y en su base se observan estructuras del hongo de apariencia algodonosa; no obstante, al realizar cortes para verificar si hay daño interno (en los haces vasculares) no se produce colonización del patógeno.

A medida que incrementa su inóculo y desarrolla micelio blanco en la base de las plantas de arracacha, inicia la producción de estructuras de resistencia llamadas “esclerocios” y derivadas de la compactación de micelio abundante, que permanecen viables en el suelo durante largos periodos. Dichas estructuras son de apariencia similar a gránulos de tierra y se adhieren a las regiones de abundante micelio; son resistentes a altas temperaturas y poca disponibilidad del agua. En presencia de una planta susceptible, el esclerocio germina e infecta, es decir, el hongo puede permanecer viable por largo tiempo (Bolton, Thomma, & Nelson, 2006). En campo, para la arracacha específicamente, la enfermedad causada por este hongo ha sido observada en el principal material regional cultivado, denominado amarilla común. En otros materiales con pigmentación morada no se ha determinado el nivel de severidad de la enfermedad ni tampoco se ha establecido la resistencia al patógeno.

Síntomas

Las plantas van perdiendo vigor y en su base se observa pudrición y desarrollo de micelio blanco, que en etapas avanzadas se transforma en esclerocios. Cuando la enfermedad se desarrolla ocasiona la pudrición de partes de la cepa y raíces tuberosas; no obstante, dicha pudrición no tiene mal olor. Las condiciones de alta humedad favorecen la germinación de esclerocios que pueden afectar las plantas sembradas y promover su diseminación (figura 28).

¿Cómo se trasmite y disemina?

El principal mecanismo de transmisión es a través de esclerocios que quedan en el suelo al dejar plantas enfermas que permiten el desarrollo de todo el ciclo del hongo, el cual puede seguir su desarrollo en tejido muerto. Los esclerocios caen al suelo y se convierten en puntos focales de dispersión. Con el movimiento del suelo, estos se dispersan en el lote y en un siguiente ciclo, cuando se incrementa la humedad y se siembre nuevo material, los esclerocios germinan y afectan las plantas.

Control de diseminación

- Cuando se seleccionen colinos para siembra, hay que eliminar residuos externos de suelo, ya que muchos de los esclerocios tienen apariencia de granos de suelo. Luego se hace el proceso de desinfección mencionado en el capítulo II.

- Cuando el inóculo se encuentra en el lote, este se identifica con las plantas sobre las cuales se desarrolla la enfermedad. Para esto se recomienda una remoción temprana y la aplicación de algún controlador biológico (*Trichoderma* sp., por ejemplo) que parasite el micelio del hongo y evite la formación de esclerocios y su diseminación.
- Evitar la siembra en zonas con historial de alta incidencia del hongo en el lote, más aún si se tiene alta humedad en el suelo, ya que este tiene la capacidad de afectar varias especies vegetales.

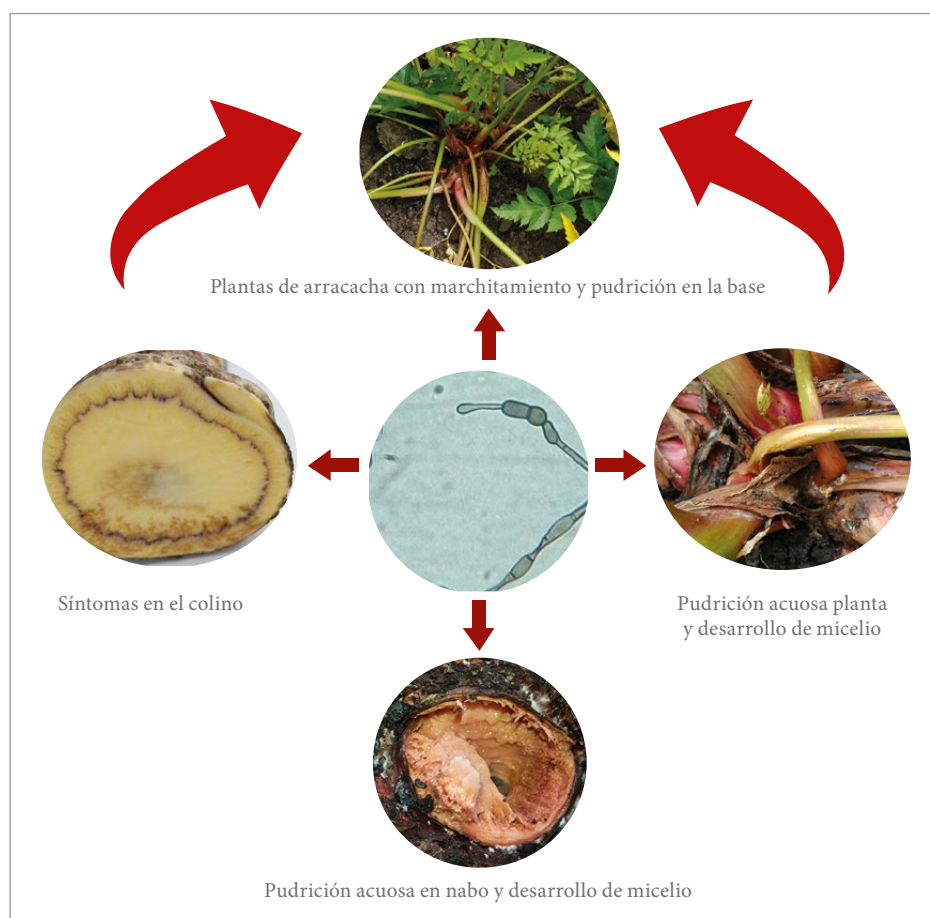


Figura 28. Síntomas ocasionados por el hongo *Sclerotinia* spp. en la planta, raíces tuberosas y colinos de arracacha en el material amarilla común.

Fuente: Elaboración propia

¿Por qué los patógenos de arracacha presentes en suelo pueden poner en riesgo la producción del colino?

El suelo es el lugar que da soporte a las plantas y de donde estas toman nutrientes y agua; también, dependiendo del manejo que se le proporcione, puede ser altamente diverso o pobre. En los diferentes tipos de suelos simultáneamente se están produciendo distintos ciclos biológicos (patógenos, benéficos, plagas) que interactúan entre sí. Además, la constitución química y física de este permite que dichos ciclos tengan diferentes duraciones.

En el suelo, los microorganismos benéficos, así como los que causan enfermedades y las plagas, juegan un papel importante en el desarrollo de las plantas. En presencia de una alta diversidad, la colonización de hongos como *Fusarium* sp., *Sclerotinia* spp. y *Pectobacterium* spp. (bacteria) y nematodos, al igual que plagas como chiza, tendrán más competencia que puede de cierto modo disminuir la efectividad para llegar a las plantas y causar enfermedad.

En un ambiente como el suelo, el control de estos microorganismos es complejo ya que los propágulos de los hongos y bacterias, y estados larvales de plagas y nematodos pueden encontrarse a diferentes profundidades y de manera agregada o dispersa. Asimismo, algunos hongos producen estructuras de resistencia adaptadas para permanecer viables y resistir condiciones de estrés hídrico, de temperatura e incluso químico.

