

Modelo productivo

de la **papa** (*Solanum tuberosum* L.)
de la variedad Parda Pastusa para el
altiplano cundiboyacense

Colección Transformación del Agro



El campo
es de todos

Minagricultura

Modelo productivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) de la variedad Parda Pastusa para el altiplano cundiboyacense

Autores

Pedro David Porras Rodríguez
Eduardo María Espitia Malagón
Gonzalo Alfredo Rodríguez Borray
Sonia Mercedes Polo Murcia
Ángela Rocío Vásquez Urriago

Mosquera, Colombia, 2020

Modelo productivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) de la variedad Parda Pastusa para el altiplano cundiboyacense / Pedro David Porras Rodríguez [y otros cuatro] -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

131 páginas (Colección Transformación del Agro)
Incluye ilustraciones, tablas, fotos
ISBN e-book: 978-958-740-351-0

1. Papa 2. *Solanum tuberosum* 3. Producción de semillas 4. Anatomía de la planta 5. Cultivo 6. Manejo del suelo 7. Siembra 8. Plagas de plantas 9. Enfermedades de las plantas 10. Indicadores económicos

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

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)
Centro de Investigación Tibaitatá, kilómetro 14
vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Esta publicación, en el capítulo de indicadores económicos, es el resultado del proyecto "Estructuración de costos de producción de papa en zonas agroproductivas homogéneas (ZAH) del altiplano cundiboyacense".

Fecha de recepción: 15 de mayo de 2018
Fecha de evaluación: 18 de septiembre de 2018
Fecha de aceptación: 13 de septiembre de 2019

Colección Transformación del Agro

Publicado en Mosquera, Colombia, junio 2020

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA
editorial@agrosavia.co

Edición: Lilibian Gaona García y Diego Pérez Medina

Corrección de estilo: Luisa Fernanda Espina

Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@agrosavia.co
www.agrosavia.co

DOI:

<https://doi.org/10.21930/agrosavia.model.7403510>

Citación sugerida: Porras Rodríguez, P. D., Espitia Malagón, E. M., Rodríguez Borray, G. A., Polo Murcia, S. M., & Vásquez Urriago, A. R. (2020). *Modelo productivo de la papa (Solanum tuberosum L.) de la variedad Parda Pastusa para el altiplano cundiboyacense*. Mosquera, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

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



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

Contenido

Los autores	8
Introducción.....	11
Capítulo I	
Generalidades	15
Capítulo II	
Área geográfica y entorno ambiental	17
Capítulo III	
Descripción botánica, taxonomía y clasificación.....	21
Capítulo IV	
Material genético y producción de semilla.....	23
Características de la variedad.....	23
Crecimiento y desarrollo	24
Etapa 1. Desarrollo de los tallos principales	25
Etapa 2. Formación de tallos secundarios	25
Etapa 3. Floración.....	26
Etapa 4. Formación de bayas	26
Etapa 5. Senescencia	26
Producción de semilla	27
Semilla certificada	28
Semilla tradicional	30
Selección.....	32
Clasificación.....	32
Tratamiento.....	32
Almacenamiento.....	34
Capítulo V	
Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo	37
Capítulo VI	
Manejo de los recursos suelo y agua.....	38
Manejo de suelos.....	38
Manejo de agua	40
Capítulo VII	
Prácticas culturales	42
Siembra	42
Densidad de siembra	42
Fertilización.....	43
Desyerba y aporque.....	49
Aplicación de plaguicidas.....	50

Capítulo VIII

Manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses..... 52

Plagas.....	52
Polilla guatemalteca de la papa	53
Gusano blanco de la papa.....	57
Pulguilla	60
Tostón	61
Trozadores y tierreros.....	63
Tiroteador	64
Pulgones	65
Mosca blanca	66
Nematodo quiste	68
Enfermedades.....	69
Gota de la papa.....	71
Rizoctoniasis.....	74
Roña o camanduleo	75
Mortaja blanca	78
Roya de la papa	80
Pata negra.....	82
Marchitez bacteriana.....	83
Virus del amarillamiento de las venas de la papa	84
Virus del enrollamiento de la hoja de la papa	85
Virus Y de la papa	87
Virus X de la papa	87
Arvenses	88
Recomendaciones generales de manejo fitosanitario.....	89

Capítulo IX

Cosecha..... 92

Capítulo X

Poscosecha y valor agregado..... 96

Capítulo XI

Indicadores económicos..... 98

Costos de producción de papa de la variedad Parda Pastusa	99
Toma, procesamiento y análisis de la información	100
Sistema de producción del tipo Parda Pastusa semitecnificado.....	107
Sistema de producción del tipo Parda Pastusa tradicional	110
Mercadeo	115

Referencias

Glosario..... 125

Lista de figuras

Figura 1	Escala fenológica de la papa de la variedad Parda Pastusa	25
Figura 2	Producción de semilla de papa	29
Figura 3	Producción de semilla de papa por aeroponía	31
Figura 4	Tratamiento de semilla de papa por inmersión, que puede tener efectos perjudiciales	33
Figura 5	Almacenamiento adecuado de semilla de papa	35
Figura 6	Surcado a través de la pendiente	40
Figura 7	Deficiente establecimiento del cultivo de papa, asociado a sequía verificada en el terreno	41
Figura 8	Encalado en el momento de la siembra	44
Figura 9	Aplicación de fertilizante en bandas durante la siembra del cultivo de papa	48
Figura 10	Aplicación de fertilizante en esquema de fraccionamiento	48
Figura 11	Aporque en cultivo de papa	50
Figura 12	Daño severo causado por larvas de polilla guatemalteca de la papa ...	54
Figura 13	Monitoreo de trampas de feromona sexual para adultos machos de polilla guatemalteca de la papa	57
Figura 14	Ataque de pulguilla en una toya de papa, posible fuente de infestación para el cultivo principal	60
Figura 15	Daño causado por tostón	62
Figura 16	Gota de la papa en follaje	72
Figura 17	Toya de papa afectada por <i>Spongospora subterranea</i>	77
Figura 18	Roya en cultivo de papa de la variedad Parda Pastusa	81
Figura 19	Recolección manual de tubérculos de papa de la variedad Parda Pastusa con ayuda de gancho	92
Figura 20	Madurez comercial en el cultivo de papa	93
Figura 21	Carga del producto en camión	95
Figura 22	Comportamiento de los precios reales de papa Parda Pastusa en el mercado mayorista de Corabastos (Bogotá) (2012-2019)	114
Figura 23	Estructura de comercialización en Colombia	116

Lista de tablas

Tabla 1	Áreas de siembra de las variedades Parda Pastusa y Pastusa Suprema en el altiplano cundiboyacense (2002-2015).....13
Tabla 2	Plagas que atacan el cultivo de la papa, incluida la Parda Pastusa en el altiplano cundiboyacense, susceptible a todas ellas.....53
Tabla 3	Principales enfermedades que afectan el cultivo de la papa, incluida la Parda Pastusa en el altiplano cundiboyacense, susceptible a todas ellas.....70
Tabla 4	Clasificación de la papa con base en su tamaño, según la Norma Técnica Colombiana NTC 341 de 1996.....94
Tabla 5	Esquema utilizado para organizar los costos de producción 102
Tabla 6	Tipologías del cultivo de papa Parda Pastusa en Boyacá y Cundinamarca 104
Tabla 7	Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tecnificado (por hectárea)..... 105
Tabla 8	Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tecnificado (por unidad de producto) 106
Tabla 9	Participación de las tipologías de costos en el total del costo de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tecnificado..... 107
Tabla 10	Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa semitecnificado (por hectárea) 108
Tabla 11	Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa semitecnificado (por unidad de producto)..... 109
Tabla 12	Participación de las tipologías de costos en el total del costo de producción de papa en el sistema Parda Pastusa semitecnificado 110
Tabla 13	Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tradicional (por hectárea) 111
Tabla 14	Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tradicional (por unidad de producto)..... 112
Tabla 15	Participación de las tipologías de costos en el total del costo de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tradicional 113
Tabla 16	Análisis comparativo de costos unitarios de producción de papa Parda Pastusa (por tipos de tecnología)..... 113

Los autores

Pedro David Porras Rodríguez

Correo: pdavidpr@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7716-5095>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia y especialista en Producción de Arroz de la Universidad del Tolima. La mayor parte de su carrera la desarrolló en la Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa) entre 1996 y 2011. Entre 2014 y 2015, apoyó la elaboración de nueve modelos productivos de papa para la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Desde 2015 está vinculado a la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), entidad que desarrolla, entre otras actividades, zonificaciones de aptitud forestal, agrícola, pecuaria, acuícola y pesquera, en las que se destacan cultivos como papa, cebolla de bulbo, fresa, arroz seco mecanizado, pimentón, maíz tecnificado de clima cálido, papa Diacol Capiro industrial, algodón, caña panelera y café, entre otros.

Eduardo María Espitia Malagón

Correo: eespitia@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4690-393X>

Ingeniero agrónomo de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, sede Tunja. M. Sc. en Entomología y Manejo Integrado de Plagas (MIP) de la Universidad Estatal de Michigan (MSU, EE. UU.). Boyacense. Investigador en el área de MIP y producción con buenas prácticas agrícolas. Ha liderado y ejecutado proyectos de investigación y transferencia de tecnología en los cultivos de papa, hortalizas y pastos de clima frío. Su carrera de investigación la ha desarrollado en AGROSAVIA, desde 1994 hasta la fecha, y en el Vegetable Entomology Laboratory en MSU, entre 2002 y 2004. Ha desarrollado docencia en pregrado, dirección de trabajos de grado, talleres con productores de papa y hortalizas en Colombia. Tiene publicaciones en revistas colombianas, conferencias, ponencias y artículos de libros sobre manejo integrado, seguimiento de poblaciones de plagas y control biológico.

