

CULTIVO DE ARRACACHA  
(*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)  
EN LOS MUNICIPIOS DE TURMEQUÉ  
Y BOYACÁ (BOYACÁ, COLOMBIA)



CULTIVO DE ARRACACHA  
(*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft)  
EN LOS MUNICIPIOS DE TURMEQUÉ  
Y BOYACÁ (BOYACÁ, COLOMBIA)

ÁLVARO ENRIQUE ALVARADO GAONA  
LYDA ESPERANZA OCHOA FONSECA

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
Corporación PBA  
2010

Cultivo de Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en los municipios de Turmequé y Boyacá, departamento de Boyacá / Álvaro Enrique Alvarado Gaona, Lyda Esperanza Ochoa Fonseca.- Tunja: Uptc: Corporación PBA, 2010.

76 p.: il.- (Colección investigación Uptc, n.º

41. Serie cartillas; n.º 5)

ISBN 978-958-660-174-0

1. Arracacha – Cultivo.— I. Alvarado Gaona, Álvaro Enrique.— II. Ochoa Fonseca, Lyda Esperanza.— III. Tít.—IV. Ser.

CDD 634/A473

Primera edición, 2010

300 ejemplares

Cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en los municipios de Turmequé y Boyacá, departamento de Boyacá

Colección investigación Uptc; n.º 41. Serie cartillas; n.º 5

ISBN 978-958-660-174-0

© Álvaro Enrique Alvarado Gaona

© Lyda Esperanza Ochoa Fonseca

© Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

© Corporación para el Desarrollo Participativo y Sostenible de los Pequeños Productores Rurales – Corporación PBA

Alfonso López Díaz, Rector

Wilson Alcides Valenzuela Pérez, Vicerrector Académico

Manuel Humberto Restrepo Domínguez, Director de Investigaciones

Resultado del Convenio de Investigación N.º 104–2008: “Investigación participativa para la caracterización de la agrobiodiversidad y el desarrollo de alternativas de manejo agroecológico y poscosecha del cultivo de arracacha en los municipios de Turmequé y Boyacá, departamento de Boyacá”- Código SGI 645

Publicación financiada por la Dirección de Investigaciones de la Uptc y Corporación PBA con recursos del Ministerio de Relaciones Exteriores de Holanda.

Se permite la reproducción parcial o total, citando siempre la fuente.

Fotografías tomadas por los autores

Coordinación editorial: Yolanda Romero A.

Corrección de estilo: Luis Enrique Clavijo Morales

Diagramación e impresión: Imprenta y Publicaciones

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Avenida Central del Norte

Tunja - Boyacá - Colombia

comite.editorial@uptc.edu.co

Tels.: (8) 7422174/75/76, Ext. 1530

## CONTENIDO

	Pág.
PRÓLOGO .....	7
PRESENTACIÓN .....	9
AGRADECIMIENTOS .....	11
INTRODUCCIÓN .....	13
1. METODOLOGÍA .....	17
1.1 ZONA DE ESTUDIO .....	17
1.2. METODOLOGÍA APLICADA .....	17
1.3 TRABAJO DE CAMPO .....	19
2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN .....	21
2.1 CONDICIONES EDÁFICAS Y CLIMÁTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	21
2.2 ÁREA DE LOS CULTIVOS Y POSESIÓN DE LA TIERRA .....	24
2.3 SISTEMA DE SIEMBRA .....	27
2.3.1 CULTIVOS ASOCIADOS Y ROTACIONES .....	27
2.3.2 SUELOS Y SU PREPARACIÓN .....	29
2.3.3 MATERIAL DE PROPAGACIÓN .....	32
2.3.4 ÉPOCA DE SIEMBRA .....	36
2.3.5 DISTANCIAS DE SIEMBRA .....	37
2.3.6 MANO DE OBRA .....	38
2.4 MATERIALES GENÉTICOS .....	39
2.5 RIEGO .....	46
2.6 FERTILIZACIÓN .....	47
2.7 ENFERMEDADES .....	49
2.8 PLAGAS .....	53

2.9 MALEZAS .....	56
2.10 COSECHA Y RENDIMIENTO .....	58
2.11 ASISTENCIA TÉCNICA .....	62
2.12 COMERCIALIZACIÓN .....	63
2.13 PROBLEMAS, MOTIVACIONES Y OTROS ASPECTOS .....	64
3. NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN .....	66
BIBLIOGRAFÍA .....	69

## PRÓLOGO

Superar los problemas que enfrentan las comunidades de pequeños productores agrícolas en la región andina requiere un trabajo integral de investigación y desarrollo participativo tendiente a generar y adaptar soluciones prácticas de desarrollo tecnológico, organizativo y empresarial, las cuales deben tener como base la agrobiodiversidad con que cuentan los países del área andina. Las experiencias de la Corporación para el Desarrollo Participativo y Sostenible de los Pequeños Productores Rurales, Corporación PBA, en Colombia, y de otras entidades en Bolivia, Ecuador, Perú y Venezuela han concluido que la mejor manera de afrontar estas dificultades es a través de la Innovación Rural Participativa (IRP). Basados en estas experiencias, se emprende la creación de un Consorcio Regional Andino, liderado por la Corporación PBA y sus entidades aliadas en los demás países, el cual consolida sus actividades con la ejecución del Programa de Innovación Participativa con Pequeños Agricultores en la Zona Andina –PAI–, cofinanciado por el Gobierno de los Países Bajos.

En el marco del PAI, y con el apoyo interinstitucional generado entre la Corporación PBA y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –UPTC–, se aprueba el proyecto *“Investigación participativa para la valoración y conservación de la agrobiodiversidad de la arracacha y el desarrollo de prácticas sostenibles de producción en la provincia de Márquez, Boyacá”*, presentado por organizaciones de pequeños productores de los municipios de Turmequé y Boyacá.

El ejercicio de formulación participativa realizado con las comunidades daba cuenta de la problemática enfrentada en términos de pérdida de agrobiodiversidad, saberes y cultura en torno a la arracacha, aunada a vacíos descriptivos y

tecnológicos sobre la producción de esta importante especie. Tal es así que en las jornadas participativas se calificaba como huérfano este cultivo, a pesar de que Colombia es parte del centro de diversidad primaria de esta especie.

Basados en la participación, el conocimiento y la cultura milenaria de pequeños productores, y como parte de las actividades formuladas en el proyecto, a fin de contribuir con los aspectos mencionados, se plantea la necesidad de caracterizar y documentar de manera amplia el cultivo de la arracacha en los municipios boyacenses de Turmequé y Boyacá, como herramienta fundamental para emprender procesos de innovación y desarrollo con este potencial producto en la región.

Daniel G. García  
Coordinador Zona Andina  
Corporación PBA

## PRESENTACIÓN

La arracacha es una planta de cultivo tradicional, cuyo estudio no ha despertado gran interés en investigadores y entidades encargadas de generar o ejecutar las políticas de desarrollo agrícola en Boyacá y en el país. El valor de esta especie radica en sus usos agroindustriales, que se han descubierto recientemente, y en su papel dentro de la economía de subsistencia de pequeños productores de la región andina.

Los sistemas campesinos de producción de especies nativas de raíces y tubérculos no han recibido atención estatal, pues las políticas sectoriales priorizan especies de alto valor agroindustrial y comercial; los pequeños agricultores se enfrentan a una problemática compleja que comienza en el campo de cultivo y termina con las dificultades para comercialización y los bajos precios del producto. El desarrollo sostenible de estos pequeños agricultores parte del rescate y la valorización de sus conocimientos en torno a estas especies. Estas razones motivaron la realización del estudio que aquí se presenta, que se enmarcó en el Convenio de Investigación N.º 104 – 2008 suscrito entre la Corporación para el Desarrollo Participativo y Sostenible de los Pequeños Productores Rurales –Corporación PBA– y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. El proyecto fue presentado por la Cooperativa Integral de Productores de Papa El Cacique de Turmequé, y aprobado en la tercera convocatoria del Programa de Innovación Participativa con Pequeños Productores de la Región Andina, financiado por el Ministerio de Relaciones Exteriores de Holanda.

*El proyecto Investigación participativa para la caracterización de la agrobiodiversidad y el desarrollo de alternativas de manejo agroecológico y poscosecha del cultivo de arracacha en los municipios*

*de Turmequé y Boyacá, departamento de Boyacá*, tuvo como objetivo principal caracterizar la agrobiodiversidad y desarrollar alternativas innovadoras de manejo integrado del cultivo de arracacha, a través de procesos de investigación participativa, que contribuyeran con el desarrollo sostenible de pequeños agricultores de los municipios de Turmequé y Boyacá.

En el desarrollo de este trabajo se han adelantado diferentes etapas, una de las cuales fue la caracterización del sistema de producción que se presenta a continuación, y constituye un diagnóstico general de las condiciones actuales del cultivo en la zona. Este documento busca puntualizar los aspectos más relevantes en torno a tópicos como sistema de siembra, manejo fitosanitario, rendimiento y comercialización de la arracacha en los dos municipios. La metodología empleada se basó en la realización de visitas de campo para entrevistar a productores y adelantar un reconocimiento de los cultivos. La información que se entrega a continuación, más que un estudio de tipo cuantitativo y con rigor estadístico, debe considerarse un acercamiento a las experiencias y conocimientos de los productores de arracacha y la identificación de la problemática que enfrentan.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a

- Los productores de arracacha de Boyacá y Turmequé por su decidida colaboración y participación en la construcción de este trabajo.
- La Dirección de Investigaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, por su apoyo administrativo y económico.
- La Corporación para el Desarrollo Participativo y Sostenible de los Pequeños productores, Corporación PBA, entidad ejecutora del proyecto, por el apoyo técnico, económico y administrativo.
- Los docentes Jorge Blanco (Centro de Diagnóstico en Sanidad Vegetal) y Adolfo Varela (Laboratorio de Entomología), de la Uptc, por su colaboración para el reconocimiento de algunas enfermedades y plagas.
- El Maestro Jorge Casas, docente de la Escuela de Artes, Uptc, por la realización de los dibujos de las raíces.



## INTRODUCCIÓN

La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) es una especie perteneciente a la familia Apiaceae (Umbelliferae) (Hermann, 1997). Knudsen *et ál.* (2006) indican que la planta es perenne, pero se cultiva como anual. En la figura 1 se indican los diferentes órganos de la planta, según el conocimiento de los productores: los apios o raíces de almacenamiento (A), la cepa o tronco (B), los colinos (C) y las hojas (D). Es una planta herbácea que puede alcanzar 1,5 m de altura, cuyas hojas presentan de tres a cuatro folíolos laterales opuestos y uno terminal (Amaya y Julca, 2006). Las raíces de almacenamiento son la parte comestible y de importancia para la comercialización, que, en conjunto, pueden llegar a pesar 1 kg, pero individualmente, con frecuencia, están entre 200 y 300 g (Hermann, 1997). Se cultiva en los Andes Suramericanos, en Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Norte de Chile (Hermann y Heller, 1997, citados por Sánchez, 2004; Montaldo, 1991). Recientemente, el cultivo se ha desarrollado en Brasil, sin embargo, Heredia (2009) reporta 16000 ha cultivadas, la gran mayoría en los estados de Paraná (7633 ha) y Minas Gerais (6000 ha), lo cual ubica a este país como el mayor productor mundial.

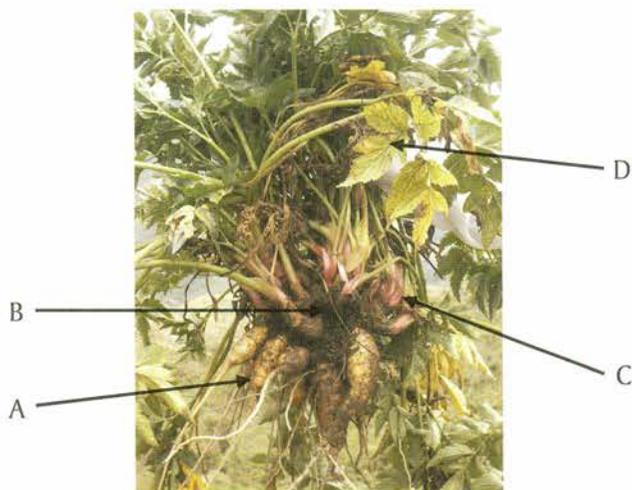


Figura 1. Partes de una planta de arracacha

Según recopilación realizada por Sánchez (2004), la distribución de las especies del género *Arracacia* en Suramérica, es la siguiente (Tabla 1):

**Tabla 1. Especies del género *Arracacia* encontradas en Suramérica.**

Especie	País	Prov., Dpto., Estado
<i>A. vaginata</i>	Venezuela	Mérida
<i>A. tillettii</i>	Venezuela, Colombia	Zulia, Guajira
<i>A. xanthorrhiza</i>	Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, Chile	Cultivada en los Andes
<i>A. penelli</i>	Venezuela, Colombia	Mérida, Cundinamarca, Santander
<i>A. colombiana</i>	Colombia	Cundinamarca, Meta
<i>A. toluencis</i> var. <i>Multifida</i>	Colombia	Magdalena
<i>A. moschata</i>	Ecuador	Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Bolívar, Azuay
<i>A. ellata</i>	Ecuador, Perú	Pichincha, Cañar, Azuay, Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Huanuco, Lima, Piura, Puno, San Martín
<i>A. equatorialis</i>	Ecuador, Perú	Loja, Apurímac, Cajamarca, Cuzco, Junín
<i>A. peruviana</i>	Perú	Ancash, Ayacucho, Cajamarca, Lima, Moquegua
<i>A. incisa</i>	Perú	Ancash, Cuzco, Huanuco, Lima
<i>A. andina</i>	Perú, Ecuador, Bolivia	Cajamarca, Chimborazo, Cañar, no determinada

Fuente: Sánchez, 2004.

Las comunidades indígenas en el Departamento de Boyacá ya la cultivaban, junto con la papa, antes de la Conquista (Villate, 1997, Zuluaga citado por Jaramillo, 2003). A pesar de esto, no se dio el mismo interés por la propagación y el mejoramiento de su sistema de producción, como sucedió con la papa y sigue siendo una planta casi exclusivamente de producción minifundista.

Aunque ha perdido importancia y actualmente es menos conocida por los consumidores en las grandes ciudades, la arracacha es una especie de gran valor en la economía agrícola de varios municipios ubicados en la región andina colombiana, como es el caso de Cajamarca, departamento de Tolima. Si bien en otros municipios no es uno de los productos básicos para el sector agrícola local, sí es un cultivo relevante en la economía doméstica de numerosas familias de pequeños agricultores.

Las estadísticas del Ministerio de Agricultura (2008b) muestran que en la última década, el área de cultivo de la arracacha en el departamento de Boyacá, se redujo de 778 ha en el año 1997 a 434 ha en 2007. En el 2008 se da una pequeña recuperación (517 ha), que lo ubica como cuarto productor a nivel nacional después de Tolima, Norte de Santander y Huila. Ese mismo año, los municipios productores reportados para Boyacá fueron: Tibaná, Boyacá, Jenesano, Ciénega, Garagoa, Pachavita, Somondoco, Miraflores, Villa de Leyva, La Capilla y Beteitiva.

En el municipio de Boyacá, la arracacha es una planta muy apreciada por sus cultivadores, y de gran valor dentro de la producción agrícola; el número de unidades productoras fue de 240 en 2008, constituyéndose en el segundo cultivo más importante después de la papa. Turmequé no cuenta con la misma tradición en el cultivo, pero lo ha venido incrementando, al igual que el número de sus productores, aunque aún en un área menor que en Boyacá; de igual manera que en Boyacá, el cultivo más importante de Turmequé es la papa, seguido por el maíz, el frijol y el tomate de árbol. En la tabla 2 se muestran los datos de áreas para los principales cultivos en los dos municipios.

**Tabla 2. Área (ha) de los principales cultivos en los municipios de Boyacá y Turmequé.**

Cultivo	Municipio	
	Boyacá	Turmequé
Papa	300	360
Arveja	120	NR
Frijol	110	200
Garbanzo	6	NR
Tomate árbol	NR	70
Arracacha	130	NR
Maíz	70	260
Pastos	4220	6160

NR: No reporta

Fuente: (MADR, 2008b).

En Colombia, la investigación sobre arracacha es incipiente; los trabajos más recientes han sido desarrollados por Corpoica y por universidades sobre temas y en regiones específicas. Igualmente, es escasa la literatura acerca de las tecnologías y condiciones de producción en Boyacá; estos conocimientos se transmiten entre los miembros de las comunidades productoras por tradición oral y no han sido documentados.

Diversos estudios han mostrado las bondades de esta planta desde el punto de vista nutricional (Jiménez, 2005; Rodríguez *et ál.*, 2005) y de sus potencialidades para uso industrial (Pérez *et ál.*, 1999; Rodríguez *et ál.*, 2005); sin embargo, infortunadamente, según observan sus productores, está perdiendo reconocimiento entre los consumidores, especialmente jóvenes. La inestabilidad de los precios y las dificultades de producción, según los agricultores, son factores que afectan la rentabilidad del cultivo y hacen necesaria la búsqueda de alternativas de agroindustrialización. De otro parte, las políticas del sector agrícola nacional no la consideran especie promisoría, reduciendo las posibilidades para que sus cultivadores accedan a asistencia técnica o recursos para su explotación a escala comercial.

En los dos municipios estudiados, la experiencia de los agricultores muestra que las condiciones agroecológicas permiten la obtención de un producto de buena calidad sin el empleo de tecnologías modernas de cultivo y sin los altos requerimientos de insumos de otras especies (caso de la papa), por lo cual se constituye en una alternativa importante para los pequeños sistemas de agricultura familiar, sin desconocer su potencialidad en explotaciones a escala más comercial.

El planteamiento de acciones enfocadas en cualquier tipo de mejora, tanto tecnológica como social dentro del sistema de producción de esta raíz, requiere de la existencia de un diagnóstico base en torno al tema. El conocimiento de la problemática debe partir de las vivencias de los propios campesinos, para originar alternativas reales y aplicables.