En consecuencia, para el manejo de los microorganismos y las plagas del suelo en sistemas de monocultivo es importante implementar estrategias de prevención que eviten su introducción a lotes libres a través de colinos contaminados, que ocasionan con su dispersión problemas generalizados en el lote. Es necesaria, entonces, la integración de estrategias de uso de semilla seleccionada sanitariamente, eliminación de plantas afectadas rompiendo el ciclo de los hongos, bacterias y nematodos, y la introducción de competidores biológicos que además de beneficiar el desarrollo de las plantas eviten el ingreso de las enfermedades dentro de estas.

En la tabla 2 se muestran los posibles microorganismos presentes en lotes antes de su establecimiento, que pueden llegar a afectar la producción de los colinos de calidad.

Tabla 2. Supervivencia de hongos, bacterias y nematodos causantes de enfermedades en arracacha

Tipo de patógeno	Nombre	Síntoma/signo	Ubicación en la planta		Supervivencia en el colino	Tiempo de supervivencia en el suelo
			Interna	Externa		
Bacteria	<i>Pectobacterium</i> spp.	Pudrición acuosa de mal olor, exudado bacteriano.	X		Sí	Baja: 1-6 semanas
Hongo	<i>Fusarium</i> sp.	Pudrición seca.	X		Sí	Media: clamid esporas
Hongo	<i>Sclerotinia</i> spp.	Pudrición acuosa. Abundante crecimiento de micelio blanco y formación de esclerocios.		X	No	Alta: años esclerocios
Nematodo	<i>Helicotylenchus</i> sp.	Lesiones necróticas externas en raíces tuberosas ingreso de otros patógenos.		X	No	Media: hospedantes alternos-huevos
Nematodo	<i>Pratylenchus</i> sp.	Lesiones necróticas externas en raíces tuberosas ingreso de otros patógenos.		X	No	Media: hospedantes alternos-huevos.
Nematodo	<i>Meloidogyne</i> sp.	Deformaciones y agallas en raíces tuberosas y reservantes.	X		No	Media: hospedantes alternos-huevos.

Fuente: Elaboración propia

Principales plagas que afectan la producción de colinos de calidad

Dentro de las plagas que afectan la planta de arracacha se destacan los insectos plaga y los moluscos por causar daño económico principalmente en el colino, las plántulas, las raíces absorbentes y tuberosas; a su vez, son un riesgo en el proceso de multiplicación de semilla. A continuación, se describe cada uno de ellos y su estrategia de manejo.

Chiza

Taxonomía

Nombre común: chiza (Seminario, 2004)

Tipo de plaga: coleóptero

Nombre científico: Familia: Melolonthidae

Subfamilia: Melolonthinae

Géneros: *Clavipalpus*, *Astaena*, *Barybas*, *Macroductylus*, *Manopus*, *Phyllophaga*, *Isonychus* y *Plectris*.

Características

Corresponden a larvas de escarabajos que pertenecen a ocho géneros, cuya distribución puede ser diferencial de acuerdo con la región del país. Dichas larvas logran permanecer en suelo por varios meses para completar su ciclo de vida y allí se alimentan de las raíces de las plantas de arracacha hasta la formación de pupas de las que, posteriormente, emerge el adulto. La duración del estado larval y la localización en el suelo dependen del género de *Melolonthido*, la humedad del suelo y la profundidad de la raíz de las plantas de donde consiguen su alimento. El daño inicia a partir del segundo estado larval. La emergencia de los adultos ocurre en dos periodos en el año, y se presenta mayor población en el primer semestre. El hábito de los adultos es nocturno y está relacionado con la copula y alimentación; en esta etapa se pueden implementar estrategias de control para evitar el incremento de larvas en el suelo.

Daño

Las larvas al alimentarse de las raíces de las plantas de arracacha (figura 29b) generan lesiones que afectan la absorción de nutrientes y, en consecuencia, su desarrollo. Como resultado, en los lotes de producción es posible observar parches de regiones sin plantas o con plantas retrasadas, comparadas con las que tienen la misma fecha de

siembra (figura 29a). Como medida de compensación al daño, la planta sobreproduce raíces secundarias para poder absorber nutrientes (figura 29c); no obstante, en algunos casos, debido al nivel de daño ocasionado al sistema radical de la planta en etapas tempranas del desarrollo del colino, esta no puede completar su desarrollo (figura 29d). Adicionalmente, como resultado de las heridas generadas a la planta, se permite el ingreso de microorganismos que pueden estar en el suelo, como bacterias (*Pectobacterium* spp.) y hongos (*Fusarium* sp.).

Estrategias para controlar su diseminación

El manejo puede llevarse a cabo a través de métodos físicos, químicos y biológicos.

Manejo de larvas

Se recomienda el conocimiento de la población inicial de larvas en el suelo antes de siembra, mediante el muestreo de cinco puntos en el lote, y en este se cuantifica el número de larvas promedio, como se menciona en los capítulos I y II. Además, el uso de hongos entomopatógenos como *Metahrizium anisopliae* y *Beuveria bassiana* en lo posible nativos, aplicándolos en suelo húmedo alrededor del colino para garantizar su migración hacia las larvas de chiza, su sobrevivencia y efectividad. No es recomendable la aplicación de pesticidas al momento de establecer los colinos, ya que puede acumularse durante la tuberización radical.

Manejo de adultos

Uso de trampas de luz negra o blanca al momento de emergencia y migración de los adultos. Dichas trampas pueden tener un doble efecto al capturar también lepidópteros adultos del gusano viringo, además de adultos de chiza. En las partes inferiores de las trampas de luz puede realizarse un control químico usando un insecticida para su control y así evitar que los adultos abandonen la trampa.



Fotos: Jhoanna Paola Garnica y Angela María Vargas Berdugo

Figura 29. Daños asociados a la presencia de larvas de chiza en arracacha. a. lote de arracacha con parches de plantas con síntomas por presencia de larvas en suelo; b. Larvas de chiza encontradas en suelo asociadas a plantas de arracacha; c. Planta de arracacha afectada por lesiones de larvas de chiza. Síntomas de compensación y desarrollo de raíces secundarias en las raíces tuberosas; d. Planta de arracacha con un alto porcentaje de daño, no se produce el desarrollo del sistema radical de la planta.

Babosa

Taxonomía

Nombre común: babosa (Douglas & Tooker, 2012)

Tipo de plaga: molusco.

Nombre científico: *Vaginulus plebeius* (sinónimo: *Sarasinula plebeia*).

Características

Es un molusco de color café oscuro a negro que puede alcanzar una longitud de 7 cm (figura 30). Es considerada una plaga limitante en las etapas de establecimiento del colino de arracacha en campo. Esta babosa se alimenta de los cogollos del colino y afecta el desarrollo vigoroso de las plantas de arracacha. Puede enterrarse en el suelo a una profundidad de hasta 100 cm para protegerse de la desecación.

Diseminación

Son hermafroditas y pueden reproducirse por autofecundación cuando existe alta humedad; depositan en promedio 37 huevos. Los huevos ovalados y translúcidos tienen un tiempo de incubación de 20 a 24 días a 27 grados centígrados. La edad adulta se puede alcanzar entre 2 y 5 meses y los adultos pueden vivir por más de un año. Las babosas son catalogadas como un herbívoro nocturno, es decir, que se alimenta de plantas en la noche.