Gonzalo Alfredo Rodríguez BorrayCorreo: grodriguez@agrosavia.coOrcid: <https://orcid.org/0000-0001-6261-7418>

Ingeniero agrónomo, economista agrario, máster en Economía y con estudios doctorales en Economía y Agroecología. Es investigador en AGROSAVIA, en áreas de agroeconomía y agroindustria, con énfasis en análisis de sistemas de agricultura familiar y agroindustria rural. En 1993, ganó el Premio Nacional en Ciencias de la Fundación Alejandro Ángel Escobar por los trabajos de investigación y transferencia de tecnología a la agroindustria panelera; en 2002, obtuvo mención honorífica por sus investigaciones para el rescate y valorización de la Achira (*Canna edulis*), especie autóctona de origen andino. En alianza con grupos de investigación latinoamericanos y europeos ha contribuido al concepto y enfoque de los sistemas agroalimentarios localizados (SIAL), como estrategia viable para el desarrollo rural, en territorios campesinos de los países de menor desarrollo relativo. Entre 2016 y 2018 fue distinguido como coordinador de la Red SIAL Americana.

Sonia Mercedes Polo MurciaCorreo: spolo@agrosavia.coOrcid: <https://orcid.org/0000-0001-9362-4717>

Ingeniera química de la Universidad de América; máster en Economía de la Universidad de los Andes, Colombia. Desde 2015 está vinculada a AGROSAVIA, Centro de Investigación Tibaitatá, donde ha desarrollado proyectos de investigación en el área de procesos agroindustriales, en particular, diseño de procesos y análisis microeconómico de tecnologías agrícolas. Adicionalmente ha participado en proyectos de investigación asociados con indicadores ambientales y de sostenibilidad. Recientemente ha trabajado en modelamiento espacial de cultivos e implementación de procesos de optimización agroeconómica en áreas de interés regional.

Ángela Rocío Vásquez UrriagoCorreo: arvasquez@agrosavia.coOrcid: <https://orcid.org/0000-0002-5487-2950>

Economista, máster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia y doctora en Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica de la Universidad Complutense de Madrid. Su investigación se ha centrado en el análisis de la adopción y evaluación del impacto de tecnologías del sector agropecuario, la evaluación del impacto de políticas de ciencia y tecnología, sistemas de innovación, estudios prospectivos y análisis del comportamiento innovador empresarial. Desde el 2015 es investigadora en AGROSAVIA, donde se ha enfocado en la Estrategia de Evaluación de Impacto y Balance Social de la Corporación; y donde también hace parte de la Red de Investigación de Raíces y Tubérculos.

Introducción

La producción mundial del cultivo de papa supera los 300 millones de toneladas al año. Se trata del tercer cultivo alimentario de consumo humano en el mundo, después del arroz y el trigo, y constituye el alimento básico de aproximadamente 1.400 millones de personas. Frente al crecimiento de la población y el aumento de las tasas globales de hambre, la papa es esencial en términos de seguridad alimentaria (Centro Internacional de la Papa [CIP], 2019).

En Colombia, el cultivo de papa se desarrolla en 14 departamentos. Las áreas productoras están ubicadas en cotas altitudinales superiores a 2.000 m s. n. m., con una zona óptima de producción entre 2.500 y 3.000 m s. n. m. (Carvajal, Abaunza, Coronel, & Pinzón, 2000; Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa] & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2004).

Este cultivo es la principal actividad agrícola de los climas frío y frío moderado, y es un producto que registra un alto consumo, especialmente en los estratos socioeconómicos menos favorecidos (Consejo Nacional de la Papa [CNP], 2010).

El 90 % del área sembrada de papa en Colombia se concentra en los departamentos de Cundinamarca (37 %), Boyacá (27 %), Nariño (20 %) y Antioquia (6 %). En el país, existen unas 100.000 familias que se dedican a este cultivo, en 15 departamentos y 283 municipios (Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario [Agronet], 2020a).

En el año 2017 se sembraron 132.161 ha de papa en el país, con una producción de 2.751.837 t y un rendimiento de 20,8 t/ha. Cundinamarca (48.256 ha), Boyacá (36.146 ha), Nariño (26.394 ha) y Antioquia (7.400 ha), fueron los principales productores del tubérculo. En los demás departamentos, en ese mismo año se registró un área sembrada de 13.965 ha (Agronet, 2020b).

Dentro de los cultivares de papa sembrados en Colombia, la variedad Parda Pastusa se ha mantenido como una de las más representativas. Su alta calidad culinaria y la gran aceptación de los consumidores la ubican entre las preferidas, con un arraigo significativo, a pesar de que otros cultivares, de alto rendimiento e importantes atributos agronómicos, han ocupado recientemente considerables áreas de producción y segmentos del mercado en el país.

Esta variedad es un referente de las papas de consumo fresco en Colombia, y se ha llegado al punto de que el término "pastusa" haya sido copiado en otros materiales con alguna similitud, pero que no alcanzan la calidad de Parda Pastusa.

Parda Pastusa (*andigena* × *andigena*) es una variedad mejorada, obtenida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) en 1954 (Estrada, 2000). Durante más de 40 años, fue la variedad con mayor área cultivada en el país, pero desde la primera década del siglo XXI esta situación ha cambiado, y Parda Pastusa ha sido parcialmente sustituida por variedades como Pastusa Suprema, y otros materiales de alto rendimiento y menores costos unitarios de producción, como el cultivar Pastusa Superior.

Pastusa Suprema se entregó a los agricultores en 2002, y tuvo una alta adopción (37 % en Boyacá y 67 % en Cundinamarca, hasta 2010), que se ha atribuido a la similitud del tubérculo con el de Parda Pastusa, su alto rendimiento y la resistencia al patógeno *Phytophthora infestans*.

De este modo, desde que estos materiales aparecieron, en las zonas productoras se presentó el remplazo paulatino de Parda Pastusa. Para 2012, Pastusa Suprema, Diacol Capiro y Parda Pastusa se reportaron como las variedades de importancia comercial (Barrientos & Núñez, 2014).

Entre 2002 y 2015, en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá (tabla 1), Parda Pastusa tuvo un comportamiento dinámico en cuanto a áreas de siembra: en Boyacá era de 20.707 ha (equivalentes al 50 % del área cultivada de papa en el departamento). Entre 2002 y 2009 descendió a 7.364 ha (20 % de participación), y llegó a 4.099 ha (12 %) en 2015. Por otro lado, en 2009 se reportaron 12.887 ha de Pastusa Suprema (35 % del área sembrada), que alcanzó 5.100 ha (15 %) en 2015.

En Cundinamarca, el área sembrada de Parda Pastusa era de 47.133 ha (74 % de la superficie cultivada de papa en el departamento) en 2002, pasó a 11.622 ha (22 %) en 2009, y a 7.155 ha (15 %) en 2015. Por su parte, Pastusa Suprema registró 26.941 ha (51 %) en 2009 y 11.515 (25 %) en 2015 (Barrientos & Núñez, 2012; CNP, 2010; Fedepapa, 2019)

Tabla 1. Áreas de siembra de las variedades Parda Pastusa y Pastusa Suprema en el altiplano cundiboyacense (2002-2015)

Departamento		Boyacá		Cundinamarca	
Variedad		Parda Pastusa	Pastusa Suprema	Parda Pastusa	Pastusa Suprema
2002	Hectáreas	20.707	-	47.133	-
	Participación en el departamento	50 %	-	74 %	-
2009	Hectáreas	7.364	12.887	11.622	26.941
	Participación en el departamento	20 %	35 %	22 %	51 %
2015	Hectáreas	4.099	5.100	7.155	11.515
	Proporción en el departamento	12 %	15 %	15 %	25 %

Fuente: Elaboración propia, basada en CNP (2010), Barrientos y Núñez (2014) y Fedepapa (2019).

Las áreas de siembra de esta variedad se encuentran en una dinámica constante, pero su importancia hace que el material se mantenga vigente en el altiplano cundiboyacense. Para este modelo productivo se asume que en esta región se incluyen las zonas planas de esta parte del país, pero también las áreas de ladera de Cundinamarca y Boyacá, dedicadas a la producción comercial de papa.

En este modelo se presenta el conjunto de tecnologías adaptadas al cultivo de papa Parda Pastusa para el altiplano cundiboyacense (departamentos de Cundinamarca y Boyacá), que es la región más importante en área y producción de la papa en Colombia.

El modelo pretende contribuir al mejoramiento de la sostenibilidad, productividad y competitividad del cultivo en la región, que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) priorizaron como la receptora y usuaria potencial de la tecnología que compila esta publicación.

El presente documento está dirigido a asistentes técnicos y agricultores, quienes encontrarán información sobre los factores directamente relacionados con el sistema productivo, sus procesos y actividades, para la región. Esta información será útil para la producción de esta variedad, al apoyar los intereses privados y oficiales que existan en cuanto a la recuperación y el desarrollo de su cultivo en Cundinamarca y Boyacá.

El modelo está dividido en once capítulos, en los que se encontrará la descripción de los aspectos más destacados del sistema productivo de la variedad, como la oferta ambiental de la subregión, y el manejo integrado del cultivo con énfasis en siembra, fertilización, prácticas culturales, aspectos fitosanitarios, cosecha, poscosecha y mercadeo. Todos estos aspectos se han compilado con base en lo publicado acerca de la variedad, aunque en los últimos 15 años la dinámica de esas publicaciones ha disminuido en Colombia.

Capítulo I Generalidades

La papa (*Solanum tuberosum* L.) pertenece a la familia botánica Solanaceae. La especie se originó y fue domesticada por primera vez en los Andes de América del Sur. En el mundo, cerca de 1.400 millones de personas consumen papa regularmente, y la producción anual del cultivo sobrepasa los 300 millones de toneladas.