El objetivo del presente trabajo consistió en estudiar algunos aspectos esenciales del sistema de producción de la arracacha en los municipios de Boyacá y Turmequé, con el propósito de generar recomendaciones sobre los desarrollos que deben emprenderse en busca de su explotación rentable y amigable con el medio ambiente.

# 1. METODOLOGÍA

## 1.1 ZONA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en los municipios de Boyacá y Turmequé, ubicados en la provincia de Márquez, centro-occidente del departamento de Boyacá (figura 2).

El municipio de Boyacá cuenta con una población de 5074 habitantes (DANE, 2005); se divide en diez veredas: Huerta Chica, Rique, Centro, Vanegas, Rupaguata, Pachaquirá, Siraquita, Soconzaque Oriente, Soconzaque Occidente y Huerta Grande (figura 3); la agricultura y la ganadería son las principales actividades económicas de sus habitantes; el 95% de la agricultura es de tipo tradicional, frente a tan solo un 5% mejorada, y la ganadería es 90% tradicional y 10% mejorada, en lo referente a praderas mejoradas (EOT Municipio de Boyacá, 2003).

El municipio de Turmequé se divide administrativamente en trece veredas: Rinchoque, Rosales, Volcán Blanco, Teguanque, Páscata, Chingira, Joyaguá, Guazanque, Siguineque, Chiratá, Juratá, Jaraquira, Pozo Negro y Centro (figura 4); en 2005 su población era de 7582 habitantes; la actividad agrícola del municipio se basa en el cultivo de papa, maíz, frijol y algunos frutales como ciruelo, curuba y tomate de árbol; el sector pecuario se ha desarrollado en menor escala, basado en el levante de ganado bovino y porcino, la manutención de aves ponedoras, pollos de engorde y conejos para la subsistencia familiar (EOT Municipio de Turmequé, 2003).

## 1.2. METODOLOGÍA APLICADA

La metodología aplicada fue de tipo cualitativo. No se contaba con información oficial sobre el tamaño o las características de la población objetivo (productores de arracacha de los dos municipios), por lo tanto, se aplicó un muestreo de tipo no probabilístico, es decir, que no se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende de las características de la investigación y del criterio del investigador (Hernández, *et ál.*, 2007). La selección de los informantes (productores) se realizó en el transcurso de los recorridos en campo; a cada uno se aplicó una entrevista

semiestructurada, es decir, basada en una guía de preguntas y el entrevistador tiene la libertad de adicionar otras para precisar conceptos u obtener mayor información (Grinnell, 1997, citado por Hernández *et ál.*, 2007). Las preguntas formuladas de tipo abierto y cerrado, se enfocaron en los diferentes aspectos del sistema productivo, como son: sistema de siembra, fertilización, problemas de plagas y enfermedades, variedades, asistencia técnica y mercadeo.



Figura 2. Ubicación del área de estudio.

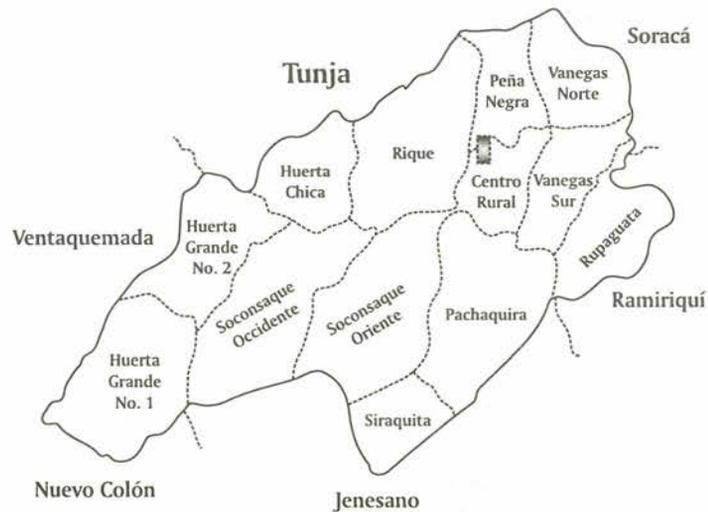


Figura 3. División política del municipio de Boyacá.



Figura 4. División política del municipio de Turmequé.

### 1.3 TRABAJO DE CAMPO

Durante los meses de diciembre de 2008 a diciembre de 2009 se efectuaron quince visitas de campo, diez en el municipio de Boyacá y cinco en Turmequé. En el primero se reconocieron 36 cultivos, y en el segundo, 28. El sitio de ejecución de las entrevistas fue casi siempre la finca o el cultivo de arracacha, pues permitía realizar una observación de este y (figura 5), de haber necesidad, recolectar algunas muestras de material vegetal o de otro tipo. En la tabla 3 se presentan los datos sobre número de productores encuestados en cada vereda.

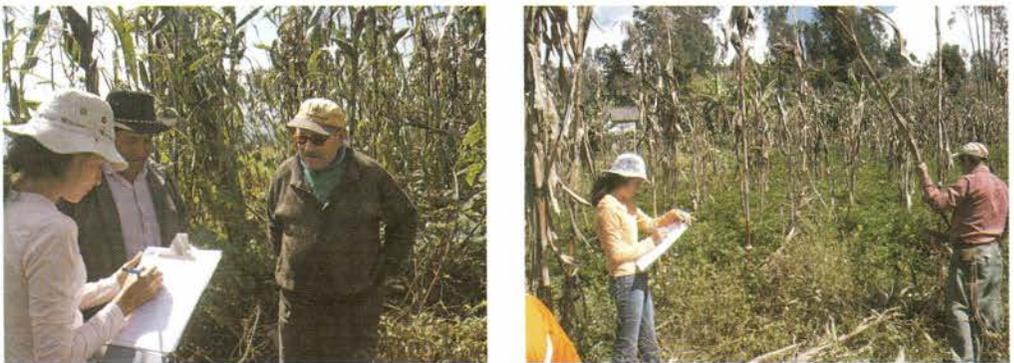


Figura 5. Visitas de campo y aplicación de encuestas.

Tabla 3. Localización de los productores entrevistados.

Municipio	Vereda	Número de productores entrevistados	Porcentaje de productores entrevistados*
Boyacá	Pachaquirá	9	25
	Rupaguata	6	16,7
	Soconzaque Occidente	5	13,9
	Huerta Grande	5	13,9
	Vanegas Sur	4	11,1
	Rique	3	8,3
	Centro	2	5,6
	Huerta Chica	2	5,6
Turmequé	Páscata	8	28,6
	Teguaneque	7	25
	Pozo Negro	7	25
	Chiratá	3	10,7
	Juratá	2	7,1
	Jaraquira	1	3,6

\* Porcentaje calculado por municipio

Las muestras de material vegetal recolectadas se analizaron en el Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal de la Uptc, y la identificación de insectos se realizó en el Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la misma universidad.

## 2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

La caracterización de un sistema de producción es compleja y comprende diferentes aspectos. El objetivo del presente capítulo es exponer los resultados obtenidos a partir del trabajo realizado en campo, complementados, al inicio de cada tema, con un breve reporte de las referencias encontradas en la literatura sobre el particular. Dichos resultados comprenden: condiciones ambientales de la zona de estudio, sistema de siembra, labores del cultivo, materiales genéticos cultivados, fertilización, problemas fitosanitarios, cosecha, rendimiento y comercialización.

### 2.1 CONDICIONES EDÁFICAS Y CLIMÁTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Tanto en Boyacá como en Turmequé, por las condiciones geomorfológicas de esta región, la topografía de los terrenos en los que se encuentran los cultivos es generalmente ondulada a quebrada. Los datos de los respectivos EOT municipales indican que en Boyacá se encuentran altitudes desde 2200 hasta 2800 m y en Turmequé desde 2200 hasta 3400 m.

En más del 70% del área del municipio de Boyacá, los suelos se clasifican en las categorías agrológicas IV y VI; la clase IV son suelos profundos y moderadamente profundos, de textura media a fina, bien drenados, ácidos, de fertilidad moderada y baja y se ubican en relieves ondulados y quebrados, en altitudes entre 2500 y 2800 m, y la clase VI abarca suelos de relieve quebrado y fuertemente quebrado, de profundos a superficiales, textura media a fina, bien o excesivamente drenados, fuertemente ácidos y de baja fertilidad. Las condiciones de relieve de la región hacen los suelos muy susceptibles a la erosión (EOT Municipio de Boyacá, 2003).

Los suelos en el municipio de Boyacá pertenecen a zonas de vertientes y colinas y formas colovio-aluviales; los de la primera zona tienen características determinadas por la presencia de cenizas volcánicas, presentan colores negros o grises en los horizontes superiores y pardos o rojo amarillentos en los inferiores; la textura es predominantemente franca a franco arenosa; los suelos de las formas colovio-aluviales presentan gran variabilidad en sus características; sus texturas varían desde franco arenosa hasta arcillosa (EOT Municipio de Boyacá, 2003).

Existen diez microcuencas, de las cuales ocho vierten sus aguas al río Boyacá o Teatinos; el caudal de las quebradas es bajo, y en verano algunas se secan completamente. Presenta un régimen de lluvias bimodal (figura 6), pero con tendencia hacia monomodal; esta figura permite apreciar que el déficit hídrico comienza en el mes de diciembre y se extiende hasta marzo.

En Turmequé, los suelos se agrupan en las clases agrológicas IV, VI, VII y VIII. En las partes altas (2700 a 3400 msnm), el relieve es quebrado a escarpado, por lo cual, en algunas zonas se han desarrollado procesos erosivos de diferente intensidad. El drenaje es bueno a excesivo. Gran parte de los suelos han recibido influencia de cenizas volcánicas. En las partes más bajas (2000-2400 msnm), correspondientes a valles aluviales y colovio-aluviales de los ríos Albarracín y Ventaquemada, el drenaje es bueno, pero ocasionalmente se inundan. Para las altitudes en las cuales se encuentran los cultivos de arracacha (2200-2800 m), el clima se clasifica como frío seco, con temperaturas medias diarias de 14 a 18 °C (EOT municipal, 2003).

La figura 6 muestra los datos sobre precipitación en los municipios de Turmequé y Nuevo Colón; ya que en el municipio de Boyacá no existe estación climatológica, se tomó como referencia los valores de la estación más cercana que se encuentra en el municipio de Nuevo Colón; se elaboró con base en datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2010), promedios de los años 2000-2009. En Nuevo Colón la precipitación media anual es de 934 mm y en Turmequé 761 mm.

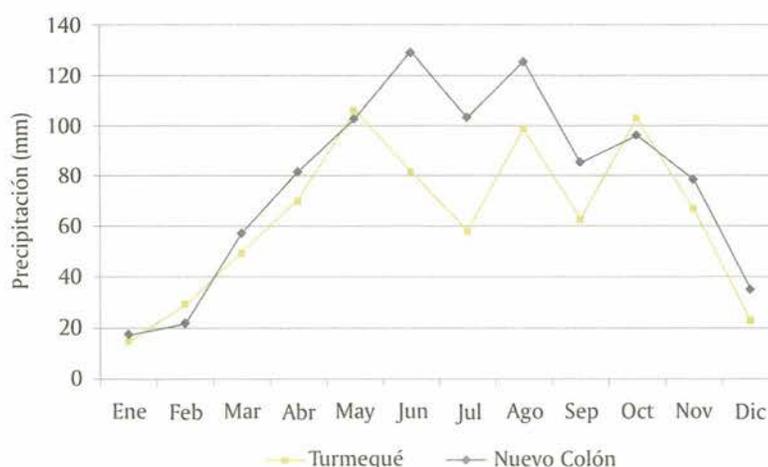


Figura 6. Precipitaciones en Turmequé y Nuevo Colón.

La figura 7 muestra las temperaturas medias mensuales en los dos municipios, datos adaptados de IDEAM (2010), promedios de los años 2000 - 2009. Los datos reportados corresponden a la estación del municipio de Nuevo Colón.

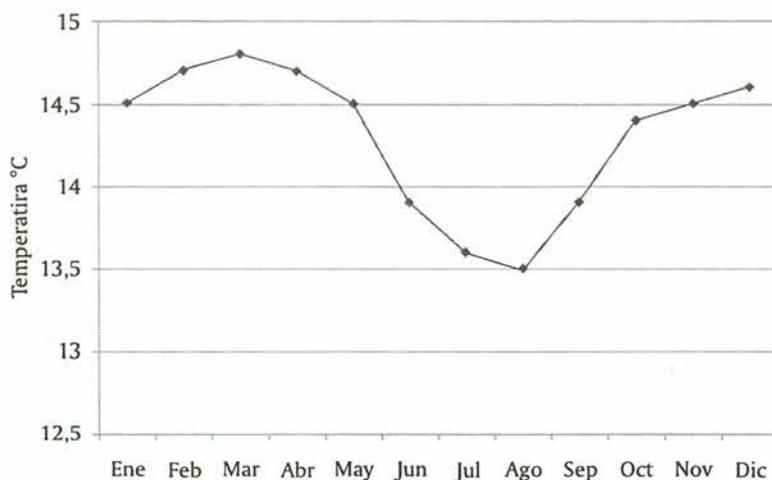


Figura 7. Temperatura media mensual en los dos municipios.

De la clasificación de zonas de vida de Holdrige (1978), el municipio de Boyacá cuenta con tres zonas; en las dos últimas se encuentran los cultivos de arracacha (tabla 4), (EOT, 2003).

Tabla 4. Zonas de vida (Holdrige, 1978) en el municipio de Boyacá.

Zona de vida	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura media anual (°C)
Bosque Húmedo Montano	2800 a 2900	500 a 1000	6 a 12
Bosque: Seco Montano Bajo	2400 a 2800	500 a 1000	12 a 15
Bosque Húmedo Montano Bajo	2200 a 2400	1000 a 2000	15 a 18

En el caso de Turmequé también se presentan tres zonas de vida: Bosque Seco Montano Bajo, Bosque Húmedo Montano Bajo y Páramo andino, esta última con las siguientes condiciones: 3200 a 3400 msnm; 12 a 18 °C; 800 a 2000 mm/año (EOT, 2003). Los cultivos de arracacha se ubican dentro de las dos primeras zonas.

## 2.2 ÁREA DE LOS CULTIVOS Y POSESIÓN DE LA TIERRA

### Estado del arte

Acerca del tamaño y la posesión de la tierra, el EOT del municipio de Boyacá (2003) indica: “la estructura de tenencia de la tierra se caracteriza por la existencia del microfundio a gran escala, donde el 71% de los predios son menores a una hectárea, distribuido entre el 69% de los propietarios. Igualmente, el 23% de los predios corresponde al rango entre una y tres hectáreas, predominando las pequeñas parcelas utilizadas para el desarrollo de actividades agropecuarias donde el nivel de productividad es muy bajo y, como consecuencia, los ingresos de aproximadamente el 90% de la población se fundamentan en una economía de subsistencia”.

En el caso de Turmequé, el EOT municipal indica que para el año 1999, el 87,3% de los predios tenían 2 ha o menos; el 12,1%, hasta 8 ha, y el restante 0,6%, más de 8 ha. Tradicionalmente el municipio ha presentado carácter minifundista como característica principal en la distribución de la propiedad.

En el municipio de Boyacá, las fincas que conforman la muestra de estudio presentan áreas que varían entre 0.5 y 20 ha, la mayoría (70% aprox.) de menos de 3 ha. No se obtuvieron datos más exactos ya que un alto porcentaje de los productores (42%) no suministró información, debido al temor de que ésta fuera empleada con fines diferentes a los del estudio, tales como establecer el valor de impuestos. Este comportamiento se percibió también en otros de los puntos estudiados. En otros casos, se pudo establecer que suministraron datos que no correspondían con la realidad. A pesar de lo anterior, los datos aquí reportados se enmarcan bien dentro de las estadísticas referidas en el EOT municipal.

En el municipio de Turmequé, también se presentaron casos de desconfianza por parte de los entrevistados, por lo que 53% no suministró los datos del área de la finca. El 43% de las fincas no supera las 5 ha y tan solo 4% alcanza las 14 ha.

### Área en arracacha

### Estado del arte

En la tabla 5 se muestran los datos de área cultivada en arracacha en los principales departamentos productores y en los principales municipios de Boyacá, durante los últimos 5 años. Como se puede observar, Boyacá se

ubica en el cuarto lugar nacional. El municipio de Tibaná aparece con un incremento de área cultivada que lo ubica como primer productor departamental en 2008, pero el municipio de Boyacá muestra una mayor estabilidad.

Según los productores del municipio de Boyacá, las veredas con mayores áreas de cultivo en arracacha son Rupaguata (información también reportada en el EOT municipal), Pachaquirá y Rique. A pesar de que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural MADR no reporta áreas de arracacha para Turmequé, los encuestados indican que las veredas productoras son Chiratá, Pozo Negro, Páscata y Teguanegue.

**Tabla 5. Área (ha) cultivada en arracacha en los últimos cinco años.  
Datos departamentales y municipales (Boyacá).**

Año \ Departamento	2004	2005	2006	2007	2008
Tolima	5027	4801	4201	3994	3235
Norte de Santander	469	462	490	511	683
Huila	830	668	624	629	563
Boyacá	398	512	569	434	517
Valle del Cauca	321	338	384	382	372
Cundinamarca	408	407	400	400	323
<b>Municipios Boyacá</b>					
Tibaná	90	90	90	100	200
Boyacá	130	130	130	130	130
Jenesano	65	65	65	50	62
Ciénega	15	7	125	25	50

Fuente: MADR (2008b)

El municipio de Boyacá ha sido tradicionalmente productor de arracacha, en tanto que Turmequé no. Aunque oficialmente no se reportan áreas de arracacha en Turmequé, las observaciones de campo hechas en la investigación permitieron hacer un estimativo de cerca de 50 ha para el año 2009, observándose tendencia al incremento, sobre todo en las veredas de las partes bajas del municipio (2500 msnm).

Como se observa en la figura 8, en el municipio de Boyacá ninguno de los cultivos visitados supera tres hectáreas. La mitad están entre 1 y 3 ha. Aproximadamente en el 40% de los casos, el cultivo de arracacha ocupa menos de la mitad del área total de la finca, y en un 5% ocupa la totalidad.