Daño

Pueden alimentarse de los foliolos en formación provenientes del colino. La mayoría del daño causado por babosas en el cultivo ocurre durante el primer mes de la siembra, cuando los colinos son más vulnerables. Las babosas dañan las cosechas al alimentarse de la semilla, lo que conlleva a la mortalidad de la planta antes de la emergencia, y luego dañan las plántulas a medida que las plantas emergen del suelo (South, 1992). Se alimentan raspando la superficie del material de propagación, y aunque es una plaga que se alimenta en la noche, en días nublados puede hacerlo también. Adicionalmente, esta babosa es vector del nemátodo *Angiostrongylus costaricensis*, causante de enfermedades en humanos.

Estrategias para controlar su diseminación

- A pesar de la falta de umbrales económicos para ayudar a prevenir pérdidas económicas, la búsqueda de babosas sigue siendo útil porque permite identificar áreas con grandes poblaciones y campos en riesgo.
- Debido a que no se encuentran activas durante el día, se recomienda retirar plantas o piedras que les faciliten el sombrío donde permanecen inactivas, además de remover los individuos encontrados y alejarlos del lote.

- Evitar la siembra de colinos en zonas de alta humedad que promueven su multiplicación y establecimiento.
- Sembrar plantas repelentes alrededor del cultivo, de las cuales las babosas no se alimenten como una barrera biológica de ingreso al lote de producción de colinos (esta estrategia aún no ha sido validada).
- Alrededor de las plántulas jóvenes, usar cebos de fosfato de hierro que las babosas absorben a través de su piel y mueren.



Fotos: Ángela María Vargas Berdugo y Johanna Paola Garnica

Figura 30. Babosas encontradas en cultivos de arracacha.

Gusano viringo

Taxonomía

Nombre común: gusano viringo (Centre for Agriculture and Biosciences International [CABI], s.f.)

Tipo de plaga: lepidóptero.

Nombre científico: *Agrotis ipsilon*.

Características

El gusano viringo es considerado una plaga de distribución mundial, que tiene siete etapas de desarrollo. Por lo general, los estados de larva de esta plaga se encuentran en suelos con alta humedad o que previamente se estaban en inundación (figura 31a); en consecuencia, las áreas bajas en zonas de ladera son las preferidas por esta plaga para desarrollarse. El gusano viringo tiene un amplio rango de plantas que puede afectar; sin embargo, las plantas jóvenes o material de propagación en establecimiento como colinos son las más afectadas (figura 31b).

Daño

Afecta material de propagación como colinos y plantas en desarrollo vegetativo. Los primeros estados inmaduros o larvas del gusano viringo pueden crear túneles dentro del colino mientras se alimenta de las hojas en desarrollo. Tres de los siete estados de desarrollo tienen fototaxis y se alimentan en la noche. Los daños que ocasionan los estados inmaduros sobre el colino se observan como cortes en las hojas jóvenes y túneles, lo que causa su muerte porque muchos colinos no logran compensar el daño para continuar con su desarrollo, ya que larva al producir los túneles afecta el xilema y floema. Además, se desplazan rápidamente de un colino enfermo a otro colino sano; una población pequeña puede dañar muchas plantas debido a su movilidad. Los daños en las hojas adultas disminuyen el vigor de las plantas, pero podrían ser compensados; no obstante, el daño en el colino es irreversible.

Diseminación

Las hembras llegan a los cultivos y depositan sus huevos en residuos de cosecha o arvenses (30 por hembra aproximadamente). Luego de tres a seis días las larvas emergen y se desplazan por el suelo durante el día y se alimentan de los colinos en

la noche. Cuando la planta está más desarrollada es más difícil crear túneles en su sistema vascular, debido a que este se encuentra más desarrollado. Las larvas pueden estar en grietas, bajo terrones de suelo o en los túneles dentro del colino.

Estrategias para controlar su diseminación

- Evitar la siembra de material de propagación con historial de daño por gusano viringo.
- Evitar siembras en lotes establecidos de forma prolongada con pastos, trébol y poa, los cuales son hospederos alternos del gusano.
- Monitorear a los adultos para prevenir un posible incremento de estados juveniles. Sembrar en zonas de baja humedad.
- Uso de competidores naturales o entomopatógenos. Adicionalmente, pueden emplearse cebos que contengan recipientes con tejido vegetal fresco, salvado y vermiculita para que el adulto oviposite dentro del recipiente y al momento de eclosión de los huevos las larvas queden atrapadas.
- Como práctica cultural también se recomienda mantener las arvenses hasta que las larvas presentes en el lote alcancen madurez para que no se alimenten de la arracacha, sino de las arvenses. Luego, estas últimas pueden ser tratadas con herbicida en el punto donde compitan por recursos con las plantas del cultivo; no obstante, esta práctica debe estar sincronizada en el tiempo y aún no ha sido validada.



Foto: Carlos Giovanni Díaz Cubides
y Jose Jamir Londoño

Figura 31. Gusano viringo encontrado en cultivos de arracacha. a. Gusano viringo en estado larval; b. Daño de gusano viringo en colino.





Capítulo IV

Labores agrícolas desarrolladas en el establecimiento y manejo de los lotes de producción de colinos de calidad

En la figura 32 se presenta cada una de las actividades agrícolas que se llevan a cabo para la preparación de semilleros en el establecimiento de lotes de producción de colinos de calidad.



Fotos: Johanna Paola Garnica Montaña y Jose Jamir Londoño

Figura 32. Preparación de semilleros para establecimiento de lotes de producción de colinos de calidad.
Fuente: Elaboración propia

Preparación de semilleros

Los semilleros en arracacha son similares a los utilizados en los cultivos de hortalizas (Santos, Vieira, Pereira, Lopes, & Charchar, 1991) y buscan promover el enraizamiento de los colinos, para luego sembrar en campo (figura 32a). Estos se recomiendan bajo las siguientes situaciones:

- Existencia de poco material para multiplicar (problemas en la disponibilidad de semilla).
- Problemas en el enraizamiento. Hay disponibilidad de semilla, pero existen condiciones que limitan la siembra directa en campo como: no se dispone del terreno, recursos en dinero, insumos o herramientas, condiciones climáticas desfavorables de la zona, no preparación del lote, entre otros.

El uso de los semilleros tiene las siguientes ventajas (Almaza, 2012; Madeira & Ferreira de Calvalho, 2016):

- Reduce las pérdidas de semilla en campo.
- Asegura un mayor número de plantas establecidas en campo.
- Garantiza la selección de plantas sanas y vigorosas.
- Disminuye la presencia de plantas con flores.
- Permite mayor uniformidad en el cultivo.

Para el desarrollo de los semilleros se llevan a cabo las siguientes actividades:

Selección del sitio para el semillero

Para el establecimiento del semillero, es recomendable un sitio sombreado y con una fuente de agua cercana; si no existe sombra, se sugiere usar una polisombra del 45 %.

Solarización del sitio

El área que se va a solarizar debe prepararse muy bien retirando terrones y piedras grandes. El suelo se cubre con plástico preferiblemente transparente, se humedece y se sella para evitar la pérdida de agua, y se deja a plena exposición durante 30-45 días (figura 32b). La solarización se realiza cuando hay una alta intensidad lumínica que permita el incremento de la temperatura en el interior del sustrato (Jayaraj, Parthasarathi, & Radhakrishnan, 2007).