Se reconocen más de 4.000 cultivares de papas nativas que, en su mayoría, se encuentran en los Andes, y que tienen diferentes tamaños, colores y formas. Así mismo, hay 151 especies de papa silvestre de gran variabilidad genética, con características como la resistencia natural a plagas, enfermedades y condiciones climáticas (CIP, 2019).

Este tubérculo se produce en más de 100 países de todo el mundo, y se puede sembrar en altitudes que van de los 0 a los 4.700 m s. n. m. En el continente americano, está presente desde el sur de Chile hasta Groenlandia, en América del Norte. La producción de alimento del cultivo de papa puede equivaler, en una misma área, a entre dos y cuatro veces aquella de los cereales (CIP, 2019).

Desde inicios de la década de 1960, en los países en vías de desarrollo, el crecimiento del área sembrada de papa ha superado al del resto de los cultivos alimenticios. Se trata de un cultivo fundamental para la seguridad alimentaria de los habitantes de América del Sur, África y Asia (CIP, 2019).

Para el año 2015, el área sembrada de papa en Colombia se estimó en 125.601 ha (Agronet, 2019a). Este cultivo es la principal actividad agrícola de clima frío en el país, y se siembra en las cordilleras que conforman los Andes, en cotas altitudinales superiores a 2.000 m s. n. m. (Ñústez, 2011).

En la mayor parte de las zonas productoras de Colombia, el cultivo de papa corresponde al segmento de la economía campesina (con prevalencia de un bajo nivel de escolaridad). Por lo general, se establece en predios pequeños (minifundio), la mayor parte de la producción se destina al autoconsumo y la restante se comercializa (Fedepapa & MAVDT, 2004).

En el país, el 90 % de los sistemas productivos utilizan las tecnologías tradicionales, y solo el 10 % usa maquinaria y equipos (tecnologías más avanzadas), que en ocasiones desplazan la mano de obra que se emplea en las prácticas culturales y fitosanitarias (Fedepapa & MAVDT, 2004).

En conclusión, el cultivo de papa en Colombia se desarrolla en minifundio: el 95 % de sus productores siembran menos de 3 ha, y el 80 %, menos de 1 ha. Este tubérculo representa el 3,3 % del PIB agropecuario y su cultivo genera cerca de 264.000 empleos al año (unos 75.000 directos y alrededor de 189.000 indirectos) (Agronet, 2020b).

Capítulo II

Área geográfica y entorno ambiental

En el altiplano cundiboyacense, donde se producen dos tercios de la papa colombiana, las siembras se realizan aprovechando al máximo las lluvias, para la formación y llenado de los tubérculos. La primera siembra, que corresponde a cerca del 50 % del total, se hace de manera preponderante entre febrero y abril, después de las probables heladas. La segunda siembra importante, que constituye cerca del 30 %, se lleva a cabo a principios del segundo semestre. El restante 20 % de la producción se siembra a lo largo del año (López, 2013).

La disponibilidad de agua (dependiente de la lluvia en la mayoría de las zonas) y la ocurrencia de heladas, determinan la estacionalidad de los precios y el rendimiento. Por lo anterior, los precios más altos se presentan en el primer semestre, y los medios y bajos en el segundo (Barrientos, Rondón, & Melo, 2014).

En la evolución del cultivo de papa hacia la competitividad, se han incorporado cultivares de alto rendimiento y menores costos unitarios de producción. En el caso de la variedad Parda Pastusa, esto ha llevado también a una disminución de su participación en el área cultivada total del país, de un modo similar a lo anteriormente expuesto para Cundinamarca y Boyacá (tabla 1).

Esta reducción del área a nivel nacional se evidencia en que en el año 2009 esta variedad representaba el 20,5 % del área cultivada nacional de papa, mientras que en 2012 se sembraron 15.992 ha, que constituyen el 13 % de esa área (Fedepapa, 2019).

Las áreas cultivadas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá están ubicadas en las zonas altas del sistema andino, hasta los 3.600 m s. n. m. Estas áreas se caracterizan por tener suelos de topografía ondulada, entre 2.500 y 2.700 m s. n. m., y zonas que son de onduladas a quebradas, localizadas hacia las vertientes de los Llanos Orientales (al oriente) y en el valle del Magdalena (al occidente).

La temperatura promedio anual de la subregión es de 12 a 18 °C, con una humedad relativa del 70 % al 90 %. La precipitación pluvial anual es de 700 a 2.000 mm, con dos periodos típicos de lluvias: el primero entre febrero y mayo, y el segundo de septiembre a noviembre. Entre diciembre y febrero hay posibilidades de heladas (Fedepapa & MAVDT, 2004).

Los parámetros químicos más destacados de los suelos en los que se cultiva papa en el altiplano cundiboyacense son los siguientes: un promedio del 77 % de los suelos son ácidos, con pH entre 5,0 y 6,2. Además, tienen un bajo contenido de materia orgánica, inferior al 5 % en el 42 % de los suelos de Cundinamarca y en el 64 % de aquellos de Boyacá.

El fósforo disponible es deficiente (niveles inferiores a 40 ppm), con una alta fijación de fosfatos en el 66 % de los suelos de Cundinamarca y el 49 % de los de Boyacá. El potasio está por debajo del nivel crítico (0,3 meq/100 g) en el 38 % de los suelos de Cundinamarca y en el 82 % de los de Boyacá (Guerrero, 2005).

El Primer Censo Nacional del Cultivo de Papa de 2002 reportó que, en Cundinamarca, 61 municipios cultivan este tubérculo, y que cerca del 40 % de ellos se ubica en una altitud superior a 3.000 m s. n. m., en zonas de ladera, y que un 52 % de los cultivos se encuentran en pendientes inferiores al 12 %.

Los municipios con mayor participación en la producción de Cundinamarca son Villapinzón, Chocontá, Tausa, Carmen de Carupa, Zipaquirá, Subachoque, Pasca, Lenguaque, Guasca, Sesquilé, Une, Sibaté, Cogua, La Calera, Guatavita, Suesca, Chipaque, Ubaque, Sutatausa y Bogotá D. C., en las localidades de Sumapaz y Usme.

En el departamento de Boyacá se reportaron 81 municipios, entre los que se destacan Ventaquemada, Toca, Siachoque, Úmbita, Soracá, Chíquiza, Tunja, Saboyá, Motavita, Cómbita, Samacá, Tota, Tutazá, Turmequé, Sogamoso, Belén, Arcabuco, Pesca, El Cocuy, El Espino, Guacamayas y Viracachá.

Esta distribución del cultivo en el altiplano cundiboyacense ha dado lugar a una amplia gama de productores, con particularidades propias de las localidades y las condiciones socioeconómicas de los agricultores. En este capítulo se resaltarán los elementos comunes más representativos de estas zonas productoras.

Es común identificar dos sistemas de producción diferenciados para el cultivo de la papa: el tradicional o campesino, y el empresarial o tecnificado. Estas diferencias dan lugar a diversos niveles de rendimiento y se relacionan con el destino final del producto.

En el sistema tradicional, los cultivos presentan rendimientos relativamente bajos y la producción se comercializa en canales tradicionales del mercado en fresco. Se caracteriza por procesos de producción arraigados a la cultura, que se manifiestan en una deficiente adecuación del lote; fertilización sin previo análisis de suelos, inapropiada fertilización foliar y uso de fertilizantes con grados comunes; uso de semilla tradicional, con bajos estándares de selección, clasificación, tratamiento y almacenamiento; utilización inadecuada de implementos para la preparación; sobremecanización; control químico basado en aplicaciones calendario de plaguicidas de alta toxicidad; poca rotación de cultivos, y procesos deficientes de selección y clasificación del producto (Fedepapa & MAVDT, 2004).

En el sistema tecnificado, el rendimiento es mayor y la producción está destinada a mercados especializados o a la industria de procesamiento (Fedepapa, 2018; Fedepapa & MAVDT, 2004). Se caracteriza porque se hace una selección del lote; por el uso de semilla certificada o de origen conocido, con procesos de selección, clasificación, tratamiento y almacenamiento en condiciones óptimas; fertilización balanceada, basada en recomendaciones derivadas de un análisis de suelos, uso de grados especializados, fuentes simples y fertilización foliar complementaria; manejo integrado de plagas y enfermedades; prácticas culturales adecuadas; rotación de cultivos, con largos periodos de descanso de los lotes; asistencia técnica; suscripción de seguro agrícola de cosecha, y manejo adecuado del producto en cosecha y poscosecha.

Otros aspectos técnicos que marcan diferencias importantes en el altiplano cundiboyacense son el uso o la ausencia de riego (Fedepapa & MAVDT, 2004). De acuerdo con características regionales o locales, puede haber una categoría intermedia entre estos dos sistemas. En la tabla 6 del Capítulo XI, se presenta la tipología del cultivo de papa Parda Pastusa en el altiplano cundiboyacense.

La producción de esta variedad está dirigida principalmente al consumo en fresco. Por lo general, se cultiva en zonas altas e intermedias, con o sin posibilidad de riego suplementario y con grandes diferencias en el nivel tecnológico. Se plantea que es el grupo más heterogéneo, y que puede estar asociado a un nivel tecnificado, semitecnificado o tradicional.

En términos generales, el altiplano cundiboyacense incluye dos zonas diferenciadas: 1) una intermedia y baja, y 2) una alta. En la zona intermedia y baja, la principal actividad es la siembra de papa de la variedad Diacol Capiro, seguida por ICA Única y Pastusa Suprema.