En Turmequé, la tercera parte de los productores no informó sobre el área de sus cultivos y cerca de la mitad indican que no supera 1 ha. Generalmente el área de la finca ocupada por el cultivo de arracacha no supera el 20%, excepto en pocos casos, en los que sobrepasa el 50% o incluso se acerca al total.

Los datos sobre área permiten observar que este es un cultivo de tipo mini y microfundista, que en el municipio de Boyacá está ligado principalmente a la tradición adquirida de los ancestros; existen reportes de que era un cultivo practicado por los nativos muiscas en sitios cercanos a los de habitación, en asocio con especies como maíz, frijol, calabazas y fique (Villate, 1994).

En algunos casos, un mismo productor tenía más de un cultivo de arracacha en diferentes sitios o veredas y fue común encontrar que la sembraban en “compañía” o en “sociedad”. En los sistemas conocidos como compañía o sociedad, cada uno de los “socios” aporta uno o varios de los siguientes elementos para la producción: tierra, semilla, mano de obra, insumos y capital; los ingresos se distribuyen equitativamente o como se haya pactado previamente.

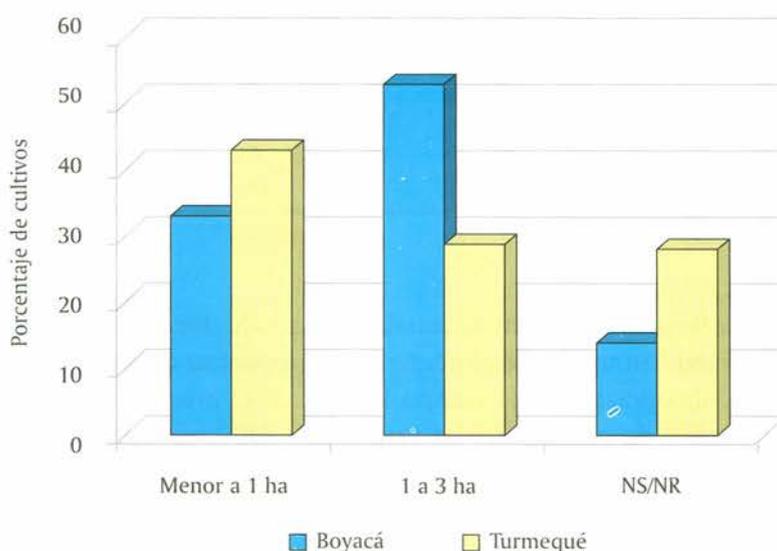


Figura 8. Área de los cultivos en Boyacá y Turmequé.

## Tenencia de los predios con arracacha

En el municipio de Boyacá, el 67% de los encuestados dicen tener sus cultivos en terreno propio, mientras que el 8% han sembrado en lotes arrendados; un 17% cultivan en compañía, en donde el terreno pertenece al otro socio, y el 3% están bajo otros sistemas, como el empeño. En Turmequé, el 75% de los terrenos cultivados con arracacha pertenecen a los encuestados; el 14% están sembrados en compañía, y el 7% son lotes arrendados. Al realizar una comparación sobre este aspecto, Boyacá y Turmequé muestran gran similitud, siendo muy frecuente el cultivo en lotes propios, seguido por el sistema de siembra en compañía.

## 2.3 SISTEMA DE SIEMBRA

### 2.3.1 Cultivos asociados y rotaciones

#### Estado del arte

Según el Esquema de Ordenamiento Territorial, en el municipio de Boyacá los cultivos que más contribuyen al desarrollo económico son, en orden de importancia: papa, arracacha, maíz, frijol, arveja y frutales, como manzano, ciruelo, durazno, curuba, mora y tomate de árbol; debido al microfundio existente, la producción es diversificada; se encuentran las siguientes combinaciones: arracacha-maíz, papa-arveja, haba-maíz y arveja, maíz-frijol.

En Boyacá el 25% de los productores entrevistados siembran la arracacha como monocultivo, mientras que el 75% la cultivan en asocio con especies tanto semestrales como anuales y perennes (figura 9); dentro de las perennes, los frutales son muy importantes y con frecuencia corresponden a tomate de árbol. En las semestrales y anuales, el maíz y las leguminosas como frijol, arveja, garbanzo y haba son las principales, se siembran al tiempo con la arracacha o con poco tiempo de diferencia y luego de ser cosechadas, dan paso para la continuación del desarrollo de esta.

En Turmequé, el 36% son monocultivos, mientras que el 64% están en asocio con las mismas especies que en Boyacá (con excepción del garbanzo): maíz, arveja, frijol, haba y frutales, tomate de árbol y curuba. En la figura 9 se observa asociación con garbanzo (a y b), tomate de árbol (c) y un monocultivo de arracacha (d).

En los dos municipios, la especie más frecuente en las asociaciones con arracacha es el maíz (Boyacá, 63%; Turmequé, 67%). Esta práctica se mantiene desde épocas



**Figura 9. Sistemas en monocultivo y asocio. (a) y (b) arracacha asociada con garbanzo, (c) arracacha asociada con tomate de árbol y (d) monocultivo de arracacha.**

precolombinas; Villate (1997) indica que el maíz era una de las especies más usadas en asociación en los sistemas agrícolas de la cultura Muisca. La importancia del sistema de siembra en asocio radica en un mejor aprovechamiento del terreno, pues este permanece ocupado durante un largo tiempo por el cultivo de arracacha. Cuando los frutales se implantan con distancias de siembra amplias, se aprovecha el espacio de las calles para el cultivo de esta raíz. Las especies asociadas complementan el ingreso familiar y se destinan en parte al autoconsumo. En el departamento de Cajamarca (Perú), Jiménez (2005) menciona el asocio de arracacha con maíz, frijol o papa.

Por ser la papa el cultivo más importante del municipio, en el 33% de los casos, ésta precede a la arracacha. Muchos productores manifiestan que la arracacha se desarrolla bien sin necesidad de realizar fertilización adicional a la residual de la papa. Un 30% se planta a continuación de un periodo de “descanso” del terreno,

en el que es dejado para pastoreo. En menor proporción el cultivo anterior es maíz (17%), fríjol (6%) o no se hace rotación y se siembra nuevamente arracacha. En Turmequé, al igual que en Boyacá, el mayor porcentaje de productores (40%) la siembran después de papa, el 21% después de pastos, el 7% después de fríjol, 4% después de maíz y 4% después de curuba.

En Boyacá, el 64% de las fincas visitadas cuentan con cultivos diferentes a la arracacha, generalmente frutales (tomate de árbol, uchuva, curuba y caducifolios), leguminosas (arveja, fríjol y garbanzo), maíz y papa; en el 17% solo se cultiva arracacha y cuentan con praderas para pastoreo de ganado bovino u ovino. Como aspecto significativo es de destacar que se observaron dos especies leguminosas que no son de producción a escala comercial, pero sus cultivadores mencionan que hicieron parte importante del sistema agrícola familiar hace algunas décadas; se conocen comúnmente como alverjuelo y lentejuelo (figura 10); sería interesante conocer más en profundidad sobre la botánica de estas especies, su valor nutricional y las razones que llevaron a que se descontinuara su producción, ya que parece que corren riesgo de desaparecer.

En Turmequé, además de arracacha, el 86% de los encuestados cultivan otras especies en sus fincas, encontrándose coincidencias con Boyacá: 25% en frutales (curuba, tomate de árbol, caducifolios como durazno, pero y ciruelo), leguminosas (arveja, fríjol), maíz y papa.

### 2.3.2 Suelos y su preparación

En el apartado “Condiciones edáficas y climáticas de la zona de estudio” se presentó una información general sobre las características de los suelos.

#### Estado del arte

No se encontraron estudios profundos sobre las características de los suelos aptos para el cultivo de arracacha. Higueta (1968) refiere que los mejores suelos son los orgánicos con buen drenaje, y observó que en un suelo ácido (pH 5,5) de la sabana de Bogotá se obtuvieron altos rendimientos y que en texturas arcillosas y francoarcillosas el engrosamiento de las raíces es limitado. Por su parte, Jiménez (2005) indica que los suelos arenosos con pH de 5 ó 6 son los más apropiados y que deben ser profundos y bien drenados.

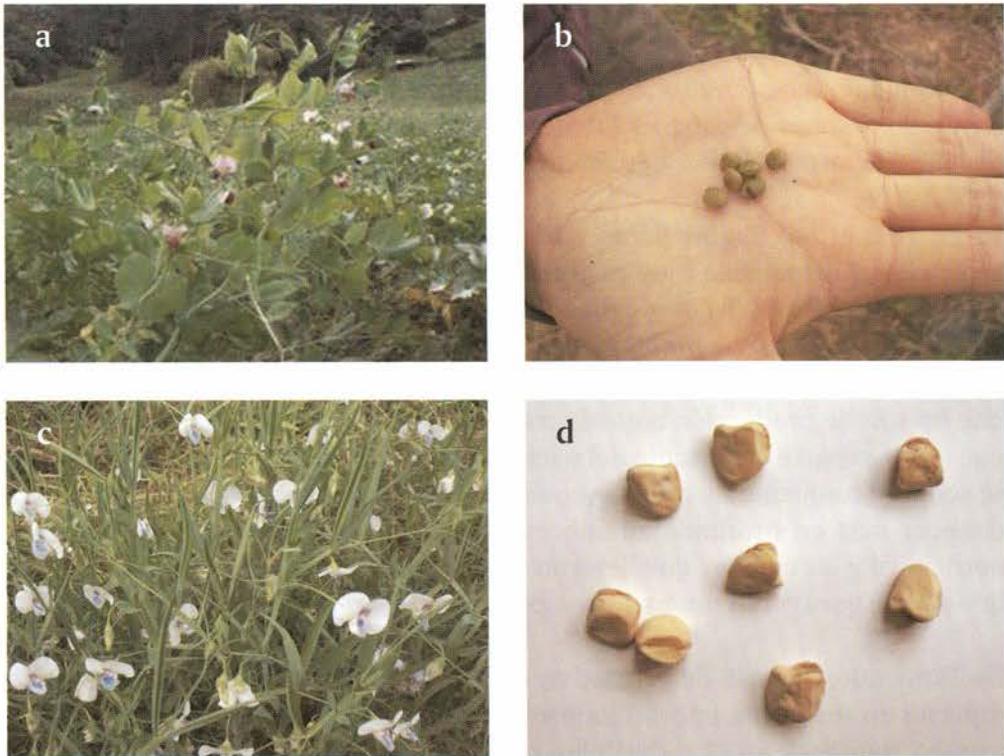
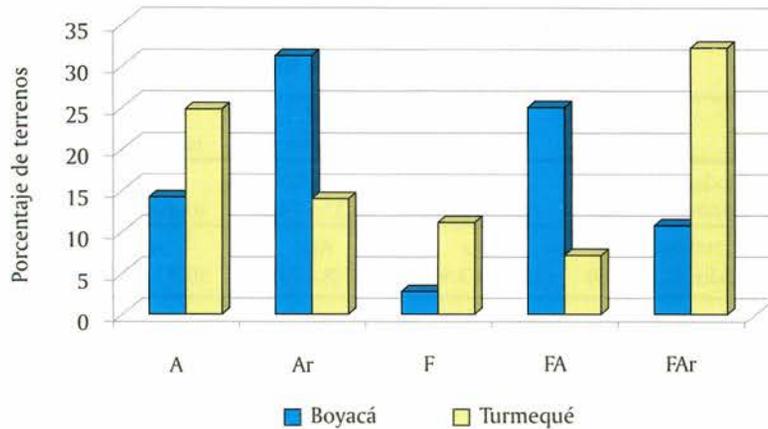


Figura 10. Plantas de alverjuelo y lentejuelo. (a) Planta de lentejuelo, (b) Semilla de lentejuelo, (c) Planta de alverjuelo y (d) Semilla de alverjuelo.

Canahua (1977) menciona que la preparación del suelo debe ser esmerada y cuidadosa, aunque en algunos lugares se siembra en zonas de fuertes pendientes, montañosas, y que generalmente es igual que para maíz o papa. Higueta (1968) indica que la preparación debe realizarse mediante tractor, surcando en caballones, ya que origina mayor producción de raíces.

Camacho y Lozano (1995) indican que en el municipio de Cajamarca, bajo pendientes del 40 y 50%, la preparación del terreno se realiza con azadón. Existen dos modalidades: el caballoneo y el hoyo vaciado; en la primera el suelo se pica y se levantan caballones a 90 cm uno del otro, y en la segunda se hacen hoyos de 30 cm de profundidad, distanciados a 80 cm en cuadro.

Jaramillo (1984) indica que en suelos que ya han sido cultivados, se ara o se pica profundo, mínimo a 30 cm, y dos semanas después se cruza y rastrilla.



A: arena, Ar: arcilla, F: franco, FA: franco arenoso, FAr: franco arcilloso

**Figura 11. Textura de los suelos en los cultivos visitados.**

Las observaciones de campo permiten realizar la siguiente distribución porcentual acerca de la textura del suelo en los cultivos visitados (figura 11).

Como se puede observar, en Boyacá es más frecuente encontrar cultivos en suelos arcillosos y francoarenosos, mientras que en Turmequé la mayoría se ubican en suelos francoarcillosos y arenosos. Los productores no han identificado claramente la existencia de relación entre las propiedades físicas del suelo y el rendimiento o la calidad de la raíz, pero en Boyacá uno de ellos manifiesta que los arcillosos dan origen a raíces más blancas. Igualmente, otro menciona que suelos oscuros originan raíces de color más oscuro.

No se adelantó una caracterización química de todos los suelos en las fincas visitadas, pero se realizaron seis análisis, tres en Turmequé (vereda Teguanegue) y tres en Boyacá (veredas Centro, Huerta Grande y Pachaquirá). De acuerdo con los resultados de estos análisis, en la tabla 6 se muestra una clasificación general según acidez, materia orgánica (M.O), fósforo (P), potasio (K) y capacidad de intercambio catiónico (CIC), que fueron los parámetros que mostraron más similitud en cada municipio.

Las observaciones sobre rendimiento de raíces (serán presentadas más adelante) y los valores de pH encontrados en los suelos analizados, coinciden con la información de Higuita (1968) sobre los buenos rendimientos de raíz en suelos ácidos. No se dispone de información sobre requerimientos nutricionales de la arracacha, para determinar si los contenidos de elementos minerales de estos suelos son adecuados. El tema de fertilización será considerado en otro aparte.

**Tabla 6. Clasificación de seis suelos de acuerdo con algunos parámetros químicos.**

Municipio	pH	M.O. (%)	P (ppm)	K (meq/100 g)	C.I.C (meq/100 g)
Boyacá	Moderadamente ácidos (4.9 a 5.8)	Baja (1.71 a 3.98)	Variable (7.33 a 74.1)	Alto (0.49 a 0.86)	Media (7.22 a 15.76)
Turmequé	Extremadamente ácidos (4.3 a 5.0)	Baja (2.65 a 3.98)	Alto (41.8 a 77.9)	Alto (0.71 a 1.28)	Baja (6.96 a 8.38)

La preparación del terreno para la siembra de arracacha depende del uso o cultivo anterior. En los cultivos más grandes, cuando el terreno estuvo ocupado por pastos, se ara, rastrilla y surca con tractor. Cuando proviene de cultivos que exigen alta mecanización, tan solo se surca. Algunos productores refieren el uso de rotovator en lugar de rastrillo. Los agricultores más pequeños generalmente realizan todas las labores con azadón o hacen uso de arados de tiro jalados por caballos o bueyes (figura 12).



**Figura 12. Surcado con caballo.**

### 2.3.3 Material de propagación

#### **Estado del arte**

Como material de propagación de la arracacha se usan los hijuelos, colinos o propágulos. Son ramificaciones cortas o brotes que parten hacia arriba de la corona o cepa madre, a la que están adheridos por una base angosta. La longitud de estos hijuelos es variable, llega hasta los 6-7 cm. En el extremo superior se forman las hojas. A la cosecha se separan estos hijuelos, se

seleccionan y se dejan marchitar por tres o cuatro días, se procede a hacerle corte en redondo a la cepa para facilitar el enraizamiento y se les quita todas las hojas, dejando únicamente la yema (Jaramillo, 1984). Blas *et ál.* (2006) refieren que una planta puede producir entre 15 y 40 colinos.

Según Dos Santos (2004b), después de separados de la planta madre, los colinos deben ser empacados en costales para realizar una desinfección, mediante su inmersión en una solución de hipoclorito de sodio al 10% durante 10 minutos. En Ecuador, Espinosa (2004) indica que en cultivos comerciales el colino es desinfectado con Vitavax® antes de la siembra, y en Cajamarca (Tolima) se hace una inmersión en Benomyl® (5 g/l) por tres minutos y luego se deja secar por 24 horas (Valderrama y Mantilla, 1989, citados por Aguirre y Vásquez, 2000).

Una técnica muy promisoriosa desarrollada en Brasil es el enraizamiento del colino antes del trasplante a campo. Se parte de material obtenido de una planta sana y vigorosa, que se desinfecta en una solución de hipoclorito, se deja secar y se corta basalmente en bisel. Posteriormente se elabora un almácigo, al igual que para otras hortalizas, y se siembran los colinos a una distancia de 5 a 7 cm. Después de 45 a 60 días, los colinos se encuentran enraizados y listos para el trasplante a campo (Dos Santos *et ál.*, 2004). Entre los beneficios de la aplicación de esta técnica se cuentan un mejor desarrollo del follaje, la reducción de la duración del ciclo del cultivo y el aumento de los rendimientos (Câmara 1992, citado por Hermann, 1997).

Acerca del tamaño del colino, trabajos adelantados en Brasil por Heredia *et ál.* (2009), muestran que los de menor tamaño (5,7 g) originan mayor rendimiento de raíces comerciales (hasta 14,5 t/ha) frente a los de mayor tamaño (9 t/ha) a los 239 días después de siembra.