Elaboración del semillero

Se sugiere remover el suelo y luego mezclarlo con compost o lombricompost + micorrizas usando 7 kg/m^2 (relación 1:1). La cama del semillero debe tener 20 cm de profundidad x 1 m de ancho para facilitar las labores culturales. Adicionalmente, se usa como fertilizante N-P-K en relación (10:30:10) con una dosis de 100 g/m^2 (figura 32c). A manera preventiva para los ataques por chiza, se pueden incorporar productos a base de *Bacillus popilliae* y *Metarhizium anisopliae* mínimo una semana antes de la siembra (Sánchez Gutiérrez & Vásquez Acosta, 1996). Si al momento de la emergencia de las plántulas se presenta daño por babosas, es posible hacer uso de cebos de cerveza, para lo cual se humedecen costales de fique y se colocan doblados en los sitios más afectados. Al siguiente día, hay que recolectar manualmente (León et al., 2007).

Siembra en el semillero

Los colinos seleccionados se pueden tratar con una suspensión de conidias de *Trichoderma* spp. (106 conidias/ml) (Rivera Varón et al., 2015). Posteriormente, se riega el suelo y se realiza la siembra a una distancia de 5 a 7 cm entre colinos y a una profundidad de 2 a 3 cm. El colino se puede llevar a campo a los 30 o 45 días, tiempo en el cual ya se encuentra enraizado (figura 32d).

Durante esta etapa de semillero, es posible obtener el colino como primer producto, que se entrega enraizado listo para ser sembrado en campo, aspecto que disminuye el tiempo de establecimiento en sitio definitivo.

Siembra y mantenimiento del cultivo

En la figura 33 se muestran las diferentes actividades que se llevan a cabo para el establecimiento en campo y manejo agronómico del cultivo.

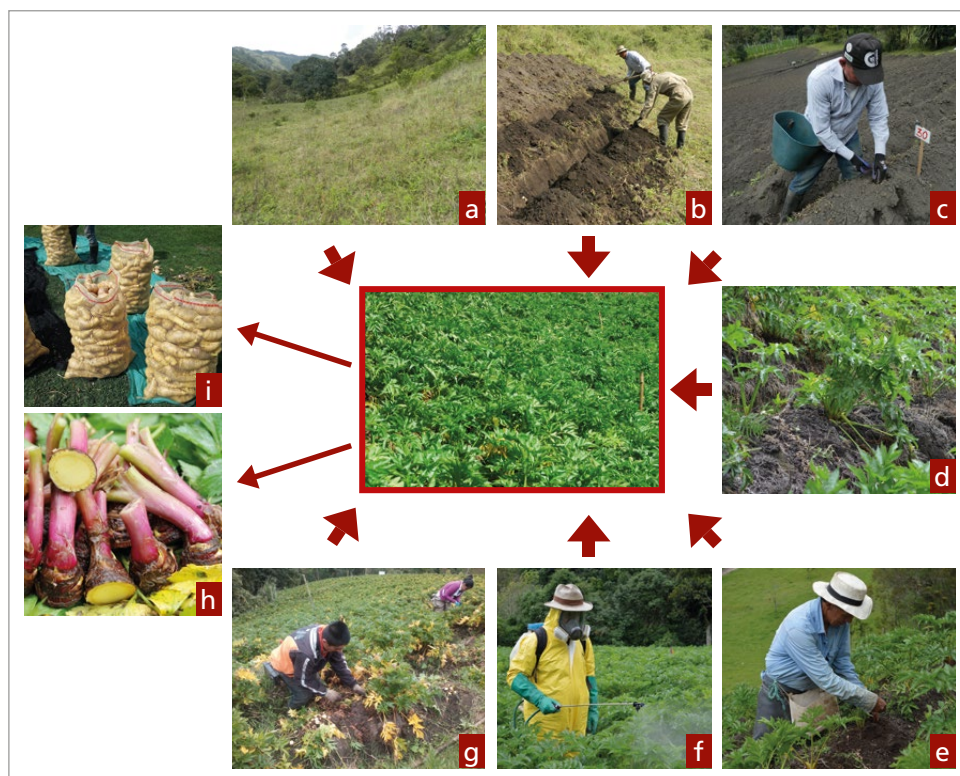


Foto: Johanna Paola Garnica y Jorge Enrique Villamil Carvajal

Figura 33. Labores agrícolas desarrolladas en el establecimiento y manejo de los lotes de producción de colinos de calidad. a. Selección de lote; b. Ahoyado; c. Trasplante o siembra; d. Manejo de arvenses; e. Fertilización; f. Manejo fitosanitario; g. corte y selección del colino; h. Obtención de colinos; i. Cosecha de raíces tuberosas.

Fuente: Elaboración propia

Preparación de suelos

Una vez el lote cumple con los criterios de selección de lote (figura 33a) para multiplicación de semilla de calidad, descritos en el capítulo II, se procede a la preparación de suelos, consistente en la remoción del suelo y formación de montículos; esta actividad es denominada en la región como *ahoyado* (figura 33b). Los montículos se realizan con una altura de 40 a 70 cm, en sentido contrario a la pendiente, los cuales formarán los surcos distanciados entre 80 y 120 cm, de acuerdo con la topografía del terreno. La distancia entre los surcos se realiza teniendo en cuenta las curvas de nivel del terreno y la pendiente (Rivera et al., 2015).

Trasplante o siembra

Al momento de siembra, ya sea utilizando colinos sin preenraizar o preenraizados, es recomendable que la profundidad de siembra de estos se realice entre 2 y 3 cm a partir del corte realizado en el peciolo (figura 33c). De acuerdo con Rivera et al. (1994), la distancia entre surcos puede ser de 1 a 1,2 m y entre plantas, de 0,50 m (figura 33b).

Manejo de arvenses

En este cultivo las arvenses pueden limitar su desarrollo, principalmente durante los primeros 180 días de edad, debido a que las plantas de arracacha son pequeñas y no han desarrollado el suficiente follaje para cerrar las calles, lo que permite el crecimiento de las arvenses y su competencia con estas. Al momento de manejar las arvenses, es indispensable la integración del componente cultural, manual y químico, para obtener resultados más eficientes sobre estas, con un menor impacto negativo en el medio ambiente y productos más limpios para el consumidor (figura 33d).

Primero, es importante tener en cuenta los criterios de selección de lotes para multiplicación de semilla de calidad, descritos en el capítulo II. Segundo, si los lotes por establecer provienen de un potrero con incidencia de gramíneas, se sugiere realizar una quema química usando herbicidas no selectivos a base del ingrediente activo glifosato. Dos meses después de la siembra se puede hacer la aplicación de herbicidas posemergentes selectivos con los principios activos Diuron, Atrazina o Linuron.

En caso de que el lote seleccionado provenga de cultivos de frijol, arveja u otras hortalizas, se puede hacer siembra directa, y aproximadamente a los dos meses después de esta se emplea un herbicida a base de Linuron. Más adelante, se pueden seguir controlando las arvenses de forma manual con machete, haciendo una limpieza a los cuatro y otra a los siete meses después de la siembra. Es importante recordar que el uso de herbicidas se hace cuando la presencia de las arvenses es alta, de difícil control con otros métodos (manual o cultural) y cuando afecte el desarrollo de la planta y la calidad del colino.