Los cultivares Pastusa Superior y Marengo, así como la papa criolla, entre otros, se siembran en suelos que van de planos a ligeramente inclinados, y están ubicados en las sabanas y valles, con altitudes entre 2.400 y 2.800 m s. n. m. Hay productores medianos y grandes, algunas fincas cuentan con riego, y es frecuente la rotación con zanahoria, arveja, pastos y maíz (Fedepapa & MAVDT, 2004).

Por su parte, la zona alta está dedicada a la producción de tubérculo destinado a consumo en fresco. Está ubicada en cotas superiores a 2.700 m s. n. m., hasta las zonas denominadas de páramo. En ella se siembran Pastusa Suprema, Diacol Capiro, ICA Única, Parda Pastusa, Tuquerreña y papa criolla, entre otros cultivares comerciales, así como Marengo y Pastusa Superior, que los agricultores han adoptado recientemente.

Desde hace décadas, en estas zonas altas predomina la modalidad de monocultivo de papa, en rotación con pastos, para el sostenimiento de ganado lechero. En ellas prevalecen el minifundio y la agricultura tradicional (Fedepapa & MAVDT, 2004).

Capítulo III

Descripción botánica, taxonomía y clasificación

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cuatro alimentos básicos de la humanidad, junto al trigo, el arroz y el maíz. Es una destacada fuente de carbohidratos de origen no cereal, que pertenece a la familia Solanaceae (CIP, 2019).

La mayor variabilidad genética de especies silvestres y cultivares de papa se encuentra en América del Sur, en el altiplano entre Perú y Bolivia, a orillas del lago Titicaca, donde la papa fue domesticada hace unos 10.000 años (Estrada, 2000). En la actualidad, las variedades comerciales abarcan cerca del 98 % de la superficie sembrada de papa a nivel mundial. Entre ellos se distingue la papa tetraploide ($2n = 4x = 48$), con dos subespecies: *tuberosum* y *andigena*.

La subespecie *tuberosum* tiene un fotoperiodo largo y está adaptada para las regiones entre los 25° y 50° de latitud norte o sur. La subespecie *andigena*, de fotoperiodo corto, está adaptada a las zonas entre 0° y 20° de latitud norte o sur (Estrada, 2000).

La clasificación taxonómica clásica presenta la papa en el género *Solanum* (Linnaeus), subgénero *Potatoe* (G. Don) D'Arcy, sección *Petota* (Dumortier) y subsección *Potatoe* (G. Don) (Estrada, 2000). Huamán y Spooner (2002) clasificaron las papas cultivadas en una sola especie: *S. tuberosum* L., con ocho grupos, que no son taxones naturales que merezcan la categoría de especie.

De igual forma, compararon morfológicamente los cultivares nativos de la papa cultivada, utilizando representantes de las siete especies y subespecies propuestas por Hawkes (1990): *S. ajanhuiri*, *S. chaucha*, *S. curtilobum*, *S. juzepczukii*, *S. phureja* ssp. *phureja*, *S. stenotomum* ssp. *stenotomum*, *S. stenotomum* ssp. *goniocalyx*, *S. tuberosum* ssp. *andigena* y *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*. Así mismo, presentó soporte genético para *S. ajanhuiri*, *S. chaucha*, *S. curtilobum*, *S. juzepczukii* y *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*, pero escaso o ningún soporte para los otros seis taxones.

Por otra parte, Spooner et al. (2007) clasificaron las papas nativas en cuatro especies: *S. ajanhuiri* (2x), *S. juzepczukii* (3x), *S. curtilobum* (5x) y *S. tuberosum* L., con dos grupos cultivados: Andigena (Andigenum) y Chilotanum.

El grupo Andigena incluye todas las papas andinas (tanto diploides como tetraploides), que crecen en los Andes desde Argentina hasta Venezuela, mientras que el grupo Chilotanum corresponde a las papas adaptadas al fotoperiodo largo de las tierras bajas del centro y el sur de Chile, incluyendo las islas del archipiélago de los Chonos (Rodríguez, 2009).

Capítulo IV

Material genético y producción de semilla

Determinar las características agronómicas de la papa Parda Pastusa permite la correcta identificación de la variedad tanto en campo como en tubérculo para así mantener su pureza varietal; este es el punto de partida del mejoramiento y de la producción de semilla certificada.

Características de la variedad

Parda Pastusa es la variedad de papa mejorada más de Colombia. Procede del cruzamiento de Quincha (*ssp. andigena*) con Tocana Colorada (*ssp. andigena*), y el ICA la entregó a los productores en el año 1955. En un principio, estaba adaptada a ecosistemas como la sabana de Bogotá, pero progresivamente se adaptó a zonas intermedias y altas, donde mostró un mejor comportamiento agronómico.

La planta de Parda Pastusa es de porte alto, con numerosos tallos gruesos, de crecimiento erecto y color verde claro; bastante follaje, con folíolos medianos verde claro; flores lilas grandes, con acúmenes blancos y cuantiosa fructificación. El sistema de raíces es largo y abundante.

Los tubérculos son numerosos, de forma redonda y aplanada, con piel gruesa y áspera, de color principal rosado y secundario crema, distribuido en formas irregulares; ojos de profundidad media, y pulpa de color crema. En cuanto a su brotación, el tubérculo tiene un reposo de aproximadamente tres meses a 15 °C y 90 % de humedad relativa (Herrera, Fierro, & Moreno, 2000; Núñez, 2011).

La variedad Parda Pastusa presenta un crecimiento vegetativo inicial lento, con un comienzo tardío de diferenciación de estolones. La floración también es tardía, y el área foliar es alta, con una importante adaptación a diferentes ambientes. De igual forma, el inicio de la diferenciación de tubérculos es tardío, y los llenados intermedio y final son lentos.

La variedad es semitardía, y su eficiencia agronómica y fotosintética es intermedia (Valbuena et al., 2010). El número de tubérculos de diferentes tamaños es intermedio (respecto a otras variedades). Los tubérculos tienen un contenido de materia seca de entre el 21 % y el 24 %, y un 0,25 % de azúcares reductores.

La calidad culinaria de estos tubérculos es excelente para consumo fresco; su textura es harinosa y se deshacen al cocinarlos. Sin embargo, sus características no son adecuadas para propósitos industriales, pues, por su alto contenido de azúcares reductores, tienden a quemarse en el proceso de fritado (Ñústez, 2011).

La papa Parda Pastusa es susceptible a *Rhizoctonia solani* y a *Puccinia pittieriana*; moderadamente susceptible a *Phytophthora infestans*, al virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV), y a *Spongospora subterranea* en raíces y tubérculos, y tolerante a los virus X de la papa (PVX) y al virus Y de la papa (PVY).

Por sus buenas características agronómicas y sus excelentes propiedades culinarias, la variedad ha sido utilizada como parental en programas de mejoramiento genético dirigidos a la obtención de nuevas variedades, entre las cuales se destacan Pastusa Suprema y Rubí (Ñústez, 2011).

En Cundinamarca y Boyacá, la papa Parda Pastusa se cultiva en las zonas altas y de ladera, entre 2.700 y 3.500 m s. n. m., con un rendimiento modal de entre 15 y 18 t/ha (Moreno, 2000).

Crecimiento y desarrollo

Existe una relación inversa entre la población de plantas y el rendimiento, a causa de la competencia que se establece por los recursos del suelo y de la atmósfera. Mediante la evaluación de la producción promedio por planta de la papa Parda Pastusa, la plasticidad fenotípica se verificó en dos localidades de Cundinamarca (Mosquera, a 2.500 m s. n. m., y Soacha, a 3.100 m s. n. m.), evaluando cinco densidades de siembra: 50.000, 125.000, 200.000, 275.000 y 350.000 plantas/ha. La localidad de Mosquera, que contó con la mayor humedad del suelo se vio favorecida, por la influencia de este factor en la respuesta de la producción total del tubérculo (Rodríguez, Corchuelo, & Ñústez, 2004).

El desarrollo agronómico de la variedad Parda Pastusa en el altiplano cundiboyacense se ha caracterizado en tres ciclos consecutivos de producción, con base en la escala fenológica por etapas (figura 1) que se presenta a continuación (Valbuena et al., 2010).

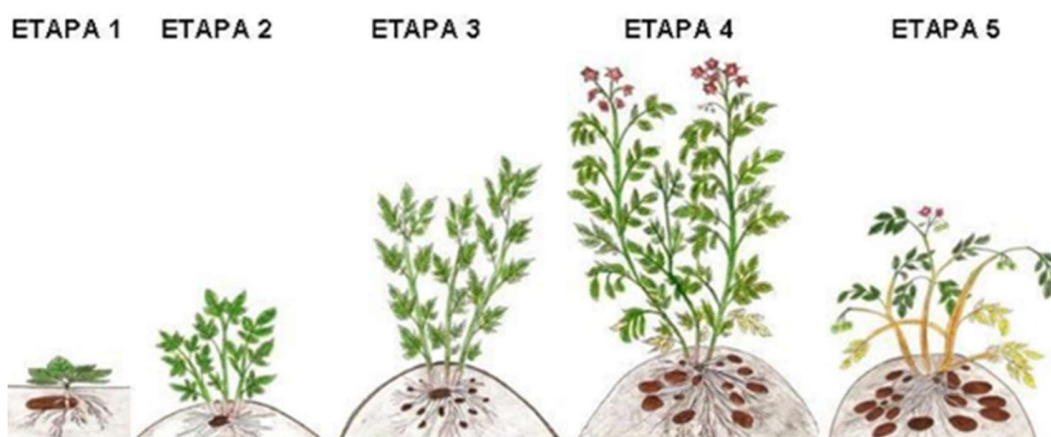


Figura 1. Escala fenológica de la papa de la variedad Parda Pastusa.