En los dos municipios, el material de propagación es conocido como “colino” o “semilla” (Figura 13). En Boyacá, la mayoría de los agricultores cortan los colinos dos meses antes de realizar la cosecha de la raíz (figura 14); la longitud del colino es variable, pero algunos de los encuestados indican que un menor tamaño da origen a una mayor producción de raíces. Después del corte, es empacado en costales de fibra, iguales a los empleados en el empaque de la raíz.

En el municipio de Boyacá se recogieron datos sobre peso de los colino, al momento de ser cortados de la planta madre. Los valores presentados en la tabla 7 muestran

cómo el peso del colino varía entre materiales genéticos, y este factor se refleja en variaciones en el número de arrobas o bultos de semilla que se requieren para plantar una hectárea.



Figura 13. Tipos de colino.

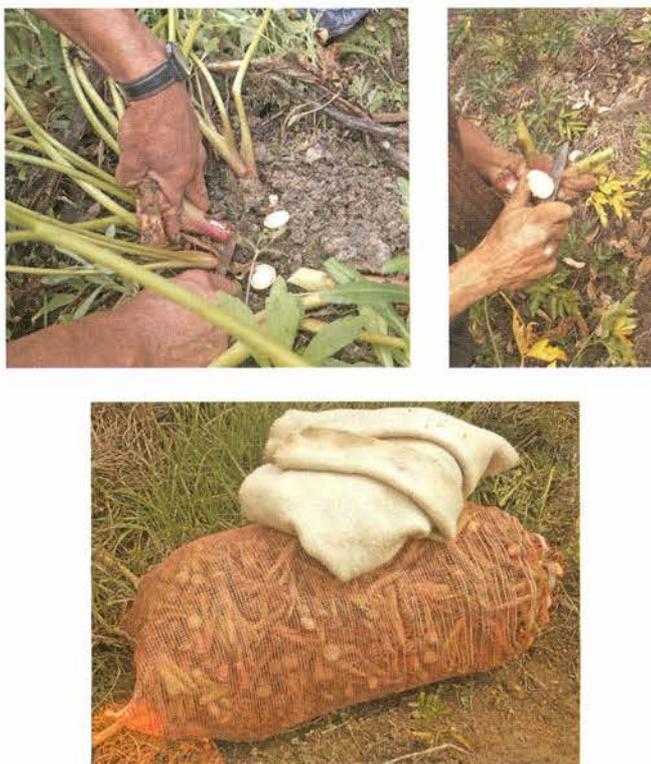


Figura 14. Preparación y empaque de colinos.

**Tabla 7. Peso del colino en algunos cultivos visitados.**

Material	Peso del colino (g)
Blanca de tarro	51
Amarilla de tarro	46
Yucataná	30
Paliverde	21
Palirrusia	37
Palinegra	30
Yema de huevo	27
Promedio	35

En Boyacá, la siembra se realiza inmediatamente después del corte del colino, al día siguiente o a los pocos días; en Turmequé, por el contrario, generalmente se deja ocho a quince días almacenado, para descartar material que esté afectado por enfermedades.

En ninguno de los cultivos visitados se hace desinfección del colino antes de la siembra. No se constató que los productores tuvieran criterios definidos sobre las condiciones sanitarias y de vigor de las plantas para la obtención de material de propagación. Esta situación merece especial atención, ya que incluso ellos mismos indican la difusión de enfermedades a través de los colinos.

En Boyacá, el 61% de los productores utilizan “semilla” de sus propios cultivos, el 25% la obtienen en la misma vereda, mientras que el 8% la adquieren en otras veredas. De acuerdo con la cantidad de “semilla” sembrada al momento de la visita de campo, los agricultores entrevistados en Boyacá se distribuyeron en cuatro grupos, y los de Turmequé, en tres, como muestra la figura 15. En Turmequé los agricultores siembran hasta 25 bultos, mientras que en Boyacá se encontraron cultivos más grandes, de 30, 40, 60 y 70 bultos.

Debido a que en Turmequé la arracacha no es una especie representativa en área, un alto porcentaje de productores (39%) se ve en la necesidad de adquirir la semilla en otros municipios como Boyacá, Tibaná y Ramiriquí; el 18% la cosechan de sus propios cultivos, y el 11% la compran en la misma vereda a un vecino.

No se pudo hacer una relación entre el número de bultos sembrados y el área del cultivo, ya que, como se explicó, el peso del colino y la distancia de siembra son muy variables.

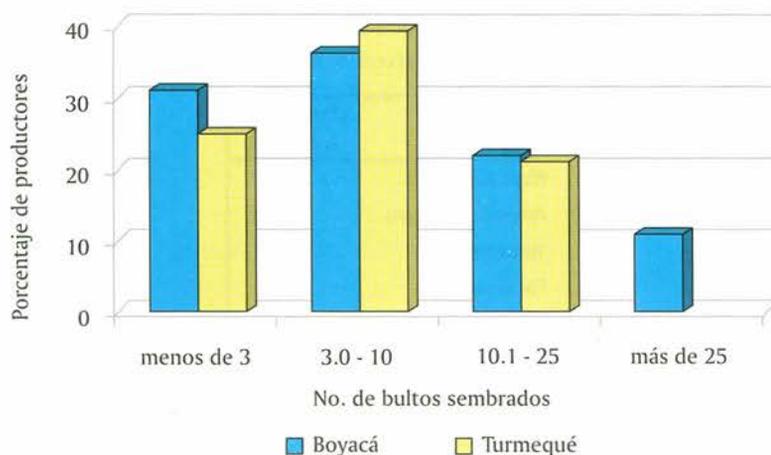


Figura 15. Clasificación de productores de acuerdo con el número de bultos de colino sembrados.

### 2.3.4 Época de siembra

#### Estado del arte

Amaya y Julca (2006) mencionan que la arracacha puede sembrarse durante todo el año, aunque las épocas de lluvia son más favorables. En Brasil (regiones a mayor latitud), se planta al inicio de la primavera. Seminario y Coronel (2004) señalan lo siguiente para el Distrito de Huambos, Provincia de Chota (Perú): “La plantación en La Quichua [1900-2050 msnm] se realiza principalmente de septiembre a abril, época de lluvias. En La Jalca [2250-2450], la plantación de arracacha se realiza todo el año, porque los suelos tienen mayor humedad. Sin embargo, las mejores plantaciones son de marzo a junio, y de septiembre a diciembre. No se hacen plantaciones en los meses de enero y febrero, porque estas siembras son afectadas por la “ranchar” [enfermedad fungosa del follaje] con mayor frecuencia” (p. 268)

Tanto en Boyacá como en Turmequé se encontró que no existe una época del año definida para realizar la siembra de la arracacha. El único mes en que no se reportaron siembras fue junio, para Turmequé, y en las visitas se observaron cultivos de diferentes edades. Algunos productores siembran más de una vez por año, ya que cuentan con diferentes lotes o lo hacen en sociedad. Uno de los factores más determinantes para la época de plantío es la disponibilidad de “semilla” y del terreno, esta última sujeta a la cosecha de los cultivos que lo estuvieran ocupando.

### 2.3.5 Distancias de siembra

#### Estado del arte

Vásquez y Gutiérrez (2000) reportan que para el municipio de Cajamarca (Tolima) las distancias de siembra óptimas son 0,5 m entre plantas y 1 m entre surcos; datos iguales reporta Jaramillo (1984) en Antioquia; así se origina una densidad de 20000 plantas/ha. Los resultados de experimentos en Tibaitatá, Sabana de Bogotá, permiten recomendar distancias de 90 cm entre surcos y 50 entre plantas (Higueta, 1968). Amaya y Julca (2006) indican que en La Libertad (Perú), las distancias que permiten un mejor rendimiento son 70 a 80 cm entre surcos y 30 a 40 cm entre plantas.

En Boyacá se emplean dos sistemas de siembra, por surcos y mojonado. Mojonado hace alusión a “mojón”, que para este caso puede entenderse como un montículo de suelo sobre el que se encuentra ubicada una planta, independiente de las plantas vecinas (figura 16b). Aunque fue un método de siembra frecuente hace más de dos décadas, en la actualidad está en desuso, tan solo se observó en dos cultivos del municipio de Boyacá; se desconocen sus ventajas o desventajas, puede haber sido reemplazado por la siembra en surcos, ya que facilita el laboreo con maquinaria o animales, mientras que los mojones deben ser construidos con azadón. El sistema en surcos (figura 16a) es el tradicional que se usa en cultivos como la papa.

En Boyacá, la distancia de siembra más frecuente entre surcos es de 80 cm (43% de los cultivos), seguida por distancias entre 40 y 70 cm (31%). La distancia entre plantas en la mayoría de casos (64%) es de 40 y 50 cm, seguida por la de 20 y 30 cm (14%). En un pequeño porcentaje (6%) se observaron otras distancias (25 x 100 cm; 35 x 60 cm en surco doble, o mojonado a 70 x 80 cm).

En Turmequé, la distancia entre plantas más común fue de 40 y 50 cm (68%), el 14% se encontró a distancias menores de 40 cm y el 11% a distancias mayores (80 cm ó 3,5 m en cultivos asociados a frutales). Entre surcos la más frecuente (46%) es de 80 cm, seguida por 60 y 70 cm (18%) y más de 80 cm (7%). En sistemas en asocio, la distancia de siembra entre surcos está determinada por la de los surcos de la especie asociada, como es el caso específico de los frutales caducifolios, curuba y otros.

Debido a la gran variabilidad que se presenta en las distancias de siembra, la densidad de plantación también registra grandes variaciones. En la tabla 8 se

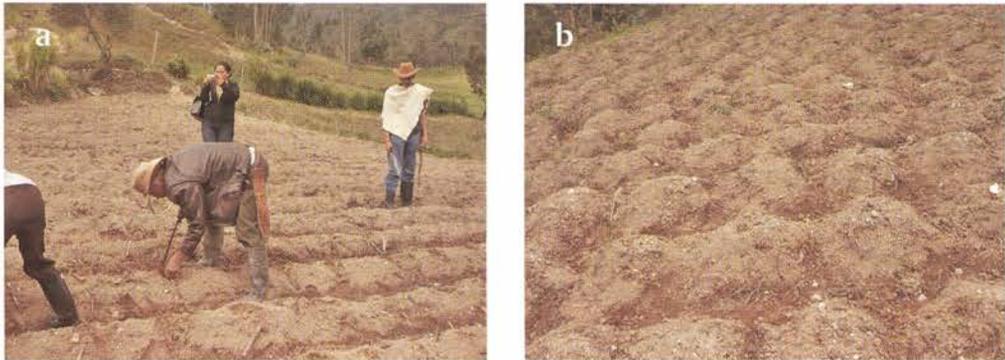


Figura 16. Siembra por surcos y mojonado.

muestran las densidades de siembra calculadas a partir de los datos de distancias que presentaron mayor frecuencia, observándose que esta densidad puede ir desde 20.800 hasta 41.600 plantas/ha.

### 2.3.6 Mano de obra

La mano de obra para las diferentes labores del cultivo es de tres tipos: familiar, contratada o prestada. En los cultivos pequeños la mano de obra empleada es de tipo familiar, aunque si no es suficiente en labores como desyerba o cosecha, se contratan algunas personas por jornales o se usa la “mano de obra prestada”; esta última se da entre miembros de una misma familia o vecinos, que tienen cultivos propios y laboran por jornales en otro cultivo, pero que luego son devueltos como jornales para sus propios cultivos. Los cultivos de mayor extensión (superiores a 1 ha), hacen uso de mano de obra familiar, pero siempre deben complementarla con la contratada. En la figura 17 se presenta la distribución porcentual del tipo de mano de obra empleada.

Tabla 8. Densidades de siembra de la arracacha.

Distancia entre plantas (cm)	Distancia entre surcos (cm)	Densidad de siembra (plantas/ha) aprox.
40	60	41 600
	70	35 700
	80	31 200
50	60	33 300
	70	28 600
	80	25 000
60	60	27 800
	70	23 800
	80	20 800

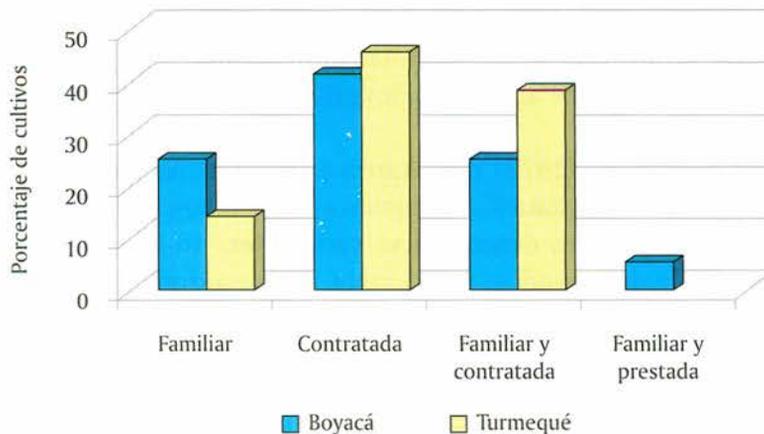


Figura 17. Distribución porcentual del tipo de mano de obra empleada en los cultivos.

## 2.4 MATERIALES GENÉTICOS

### Estado del arte

En la literatura consultada se observó el uso de variadas expresiones para referirse a los diferentes materiales genéticos existentes en la especie *Arracacia xanthorrhiza*, y no se tiene claridad sobre el concepto de “variedad”. Las más comunes son: cultivar, forma hortícola, accesión y morfotipo (Sánchez y Vásquez, 1996; Higuita, 1968; Jaramillo, 1984; Vásquez *et ál.*, 2004, y Seminario, 2004).

Seminario (2004) indica que en Cajamarca (Perú), al preguntar a los agricultores sobre las variantes que existen dentro de la especie, ellos refieren la existencia de diferentes layas, “el concepto es aproximadamente equivalente al concepto de cultivar, el cual corresponde o se describe como un morfotipo de planta”: estas se diferencian de acuerdo con características morfológicas (color del follaje, color de los peciolo, color exterior e interior de la raíz y presencia de color secundario), procedencia, aceptación en el mercado, rendimiento, entre otras.

Según Higuita (1968), las diferentes formas hortícolas se reconocen por el color de follaje, el color externo de la raíz y el color de los vasos de aceite (anillo) de la raíz, así:

- Color del follaje: verde o morado

- Color de la raíz: blanca, crema, amarilla o morada
- Color de los vasos de aceite: (anillo) gris, morado, violeta o incoloro

Higuita y Rodríguez (1975) reportaron la existencia, en el Centro de Investigaciones de Tibaitatá (Cundinamarca), de una colección de 15 formas hortícolas, que podrían denominarse variedades, procedentes de Perú, Putumayo (Valle de Sibundoy) y Antioquia, que se agrupan en tres clases:

- Blancas: Salamineña (Antioquia)
- Amarillas: Yema de huevo (Ibagué) y otras
- Moradas

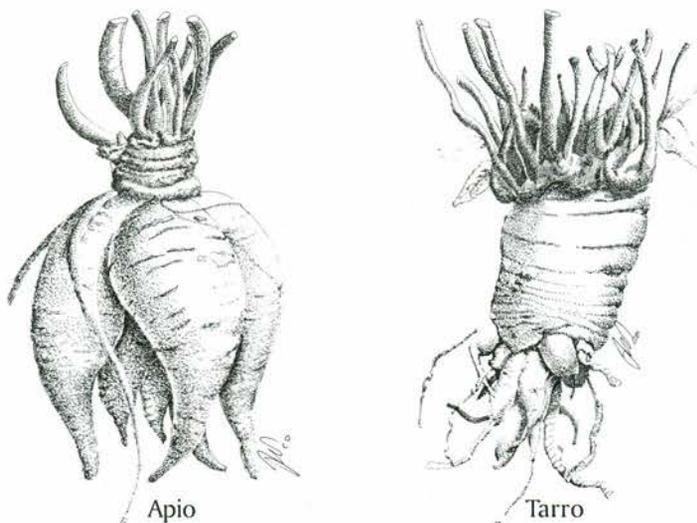
Vásquez *et al.* (2004) indican que es posible que la mayoría de materiales de Boyacá provengan del sur del país, dado que la dispersión de los materiales domesticados se dio de sur a norte. La dispersión pudo haberse dado por parte de comunidades indígenas del Cauca y del Huila. Los mismos autores caracterizaron una colección de materiales genéticos -accesiones- provenientes de los departamentos de Huila, Cauca, Tolima y Boyacá, mediante descriptores morfológicos (principalmente el color de las diferentes estructuras) y cuantitativos (longitud y número de algunas estructuras, y rendimiento, entre otros). Todas las características cualitativas presentaron variabilidad, dentro de las cuales, el color de la raíz fue una de las más importantes para realizar el agrupamiento de las accesiones. De siete grupos conformados, cinco tienen raíces amarillas, por lo que los autores indican una preferencia de consumo hacia esta característica. De 13 variables cuantitativas, solo una, número de folíolos por hoja (cinco folíolos), no presentó variabilidad. El rendimiento fluctuó entre 20 y 4400 g/planta, con un promedio de 1064,5 g/planta. Otra variable, el número de raíces, fluctuó entre 2 y 36, con un promedio de 15,9, y el número de colinos por planta, entre 1 y 67, con un promedio de 19.

El trabajo de Seminario y Coronel (2004) en el distrito de Huambos (Perú) advierte la pérdida de cinco cultivares de arracacha en la región durante los últimos cincuenta años e identifican otros cinco, que los productores denominan localmente “amarilla”, “blanca”, “pata de pavo”, “morada” y “chigripana”.

Como se explicó, no se tiene claridad sobre el concepto de “variedad” en la arracacha, por tanto, en este documento se hará uso del término “materiales genéticos”.

Durante las visitas de campo, y en consenso con los productores, se llegó a la conclusión de que en Boyacá se encuentran siete materiales genéticos denominados localmente Paliverde, Palinegra o Palimorada, Palirrusia, Yema de huevo (también conocida como Cajamarca o Cartagena), Yucatana, Blanca de tarro y Amarilla de tarro. En Turmequé sólo se reportaron los materiales Paliverde, Palinegra, Palirrusia y Yema de huevo.