Fertilización

La fertilización es una práctica que permite suministrar los nutrientes necesarios al cultivo para obtener buenos rendimientos. Para establecer un plan de fertilización, es fundamental que uno o dos meses antes de la siembra se realice un análisis de suelos (figura 33e).

Para las condiciones de Cajamarca, con base en las experiencias adelantadas por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) en los lotes de multiplicación de semillas, se recomienda que al momento del trasplante o siembra en campo se agreguen por sitio (hoyo) 100 g de la mezcla de abono orgánico compostado más micorriza en relación 4:2 inoculado con los productos biológicos a base de *Bacillus subtilis*, *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* spp., además de un coadyuvante para mejorar la viabilidad de las esporas de los microorganismos.

La fertilización al suelo se fracciona en dos aplicaciones durante el ciclo del cultivo. La primera se realiza entre los 60 y 90 días después de la siembra, usando 10-30-10, y la segunda a los 180 días después de la siembra con 10-30-10 en mezcla con 0-0-60.

En producción de semilla no es recomendable la aplicación de abonos foliares a base de nitrógeno después de los ocho meses, porque causa un desbalance nutricional en la planta, lo que favorece el ataque de insectos-plaga y enfermedades. Las fuentes para fertilización foliar se aplican generalmente en mezcla con los productos utilizados para el control de plagas y enfermedades.

Manejo fitosanitario del cultivo

Para la obtención de un cultivo sano, se recomiendan las siguientes prácticas (también consultar el capítulo III) que pueden evitar la presencia de plagas y enfermedades:

- El uso de semilla que provenga de plantas sanas.
- Desinfección de las herramientas (navajas, cuchillos, palas).
- El uso de lotes que no hayan sido contaminados por cultivos enfermos.
- El uso de lotes que no hayan sido sembrados el año inmediatamente anterior con arracacha, con cultivos de la misma familia como zanahoria y apio o con otras hortalizas que sean atacadas por nematodos como repollo y tomate.

- Cuarentena en la entrada de nuevos materiales, lo que evita la introducción y diseminación de enfermedades en áreas y materiales donde anteriormente no estaban presentes.
- Eliminación de plantas que sean afectadas por plagas y enfermedades.

Además, durante el desarrollo del cultivo se debe realizar en un intervalo de 15-30 días el monitoreo de plagas y enfermedades. En el caso de plagas, se inspeccionan 10 hojas de cada planta por haz y envés, con el fin de detectar presencia, población y nivel de daño de insectos-plaga. Para enfermedades foliares se revisarán cinco hojas de cada planta a partir de un muestreo en mínimo cinco puntos tomados dentro del lote en forma de zigzag (X, M, W o L). También se observa toda la planta para identificar aquellas con bajo vigor, ya que puede haber algún microorganismo del suelo afectando el sistema vascular de esta planta, y esto la eliminaría (figura 33f).

Eliminación de plantas atípicas y enfermas

Esta actividad se desarrolla durante el ciclo del cultivo, con el fin de que al momento de la cosecha y extracción de los colinos se garantice la pureza genética y calidad fitosanitaria de estos. Es la principal diferencia con respecto a las actividades que se desarrollan en un cultivo comercial y requiere seguimiento constante al cultivo.

De esta manera, hay que eliminar las plantas enfermas, principalmente cuando estén afectadas por *Fusarium* sp. (pudrición seca), *Sclerotinia* spp. (pudrición acuosa), *Pectobacterium* spp. (pudrición acuosa) —descritas estas en el capítulo III— para evitar su dispersión en el cultivo y en otros que pueden ser sembrados con la semilla que se obtenga.

Asimismo, se eliminarán las plantas fuera de tipo o que correspondan a otro genotipo para garantizar la pureza genética, es decir, las plantas que presentan características morfológicas diferentes al material que se está multiplicando, por ejemplo, coloraciones diferentes de las hojas y peciolo, altura de la planta (enanas o muy altas), desarrollo de la cepa (pequeña o muy grande), entre otros. En este punto, si el interés del productor es que la planta cumpla su ciclo para aprovechar las raíces tuberosas, se marca la planta que no cumpla con las características y así cuando se realice el corte de los colinos, esta planta estará bien identificada y podrá ser descartada.

En el libro de campo se registra el número o código de las plantas eliminadas o que serán descartadas para producción de colinos, para llevar un inventario de plantas establecidas (sembradas inicialmente), plantas eliminadas o muertas (descarte por proceso contemplado en la producción de semilla para garantizar la calidad de esta) y plantas que llegan a cosecha.

Cosecha y manejo del colino

La cosecha se realiza teniendo en cuenta las condiciones agroecológicas presentes, principalmente por altitud. En altitudes entre 1.800 y 2.200 m s. n. m., los colinos se cortan cuando el cultivo tiene una edad entre los 10 y 12 meses, mientras que en alturas de 2.200 a 2.800 m s. n. m. los colinos se obtienen de cultivos con edad de 14 meses (figura 33g).

La cosecha del colino puede coincidir con la cosecha de las raíces tuberosas (figura 33h y 33i), hecho que facilita verificar principalmente el estado sanitario de la planta, ya que se realiza su extracción completa; esto permite revisar detalladamente los colinos, la cepa y las raíces tuberosas para observar si existen daños por plagas y enfermedades o pigmentaciones moradas en las raíces tuberosas (en el caso del material regional amarilla común) que lleven al descarte de colinos.

Registro de producto no conforme

Cuando el cultivo se destina principalmente a la producción de colinos de calidad, es importante que el productor registre en su libro de campo aquellos colinos que al momento de la cosecha no cumplen con los criterios de calidad (genética, física, fisiológica y sanitaria) y deben ser descartados para la siembra; estos serán considerados como Producto No Conforme (PNC).

Lo anterior le permitirá al productor revisar cada una de las actividades que desarrolló desde la selección de la planta madre hasta la cosecha, con el fin de identificar las causas que llevaron a la pérdida del colino y definir el tratamiento o las medidas de control para evitar o disminuir pérdidas en próximos ciclos de producción.



Recomendaciones

El esquema de producción de semillas recomendado en el presente manual es una herramienta que permite orientar a los productores en la obtención de colinos de calidad (genética, física, fisiológica y sanitaria), teniendo en cuenta las condiciones de Cajamarca.

Para producir colinos de calidad se recomienda adoptar un modelo de producción que garantice el lote donde se va a sembrar, los criterios de selección de la planta madre y el colino, además de las labores agronómicas específicas en cada fase y el control ejercido para la producción de colinos y raíces tuberosas según su finalidad específica de comercialización o autoconsumo. Es importante resaltar que los colinos se obtienen en dos momentos del ciclo: durante la etapa de semillero para generar un colino enraizado y al final del ciclo cuando es extraído directamente de la planta.