Fuente: Valbuena et al. (2010)

Etapa 1. Desarrollo de los tallos principales

Comienza con la formación de dos tallos principales, de los que se originan tallos secundarios. En Cundinamarca y Boyacá, 16 días después de la emergencia (DDE) se registra lentitud en el desarrollo de estolones y el crecimiento, con entre 14 y 39 folíolos, y menos del 3 % del área foliar máxima alcanzada. En esta etapa, el desarrollo de la planta depende de las reservas presentes en el tubérculo semilla.

Etapa 2. Formación de tallos secundarios

Con el crecimiento y desarrollo de los tallos principales, comienza el de los secundarios, que contribuyen al incremento de la biomasa de la planta. En Cundinamarca y Boyacá, a los 34 DDE se presentan 24 folíolos, y se registra un 13 % de la superficie foliar definitiva. La formación de estolones sigue siendo lenta, con solo ocho unidades por planta.

Etapa 3. Floración

A partir de la aparición de los primeros botones florales a los 53 DDE, el área foliar crece vigorosamente y alcanza su punto máximo, con 172 folíolos desplegados en su totalidad y una diferenciación de 9 estolones y 20 tubérculos, equivalentes al 80 % del número final, los cuales se encuentran en un llenado intermedio.

Etapa 4. Formación de bayas

Se estima que en esta fase la fotosíntesis declina, lo que se manifiesta en el amarillamiento de las hojas y la pérdida de superficie foliar y de cantidad de folíolos. Sin embargo, también se observan abundantes flores y frutos, característicos de la variedad. Se considera que esta etapa es crítica para el desarrollo de Parida Pastusa, dado que el peso de los tubérculos se incrementa hasta un máximo del 60 % del peso seco total, y se registra una tasa máxima de translocación de fotoasimilados desde la parte aérea.

Etapa 5. Senescencia

Al final de la madurez, el área foliar disminuye y llega al 59 %, por la degradación de la clorofila de las hojas y la reducción del aparato fotosintético. Los carbohidratos y los demás fotoasimilados formados en los folíolos se envían a los tubérculos, que alcanzan en promedio 25 unidades por planta. Por consiguiente, en la papa Parida Pastusa esta fase está marcada por una gran actividad escalonada de llenado de los tubérculos. En promedio, alcanza su madurez comercial entre los 135 y los 147 DDE, en las condiciones de evaluación de los departamentos de Cundinamarca y Boyacá.

Según Rodríguez, Rico, Rodríguez y Núñez (2010), hay un nivel crítico de defoliación de la planta que afecta la producción. Estos autores evaluaron el efecto de cuatro niveles de defoliación inducida (20 %, 40 %, 60 % y 80 %), en diferentes etapas de desarrollo del cultivo, en una localidad del departamento de Cundinamarca, a 3.100 m s. n. m. Este nivel de pérdida de área foliar es similar al causado por un ataque fuerte de plagas o de enfermedades foliares. Encontraron

que la defoliación que ocurre 120 días después de la siembra (DDS) (etapa que coincide con la floración y el llenado de tubérculos) produce una disminución significativa en el rendimiento comercial a partir del 40 % de pérdida de área foliar, y la reducción alcanza su punto máximo cuando se da el 80 % de pérdida.

No obstante, en las etapas anteriores no se presenta una disminución del rendimiento. Se presume que la defoliación estimula las yemas aéreas, y en estas etapas tempranas se logran generar nuevas hojas, que se desarrollan rápidamente hasta compensar el daño.

A los 90 DDS o antes, es posible recuperar la planta que sufre defoliación ya que puede llegar a incrementar la tasa fotosintética en el área foliar restante, por lo que puede superar cualquier nivel de daño sin que haya una disminución significativa en el número de tubérculos.

A partir de los 150 DDS, la pérdida de follaje no afecta la producción, sin importar el nivel de daño, por lo que, en la última etapa de desarrollo, las prácticas para proteger la parte aérea de la planta de esta variedad supondrían gastos innecesarios en el manejo del cultivo.

Producción de semilla

Se considera semilla para siembra el óvulo fecundado y maduro, o cualquier otra parte vegetativa de la planta de un cultivar obtenido por mejoramiento genético como consecuencia de la aplicación de conocimientos científicos, y que se usa para la siembra o propagación (ICA, 2015). Con el fin de obtener cultivos sanos y de alto rendimiento, se recomienda el uso de semilla certificada, que presenta múltiples ventajas frente a la tradicional.

Sin embargo, se estima que apenas un 1 % del área cultivada de papa en Colombia utiliza este tipo de semilla (CNP, 2010), y que la mayoría de los productores utiliza semilla informal, que no cumple con las características deseables de calidad, y que proviene de la misma finca, de fincas de la región o de centros de mercadeo (CNP, 2010). Esta práctica resulta en baja productividad, diseminación de plagas y enfermedades, y altos costos de producción.

Semilla certificada

La Resolución del ICA n.º 3168 del 7 de septiembre de 2015 (ICA, 2015) reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas que son producto del mejoramiento genético —convencional o no convencional—, para la comercialización y siembra en Colombia. También reglamenta el registro de las unidades de evaluación agronómica o de investigación en fitomejoramiento.

Para tal efecto, como productores de semilla certificada, antes de la siembra los titulares del registro deben inscribir los campos de producción con la información requerida por el ICA. La declaración de calidad de las semillas es responsabilidad del productor, y el ICA hace la inspección, vigilancia y control en cualquier momento del proceso.

Con el cumplimiento de requisitos específicos mínimos de calidad del titular del registro ante el ICA, el proceso de producción de semilla certificada en Colombia dispone de control de generaciones. De este modo, el agricultor puede contar con un material con la calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria permitida, la cual debe ser declarada por el productor de semilla que se encuentra debidamente registrado (ICA, 2015).

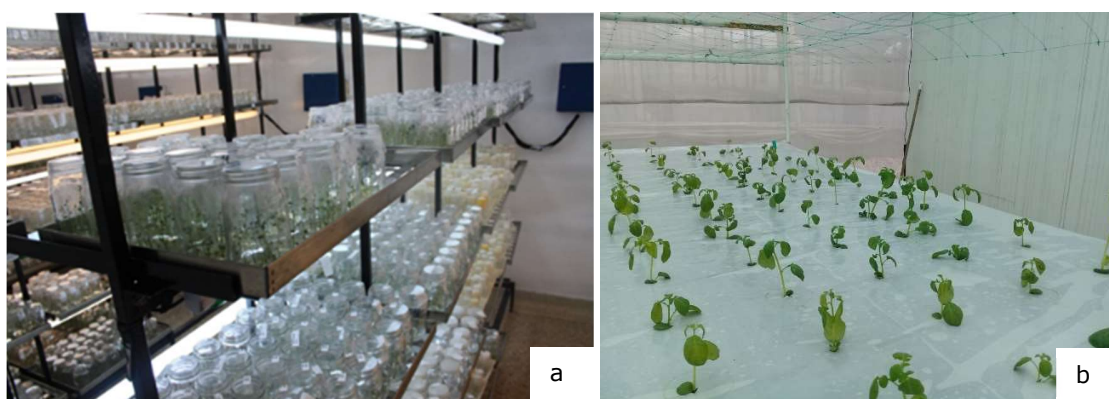
Antes de la siembra, el titular del registro debe inscribir el campo de multiplicación de semilla ante la gerencia seccional del ICA de la jurisdicción respectiva. Debe suministrar información como georreferenciación del campo, áreas, cultivares, origen de la semilla, categoría y fecha de siembra. El ICA le otorga entonces un código alfanumérico de identificación, que el productor autorizado incluye en las etiquetas (ICA, 2015).

De acuerdo con el numeral 13 del anexo 1 de la Resolución ICA n.º 3168 de 2015, los cultivares comerciales debidamente registrados de semilla de papa para siembra en Colombia corresponden a *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* y *Solanum phureja*¹ (ICA, 2015).

¹ Que corresponden a los actuales grupos *tuberosum*, *andigena* y *phureja*, dentro de la especie *Solanum tuberosum* L.

En el proceso se admiten cinco categorías (súper élite, élite, básica, registrada y certificada) en dos fases de producción (fase 1 y fase 2). La producción de semilla en fase 1 corresponde a las categorías súper élite y élite, y se realiza en laboratorio, invernadero o en casa de malla a prueba de áfidos (figura 2). La fase 2 se adelanta en campo, y corresponde a las categorías básica, registrada y certificada.

- Categoría súper élite: Incluye generaciones 1 y 2, y se trata de minitubérculos o esquejes, obtenidos de plantas originadas por propagación *in vitro* (plantas madre), procedentes del material inicial. Este material debe provenir del cultivo de meristemos o plántulas *in vitro*, y debe pertenecer genéticamente al cultivar que se pretende multiplicar.
- Categoría élite: Incluye generaciones 1 y 2, y son tubérculos obtenidos en invernadero o casa de malla, a partir de esquejes o minitubérculos súper élite.
- Categoría básica: Incluye generaciones 1 y 2, y es material obtenido a partir de la categoría élite.
- Categoría registrada: Incluye generaciones 1 y 2, y es la descendencia de la semilla básica.
- Categoría certificada: Es la descendencia de la semilla básica o registrada, en una sola generación. Es la categoría que se comercializa para los agricultores.



Fotos: Pedro Porras y Luis Alonso Lavado

Figura 2. Producción de semilla de papa. a. *In vitro*; b. En casa de malla con el sistema de aeroponía.

Además, la reglamentación oficial hace precisiones acerca de aspectos relacionados con la importación de semillas de cultivares obtenidos fuera del país, requisitos de los campos usados para certificación, características de las zonas aptas para la producción de semilla, inspecciones y visitas oficiales, tolerancias máximas permitidas de plagas y enfermedades por categoría, manejo del cultivo por parte del productor, y cosecha, selección, clasificación, tratamiento, empaque, almacenamiento, muestreo e identificación de la semilla.