En Boyacá, los agricultores realizan una clasificación de estos materiales de acuerdo con la forma de la raíz, en dos categorías: de apio y de tarro o cepa. La primera categoría comprende los materiales Paliverde, Palirrusia, Palinegra y Yema de huevo, presentan una raíz principal (conocida como cepa) pequeña y apios (raíces reservantes) grandes. La segunda abarca los materiales Yucatana, Amarilla de tarro y Blanca de tarro que tienen una raíz central grande con pequeños apios, como se muestra en la figura 18. No se pudo establecer con exactitud si esta característica es propia de cada material genético o si depende del manejo dado al material de propagación (colino), ya que durante las visitas de campo se observaron plantas del material “Blanca de tarro” que presentaban raíz con apios medianos a grandes, y sus cultivadores explicaron que esto se debe a la forma como se prepara y se siembra el colino.



**Figura 18. Formas de la raíz en la arracacha.**  
Dibujos a la pluma, maestro Jorge Casas.

La tabla 9 muestra una descripción del color de algunas estructuras de la planta, como son hoja, tallo y raíz, para cada uno de los materiales genéticos encontrados en los dos municipios.

**Tabla 9. Diferenciación de los materiales genéticos encontrados, de acuerdo con el color de algunas de sus estructuras.**

Nombre común	Color de la hoja	Color del tallo	Color predominante en la raíz	Presencia de anillo morado en la raíz
Amarilla de tarro	Verde	Verde	Amarillo	No
Blanca de tarro	Verde	Verde	Blanco	*
Paliverde	Verde	Verde	Amarillo	Sí
Palirusia	Verde	Morado suave	Amarillo	No
Palinegra	Verde- Morado	Morado	Amarillo	No
Yema de huevo	Verde	Verde	Amarillo	No
Yucataná	Morado oscuro	Morado suave	Amarillo	Sí

\* Con el nombre blanca de tarro los productores identifican dos materiales: uno que presenta anillo morado en la raíz y otro que no lo presenta.

A continuación se indican los materiales encontrados en cada una de las veredas visitadas.

**Paliverde.** En Boyacá se encontró en todas las veredas visitadas; en Turmequé se encontró en las veredas Páscata, Juratá y Pozo Negro. Uno de los productores en Boyacá afirma que fue traído de Cajamarca (Tolima) en la década de los cincuenta. Los productores lo consideran uno de los que muestra mayor rendimiento de raíz (ver título Cosecha y rendimiento) y uno de los más apetecidos en el mercado (figura 19).



**Figura 19. Material Paliverde.**

**Palirusia.** En Boyacá se encontró en todas las veredas visitadas. En Turmequé se encontró en las veredas Teguanegue, Páscata, Chiratá y Pozo Negro (figura 20).



Figura 20. Material Palirusia.

**Palinegra.** En Boyacá se encontró en la vereda Pachaquirá. En Turmequé se encontró en las veredas Teguanegue, Páscata, Juratá, Pozo Negro y Jaraquira. Los productores indican que es uno de los materiales más antiguos, pues sus abuelos lo cultivaban (figura 21).



Figura 21. Material Palinegra.

**Yema de huevo (Cartagena, Cartagenera o Cajamarca).** En Boyacá se encontró en todas las veredas visitadas (figura 22). En Turmequé se encontró en las veredas Teguanegue, Páscata, Chiratá, Pozo Negro y Jaraquira. También presenta buena aceptabilidad en el mercado por el color de la raíz, aunque el rendimiento es menor que el del material Paliverde.



Figura 22. Material Yema de huevo.

**Blanca de tarro.** Como se indicó en la tabla 9, con el nombre blanca de tarro los productores identifican dos materiales, que no son diferenciables por el color del follaje, ni el color externo de la raíz, sin embargo uno de ellos presenta anillo de coloración morada en la raíz y el otro no. En Boyacá se encontró en las veredas Rupaguata y Pachaquirá. Al igual que en el caso del material Palinegra, los productores refieren que era cultivado por sus abuelos y que fue uno de los primeros en llegar al municipio. Debido a su bajo rendimiento frente a los demás materiales, además de no ser comercial, se ha dejado de cultivar y es mantenido en pequeñas huertas de agricultores para autoconsumo o para compartir con amigos y vecinos (figura 23).



Figura 23. Material Blanca de tarro.

**Amarilla de tarro.** En Boyacá se encontró en la vereda Rique. En Turmequé no se encontró. Junto con la blanca de tarro, perdió importancia para el mercado y está en riesgo de desaparecer de los sistemas agrícolas del municipio. Su rendimiento también es menor que el de los otros materiales (figura 24).

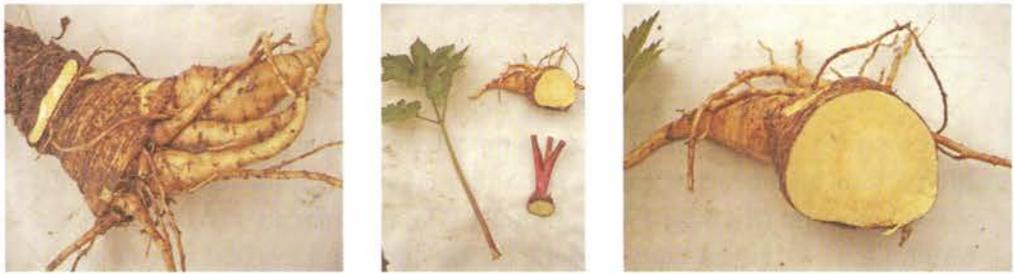


Figura 24. Material Amarilla de tarro.

Yucatana. En Boyacá se encontró en la vereda Centro.



Figura 25. Material Yucatana.

La figura 26 muestra el porcentaje de productores encuestados que cultivan cada material (la sumatoria es mayor a 100%, ya que un productor puede cultivar más de un material).

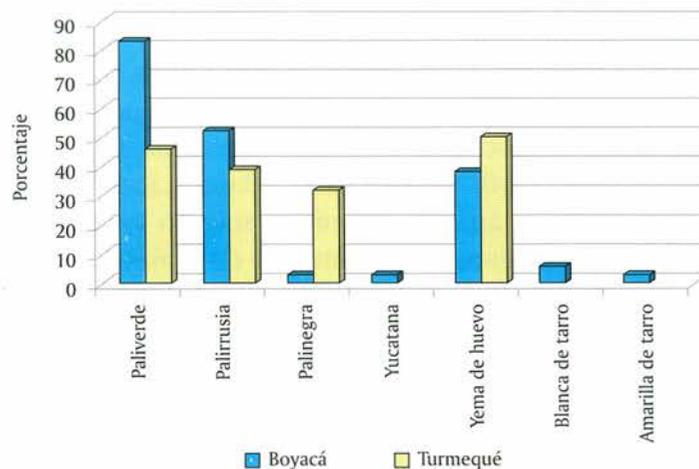


Figura 26. Distribución porcentual de los materiales genéticos cultivados por los agricultores encuestados.

## 2.5 RIEGO

### Estado del arte

En Colombia, las experiencias en campo indican que los requerimientos hídricos de la arracacha pueden ser suplidos por precipitaciones entre 600 y 1000 mm/año (Higuita, 1968; Jaramillo, 1984; Camacho y Lozano, 1995). Montaldo (1991) indica que se debe contar con mínimo 1000 mm de agua lluvia, igual valor refiere Jiménez (2005) para Perú, y que una distribución uniforme de las lluvias parece ser muy importante. Por su parte, Rodríguez *et ál.* (2003) dicen que cuando no se cuenta con riego, los requerimientos de lluvias están entre 800 y 1200 milímetros anuales, bien distribuidos, de preferencia con lluvia en el tiempo de la siembra y durante el desarrollo vegetativo del cultivo, pero que para el momento de la cosecha debe ser seco, para lograr una mayor acumulación de almidón en las raíces.

Amaya y Julca (2006) manifiestan que la arracacha es exigente en agua durante todo el periodo vegetativo, y que los riegos influyen sobre el aumento de la producción y la calidad de las raíces. Santos (1995), reportado por Hermann (1997), indica que en el sur de Brasil los cultivos que disponen de riego suplementario pueden llegar a doblar en rendimiento a los que no lo tienen. Según Dos Santos (2004a), en las condiciones del altiplano central brasilero se debe realizar riego diario durante los primeros 10 días después del trasplante de las mudas (colinos) enraizadas a campo, humedeciendo los primeros 10 cm del suelo; posteriormente, aplicar una lámina de 5-7 mm/día, dependiendo de las condiciones climáticas.

En Boyacá, el 86% de los cultivos visitados no dispone de un sistema de riego, por tanto, los requerimientos hídricos son suplidos únicamente por las precipitaciones, cuyo promedio anual es cercano a 934 mm, que como se indicó es el valor reportado por el IDEAM (2010) en la estación del municipio de Nuevo Colón. El restante 14% usa riego por aspersión, aunque solo en veranos fuertes o que coinciden con el establecimiento y enraizamiento de la planta. En Turmequé, con una precipitación media anual de 761 mm, el 75% de los cultivos no cuentan con riego, mientras que el 21% dispone de algún sistema por aspersión, y el 4% por gravedad.

En los dos municipios, los encuestados manifiestan que la arracacha es una planta que tolera bien la sequía, más no los encharcamientos, que ocasionan pudriciones de raíz. Bajo las condiciones de bajas precipitaciones, la tolerancia de esta especie

a la sequía es una de las características más favorables, ya que la existencia de un sistema de riego no se hace indispensable, reduciendo así los costos de producción.

## 2.6 FERTILIZACIÓN

### Estado del arte

Los estudios sobre evaluación de la respuesta de la arracacha en rendimiento de raíces a diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio presentan resultados variables, en dependencia de las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Vásquez y Gutiérrez (2000), reportan que en los trabajos de Ribero Da Silva *et al.* (1966), no encontraron una respuesta estadística consistente a la aplicación de diferentes dosis de N, P, K. En tres localidades del municipio de Cajamarca, solamente el fósforo aumentó sustancialmente la producción de raíces, dosis de 80 y 160 kg/ha de  $P_2O_5$ , que tuvieron igual respuesta. Además indican que los productores de arracacha desconocen recomendaciones técnicas para la fertilización y aplican indiscriminadamente fertilizantes, sin tener en cuenta las características de los suelos.

Para la Sabana de Bogotá, Higuita (1968) reporta que, de acuerdo con la fertilidad del suelo, se recomienda aplicar 500 a 600 kg/ha de abono 10-30-10 ó 12-24-12 al momento de la siembra.

En el estado de Río de Janeiro, Portz *et al.* (2003), señalan que no se observaron respuestas significativas en la productividad de raíces comercializables a las dosis aplicadas de fósforo (0, 150 y 300 kg/ha de  $P_2O_5$ ) y potasio (0, 80 y 160 kg/ha de  $K_2O$ ); la mayor productividad se alcanzó con una dosis de 60 kg/ha de N. Santos (1993), citado por Hermann (1997), señala que en Brasil la arracacha se cultiva con los nutrientes residuales dejados por el cultivo anterior de papa, y Santos *et al.* (1991) recomiendan para algunos suelos del Cerrado (Brasil) pobres en fósforo y potasio, la adición de 600 kg/ha de fertilizante compuesto 4-14-8, más 20 kg/ha de borax.

En Perú, Seminario (2002), citado por Tapia y Fries (2007) hace relación a la preferencia por suelos sueltos, arenosos, con contenidos medios de materia orgánica, niveles medios a bajos de N, y medios a altos de P y K. “En suelos de bosque recién incorporados a la agricultura las plantas con niveles

altos de N se «envician» (desarrollan follaje exuberante, con raíces delgadas)". Por otro lado, reportó mejor respuesta a la fertilización orgánica, y a niveles medios de fertilizantes inorgánicos de nitrógeno y fósforo (60-80-0).

El primer aspecto por mencionar en el tema de la fertilización es que ninguno de los productores de los dos municipios había realizado análisis de suelos en los lotes dedicados a la producción de arracacha. Lo anterior revela que el productor realiza la fertilización empíricamente, generalmente siguiendo la tradición adquirida de padres y abuelos, con la aplicación de los mismos productos, sin considerar el estado de fertilidad del suelo.

La figura 27 muestra el tipo de fuentes usadas para la fertilización. Como se puede apreciar, los dos municipios presentan un comportamiento similar, siendo más común la fertilización con fuentes químicas, que generalmente corresponden a 15-15-15 o productos con grado similar. En mucha menor frecuencia se hace fertilización con fuentes orgánicas como gallinaza, estiércol y humus o la mezcla de estos con abonos químicos; especialmente en los cultivos de tipo familiar, ya que los de tipo comercial siempre hacen uso de las fuentes químicas.

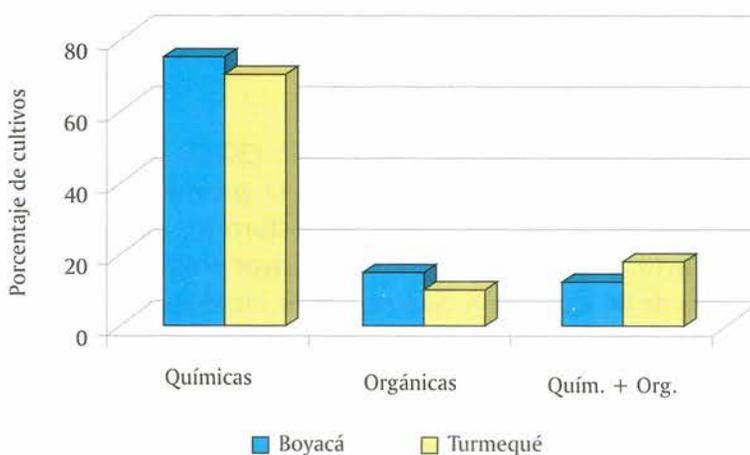


Figura 27. Tipos de fuentes usadas en la fertilización.

No se observa un patrón, respecto a la época de aplicación de la fertilización, ya que algunos productores abonan a la siembra y otros a diferentes edades del cultivo, pero generalmente antes de los 6 meses. En la figura 28 se observa que más del 60% de los encuestados abonan dos o tres veces durante el ciclo de cultivo.

Cuando la arracacha es precedida por un cultivo de papa, los productores realizan un menor número de aplicaciones o no fertilizan al momento de la siembra, pues dicen que la arracacha aprovecha los residuos de los abonos aplicados a la papa, lo cual coincide con lo mencionado por Dos Santos en Brasil y por Seminario (1991).

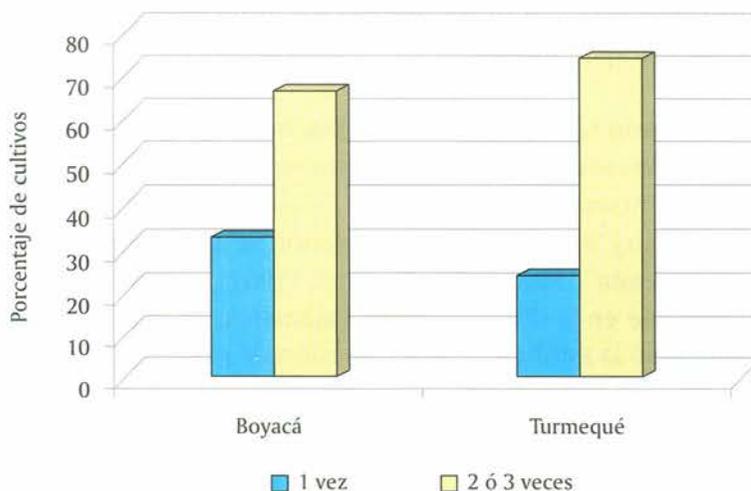


Figura 28. Número de aplicaciones de fertilizantes.

Dada la variabilidad en la respuesta a la aplicación de diferentes cantidades de N,P,K, reportada en la literatura, es necesario realizar evaluaciones bajo las condiciones de suelo específicas de cada municipio.

## 2.7 ENFERMEDADES

### Estado del arte

Varios hongos atacan diferentes órganos de la planta. La enfermedad más importante en Brasil es producida por *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, que causa pudrición de la raíz y la planta. Otros hongos que dañan las raíces en campo y durante el almacenamiento son *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium* sp., *Phoma* y *Rhizopus* sp. Las manchas foliares son causadas por *Septoria* sp., *Cercospora* sp. y *Xanthomonas campestris* pv. *arracaciae* (Normanha y Silva, 1963, y Ventura y Costa, 1996, citados por Hermann, 1997; Henz, 2002). Dos Santos (2004a) menciona que las enfermedades que causan daño económico en Brasil son marchitamiento por esclerotinia (*S. sclerotiorum*) y

marchitamiento por esclerocium (*Sclerotium rolfsii*); en poscosecha las mayores pérdidas se deben a pudriciones causadas por bacterias como *Erwinia* (Hermann, 1997) también la reporta como patógeno en campo) y el hongo *Rhizopus* sp.

En Venezuela, Müller (1941), citado por Montaldo (1991), menciona el hongo *Septoria apii*, que ataca las hojas, aunque no causa problemas graves, y el hongo *Cercospora* sp.

En Perú, Seminario (2004) menciona la pudrición fungosa producida por hongos del suelo, sobre todo cuando éste se encuentra encharcado. Describe así los síntomas: “al principio, el follaje se muestra marchito y las raíces se endulzan y ‘emborrachan’ (producción de alcohol), para finalmente pudrirse totalmente”. Plasencia y Sánchez (1981), citados por el mismo autor, indican que en la Universidad de Cajamarca, un ataque severo de *S. sclerotiorum* causó la pérdida de una colección de germoplasma existente.