Los autores

Liliana Margarita Atencio Solano

latencio@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma y magíster en Ciencias Agronómicas, con énfasis en fisiología vegetal, de la Universidad de Córdoba. Ha trabajado en investigación en las áreas de fisiología vegetal y mejoramiento genético de planta, en los sistemas de producción de arracacha, maíz y gramíneas forrajeras. Cuenta con experiencia en trabajos sobre la producción de semilla sexual y asexual dirigida a productores agropecuarios de arracacha, cacao y maíz. Actualmente, se desempeña como investigadora máster, vinculada a la red de Raíces Tuberosas de la Corporación Colombiana de investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Johanna Paola Garnica Montaña

jgarnicam@agrosavia.co

Bióloga de la Universidad del Tolima y magister en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, con conocimiento en conservación, manejo y uso de los recursos genéticos. Cuenta con experiencia en investigación en bancos de germoplasma vegetal, mejoramiento genético, fisiología vegetal, caracterización de morfología y molecular, regeneración y multiplicación de semilla de calidad sexual y asexual en diferentes sistemas de producción: frutales (mango, guanábana, guayaba), perennes (palma de aceite), transitorios (frijol caupí, frijol mungo, maíz, ajonjolí, algodón, arroz) y raíces y tubérculos (arracacha y achira). Actualmente, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación adscrita a la Red de Raíces y Tubérculos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Angela María Vargas Berdugo

avargas@agrosavia.co

Microbióloga de la Universidad de los Andes y magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitopatología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Cuenta con experiencia en diagnóstico de enfermedades (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]) y en la línea de enfermedades que afectan cultivo transitorios y frutales; en docencia en la Facultad de Agronomía de Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, y como investigadora de las Universidades Estatal de Michigan, Nacional de Colombia, sede Bogotá, y los Andes. Actualmente, se desempeña como investigadora máster, adscrita a la Red de Cultivos Transitorios y Agroindustriales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Dubert Yamil Cañar Serna

dcanar@agrosavia.co

Ingeniero agroindustrial y magíster en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, con conocimiento en conservación y uso de los recursos fitogenéticos. Se ha destacado por su capacidad para aplicar conceptos científicos, tecnológicos y de ingeniería en la transformación industrial de materias primas y aprovechamiento de subproductos para la solución de problemas del sector agroindustrial. Tiene experiencia en el manejo y el uso de herramientas basadas en el área molecular, palinológica y citogenética dirigida a la investigación sostenible de los recursos biológicos. Además, en el diseño y construcción en la práctica del diseño y la construcción de módulos virtuales de información agropecuaria destinada a asistentes técnicos e investigadores para la generación de nuevo conocimiento, y en investigación y transferencia de tecnología relacionada a la producción y el acondicionamiento de semilla sexual y asexual dirigida a productores agropecuarios de pequeña y mediana escala, dentro del marco normativo expedido por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Actualmente, se desempeña como investigador máster en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Jorge Enrique Villamil Carvajal

jvillamil@agrosavia.co

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC). Ha trabajado como joven investigador Colciencias, investigación y extensión rural en los sistemas productivos de cacao, papa y bancos de germoplasma vegetal. Actualmente, se desempeña como profesional de apoyo a la investigación adscrito a la Red de Raíces y Tubérculos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).



Referencias

- Agronet. (s.f.). *Base agrícola EVA 2007-2017. Evaluaciones Agropecuarias Municipales*. Recuperado de <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
- Almaza, J. (2012). *Inventario de tecnologías y precursores de impacto para los cultivos de papa nativa/comercial y arracacha en Colomi*. Cochabamba, Bolivia: Fundación Proinpa.
- Alvarado, Á., & Ochoa, L. (2010). *Cultivo de arracacha (A. xanthorrhiza Bancroft) en los municipios de Turmequé y Boyacá (Boyacá, Colombia)*. Recuperado de <http://alejandria.ufps.edu.co/descargas/>.
- Amaya Robles, J. E., & Julca Hashimoto, J. L. (2006). *Arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft)*. Recuperado de <http://www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/Manual de Arracacha.pdf>.
- Bolton, M. D., Thomma, B. P., & Nelson, B. D. (2006). *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology*, 7(1), 1-16. doi:10.1111/j.1364-3703.2005.00316.x.
- Câmara, F. L. A. (1992). Enraizamento e produção de mandioquinha-salsa em função da posição do propagulo na touceira. *Horticultura Brasileira*, 10(1), 42.
- Castillo, R. (1984). La zanahoria blanca: otro importante alimento andino. *Desde El Surco*, 42, 39-41.
- Centre for Agriculture and Biosciences International (CABI). (s. f.). *Invasive Species Compendium*. Recuperado de <https://www.cabi.org/isc/datasheet/3801>.
- Czajkowski, R., Pérombelon, M. C. M., van Veen, J. A., & van der Wolf, J. M. (2011). Control of blackleg and tuber soft rot of potato caused by *Pectobacterium* and *Dickeya* species: a review. *Plant Pathology*, 60(6), 999-1013. doi:10.1111/j.1365-3059.2011.02470.x.
- Debergh, P. C., & Zimmerman, R. H. (1991). *Micropropagation Technology and Application*. Dordrecht, Holanda: Springer. doi:10.1007/978-94-009-2075-0.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (s.f.). Estimaciones de población 1985-2005 y proyecciones de población 2005-2020 total municipal por área. Recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/Municipal_area_1985-2020.xls.
- Douglas, M. R., & Tooker, J. F. (2012). Slug (Mollusca: Agriolimacidae, Arionidae) Ecology and Management in No-Till Field Crops, With an Emphasis on the mid-Atlantic Region. *Journal of Integrated Pest Management*, 3(1), C1-C9. doi:10.1603/IPM11023.
- Gil Leblanc, R. E., Puiatti, M., Nogueira Sedyama, M. A., Finger, F. L., & Miranda, G. V. (2008). Influência do pré-enraizamento e de tipos de mudas sobre a população, crescimento e produção da mandioquinha-salsa “Roxa de Viçosa”. *Revista Ceres*, 55(1), 074-082.
- Higuita, F. (1977). *La horticultura en Colombia*. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Hodge, W. H. (1954). The edible arracacha - A little-known root crop of the Andes. *Economic Botany*, 8(3), 195-221. doi:10.1007/BF02984890.
- Jayaraj, J., Parthasarathi, T., & Radhakrishnan, N. V. (2007). Characterization of a *Pseudomonas fluorescens* strain from tomato rhizosphere and its use for integrated management of tomato damping-off. *BioControl*, 52(5), 683-702. doi:10.1007/s10526-006-9046-0.
- Kieran, P. M., MacLoughlin, P. F., & Malone, D. M. (1997). Plant cell suspension cultures: some engineering considerations. *Journal of Biotechnology*, 59(1-2), 39-52. doi:10.1016/S0168-1656(97)00163-6.
- Knudsen, S. (2003). *Reproduction biology of the Andean root crop arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft var. xanthorrhiza) and the taxonomic status of the South American Arracacia Bancroft species with special emphasis on the position of the cultivated arracacha and rela* (tesis doctoral). The Royal Veterinary and Agricultural University, Frederiksberg, Dinamarca.
- Knudsen, S. R., Hermann, M., & Srensen, M. (2001). Flowering in six clones of the Andean root crop arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76(4), 454-458. doi:10.1080/14620316.2001.11511393.
- León, M. G., Gómez, R., García, A., González, F. E., García, A., Rondón, J. G., & Belalcázar, S. (2007). *Control de plagas y enfermedades en los cultivos*. Bogotá, Colombia: Grupo Latino Editores.