En ninguna de las categorías autorizadas se permite que durante la cosecha haya presencia en el tubérculo de *Rosellinia* sp., *Angiosorus solani*, *Ralstonia solanacearum*, polillas (*Phthorimaea operculella* y *Tecia solanivora*), nematodos (*Globodera* sp. y *Meloidogyne* sp.), ni de áfidos.

Una vez que la semilla ha cumplido con los requisitos de calidad exigidos, el productor declara esa calidad mediante etiquetas que identifican cada empaque. El color de cada etiqueta corresponde a una categoría determinada: verde oscuro para súper élite, verde claro para élite, blanco para básica, rosado para registrada y azul para certificada.

Semilla tradicional

Cuando no es posible adquirir semilla certificada, existe la opción de producir semilla sana. Las recomendaciones para obtenerla se resumen en las metodologías de selección masal y clonal (Corzo, Moreno, Franco, & Fierro, 2003).

La selección masal se trata de elegir, por sanidad y desarrollo sobresalientes, tubérculos destinados para semilla, durante ciclos consecutivos de cultivo, a partir de plantas de una parcela. Se recomienda marcar plantas en pleno desarrollo y en floración, cosechar anticipadamente para escoger los mejores tubérculos, mezclar la producción y hacer un almacenamiento adecuado; el proceso se puede implementar durante dos o más cosechas (Corzo et al., 2003).

La selección clonal o positiva consiste en marcar las mejores plantas durante dos o tres ciclos consecutivos, para escoger los mejores tubérculos por su sanidad, rendimiento, vigor y características del cultivar. La producción de cada planta es un clon que se almacena independientemente, para ser sembrado en forma separada, con el fin de identificar los clones con características indeseables en el nuevo ciclo y así elegir solo los materiales superiores (Corzo et al., 2003).

Para la producción de minitubérculos de papa de alta calidad de la variedad Parda Pastusa, Agrosavia ha implementado el sistema de aeroponía, una técnica de multiplicación hidropónica en condiciones controladas de invernadero, donde la parte subterránea de las plantas crece sin suelo, en un espacio oscuro, saturado por finas gotas de una solución nutritiva. El potencial de rendimiento es mayor al de los sistemas tradicionales y se garantiza la ausencia de patógenos como *S. subterranea* o *R. solani*, que se presentan comúnmente en sustratos que tienen suelo. Parda Pastusa se encuentra dentro de los cultivares que se multiplican con este novedoso sistema en el Centro de Investigación Tibaitatá, en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) (figura 3).



Foto: Pedro Porras

Figura 3. Producción de semilla de papa por aeroponía.

Selección

En este proceso se deben separar los tubérculos que no son aptos para semilla (dañados, deformes, cortados o rajados) de aquellos que están sanos, con el fin de disminuir el riesgo de daños en el almacenamiento, impedir la diseminación de patógenos y obtener la mejor calidad para la siembra (Corzo et al., 2003).

Es necesario descartar tubérculos deformes, que no correspondan al cultivar, que tengan una distribución inapropiada de los brotes o brotes no viables, con presencia de plagas, enfermedades o daños mecánicos, o que indiquen que hay mezcla varietal.

Clasificación

De acuerdo con el ICA (2015), la semilla de papa (*S. tuberosum* ssp. *andigena*) en fase 2 se clasifica en cinco tamaños, según su diámetro transversal:

1. Muy grande: mayor a 90 mm
2. Grande o de primera: entre 71 y 90 mm
3. Mediana o de segunda: entre 51 y 70 mm
4. Pequeña o de tercera: entre 31 y 50 mm
5. Muy pequeña: entre 15 y 30 mm

El tamaño de la semilla es un factor importante en la siembra, ya que los tubérculos de tamaños primera y segunda tienen una mayor capacidad de soportar condiciones adversas, mientras que los de tamaño tercera requieren entre 2 y 3 semillas por sitio, para compensar el número de tallos emergidos en cada lugar de siembra.

Tratamiento

Para proveer un tratamiento que permita la protección de la semilla contra patógenos e insectos plaga durante el periodo de almacenamiento y hasta el momento de la siembra, se recomienda la aplicación preventiva de fungicidas e insecticidas al tubérculo destinado a convertirse en semilla.

Los insecticidas deben prevenir principalmente el ataque de polillas de la papa, y los fungicidas, las afecciones por patógenos, que puedan atacar al tubérculo. Se requiere que estos productos estén registrados en el ICA y es necesario que su forma de uso siga estrictamente las recomendaciones consignadas en la etiqueta. El tratamiento más recomendado para la semilla de papa se hace por vía seca, utilizando el método de espolvoreo, y por vía húmeda, con el de aspersion.

Por otro lado, no debe emplearse la inmersión de los tubérculos en la solución de productos, pues, aunque es un método muy difundido por tratarse de una operación sencilla, no es recomendable, porque dificulta el adecuado secado de la semilla y aumenta el riesgo de transmisión de bacterias fitopatógenas. En la figura 4 se muestra el inadecuado procedimiento de inmersión bulto por bulto, que aún se lleva a cabo para el tratamiento de los tubérculos de papa destinados a ser empleados como semilla para siembra.



Foto: Pedro Porras

Figura 4. Tratamiento de semilla de papa por inmersión, que puede tener efectos perjudiciales.

Almacenamiento

El almacenamiento del tubérculo de papa destinado a semilla para siembra es una condición necesaria para romper el reposo natural de los tubérculos y mantener su calidad hasta el momento de la siembra. El tiempo de reposo para la variedad Parda Pastusa es de aproximadamente tres meses.

Para conservar la calidad de la semilla, es indispensable un almacenamiento adecuado, en un sitio cubierto, seco, ventilado, con luz indirecta o difusa, y baja temperatura. Se recomienda disponerla en silos rústicos, canastillas o cajas y, si se hace en bultos, que los arrumes se encuentren sobre estibas de madera y no superen los cuatro bultos de altura en forma vertical. La boca del costal debe acomodarse hacia abajo, para evitar el desprendimiento de los brotes en el momento de vaciar los costales (Corzo et al., 2003).

Las semillas almacenadas en estas condiciones presentan verdeamiento, como consecuencia del desenmascaramiento de la protoclorofila y de la generación de solanina, sustancia que protege a la semilla del ataque de plagas y enfermedades. También ocurre una lenta y homogénea generación de varios brotes cortos, oscuros, uniformes y vigorosos, con suberización de las heridas, baja deshidratación del tubérculo y amplia duración de su vida útil (Corzo et al., 2003) (figura 5).

Por otro lado, condiciones de oscuridad, humedad relativa y ventilación, con temperaturas altas, la organización en arrumes grandes, y el contacto directo de los tubérculos y los bultos almacenados con superficies de cemento (o tierra) causan dominancia apical, con brotes blancos y delgados, que se desprenden fácilmente (Corzo et al., 2003). Además, se da una brotación acelerada y heterogénea, con dominancia apical y una rápida deshidratación del tubérculo, que disminuye su vida útil. Semillas con estas características provocan una emergencia irregular en campo, plantas de poco vigor y pobre establecimiento, susceptibles a patógenos, disminuyen el ciclo vegetativo y afectan el potencial de rendimiento.



Foto: Pedro Porras

Figura 5. Almacenamiento adecuado de semilla de papa.

Durante el almacenamiento, el tubérculo pasa por las etapas de reposo, dominancia apical, brotación múltiple y senectud. Estas edades fisiológicas de la semilla se detallan a continuación, de acuerdo con lo reportado por Corzo et al. (2003).

La semilla en reposo presenta una mínima actividad fisiológica del tubérculo desde la cosecha hasta cuando las yemas comienzan a brotar. La duración de este estado es una característica propia de cada cultivar y varía además con las condiciones de almacenamiento (luz, temperatura y humedad).

En el estado de dominancia o brotación apical, las yemas del tubérculo comienzan a mostrar brotes, debido a la síntesis de hormonas que favorecen su crecimiento. Por lo general, la yema apical brota antes que las demás, lo que marca el inicio este periodo fisiológico. En este estado no es conveniente efectuar la siembra, porque se generan pocos tallos, de baja productividad, y el brote apical tiende a impedir el desarrollo de los demás.

En el estado de brotación múltiple se presenta el desarrollo de la mayor parte de los brotes de la semilla. Esta es la condición ideal para la siembra del tubérculo de papa, pues se produce un mayor número de tallos.

En su estado de senectud o envejecimiento, se disminuye el vigor del tubérculo (por pérdida de agua y nutrientes), que presenta una excesiva ramificación de los brotes, que son largos, ahilados y débiles, y que se desprenden con facilidad. En casos extremos, se forman pequeños tubérculos en los brotes, lo que hace que la semilla pierda totalmente su aptitud.

Capítulo V

Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo

La mayor parte de las regiones productoras de papa en Colombia (Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, Cauca, Norte de Santander y Santander) están ubicadas en clima frío, muy frío y subpáramo, en suelos con cobertura de ceniza volcánica con diferente grado de meteorización (Castro, 2005).

El cultivo requiere suelo suelto, con un buen contenido de materia orgánica, de buena estructura (granular) y que no tenga capas compactadas, condiciones que proporcionan suficiente oxígeno, adecuada retención de humedad y drenaje del agua.

En el caso particular de la variedad Parda Pastusa, los suelos arcillosos causan una deformación de los tubérculos, como consecuencia de los ciclos de secamiento y humedecimiento del suelo. No se recomiendan terrenos con pendientes (mayores al 40 %), ni suelos superficiales que presenten condiciones químicas indeseables como pH ácidos, o que contengan elementos tóxicos para las plantas (Barrera & Tamayo, 2000).