En Cajamarca (Tolima), el “argeniado”, como lo denominan los productores, es una grave enfermedad que afecta los colinos, la cepa y las raíces reservantes. Bajo esta denominación se abarca una pudrición seca y otra acuosa. La pudrición seca es causada por *Fusarium* sp. en colinos, cepas y raíces; en los primeros 90 días de la planta se observa un achaparramiento y mayor severidad de enfermedades foliares, con descomposición de raíces reservantes. La pudrición acuosa que ataca colinos, cepas y raíces es producida por el hongo *S. sclerotiorum* o por la bacteria *Erwinia* sp.; los síntomas de *S. sclerotiorum* son una clorosis inicial de las hojas y el peciolo, que luego se vuelven flácidas y caen sobre el suelo; en ese momento la cepa y las raíces presentan una consistencia acuosa. En la última etapa, las raíces se descomponen, hallándose micelio y esclerocios del hongo. Los síntomas de *Erwinia* son el debilitamiento de una o varias hojas, seguido del marchitamiento de todas, el ablandamiento y la decoloración de los peciolos, y por último el colapso de toda la planta. El material vegetal denominado Palirrusia es más susceptible a pudrición seca, y el material Paliverde, a la pudrición acuosa (Aguirre y Vásquez, 2000).

Trabajos del Centro Internacional de la Papa (Lizárraga, 2004) permitieron identificar cinco virus en arracacha, sin embargo, hasta esa fecha no se habían realizado estudios sobre la afectación de la calidad y el rendimiento de las cosechas.

Henz (2002) indica que como en Brasil no existen productos registrados para el control de problemas fitosanitarios en la arracacha, se deben aplicar medidas de control preventivas tales como rotación de cultivos, fertilización y riego adecuados y la eliminación de los residuos de cosecha.

En general, los productores entrevistados afirman que la arracacha, a diferencia de otras especies como la papa, no es gravemente afectada por enfermedades; esto se corroboró en las observaciones hechas durante las visitas de campo. En Boyacá, el 70% de los productores indicaron que la enfermedad más común es la pudrición de la raíz, que algunos denominan “pudrición” y otros “argeniado”; en Turmequé es reportada por el 75% de los encuestados. Como se comentó, Aguirre y Vásquez (2000) indican que en Cajamarca (Tolima) los productores conocen como “argeniado” a los síntomas causados por tres patógenos: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Erwinia* sp. y *Fusarium* sp. En desarrollo del presente estudio se recolectaron muestras de material afectado por pudrición en la vereda Páscata (Turmequé), que fueron analizadas en el Centro de Diagnóstico de Sanidad Vegetal de la Uptc (Tunja); los resultados indicaron la presencia de *S. sclerotiorum*, sin embargo, se requiere un estudio más profundo para determinar la existencia o no, de otros organismos causantes de pudrición.

Los síntomas descritos por la mayoría de encuestados coinciden con los reportados en la literatura: las plantas se marchitan y comienzan a presentar amarillamiento de las hojas; posteriormente se secan, al arrancarlas la raíz está podrida, y en algunos casos se encuentran micelio y estructuras reproductivas del hongo (esclerocios). En la figura 29 se observa el follaje que presenta síntomas iniciales de necrosamiento (a), al extraer la raíz se encuentran los micelios (b), en estado avanzado se encuentran los esclerocios (c).

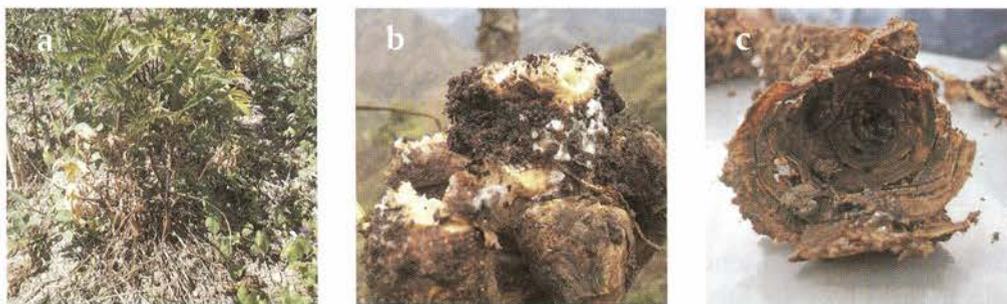


Figura 29. Plantas afectadas por *Sclerotinia sclerotiorum* y estructuras reproductivas del hongo.

Aunque no se han adelantado estudios sobre su incidencia y severidad, esta pudrición no es limitante, a menos que el cultivo se encuentre en lotes con un drenaje muy deficiente, pues los encharcamientos prolongados causan la pérdida de un alto porcentaje de plantas. Los entrevistados refieren que la enfermedad se transmite por el colino (material de propagación), y la mayoría reconoce el material afectado, pues la parte basal del colino presenta pequeños puntos de color café (figura 30).



Figura 30. Presencia de síntomas de *Sclerotinia* en colinos.

En Boyacá, ninguno de los productores encuestados realiza control de la enfermedad, pues manifiestan que desconocen los métodos de manejo. En Turmequé, tan solo el 14% dicen realizar un control, ya sea mediante encalado del suelo, previo a la siembra, o la aplicación al suelo de Agrodine® o Tiabendazol; también manifiestan la importancia de mantener un buen drenaje de los lotes. No ha realizado una validación de la efectividad de los productos aplicados para el control.

En Boyacá, el 11% de los productores refieren otras enfermedades, como ceniza, arbolado, fusarium y encrespamiento de la hoja; sin embargo, durante los recorridos de campo no se observaron plantas con estos daños, por tanto, no se hizo identificación de los agentes causales. Por otra parte, los productores no explicaron claramente los síntomas, y en el caso del denominado “fusarium”, no hay evidencia para relacionarlo con el hongo *Fusarium* sp. De las observaciones hechas durante las visitas de campo, se puede deducir que estas enfermedades no causan daños de importancia económica.

En Turmequé, el 7% mencionaron un rajado de la raíz, pero no hay evidencia para relacionarlo con organismos como hongos o bacterias; los comentarios de los mismos productores indican que puede ser causado por problemas de fertilidad y contenido de agua del suelo o por la realización tardía de la cosecha.

## 2.8 PLAGAS

### Estado del arte

En el municipio de Cajamarca (Tolima) el insecto plaga de mayor importancia es la chiza, que según Vásquez y Sánchez (2004) es responsable de la pérdida de 15000 t/año y cuyo control se realiza mediante la aplicación indiscriminada de pesticidas. Según estos autores, en la zona se registraron ocho géneros de Coleoptera Melolonthidae, y su importancia como plagas de la arracacha está relacionada con la altitud y la cobertura vegetal. Los géneros identificados fueron: Phyllophaga, Serica, Macroductylus, Plectris, Manopus, Isonychus, Cyclocephala y Anomala. El ataque comienza al momento de la siembra, ya que las larvas consumen el colino. El daño en la raíz de absorción, que luego se convierte en raíz de acumulación, impide la formación de arracachas comerciales. Si el daño sucede cuando el cultivo está próximo a ser cosechado, las pérdidas pueden llegar a ser totales (Sánchez y Vásquez, 1996; Vásquez y Sánchez, 2004).

Para el manejo de las chizas, Pardo y Montoya (2007) plantean un control integrado que incluye el monitoreo de los adultos de la plaga con trampas de luz y la inclusión en estas de un cebo de arroz cocido al cual se le agregan conidias de un hongo entomopatógeno aislado de la misma plaga. Cuando el número de larvas excede ciertos límites, se debe hacer remoción del suelo para exponerlas a depredadores y aplicar Basudín (1 cm<sup>3</sup>/l en drench) al suelo. El manejo preventivo se puede realizar mediante el uso de entomopatógenos como *Metarhizium anisoplie*, *Bauveria bassiana*, *Noumorea rileyi* o *Bacillus popilliae*.

Según Higueta (1968), en Tibaitatá Cundinamarca se observaron arañas (*Tetranychus* sp.) y dos clases de babosas y en La Ceja, Antioquia se encontró una chiza (*Ancognatha carabeoides* Burn). Además de las chizas, en Cajamarca se reportan los siguientes insectos plaga (Sánchez y Vásquez, 1996), tabla 10.

En Venezuela también se reporta el ataque de *Papilio polyxenes* (Jaramillo, 1984 y Montaldo, 1991). En Brasil, Dos Santos (2004a) refiere como plagas de mayor importancia el ácaro rayado (*Tetranychus urticae*), pulgones de la base del peciolo (*Aphis fabae*) y un minador del colino conocido como broca (*Conotrachelus cristatus*). Y como plaga de menor importancia, Hermann (1997) menciona a *Agrotis ipsilon*.

Henz (2002) reporta al nemátodo *Meloidogyne*, causante de las agallas de la raíz, como uno de los problemas más importantes en Brasil.

**Tabla 10. Insectos plaga reportados en el municipio de Cajamarca, Tolima.**

Nombre científico	Orden, Familia	Nombre común	Daño
<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel)	Lepidoptera, Noctuidae	Gusano viringo, tierrero, Rosquilla	Trozador de las plántulas en los primeros días de siembra
<i>Brevicorynae brassicae</i> L.	Homoptera, Aphididae	Áfido del tallo y raíz	Chupador en raíz y tallo subterráneo
<i>Myzus persicae</i> (Sulzer)	Homoptera, Aphididae	Pulgón verde del follaje	Chupador de follaje
<i>Papilio</i> sp.	Lepidoptera, Papilionidae	Gusano verde del follaje	Defoliador
<i>Tetranychus urticae</i> (Koch)	Acari Tetranychidae	Araña o ácaro rojo del follaje	Raspador y chupador en follaje (envés)
<i>Thrips</i> sp.	Thysanoptera, Thripidae	Trips del follaje	Raspador de follaje

Fuente: Sánchez y Vásquez, 1996.

Aunque los productores mencionan la existencia de varias plagas, solamente en pocas ocasiones se presentan poblaciones lo suficientemente altas como para ocasionar daños de importancia económica. En la región se conocen por los nombres comunes, pero se presentan confusiones, pues un insecto puede tener más de un nombre común. En la figura 31 se muestra la distribución porcentual de las plagas reportadas por los encuestados, indicando sus nombres comunes.

Durante los recorridos de campo solo se observaron dos de las plagas mencionadas por los encuestados. La primera es una larva de color verde con pequeñas manchas de color negro y amarillo (figura 32), que consume el follaje o los colinos recién trasplantados; no es frecuente la presencia de altas poblaciones que causen una defoliación severa, sin embargo, cuando ataca los colinos recién trasplantados al campo puede ocasionar su muerte, por lo tanto, en esta época del ciclo se puede considerar una plaga de importancia si las poblaciones del insecto son altas; la identificación realizada en el Laboratorio de Entomología de la Uptc, permitió clasificar este insecto como *Papilio polyxenes asterius* Stoll (Lepidoptera: Papilionidae).

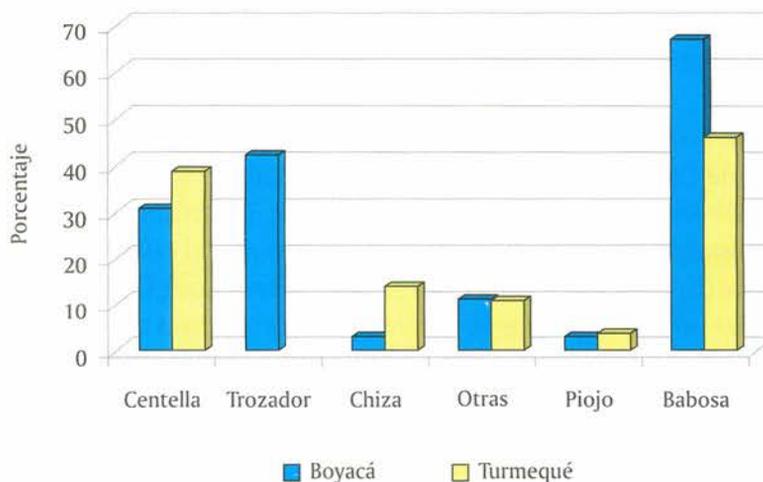


Figura 31. Plagas reportadas por los productores.



Figura 32. Larva, pupas y adulto de *Papilio polyxenes asterius* Stoll.

En Boyacá, el 11% de los encuestados indicaron que para su control realizan aplicaciones de insecticidas con ingredientes activos como profenofos, clorpirifos y lambda-cyhalothrina. Tan solo un productor realiza control de tipo cultural mediante la recolección manual de las larvas. En Turmequé, el 25% hacen aplicación de insecticidas a base de metamidofos, carbofuran, permetrina o profenofos.

La segunda plaga son las babosas. Estas ocasionan daño sobre todo al inicio del cultivo, pues consumen las hojas y tallos jóvenes, y por lo tanto, pueden producir la muerte de las plantas. En etapas posteriores no afectan el desarrollo del cultivo. En Boyacá, del 67% de productores que reportaron daños por estos moluscos, el 39% realizan control mediante la aplicación al suelo de gránulos de algún producto a base de metaldehído, mientras que el 20% dicen hacer aplicación de cal previa a

la siembra o en corona alrededor de las plantas. En Turmequé, el 21% aplican productos a base de metaldehído.

La chiza, que como se indicó es la plaga de mayor importancia en las zonas productoras de Cajamarca (Tolima), no es mencionada como plaga de importancia en ninguno de los dos municipios boyacenses. En Turmequé, el 14% de quienes indicaron el ataque de chiza, para su manejo fumigan el suelo con productos a base de permetrina, metamidofos y clorpirifos. Se cree que el “piojo” mencionado por dos de los productores puede ser un áfido, ya que uno de ellos lo relacionó con la presencia de hormigas; sin embargo, al igual que para los restantes insectos-plaga señalados en la figura 31, no se realizó la identificación, pues no se encontraron individuos durante los recorridos en campo.

Aunque no se mencionan daños graves causados por el “trozador”, del 42% de los encuestados que lo reportaron en Boyacá, el 20% hacen aplicación de plaguicidas a base de clorpirifos, metamidofos, malathion y profenofos para su control.

## 2.9 MALEZAS

### Estado del arte

Los principales métodos de control de plantas dañinas son el cultural y el mecánico. La limpieza manual debe realizarse con cuidado, para no lesionar las raíces de la arracacha (Amaya y Julca, 2006). Según Dos Santos (2004a,b), la arracacha es una planta de alta rusticidad respecto a las malezas, pues plantas que no se desyerbaron durante todo el ciclo alcanzan la formación de hasta cinco colinos. También indica que el periodo crítico de competencia de las malezas es de siete meses, bajo las condiciones de cultivo de Brasil. La desyerba manual es necesaria hasta que las plantas cubran el suelo y al final de ciclo, para facilitar la cosecha.

Acerca del uso de herbicidas en el cultivo de arracacha, en Brasil Nogueira *et ál.* (2008) evaluaron la efectividad de diferentes productos, y encontraron que los siguientes tratamientos controlaron bien las malezas y permitieron buen rendimiento de raíces comerciales (en paréntesis dosis de ingrediente activo en kg/ha o l/ha):

#### Preemergencia

Atrazina (2,75)

Diuron (1,60)

#### Posemurgencia

Fluazifop-p-butil (0,19)

Fluazifop-p-butil (0,19)

Linuron (1,48)

Fluazifop-p-butil (0,19)

Metolachlor (2,52) + Metribuzin (0,36)

Linuron (1,35)

Oxadiazon (1)

Diuron (1,25)

Tratamientos con atrazina + aceite mineral y oxadiazon en posemergencia controlaron las malezas, pero causaron toxicidad al cultivo.

En Cajamarca, Vásquez y Gutiérrez (2000) indican que el control químico se realiza con productos a base de diuron y en forma manual cuatro y ocho meses después de siembra.

En los cultivos visitados se observó la presencia de diferentes tipos de malezas, sin embargo, en la mayoría no se encontraron altas poblaciones, pues los productores hacen desyerbas frecuentes. Dentro de la familia de las gramíneas, las dos especies que más se presentaron fueron el kikuyo (*Kikuyuochloa clandestina*) (figura 34b) y el raigrás (*Lolium perenne*). En las especies de hoja ancha, la romasa (*Rumex* sp.) (figura 34a) y el barbasco (*Polygonum* sp.) fueron las más frecuentes, aunque también se observó suelda consuelda (*Commelina diffusa*) y bledo (*Amaranthus* sp.).

En Boyacá, los productores realizan de una a cuatro desyerbas manuales durante el ciclo del cultivo; en Turmequé se realizan de una a tres desyerbas (figura 33). La frecuencia con que se realizan depende del desarrollo de las malezas -que se

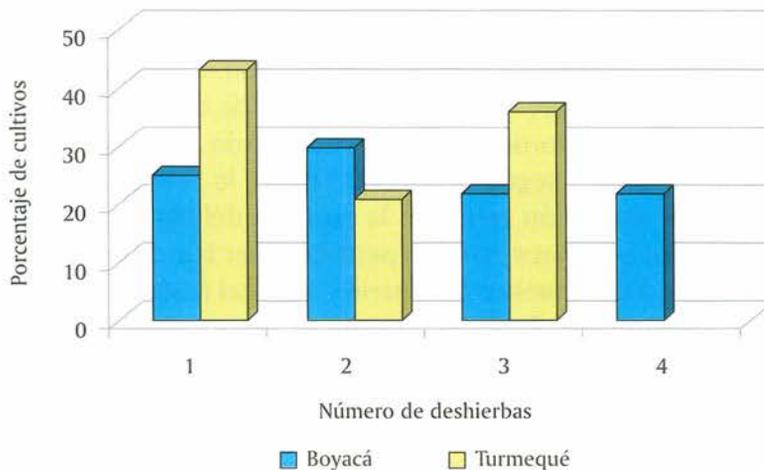


Figura 33. Número de desyerbas manuales realizadas en un ciclo de cultivo.