- Madeira, N. R., & Ferreira de Calvalho, A. D. (2016). Produção de mudas de mandioquinha-salsa. En W. Nascimento & R. B. Pereira (Eds.), *Hortalicas de propagacao vegetativa, tecnologia de multiplicacao* (pp. 129-150). Brasilia, Brasil: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).
- Madeira, N. R., Carvalho, A. D. F., Silva, G. O., Pinheiro, J. B., Pereira, R. B., Michereff Filho, M., ... Cássia, R. (2017). *Proposição de um sistema de produção de mudas de mandioquinha-salsa*. Brasilia, Brasil: Embrapa Hortaliças.
- Madigan, M., Martinko, J., & Parker, J. (2004). *Brock. Biología de los Microorganismos*. (10^{ma} ed.). Madrid, España: Pearson, Prentice Hall.
- Moreno, N. P. (1984). *Glosario botánico ilustrado*. Xalapa, México: Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos.
- Ravichandra, N. G. (2014). *Horticultural Nematology*. New Delhi, India: Springer India. doi:10.1007/978-81-322-1841-8.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Resolución 003768. (2015). *Por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades*. Bogotá, Colombia: autor
- Rivera V., J. J., Vásquez A, N. C., Carvajal, A. M., Vera Vera, L. F., Garcia G, R. E., & Urquijo C, C. (1994). *Programa de investigación en el cultivo de Arracacha en Cajamarca (Tolima)*. Ibagué, Tolima: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Rivera Varón, J. J., Garnica Montaña, J. P., Rubio Bonilla, S. L., Lozano Tovar, M. D., Rosero Erazo, J. A., Trujillo Callejas, L. J., & Herrera Sánchez, Y. A. (2015). *Recomendaciones tecnológicas para la producción de semilla de calidad de arracacha (Arracacia xanthorrhiza Bancroft): manejo fitosanitario de la semilla vegetativa de arracacha*. Recuperado de https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1955/77625_66487.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Roca W. M., & Mroginski, L. A. (Eds.). (1991). *Cultivo de tejidos en la agricultura. Fundamentos y Aplicaciones*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Sánchez Gutiérrez, G., & Vásquez Acosta, N. C. (1996). *Manejo de plagas en el sistema de producción de arracacha en el departamento del Tolima*. Ibagué, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

- Santos, F. F., Salas, S., Flores Salgado, D., Guananga, A., Coronado, G., & Villaroel, T. (2004). *Manejo de semilla y uso de almacigo en el cultivo de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Santos, F. F., Vieira, J. V., Pereira, A. S., Lopes, C. A., & Charchar, J. M. (1991). *Cultivo da mandioquinha-salsa (Arracacia xanthorrhiza)*. Brasília, Brasil: Embrapa-CNPH.
- Sedimaya, M. A. N., & Casali, V. W. D. (1997). Propagação vegetativa da mandioquinha-salsa. *Informe Agropecuario, Belo Horizonte*, 9(190), 24-27.
- Seminario, J. (2004). *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación*. Recuperado de <http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/1b63cd8cee69ef5aca9a4e9f418d6c95.pdf>.
- South, A. (1992). *Terrestrial Slugs*. Londres, Inglaterra: Springer. doi:10.1007/978-94-011-2380-8.
- Vásquez, N., Aguirre, M., Carrero, G., Rivera, J., Lozano, M., & Bonilla, D. (2004). Protección, selección y manejo sanitario del colino de la arracacha. En Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica] & Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (Eds.), *Memorias de los talleres de capacitación sobre el manejo del colino de la arracacha con los productores del municipio de Cajamarca* (pp. 5-6). Cajamarca, Colombia: autor.





Anexos

Anexo A. Fichas técnicas de plantas madres

Ficha técnica para la recolección de semilla vegetativa de variedades de arracacha
(*Arracacia xanthorrhiza*)

Datos de localización

Numero de planta madre:				Codigo:
Fecha de recolección:				
lugar de recolección:				
Municipio:				
Vereda:				Corregimiento:
Nombre de la finca:				
Coodenadas:				
A.S.N.M:				
Calidad del sitio:				
Filo:				Vaga:
Tipo de suelo:				
Pendiente del lote:				

(Continúa)

Ficha técnica para la recolección de semilla vegetativa de variedades de arracacha
(*Arracacia xanthorrhiza*)

Descripción de la planta		
Nombre común:		
Procedencia de la semilla:		
Densidad de población:	Alta:	Intermedia:
Tratamiento de semilla:	Sí	No
Cuáles:		
Número de folíolos:		
Color del peciolo:		
Color del colino:		
Cepa:	Diferenciada:	No diferenciada:
Color del nabo:		
Forma del nabo:		
Índice biológico:	Tamaño del nabo:	

(Continuación tabla)

Ficha técnica para la recolección de semilla vegetativa de variedades de arracacha
(*Arracacia xanthorrhiza*)

Índice económico:

Fecha de siembra:

Día:

Mes:

Año:

Presencia de plagas:

Sí

No

Cuáles:

Presencia de enfermedades:

Sí

No

Cuáles:

Manejo del cultivo
(labores realizadas):

Prácticas de asocio o especies
silvestres relacionadas:

Fecha de cosecha:

Día:

Mes:

Año:

Comercialización: aceptación
de mercado

Excelente:

Buena:

Regular:

Mala:

Foto número:

(Continúa)

Ficha técnica para la recolección de semilla vegetativa de variedades de arracacha
(*Arracacia xanthorrhiza*)

Observaciones

Datos de recolectores	
Nombres completos:	
Teléfono:	Dirección:
Firma:	



Anexo B. Formato para selección de lotes

Criterios de calificación para la selección de lotes para producción de semilla de calidades de arracacha
(*Arracacia xanthorrhiza*)

Identificación del Lote	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4	Puntaje
Nombre del productor					
Finca / vereda					
Área (ha) actual en arracacha					
Indicadores					
Franja productora					
Tipo de suelo					
Acceso agua					
Cultivo anterior					
Tiempo descanso (años)					
Vía acceso carretable					
Pendiente (%)					
Disponibilidad mano de obra					
Drenaje					
Arvenses					

(Continúa)

Criterios de calificación para la selección de lotes para producción de semilla de calidades de arracacha
(*Arracacia xanthorrhiza*)

Presencia de chizas

Presencia de nematodos

Promedio
Selección lote
(Sí / No)
OBSERVACIONES

Datos de recolectores

Nombres completos:

Teléfono:

Firma:

Dirección:



Glosario

Para dar mayor claridad al presente manual sobre la producción de colinos (semilla asexual) de arracacha, se relacionan los siguientes conceptos basados en la Resolución 003768 de 2015 del ICA (Madigan, Martinko, & Parker, 2004; Moreno, 1984; Rivera Varón et al., 2015).

Definición de conceptos de términos técnicos relevantes en la producción de colinos de arracacha.

Aguja, hijuelo o brote: son colinos que no han completado su proceso de formación y se caracterizan porque el corte basal presenta forma de media luna.

Anaerobio facultativo: bacteria que tiene la capacidad de multiplicarse en presencia o ausencia de oxígeno.