La papa se cultiva entre 2.000 y 3.500 m s. n. m., con una temperatura media de entre 12 y 14 °C, y una humedad relativa del 75 % al 80 %. El cultivo tiene un requerimiento hídrico de 600 a 800 mm al año, y suelos con una pendiente máxima del 30 %. Es una especie sensible a la escasez y al exceso de agua, y muy susceptible a las heladas.

Por otro lado, la papa crece bien en suelos ácidos, con un pH entre 4,8 y 5,5. Sin embargo, en suelos con un pH inferior a 5,5, los niveles de aluminio y manganeso pueden aumentar hasta alcanzar niveles tóxicos para la planta (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Capítulo VI

Manejo de los recursos suelo y agua

El suelo y el agua son los elementos naturales para el sustento y la nutrición de las plantas. En las zonas productoras, el suelo, de condiciones naturales favorables para la variedad Parda Pastusa, ha de cuidarse y manejarse apropiadamente para suplir de manera sostenida las cosechas, tanto las que están en desarrollo como las futuras. El agua es un recurso disponible, pero, en la mayoría de los lotes de cultivo, dependiente de las lluvias. Conocer la respuesta de la planta de la variedad Parda Pastusa frente a estas circunstancias es indispensable para el desarrollo del cultivo.

Manejo de suelos

El suelo debe acondicionarse para la siembra, con el fin de brindar a la semilla de papa las condiciones ideales para su emergencia, y a la planta un espacio suficiente para el desarrollo de su sistema radical y la tuberización.

En términos generales, la preparación se realiza mediante labranza convencional con movimientos del suelo para aflojarlo, con la ayuda de implementos como arados de chuzo, de disco, de cincel o rotatorios, así como gradas rotatorias, rastras y rastrillos, entre otros, para permitir la aireación del suelo, romper terrones, exponer estructuras de patógenos y arvenses al efecto del medio ambiente, y disminuir el tamaño de las partículas. Por lo tanto, esa preparación debe realizarse con la debida anticipación.

No se debe hacer un número exagerado de pases de implementos, ya que esta práctica, conocida como sobrelaboreo, trae como consecuencia la compactación del suelo, la pérdida de sus propiedades físicas, como estructura y capacidad de retención de humedad, y el incremento de los riesgos de erosión.

De la misma manera, durante esta intervención se debe tener en cuenta la humedad del suelo y usar los implementos recomendados en los sistemas de labranza de conservación, que se basan en la mínima remoción del suelo, la

siembra e incorporación de abonos verdes y la cobertura permanente. Se recomienda el uso del arado de cincel para roturar el suelo, como alternativa al arado de discos, y evitar la utilización del arado rotatorio o *rotovator*, que pulveriza en exceso.

Por su parte, las variedades de avena Caldas, Cayuse y Nehuen, la colza y el nabo forrajero, así como algunas leguminosas, son ideales para el establecimiento de abonos verdes, que pueden ser depositados e integrados al suelo por medio de desbrozadoras o rolos, y brindan una cobertura y un aporte de materia orgánica para el suelo.

Se ha observado que, para el cultivo de papa Parda Pastusa, el sistema de labranza de conservación mejora considerablemente las propiedades de los suelos. Amorocho, Sánchez y Murcia (2012) evaluaron el beneficio del sistema de rotación abono verde-papa-abono verde sobre la densidad aparente, porosidad, estructura e infiltración de dos suelos de ladera del municipio de Carmen de Carupa.

El estudio encontró que la densidad aparente y la resistencia a la penetración disminuyeron, en tanto que la porosidad y la infiltración aumentaron. Los abonos verdes utilizados también aportaron una fracción de nutrientes para el cultivo, pero se considera que, para los suelos cultivados con papa, el mayor beneficio de la labranza de conservación se encuentra en el mediano plazo.

Por otro lado, en zonas inclinadas, se recomienda el surcado en contra de la pendiente, siguiendo curvas a nivel, para evitar riesgos de erosión hídrica por arrastre de suelo debido a la acción del agua de lluvia. La figura 6 muestra la dirección en el trazado de surcos recomendable para los lotes en laderas del altiplano cundiboyacense.



Foto: Pedro Porras

Figura 6. Surcado a través de la pendiente.

Manejo de agua

El riego se convierte en una alternativa para suplir las necesidades de agua del cultivo. La determinación del requerimiento en la región muestra que, en el distrito de riego de Samacá (Boyacá), la papa requiere una lámina de 380 mm, distribuida así: 50 mm a los 35 días, 90 mm a los 77, 120 mm a los 138, y 380 mm a los 180 días (Sociedad de Agricultores de Colombia [SAC] & Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo [Fonade], 2002).

La decisión de implementar riego suplementario se basa en la experiencia de los agricultores en el desarrollo del cultivo frente a las épocas de déficit de lluvias. Las etapas críticas de demanda de agua por parte del cultivo son la emergencia, el inicio de tuberización y el llenado del tubérculo. Sin embargo, en el país no existen estudios que permitan recomendar frecuencias y tiempos de riego para el cultivo de la papa.

El estrés hídrico reduce el potencial de rendimiento agronómico, porque ocasiona un pobre establecimiento del cultivo (figura 7) y la disminución de la interceptación de la radiación solar por parte del follaje de la planta, lo que induce una senescencia foliar prematura.



Foto: Pedro Porras

Figura 7. Deficiente establecimiento del cultivo de papa, asociado a sequía verificada en el terreno.

En Cundinamarca, solo el 19% de las explotaciones cuenta con posibilidades de riego artificial, y en Boyacá la disponibilidad es del 24%, de acuerdo con cifras del Primer Censo Nacional del Cultivo de Papa, realizado entre los años 2001 y 2002.

El sistema de riego más utilizado es por aspersión, aunque es una práctica que solo aplica un reducido número de agricultores, grandes y medianos, que cultivan papa destinada al procesamiento, en zonas planas o ligeramente inclinadas de localidades de Cundinamarca donde se dispone del recurso hídrico, como en las provincias de Sabana Occidente y Sabana Centro, parte de Almeidas y Ubaté. Algunos agricultores medianos y pequeños de Oriente y Sumapaz usan riego en menor proporción.

En el departamento de Boyacá, las áreas con posibilidades de aplicar riego se concentran en los distritos de riego de Samacá y del alto Chicamocha, donde la papa Parda Pastusa es poco cultivada.

Capítulo VII

Prácticas culturales

El cultivo de la papa Parda Pastusa requiere de prácticas dirigidas a brindarle condiciones apropiadas para su crecimiento y desarrollo.

Siembra

Una vez efectuado el proceso de preparación del suelo y trazados los surcos, se procede a depositar la semilla.

Densidad de siembra

Para la siembra de la variedad Parda Pastusa se recomiendan distancias de siembra de 0,9 m entre surcos y 0,4 m entre plantas, para una densidad aproximada de 27.700 plantas/ha. En función del tamaño del tubérculo-semilla, se aconseja emplear 1.750 kg de semilla de unos 70 g, cuando la humedad del terreno es favorable. Si la humedad es baja, se aconseja utilizar hasta 2.500 kg de semilla de aproximadamente 100 g (Corzo et al., 2003).

Como ya se mencionó, la alta plasticidad de la planta de papa permite la adaptación a diferentes densidades de siembra (Rodríguez et al., 2004), y esta variación está asociada con las preferencias y particularidades de los productores.

En todas las categorías del tubérculo evaluadas, se encontraron relaciones lineales negativas para el rendimiento por planta en función de la densidad, lo que confirma la variación del rendimiento con relación a la densidad de siembra. El rendimiento promedio por planta se redujo, debido a la competencia por los recursos del suelo, como agua y nutrientes, y de la atmósfera, como radiación, oxígeno y CO₂.

Fertilización

El principal objetivo de aportar nutrientes a las plantas a través de la fertilización es suministrarles los elementos necesarios para el crecimiento, el desarrollo y la producción de los cultivos, de acuerdo con sus requerimientos nutricionales.

Para la variedad Parda Pastusa esta práctica ha representado cerca del 20 % de los costos totales de producción, pero se aplican cantidades excesivas o desbalanceadas de diferentes insumos, en épocas y condiciones inadecuadas, lo que impide explotar el potencial productivo de la variedad de forma eficiente.

Suelos con pH ligeramente ácidos se consideran adecuados para el cultivo de la papa: en tal sentido se han reportado rangos de 4,8 a 5,5 (ICA, 1992); de 4,5 a 6 (Barrera & Tamayo, 2000), y de 5,2 a 6,4 (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2008). Sin embargo, cuando se encuentra por debajo de 6, la aplicación de correctivos para elevar el pH posibilita el aprovechamiento de nutrientes, y muestra una respuesta favorable (Barrera & Tamayo, 2000).

Se recomienda aplicar correctivos de acidez en dosis de 1.500 kg/ha para suelos de fuerte a extremadamente ácidos, y de hasta 1.000 kg/ha en suelos con un pH entre 5,5 y 5,9 (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca [CAR], 2005).

Estas enmiendas de baja solubilidad, del tipo de la cal agrícola o cal dolomita, requieren un tiempo prudente para reaccionar en el suelo, por lo que su aplicación se puede hacer al voleo, en el momento de la preparación del terreno, y su incorporación debe realizarse con los implementos agrícolas de labranza por lo menos entre 30 y 45 días antes de la siembra. Por lo tanto, no se recomienda su uso en momentos tardíos como el de la siembra, cuando el correctivo resulta ineficiente (figura 8).



Foto: Fedepapa

Figura 8. Encalado en el momento de la siembra. Nótese que el suelo está listo para la siembra, pero que la aplicación de cal es tardía y excesiva.