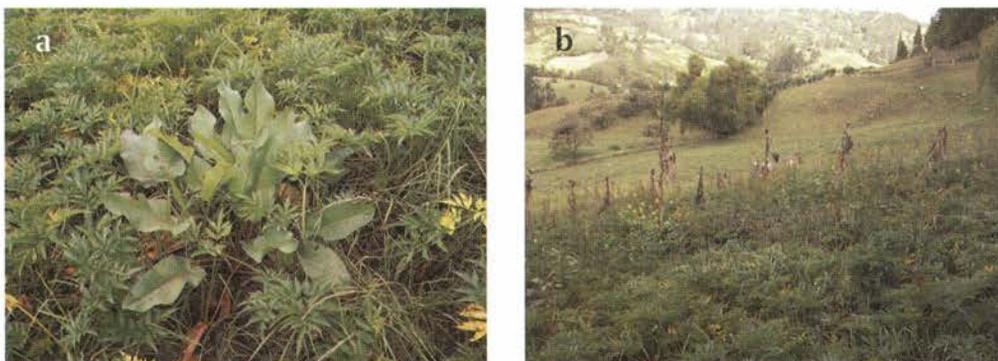


Figura 34. Cultivo de arracacha con presencia de *Rumex sp* y Gramineas.

acelera en época de lluvias-, de la disponibilidad de mano de obra y del propio desarrollo de la arracacha. Como se puede entender, esta es una de las labores más intensivas en mano de obra, por lo tanto, es una de las que inciden significativamente en los costos de producción.

En Boyacá, el 36% de los encuestados realizan control químico de malezas mediante la aplicación de herbicidas a base de diuron y fluazifop-p-butil. En Turmequé, este porcentaje asciende al 68% y se usan productos con los mismos ingredientes activos, además de clethodim y glifosato; generalmente se hacen una o dos aplicaciones.

## 2.10 COSECHA Y RENDIMIENTO

### Estado del arte

Una señal fisiológica de la maduración de las plantas es el amarillamiento de las hojas, que termina en una defoliación total. Las raíces pueden ser dejadas en campo durante 4 a 5 meses después de completar la madurez fisiológica, aunque se tornan fibrosas, reduciendo su calidad comercial (Amaya y Julca, 2006). Según Seminario (2004), la fecha de inicio de la cosecha de una plantación varía con la ecología del lugar y el cultivar; la plasticidad de los cultivares actuales permite tener lapsos de cosecha que varían de cuatro a doce meses. Seminario y Coronel (2004), indican que en Mollebamba (Cajamarca, Perú) “la cosecha se inicia entre los ocho y doce meses según el cultivar. El indicador de cosecha más importante es la edad de la planta, pero también el campesino hace muestreos para ver el tamaño y grosor de las raíces. Si el tamaño de las raíces no es adecuado, se espera unos meses más”.

En la tabla 11 se observan los datos de rendimiento promedio (t/ha) durante los años 2004 a 2008, para los cinco departamentos con mayores rendimientos durante el año 2008, y los tres mayores productores a nivel departamental. En el 2008, la producción total nacional fue de 76657 t y el rendimiento promedio de 11,9 t/ha (MADR, 2008b).

**Tabla 11. Rendimientos (t/ha) y producción (t) de algunos departamentos y municipios de Boyacá\*.**

Departamento	Año				
	2004	2005	2006	2007	2008
Antioquia	18,2 <i>2525</i>	17,9 <i>3400</i>	18,2 <i>3450</i>	16,2 <i>1980</i>	17,4 <i>2631</i>
Norte de Santander	15,4 <i>7228</i>	16,5 <i>7638</i>	15,8 <i>7749</i>	13,3 <i>6786</i>	16,1 <i>10976</i>
Tolima	12,4 <i>62475</i>	12,4 <i>59607</i>	11,9 <i>50307</i>	11,3 <i>45190</i>	12,5 <i>40335</i>
Valle del Cauca	10,9 <i>3508</i>	11,5 <i>3870</i>	11,7 <i>4510</i>	11,8 <i>4522</i>	12,3 <i>4562</i>
Caldas	12,9 <i>376</i>	12,2 <i>391</i>	11,8 <i>402</i>	12,5 <i>499</i>	12,2 <i>390</i>
Boyacá	9,2 <i>3676</i>	9,4 <i>4825</i>	9,0 <i>5144</i>	10,5 <i>4542</i>	10,9 <i>5651</i>
<b>Municipios de Boyacá</b>					
Tibaná	11,1 <i>1000</i>	4,0 <i>120</i>	3,1 <i>280</i>	12,0 <i>1200</i>	12,0 <i>2400</i>
Boyacá	10,0 <i>1300</i>	12,5 <i>1625</i>	12,5 <i>1625</i>	12,0 <i>1560</i>	12,0 <i>1560</i>
Jenesano	6,7 <i>436</i>	6,7 <i>436</i>	6,7 <i>436</i>	8,0 <i>400</i>	9,0 <i>450</i>

Fuente: MADR (2008b).

\*(Producción en cursiva)

De esta tabla es importante destacar que:

- Solo se muestran datos de los cinco primeros departamentos, ordenados descendientemente, de acuerdo con el rendimiento promedio.
- Tolima, que es el mayor productor nacional ha bajado en más de un 36% su producción durante los años considerados.
- Antioquia tiene los mayores rendimientos, pero no está entre los cinco mayores productores nacionales.

- Tibaná es el primer productor de Boyacá, con el 42,5% de la producción.
- El municipio de Boyacá presenta un rendimiento por encima del promedio departamental y nacional.

En Cajamarca (Perú), Franco *et ál.* (1991) evaluaron doce ecotipos locales de arracacha, y encontraron gran variabilidad en el rendimiento:

Nombre común	Rendimiento (t/ha)	Nombre común	Rendimiento (t/ha)
Granate	18,090	Espelma blanco	9,946
La Mishita	16,571	Negra	9,464
Blanca	13,340	Morada	9,304
Blanca	13,161	Amarilla	7,268
Amarilla	11,875	Amarilla	7,116
Morada	10,661	Blanca	10,589

Trabajos adelantados por Heredia *et ál.* (2008) en Brasil, evaluando tamaños de los colinos para propagación, mostraron rendimientos entre 5,7 y 11,6 t/ha de raíces comerciales, 211 días después de la siembra, y entre 7,8 y 15,5 t/ha a los 239 días, en la variedad Amarela de Carandaí. En Cajamarca (Perú), Seminario (2004) reporta rendimientos variables que pueden ir entre 2 - 4 kg/planta y 0,5 - 6 kg/planta; además indica que algunos agricultores dicen haber obtenido rendimientos de hasta 11 kg/planta.

Evaluaciones de rendimiento realizadas para los materiales Paliverde y Yema de huevo en el municipio de Boyacá (González y Guerra, 2010), arrojaron los siguientes resultados (tablas 12 y 13):

**Tabla 12. Rendimiento del material Paliverde en el municipio de Boyacá.**

Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	N.º plantas/ha	Producción apio (t/ha)	Residuos (t/ha)	
				Rama	Cepa
40	70	35 714	64,94	78,52	261,92
50	80	25 000	45,46	54,98	183,35
40	80	31 250	56,82	68,72	229,18
50	70	28 571	51,95	62,83	209,53

Fuente: González y Guerra, 2010.

**Tabla 13. Rendimiento del material  
Yema de huevo o Cajamarca en el municipio de Boyacá.**

Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	N.º plantas/ha	Producción apio (t/ha)	Residuos (t/ha)	
				Rama	Cepa
40	70	35 714	43,23	13,30	155,14
50	80	25 000	30,26	9,31	108,6
40	80	31 250	37,83	11,64	135,75
50	70	28 571	34,58	10,64	124,11

Fuente: González y Guerra, 2010.

En la región, la duración del ciclo vegetativo de la arracacha varía en gran proporción debido a factores climáticos y genéticos; además, la fecha de cosecha puede ir de 9 a 24 meses según el criterio del agricultor. Los materiales genéticos que se cultivan en la región presentan ciclos que oscilan entre 9 y 15 meses, correlacionados estos con las condiciones de temperatura del sitio de siembra.

Las observaciones de los productores señalan que el factor climático que más determina la duración del ciclo de cultivo es la temperatura. Como se mencionó, a mayor altitud del sitio de siembra, la temperatura es menor y la planta tarda más tiempo en alcanzar las condiciones óptimas para cosecha. En el municipio de Boyacá, el rango de altitudes en el cual se ubican los cultivos de arracacha se encuentra entre 2000 y 2600 msnm. En Turmequé se ubican en altitudes mayores: desde 2200 hasta un poco más de 2800 m.

La decisión sobre el momento para realizar la cosecha queda en manos del productor, quien de acuerdo con las fluctuaciones del mercado en cuanto a precios y a la disponibilidad de transporte y de mano de obra, opta por demorar unos meses más la recolección o por realizar cosecha escalonada, es decir, recolectar y vender pequeñas cantidades periódicamente, hasta terminar la cosecha.

De acuerdo con las experiencias de los agricultores, la duración del periodo de siembra a cosecha varía como se indica a continuación:

- Yema de huevo y Blanca de tarro: son más precoces, se pueden cosechar a partir de los 10 y hasta los 15 meses.
- Palirrusia: puede ser cosechada a partir de los 12 y hasta los 18 meses.
- Paliverde y Palinegra: puede ser cosechada a partir de los 12 meses, pero fue más frecuente encontrar productores que esperan hasta 18 e incluso, 24 meses,

aunque este último caso no es usual. Los pocos agricultores que manifestaron cosechar a los 24 meses, principalmente el material Palinegra, lo usan para autoconsumo, por lo tanto, se cosecha en pocas cantidades. Quienes acostumbran esta práctica manifiestan que la calidad de la raíz no disminuye, sin embargo, otros productores consideran que existe riesgo por el ataque de enfermedades y la pérdida de calidad del apio, que se torna fibroso.

Tapia y Fries (2007) reportan observaciones hechas en Colombia y Perú sobre sistemas de rotación arracacha-maíz, en los que cuando comienza la maduración de este se siembra la arracacha, que es dejada en campo hasta por dos años.

Ninguno de los productores que se entrevistaron dice haber realizado cálculos sobre el rendimiento obtenido en sus cultivos, por tanto, las respuestas presentadas a continuación son aproximaciones:

En Boyacá, el 67% de los entrevistados manifestaron que el rendimiento de la parte comestible puede ser de 2 a 3 kg/planta, que incluye apio y cepa; el 14%, que podía ser de 4 a 5 kg/planta, y el restante 29%, que desconocen cuál podría llegar a ser el rendimiento. En Turmequé, el 54% manifestaron que el rendimiento oscila entre 2 y 3 kg/planta; el 21%, que puede ir de 4 a 5 kg/planta, y tan solo el 7%, que puede ser mayor a 5 kg/planta; el 18% no respondieron.

Aunque en el marco de este estudio no se hicieron evaluaciones de rendimiento, tomando como base el trabajo de González y Guerra (2010) se observó que los valores de t/ha de apio reportados en las tablas 12 y 13 son los más altos encontrados hasta la fecha en la literatura revisada por los autores. Aunque no se pueden generalizar estos datos para todos los materiales, superan considerablemente los reportes hechos por el MADR (2008b) para el municipio de Boyacá (tabla 11).

## 2.11 ASISTENCIA TÉCNICA

### Estado del arte

Según Tapia y Fries (2007), “la mayoría de los ministerios de agricultura de los países andinos y numerosos organismos no gubernamentales han emprendido de una u otra manera programas de fomento de los cultivos andinos”; sin embargo, menciona algunos casos esporádicos, como la promoción de semilleros comerciales de quinua, con el proyecto del Fondo Simón Bolívar, en Puno, Perú (1977), en Bolivia (provincias de Nor Lipez y

Sur Lipez) y en Ecuador, con los agricultores de quinua dedicados a la exportación, y concluye que son escasos los grupos de agricultores que se hayan organizado alrededor de un cultivo andino.

Los productores encuestados manifestaron no haber recibido asistencia técnica para el cultivo de arracacha; situación que se debe a varios factores, de los cuales los más relevantes son la imposibilidad económica de los productores para sufragar las visitas de asistentes técnicos, la falta de programas de las entidades estatales del sector agropecuario que atiendan esta clase de cultivos y la inexistencia de profesionales capacitados en este tipo de cultivos. Generalmente, las entidades estatales en Colombia han priorizado ciertos productos (caso de las frutas) bajo un enfoque de mercados estables y de exportación, dejando de lado los cultivos tradicionales, como son las raíces andinas (nabo, rubas, arracacha). Sumada a la incapacidad económica de los pequeños productores, tampoco existe una cultura de manejo tecnificado de los cultivos, ya que son producidos con un bajo uso de insumos externos; los conocimientos sobre el manejo del cultivo y las labores que se deben realizar los han adquirido, como ya se ha mencionado, a través de la práctica, la tradición oral y el intercambio de experiencias con otros cultivadores. Por otra parte, la suspensión de las Umatas municipales y la baja cobertura actual de las Epsagros, no favorece el desarrollo de planes de asistencia técnica.

## 2.12 COMERCIALIZACIÓN

### Estado del arte

En Colombia, el municipio de Cajamarca comercializa los más altos volúmenes de arracacha en las diferentes centrales de abasto; es el principal distribuidor a nivel nacional, con el 35%; en segundo lugar se encuentra el municipio de El Dovio (Valle del Cauca), con el 18%, y tercero, el departamento de Antioquia, con el 13% (MADR, 2008a).

En el municipio de Boyacá, la mayoría de los productores entrevistados comercializan la arracacha en Tunja, Ramiriquí y plazas de mercado de municipios cercanos (72%); tan solo un pequeño porcentaje (8%) la venden dentro del mismo municipio, en la propia finca (8%) o la lleva a Bogotá (3%); además de la venta, el 50% dejan pequeños remanentes para el autoconsumo, y el 8% cultivan únicamente para el consumo familiar. Quienes venden localmente disponen de bajos volúmenes, mientras que las cosechas más grandes se llevan a los mercados de las ciudades. Los productores que venden en la finca lo hacen a intermediarios o acopiadores

que la recogen en el propio lote y reúnen mayores volúmenes para llevar a los mercados de Bogotá o de otras ciudades.

El resultado de las encuestas en el área de estudio indica que el 46% de los productores de Turmequé venden su cosecha dentro del mismo municipio, tanto en la plaza de mercado como en la propia finca, a un acopiador que luego la lleva a diferentes mercados; el 18% la comercializan en los mercados de municipios cercanos como Tunja, y el 36%, directamente en Corabastos (Bogotá).

### **2.13 PROBLEMAS, MOTIVACIONES Y OTROS ASPECTOS**

Además de indagar la problemática del cultivo de la arracacha, y de sus productores, este trabajo se propuso conocer las motivaciones de estos para conservar esta especie como una de las más relevantes dentro de sus sistemas de agricultura familiar y comercial; con este propósito se incluyeron preguntas específicas dentro del formato de la encuesta aplicada.

Como se verá a continuación, tanto en Boyacá como en Turmequé, los resultados muestran que los agricultores identifican una problemática similar.

Sobre los problemas más importantes del cultivo, el 50% de los agricultores del municipio de Boyacá identificaron la inestabilidad de los precios del producto, que en algunas épocas del año no remuneran las inversiones hechas para el cultivo. En segundo lugar, un 19% de los productores mencionan el argeniado (pudrición de la raíz). En menor porcentaje se menciona la falta de mano de obra para las labores del cultivo (17%), los altos costos del abono (8%) y la falta de asistencia técnica (6%).

Sobre este mismo aspecto, en el municipio de Turmequé el 32% de los productores piensan que la pudrición de raíz es el problema que más perjudica el cultivo en la actualidad, mientras que el 25% perciben la inestabilidad y bajos precios como el más importante. Por último, el alto precio de los abonos es mencionado por el 11% de los encuestados.

El proyecto que dio origen a este estudio fue presentado por una cooperativa de productores de papa, pero en ninguno de los dos municipios existen asociaciones de productores de arracacha o en las cuales se ejecuten actividades en torno a este cultivo. Sin embargo, al preguntarles a los productores si les parece importante que se conforme una organización de este tipo, en Boyacá el 72% creen que es importante y pertenecerían a ella, y en Turmequé, este porcentaje asciende al

93%. Lo anterior muestra la necesidad que se tiene en la región de una organización que agrupe a los pequeños productores de este cultivo y canalice sus esfuerzos, pues todos manifiestan que a través de una figura asociativa se podrían gestionar la mayoría de las mejoras que requieren de las condiciones de producción y, por qué no, de su calidad de vida.

Se averiguó cuánto tiempo llevaba cada productor cultivando arracacha y qué razones lo motivaron y motivan a continuar con la explotación comercial o artesanal de esta planta. En Boyacá, un alto porcentaje (45%) de los productores lleva más de 30 años cultivando arracacha, es decir, teniendo en cuenta que la edad de la mayoría de ellos oscila entre 40 y 60 años, durante toda su vida productiva han tenido a esta planta como una fuente de ingresos y especie clave en su dieta alimentaria; el 28% se agrupan dentro de los que llevan 10 a 30 años cultivando esta planta, y el restante 27%, que corresponde al grupo de productores más jóvenes, no supera los 10 años. Estos resultados se explican mejor si se considera que el 78% de estos productores tuvieron padres y abuelos que cultivaban arracacha; el 16% tienen hermanos o hijos que la cultivan, y tan solo el 6% indican que ninguno de sus familiares la ha cultivado o cultiva en la actualidad.

En Turmequé, la distribución porcentual es similar a la de Boyacá; el 50% la han cultivado durante más de 30 años; el 14%, durante 10 a 30 años, y el 36%, durante menos de 10 años. El 71% de estos agricultores provienen de familias en las que se cultivaba, tanto por los padres como abuelos; el 7% no tiene familiares que la cultiven, y el restante porcentaje tiene otro tipo de familiares que la cultivan.

### 3. NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

Como se indicó inicialmente, este trabajo tuvo fines exploratorios, por lo tanto, no se profundizaron los diferentes aspectos evaluados. El objetivo fue generar un diagnóstico que permitiera identificar los temas que requieren mayor estudio, con lo cual se pueden plantear las necesidades que se tienen de investigación, transferencia de tecnología(s) y capacitación.

Esta identificación de necesidades de investigación no solo se basa en el criterio de los investigadores, sino en el de los propios agricultores, quienes conocen con mayor claridad los aspectos que requieren de estudio y mejoramiento. Aunque estas necesidades son amplias, se tratará de puntualizar en las más relevantes desde el punto de vista de mejoramiento de la productividad del cultivo y del nivel de vida de sus productores. Así mismo, se priorizaron de acuerdo con la celeridad que requieren de atención y las posibilidades de solución, en corto, mediano y largo plazo.