Apiaceae: familia de plantas con hojas alternas sin estípulas, tipo de inflorescencia en umbela; las semillas tienen embrión pequeño y endosperma abundante. Algunas especies pertenecientes a esta familia son el apio, el cilantro, la zanahoria, el perejil, el hinojo, entre otros.

Bacteria pectinolítica: hace referencia a bacterias que producen compuestos (enzimas) llamados pectinasas, que permiten la degradación de la pared celular de las plantas. Cuando la descomponen se alimentan de estos y se multiplican, de allí el mal olor en las plantas afectadas por estos patógenos.

Bioinsumos: insumos utilizados en la nutrición y protección de las plantas o animales; se originan mediante extracción o cultivo de fuentes naturales y son biodegradables, por ejemplo, abonos orgánicos, abonos foliares, bioplaguicidas, sustratos.

Calidad de semillas: conjunto de atributos de la semilla que involucra factores genéticos, físicos, fisiológicos y sanitarios.

Calidad física: está asociado con la ausencia de materiales diferentes a la semilla, además de los daños mecánicos por el proceso de extracción o ataque de plagas y enfermedades. Se espera que toda la semilla, en este caso los colinos, sean uniformes, es decir, que cumplan con las mismas características, por ejemplo, tamaño y número de anillos.

Calidad genética: busca garantizar que la semilla corresponda al genotipo por sembrar. En un lote de semillas de la variedad amarilla común no puede haber semillas de cartagenera u otro material.

Calidad fisiológica: está asociada al grado de madurez de la semilla para garantizar su capacidad para germinar, emerger y generar plantas. Un lote de semilla con calidad fisiológica hace que las plantas de un cultivo sean vigorosas y uniformes.

Calidad sanitaria: consiste en que la semilla se encuentre sana. Se garantiza que la semilla tenga ausencia de patógenos (hongos, bacterias, nematodos y virus) y de insectos plagas o de daños producidos por estos, con el fin de evitar la contaminación de otras semillas o su transporte a lotes de producción en campo. Una semilla enferma puede llevar a una baja germinación, lo cual genera pérdida de la semilla o la obtención de plantas enfermas que afectan el desarrollo, la productividad y el rendimiento de un cultivo.

Colino: propágulo proveniente de la planta madre que es utilizado para la generación de una nueva planta. Dependiendo de la edad y del desarrollo, el colino puede tener de pocos a numerosos brotes, cada uno de ellos con la capacidad de regenerar una planta. En el proceso de propagación vegetativa, el colino es conocido como la semilla.

Clon: nuevo ser vivo obtenido por reproducción asexual.

Desinfección: proceso físico, químico o biológico que elimina o inactiva agentes patógenos como bacterias, virus y protozoos, lo que impide el crecimiento de microorganismos patógenos en fase vegetativa que se encuentren en objetos inertes.

Esclerocio: estructura de hongo, de consistencia dura y desarrollada para resistencia a condiciones desfavorables, germina en condiciones favorables. Corresponde a una acumulación de micelio de consistencia dura y de cubierta café oscuro a negro.

Fototaxis: orientación de las plagas (babosas, larvas de gusano viringo o adultos de chiza) como respuesta a un estímulo luminoso.

Hongo necrótrofo: hongo que, aunque coloniza tejido vivo, tiene la capacidad de continuar su desarrollo en tejido muerto o necrosado. Produce síntomas de necrosis y pudriciones.

Inóculo: microorganismo completo (bacteria) o sus partes (hongo esporas, fragmentos miceliales, etcétera), capaz de provocar infección cuando se transfiere a una planta a través de diferentes medios (colino, suelo, herramientas).

Libro de campo: denominado también “libro de registro de datos”, es una herramienta conformada por un conjunto de formatos donde se consignan los datos y la información obtenida en campo o en laboratorio, de las actividades desarrolladas en el lote de multiplicación de semillas.

Microorganismo saprobio: microorganismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición, como residuos vegetales. Por sí mismos no pueden degradar los tejidos y los colonizan luego de que organismos patógenos como bacterias pectinolíticas lleven a cabo un proceso previo de degradación. En consecuencia, no son considerados patógenos primarios, sino contaminantes secundarios de tejido previamente enfermo.

Potencial genético: se refiere a la capacidad máxima que tiene un material genético vegetal de producir y expresar sus características en un determinado ambiente.

Planta madre: planta seleccionada por características deseables (sanitarias, físicas, fisiológicas y genéticas) para la extracción de colinos o yema, con el fin de producir plantas con identidad genética igual a la planta original (clon).

Prendimiento de colinos: se refiere a la capacidad de los colinos de enraizar y formar plantas después de un tiempo de ser sembrados.

Pre-enraizamiento de colinos: proceso que consiste en sembrar los colinos en almácigos o semilleros en un periodo que permita un adecuado desarrollo de raíces para su posterior trasplante a sitio definido.

Progenie: resultado de la reproducción, es decir, el individuo o los individuos producidos mediante la intervención de uno o más parentales.

Pupa: etapa de encapsulación luego de larva antes de llegar a adulto, donde se producen transformaciones en algunos insectos. En esta etapa de desarrollo no hay alimentación ni movilidad.

Reproducción asexual: es una forma de reproducción, en la cual un nuevo ser vivo se genera de una planta madre a partir de procesos mitóticos. Este nuevo ser vivo es genéticamente idéntico a la planta inicial.

Resolución ICA 3168/2015: normatividad que reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica o unidades de investigación en fitomejoramiento.

Solarización: método físico de desinfección y control de organismos patógenos, en el cual el sustrato es expuesto a altas temperaturas solares y es cubierto con un plástico por un tiempo determinado (20 días).

Yema: yema del tallo o cepa que tiene el potencial de generar una planta, aportando hojas y demás estructuras. Al proceso de generación de brotes se le llama brotación.

Impresión y encuadernación:
DGP Editores S.A.S.

Terminó de imprimirse
en agosto de 2019, Bogotá, D. C., Colombia

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) a través de la ejecución del proyecto Plan Semilla, ha consolidado núcleos de producción de semilla seleccionada en diferentes regiones del país, lo cual ha permitido a los productores adaptar y aplicar estrategias que aseguren la continuidad de los sistemas alimentarios. El municipio de Cajamarca se ubica en la cordillera central en el departamento del Tolima y ha sido considerado como la despensa agrícola de Colombia, siendo reconocido por la producción comercial de Arracacha, gracias a la consolidación de conocimientos específicos de los cultivadores y las condiciones edafoclimáticas de la zona. En el presente manual se expone el sistema productivo tradicional de arracacha en Cajamarca, las especificaciones de calidad sanitaria, física, genética y fisiológica que debe contener la semilla asexual, comúnmente, denominada colino y que es considerada el principal medio de multiplicación de los genotipos más sembrados en el municipio, además, de las labores agrícolas de establecimiento y manejo de lotes de producción de semilla. Los autores ponen a disposición de los usuarios el presente manual con el fin de contribuir, rescatar y mejorar el manejo de la semilla y por ende de los recursos genéticos regionales a fin de reducir la vulnerabilidad de pérdida y mejorar las condiciones productivas del sistema de arracacha.



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: **bac@agrosavia.co**

TELÉFONO: **(57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274**

SKYPE: **biblioteca.agropecuaria**

www.agrosavia.co

**Distribución gratuita
Prohibida su venta**



**El campo
es de todos**

Minagricultura