Es importante partir de un mayor interés de los centros de investigación, universidades y entidades estatales pertinentes, pues la adjudicación de recursos para este tipo de investigaciones es con frecuencia escasa. En países como Brasil, donde se conocen con mayor profundidad los potenciales usos de la arracacha, se ha entendido la importancia de ampliar las investigaciones acerca de su sistema productivo, y eso se ve reflejado en el número de trabajos publicados al respecto en años recientes, frente a una investigación menos extensa realizada por décadas en los países tradicionales productores.

Si se hace un recorrido, considerando los mismos capítulos que se estructuraron en la presentación de resultados, se pueden identificar las siguientes temáticas:

Tabla 14. Necesidades de investigación

Temática	Necesidades de investigación	Plazo
Condiciones ambientales	Evaluación de la duración del ciclo de cultivo bajo diferentes altitudes y temperaturas; para cada uno de los materiales genéticos cultivados en la región.	Corto
	Determinación de los requerimientos hídricos de la especie, de acuerdo con la etapa del cultivo y las propiedades de los suelos.	Corto
Prácticas de cultivo	Cuantificación de los rendimientos, bajo sistemas con y sin irrigación.	Corto
	Aplicación de prácticas de labranza mínima y conservación de suelos.	Mediano
	Evaluación de las rotaciones de cultivos más adecuadas para evitar degradación del suelo y proliferación de plagas y enfermedades.	Mediano
	Selección y preparación del material de propagación –colinos–, para lo cual sería importante evaluar las posibilidades de adopción de la técnica de elaboración de almácigos desarrollada en Brasil.	Corto
	Prácticas de selección masal de semilla, iniciando con el corte de colinos al momento de la cosecha, y la evaluación de las mejores en rendimiento y sanidad.	Corto
	Estudio de la extracción de nutrientes por la planta y las fuentes de fertilización más apropiadas, económica y ambientalmente.	Corto
	Capacitación en Buenas Prácticas Agrícolas y Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades –MIPE–.	Mediano
Manejo fitosanitario	Identificación de los organismos causales de enfermedades y de las plagas del cultivo.	Corto
	Diseño de planes de manejo integrado de las plagas y enfermedades, que permitan mantener los bajos niveles de incidencia que se presentan hasta el momento.	Corto

Temática	Necesidades de investigación	Plazo
<b>Materiales genéticos</b>	Caracterización completa de los materiales genéticos existentes. Debe incluir la clasificación taxonómica, la evaluación de rendimiento, usos potenciales y posibilidades de mercadeo.	Largo
	Conservación de los materiales que debido a su bajo interés comercial se han dejado de cultivar y están en riesgo de desaparecer. Conservación ex situ.	Corto
	Realización de planes de mejoramiento genético para la obtención de plantas de mayor rendimiento y ciclos vegetativos más cortos, con características deseables según el destino de la producción.	Largo
<b>Aprovechamiento agroindustrial</b>	Caracterización bromatológica de los materiales genéticos.	Corto
	Evaluación de los posibles usos agroindustriales: extracción de almidón, elaboración de harina y como ingrediente en la preparación de alimentos, entre otros.	Mediano y largo
<b>Aspectos sociales</b>	Sensibilización de las comunidades productoras para conformar figuras asociativas que les permitan buscar alternativas de agroindustrialización, capacitación y mercadeo, entre otras.	Corto y mediano

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, M.; Vásquez, M. 2000. Evaluación de plantas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) provenientes de semilla sana y afectada por 'argeniado'. Rev. ICA Nataima (Colombia). 5: 65-72.
- Amaya, J.; Julca, J. 2006. Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). Gerencia Regional de Recursos Naturales y Conservación del Medio Ambiente. Gobierno Regional La Libertad. Perú. 15 p.
- Blas, R.; Julca, A.; Baudon, J. 2006. Inducción floral de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). IDESA (Chile), 24 (1): 31-36.
- Canahua, A. 1977. Cultivo de la arracacha en Puno (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). En: Primer Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos, Ayacucho, 25-28 octubre, 1977. La Paz, Bolivia. Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios, IICA, pp. 268-271.
- Camacho, H.; Lozano, H. 1995. Identificación de algunos aspectos agronómicos en el cultivo de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en fincas del Carmen de Anaime, municipio de Cajamarca, Tolima. Tesis de grado tecnólogo agropecuario, Universidad del Tolima. 33 p.
- Dos Santos, F. 2004a. Producción de arracacha en Brasil. En: Seminario, J. (ed.). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 279-286.
- Dos Santos, F. 2004b. Algunos resultados de investigación aplicada en arracacha en Brasil (21). En: Seminario, J. (ed.). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 285-287.
- Dos Santos, F.; Salas, S.; Flores D.; Guamanga, A.; Coronado G.; Villarroel, T. 2004. Manejo de semilla y uso de almácigo en arracacha. Centro Internacional de la Papa (Ed.). Lima, Perú. 24 p.
- Espinosa, P. 2004. "Algunos aspectos de la producción, consumo y mercado de la arracacha en el Ecuador" (23). En: Seminario, J. (ed.). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 303-321.
- Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Boyacá (EOT). 2003. Alcaldía Municipal de Boyacá, Departamento de Boyacá.
- Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Turmequé (EOT). 2003. Alcaldía Municipal de Turmequé, Departamento de Boyacá.
- Franco, S.; Lljarruna, A.; Uceda, J. 1991. Evaluación de doce ecotipos de arracacha o racacha

- (*Arracacia xanthorrhiza* B) en el Valle de Cajamarca. En: Morales, D.; Vacher, J. (Eds.). Actas del VII Congreso Internacional sobre Cultivos Andinos. La Paz, Bolivia, pp. 277-280.
- González, F. y Guerra, D. 2010. Evaluación de la producción y residuos de cosecha en dos variedades comerciales de arracacha en Boyacá (Boyacá). Trabajo de grado. Programa de Ingeniería Agronómica, Uptc, Tunja. 38 p.
- Higueta, F. 1968. El cultivo de la arracacha en la Sabana de Bogotá. *Separata Agricultura Tropical (Colombia)* 14(3): 139-147.
- Higueta, F.; Rodríguez, E. 1975. El cultivo de la arracacha. *Revista Esso Agrícola*. Volumen XXI N.º 4, octubre-noviembre-diciembre 1975, pp. 10-11.
- Henz, G. 2002. Doenças da mandioquinha-salsa e sua situação atual no Brasil. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 20(2): 135-144.
- Heredia, N.; Vieira, M.; Dimas, J.; González, P.; Brandão, N.; Mazaron, B. 2009. "Produtividade de mandioquinha-salsa sob diferentes densidades de plantio e tamanho das mudas". *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)*, 33(1): 139-143.
- Hermann, M. 1997. *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft. En: Herman, M.; Hiller, J. (eds.). *Andean Roots and tubers: Ahipa, arracacha, maca and yacon*. International Potato Center, CIP. Lima, Perú, pp. 75-172.
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. 2007. *Metodología de la Investigación*. Cuarta edición. McGraw-Hill. 850 p.
- Holdridge, L. 1978. *Ecología basada en zonas de vida*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 215 p.
- IDEAM, 2010. Datos climatológicos estaciones Turmequé y Nuevo Colón, departamento de Boyacá, años 2000 -2009.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. 1988. Caracterización de 71 entradas de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), en Santa Catalina. Programa de Cultivos Andinos Ecuador. Informe técnico anual, pp.16-17.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP. 1989. Evaluación y selección de 10 clones promisorios de zanahoria blanca en Santa Catalina. Programa de Cultivos Andinos Ecuador. Informe técnico anual, pp. 42-43.
- Jaramillo, A. 2003. *Plantas medicinales en los jardines de las veredas Macilla, La Tribuna, Pueblo Viejo y Tierra Morada (Facatativá, Cundinamarca)*. Tesis de grado Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Biología. Bogotá, 153 p.
- Jaramillo, J. 1984. *El cultivo de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza)*. ICA Regional 4. Curso de actualización en tecnología agrícola. Distrito de Rionegro. Documento de trabajo N.º 14, pp.179-189.
- Jiménez, F. 2005. *Características nutricionales de la arracacha (Arracacia xanthorrhiza) y sus perspectivas en la alimentación*. Publicación Virtual Red Peruana de Alimentación y Nutrición. Lima, Perú. 22 p. Disponible en: <http://www.rpan.org/monografias/monografia002.pdf> (con acceso 12/05/09).
- Knudsen, S.; Hermann, M.; Dos Santos, F.; Sorensen, M. 2004. Inducción de floración en el cultivo de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft). En: Seminario, J. (ed.). *Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación*. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp.197-213.
- Knudsen, S.; Ørting, B.; Sørensen, M. 2006. Multiplicación y conservación de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.) y ajipa (*Pachyrhizus ahipa* (Wedd.) Parodi). En: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev (Editores): *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia, pp. 483-508.

- Lizárraga, C. 2004. Virus en raíces andinas (9). En: Seminario, J. (ed.). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003), N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 123-126.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2008a. Abastecimiento de alimentos en los principales mercados mayoristas. Sipsa N.º 3, Vol. 4, abril, 9 p. Disponible en: [http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_agronet/200968154646\\_Abastecimiento\\_Mayo09.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/200968154646_Abastecimiento_Mayo09.pdf) (con acceso 11/09/09).
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). 2008b. Arracacha: superficie cosechada, producción y rendimiento obtenido por departamento, años agrícolas 1997 – 2008. Disponible en: [www.dnp.gov.co/PortalWeb/LinkClick.aspx?fileticket...tabid=437](http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/LinkClick.aspx?fileticket...tabid=437) (con acceso 08/08/09).
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2.ª Edición. Agroamérica, 408 p.
- Nogueira, M.; Freitas, R.; Pereira, P.; Sedyama, T.; Tabim, M.; Ferreira, F. 2008. Avaliação de herbicidas no controle de plantas daninhas em mandioquinha-salsa. *Bragantia*, Campinas (Brasil), 67(4): 921-926.
- Pardo, L.; Montoya, J. 2007. Ciclo de vida, importancia agrícola y manejo integrado de la chiza rizófaga *Phyllophaga menetriesi* Blanchard (Coleoptera Melolonthidae) en Cauca y Quindío, Colombia. *Acta Agronómica* (Palmira), 56(4): 195-202.
- Pérez, E.; Borneo, R.; Melito, C.; Tovar, J. 1999. Chemical, physical and morphometric properties of Peruvian carrot (*Arracacia xanthorrhiza* B.) starch. *Acta Científica Venezolana*, 50, p. 240–244.
- Portz, A.; Martins, C.A.C.; Lima, E. 2003. Crescimento e produção de raízes comercializáveis de mandioquinha-salsa em resposta à aplicação de nutrientes. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(3): 485-488, julho-setembro 2003.
- Rodríguez, D.; Espitia, M.; Caicedo, Y.; Córdoba, Y.; Baena, Y.; Mora, C. 2005. Caracterización de algunas propiedades físicoquímicas y farmacotécnicas del almidón de arracacha. *Rev. Colombiana de Ciencias Químicas Farmacológicas*, 34(2): 140-146.
- Rodríguez, G.; García, H.; Camacho, J.; Arias, F.; Rivera, J.; Torres, F. 2003. La harina de arracacha. Manual técnico para su elaboración. CORPOICA- PRONATTA. 24 p.
- Sánchez, G.; Vásquez, N. 1996. Manejo de plagas en el sistema de producción de arracacha en el departamento del Tolima. *Corpoica Regional* 6. *Produmedios*. pp. 6-17.
- Sánchez, I. 2004. Parientes silvestres de *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft: Apiaceae, Apioideae. En: Seminario, J. (ed.): Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 215-221.
- Seminario, J. 1991. Aspectos socioeconómicos y arte de la arracacha en Sucse (Socota, Cutervo), Departamento de Cajamarca, Perú. Documento presentado en el taller Promoción de cultivos andinos: Desarrollo de agroindustrias y mercados para la arracacha. Lima, Centro Internacional de la Papa. 3 p.
- Seminario, J. 2004. Origen de las Raíces Andinas. En: Seminario, J. (ed.): Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 1-38.

- Seminario y Coronel. 2004. Aspectos etnobotánicos y económicos de la arracacha en Mollebamba, Huambos. En: Seminario, J. (ed.): Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 261-277.
- Tapia M. y Fries. A. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE, Lima. Millenium Digital srl Junio 2007, 222 p.
- Valderrama, M.; Seminario, J. 2002. Los parientes silvestres de la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) y su uso en medicina tradicional en el norte peruano. ARNALDOA 9(1): 67-91.
- Vásquez, N.; Medina, C.; Lobo, M. 2004. Caracterización morfológica de la colección colombiana (Tolima, Huila, Boyacá, Cauca) de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*). En: Seminario, J. (ed.): Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 165-178.
- Vásquez, N.; Gutiérrez, D. 2000. Fertilización y distancias de siembra en el cultivo de arracacha en el municipio de Cajamarca, Tolima. Revista ICA Nataima (Colombia), 5: 57-64.
- Vásquez, N.; Sánchez, G. 2004. Propuesta de manejo integrado de las chizas (Coleoptera Melolonthidae) en el cultivo de arracacha. En: Seminario, J. (ed.): Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) N.º 6. Universidad Nacional de Cajamarca, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú, pp. 127-147.
- Villate, G. 1994. Una contribución al estudio del agro como rama de la producción entre los muiscas. Apuntes del Cenes, 13(21): 111-136, Uptc, Tunja.
- Villate, G. 1997. Algunos rasgos de la agricultura de los muiscas. Revista Luna Azul, 3(4): 70-85. ISSN 0122-5391, Universidad de Caldas, Manizales.

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especies del género Arracacia encontradas en Suramérica .....	14
Tabla 2. Área (ha) de los principales cultivos en los municipios de Boyacá y Turmequé .....	15
Tabla 3. Localización de los productores entrevistados .....	20
Tabla 4. Zonas de vida (Holdrige, 1978) en el municipio de Boyacá .....	23
Tabla 5. Área (ha) cultivada en arracacha en los últimos cinco años. Datos departamentales y municipales (Boyacá) .....	25
Tabla 6. Clasificación de seis suelos de acuerdo con algunos parámetros químicos .....	32
Tabla 7. Peso promedio del colino de algunos materiales genéticos.....	35
Tabla 8. Densidades de siembra de la arracacha .....	38
Tabla 9. Diferenciación de los materiales genéticos encontrados, de acuerdo con el color de algunas de sus estructuras .....	42
Tabla 10. Insectos plaga reportados en el municipio de Cajamarca, Tolima .....	54
Tabla 11. Rendimientos (t/ha) y producción (t) de algunos departamentos y municipios de Boyacá .....	59
Tabla 12. Rendimiento del material Paliverde en el municipio de Boyacá .....	60
Tabla 13. Rendimiento del material Yema de huevo o Cajamarca en el municipio de Boyacá .....	61
Tabla 14. Necesidades de investigación .....	67

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Partes de una planta de arracacha .....	13
Figura 2. Ubicación del área de estudio .....	18
Figura 3. División política del municipio de Boyacá .....	18
Figura 4. División política del municipio de Turmequé .....	19
Figura 5. Visitas de campo y aplicación de encuestas .....	19
Figura 6. Precipitaciones en Turmequé y Nuevo Colón .....	22
Figura 7. Temperatura media mensual en la zona .....	23
Figura 8. Área de los cultivos en Boyacá y Turmequé .....	26
Figura 9. Sistemas en monocultivo y asocio .....	28
Figura 10. Plantas de alverjuelo y lentejuelo .....	30
Figura 11. Textura de los suelos .....	31
Figura 12. Surcado con caballo .....	32
Figura 13. Tipos de colino .....	34
Figura 14. Preparación y empaque de colinos .....	34
Figura 15. Clasificación de productores de acuerdo con el número de bultos de colino sembrados .....	36
Figura 16. Siembra por surcos y mojonado .....	38
Figura 17. Distribución porcentual del tipo de mano de obra empleada en los cultivos .....	39
Figura 18. Formas de la raíz en la arracacha .....	41
Figura 19. Material Paliverde .....	42
Figura 20. Material Palirrusia .....	43
Figura 21. Material Palinegra .....	43
Figura 22. Material Yema de huevo .....	44

Figura 23. Material Blanca de tarro .....	44
Figura 24. Material Amarilla de tarro .....	45
Figura 25. Material Yucatana .....	45
Figura 26. Distribución porcentual de los materiales genéticos cultivados por los agricultores encuestados .....	45
Figura 27. Tipos de fuentes usadas en la fertilización .....	48
Figura 28. Número de aplicaciones de fertilizantes .....	49
Figura 29. Plantas afectadas por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> y estructuras reproductivas del hongo .....	51
Figura 30. Síntoma de Sclerotinia en colinos .....	52
Figura 31. Plagas reportadas por los productores .....	55
Figura 32. Larva, pupas y adulto de <i>Papilio polyxenes asterius</i> Stoll .....	55
Figura 33. Número de desyerbas manuales realizadas en un ciclo de cultivo .....	57
Figura 34. Cultivo de arracacha con presencia de <i>Rumex sp</i> y Gramineas .....	58

Este libro se deposita en el repositorio de la biblioteca  
 y documentación de la Facultad de Ciencias Exactas  
 y Ingeniería de la Universidad de Cuenca, Ecuador  
 para ser consultado en línea por los usuarios.  
 UPEL, Cuenca, Ecuador

Figura 31	Mapa de distribución de la papa en Colombia	44
Figura 32	Mapa de distribución de la papa en Colombia	45
Figura 33	Mapa de distribución de la papa en Colombia	46
Figura 34	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	47
Figura 35	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	48
Figura 36	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	49
Figura 37	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	50
Figura 38	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	51
Figura 39	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	52
Figura 40	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	53
Figura 41	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	54
Figura 42	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	55
Figura 43	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	56
Figura 44	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	57
Figura 45	Distribución porcentual de los cultivos principales en Colombia	58

Este libro se terminó de imprimir en Imprenta y Publicaciones de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, en diciembre de 2010, con una edición de 300 ejemplares.  
Tunja, Boyacá, Colombia