No obstante, son importantes los ajustes en los planes de fertilización, utilizando fuentes, dosis, épocas y sistemas de aplicación que respondan a las necesidades del cultivo y a los requerimientos para diferentes localidades y ambientes.

De acuerdo con la quinta aproximación del ICA (1992) a la fertilización, para un rendimiento esperado de 20 t/ha, las recomendaciones de dosificación para el cultivo de papa en el altiplano cundiboyacense y las zonas altas son: 120 kg de N/ha, 400 kg de P_2O_5 /ha y 100 kg de K_2O /ha.

En un estudio en Villapinzón (Cundinamarca), se evaluaron diferentes fuentes de fósforo aplicando la misma cantidad. Según esta investigación, existen opciones a la fertilización comercial utilizada, como las siguientes: fertilizante grado 13-26-6, roca fosfórica, y mezcla de roca fosfórica y fosfato diamónico (DAP) (en relación 1:1). El fertilizante 13-26-6 podría incluso favorecer una producción total más alta de tubérculos (Hernández, Forero, Otálora, & Serrano, 2012).

En zonas productoras de papa del altiplano cundiboyacense con suelos altamente fijadores de fósforo, ha habido respuesta a la aplicación de hasta 450 kg/ha de P_2O_5 (Barrera, 1998). Hay escasos reportes de las dos últimas décadas acerca de la extracción de nutrientes y las recomendaciones de fertilización fosfórica para la variedad Parda Pastusa.

Por otro lado, el uso de materia orgánica para mejorar las condiciones biológicas y físicas del suelo, y como fuente de nutrientes, es una alternativa dentro de los planes de fertilización. Sin embargo, dado que en los últimos años se ha incrementado la incidencia de problemas fitosanitarios como la roña de la papa, la mortaja blanca, la rizoctoniasis y la pata negra, entre otras enfermedades, se deben evitar gallinazas de baja calidad y no compostadas. Por consiguiente, en lo que respecta a aplicaciones de materia orgánica de origen animal, se recomienda el uso de productos secos, molidos, sin olor y totalmente descompuestos, que se comercializan con autorización del ICA.

El resultado de un análisis de suelos es una herramienta de uso obligado, ya que entrega información acerca de la fertilidad, la caracterización física y el balance de nutrientes, y permite un diagnóstico objetivo y la planificación de una fertilización eficiente (Barrera & Tamayo, 2000).

Los elementos que utilizan las plantas se clasifican en orgánicos (carbono, hidrógeno y oxígeno) y minerales (mayores, secundarios y menores). Con el fin de ilustrar los beneficios de una fertilización balanceada, a continuación, se presenta la importancia de los nutrientes para el cultivo de papa, que se clasifican en elementos mayores, secundarios y menores.

Los elementos mayores son los que las plantas utilizan en cantidades más importantes: nitrógeno, fósforo y potasio. Los secundarios son calcio, magnesio y azufre, y los menores son manganeso, zinc, hierro, cobre, boro y molibdeno (Barrera & Tamayo, 2000).

Nitrógeno (N): Es componente de proteínas, ácidos nucleicos y clorofila. Interviene en un desarrollo vegetativo vigoroso, pero en exceso puede causar un crecimiento aéreo desproporcionado y susceptibilidad a enfermedades (Barrera, 1998; Villamil, 2005).

Fósforo (P): Es el encargado de transmitir la energía en el metabolismo de la planta, y es importante para que las raíces se desarrollen adecuadamente. Las aplicaciones de este elemento al cultivo son abundantes, debido a la fijación en suelos ácidos con alta saturación de aluminio (Barrera, 1998; Villamil, 2005).

Potasio (K): Se encarga de construir la estructura resistente de los tejidos, es necesario para el adecuado transporte de azúcares de las hojas al tubérculo, e incentiva incrementos en la producción. Este elemento promueve, entre otros procesos, la translocación de carbohidratos, la asimilación de CO₂ y la regulación hídrica en la planta (Barrera, 1998; Villamil, 2005).

Calcio (Ca): Es un componente de las paredes celulares, que estimula el desarrollo de hojas y raíces (Villamil, 2005).

Magnesio (Mg): Es un componente de la clorofila, indispensable para la activación de carbohidratos, e interviene en el metabolismo del fósforo (Barrera, 1998; Villamil, 2005).

Azufre (S): Actúa en la síntesis de clorofila, proteínas y elementos compuestos, encargados de la resistencia al frío y al déficit hídrico (Villamil, 2005).

Manganeso (Mn): Contribuye en la síntesis de clorofila, aumenta la disponibilidad de calcio y magnesio, es un agente reductor del hierro y fomenta la asimilación de nitratos (Barrera & Tamayo, 2000; Villamil, 2005).

Zinc (Zn): Participa en la transformación del nitrógeno, que regula el metabolismo de la planta. Además, es precursor de auxinas y hormonas de crecimiento (Barrera & Tamayo, 2000; Villamil, 2005).

Hierro (Fe): Es fundamental en la elaboración de clorofila, así como portador de oxígeno (Barrera & Tamayo, 2000; Villamil, 2005).

Cobre (Cu): Interviene en la formación de clorofila y hace parte de la conversión de aminoácidos a proteínas (Barrera & Tamayo, 2000; Villamil, 2005).

Boro (B): Interviene en la estabilidad de las membranas celulares y forma proteínas. También influye en la flexibilidad de los tallos de las plantas de papa, evitando que se quiebren (Barrera & Tamayo, 2000; Villamil, 2005).

Molibdeno (Mo): Resulta fundamental en la elaboración de la enzima nitrato reductasa (Barrera & Tamayo, 2000; Villamil, 2005).

Existen diversas modalidades para aplicar el fertilizante, como en corona y en banda, ubicándolo lo más cerca posible de la zona de formación de raíces. En la figura 9 se ilustra la aplicación en banda, que se efectúa antes de tapar la semilla (Corzo et al., 2003).

Para el cultivo de papa, incluida la Parda Pastusa, existen dos épocas principales para la aplicación de fertilizante edáfico: durante la siembra (figura 9) e inmediatamente antes de la desyerba (figura 10). La mayor parte de los agricultores lo aplican de forma fraccionada, es decir, una parte en la siembra y la otra en el deshierbe, en proporciones que van de 50 %-50 % hasta el 67 % en la siembra y el 33 % en el deshierbe. Una menor cantidad de productores aplica el 100 % del fertilizante edáfico en el momento de la siembra.

En algunas zonas de Boyacá existe una variación en la época de aplicación del fertilizante, que consiste en emplearlo en el momento de la emergencia del cultivo, en vez de hacerlo durante la siembra. Esta práctica se conoce como retape.



Foto: Fedepapa

Figura 9. Aplicación de fertilizante en bandas durante la siembra del cultivo de papa. Se puede observar la ubicación del fertilizante granular a lo largo de la línea de siembra.



Foto: Fedepapa

Figura 10. Aplicación de fertilizante en esquema de fraccionamiento. En este caso, fertilización en el reabone de la papa, que se realiza en el momento de la desyerba.

Desyerba y aporque

El cultivo de papa requiere labores culturales dirigidas a brindarle condiciones apropiadas para su crecimiento y desarrollo. A través del deshierbe y el aporque, manual o mecanizado, se agrega suelo alrededor de la base de las plantas, siguiendo las hileras o surcos, prácticas que incrementan su volumen para favorecer el desarrollo y la protección del sistema subterráneo, compuesto por raíces, estolones y tubérculos. También se eliminan las arvenses que compiten con el cultivo.

La desyerba, labor cultural que consiste en la eliminación mecánica de arvenses mediante el amontonamiento de suelo junto a las plantas, siguiendo la dirección de los surcos (Fedepapa & MAVDT, 2004), se realiza cuando las plantas han alcanzado unos 15 cm de altura y han desplegado suficiente follaje. Su objetivo es el control de la competencia ejercida por las arvenses sobre el cultivo. Es usual que inmediatamente antes de llevarlo a cabo se apliquen la segunda dosis del fertilizante y un insecticida, y que se tapen enseguida.

Unas tres semanas después del deshierbe se realiza el aporque, que es el segundo amontonamiento de suelo junto a las plantas de papa (figura 11). Esta práctica impide que los estolones se conviertan en tallos aéreos improductivos y que los futuros tubérculos queden expuestos al verdeamiento y al ataque de plagas (Fedepapa & MAVDT, 2004). En este procedimiento no se realiza fertilización, pero es frecuente el uso de insecticidas dirigidos al suelo, contra plagas que atacan a los tubérculos.



Foto: Pedro Porras

Figura 11. Aporque en cultivo de papa. En los surcos de la derecha, ya aporcados, se han removido las malezas y el suelo, que se ha levantado al pie de las plantas.

Aplicación de plaguicidas

La utilización de plaguicidas dirigidos al follaje es uno de los métodos de control de plagas, enfermedades y arvenses. De manera simultánea, aprovechando la disolución en agua, es posible aplicar otros productos, como promotores de crecimiento y adyuvantes. El control químico es una estrategia de manejo integrado de problemas fitosanitarios, y para lograr una óptima respuesta, Corzo et al. (2003) recomiendan:

1. Hacer un monitoreo permanente, para verificar la presencia de plagas y enfermedades, así como el nivel de daño, con el fin de tomar decisiones acerca de la aplicación de plaguicidas.
2. Leer las etiquetas y seguir las recomendaciones de uso del fabricante. Verificar que existe la autorización del ICA para el cultivo de papa.
3. Verificar la calidad de los productos, prestando especial atención al estado de los empaques y a las fechas de producción y vencimiento.
4. Calibrar los equipos de aplicación para usar las dosis recomendadas en volúmenes adecuados de agua.

5. Observar la compatibilidad de los productos y seguir el orden de mezcla recomendado, por tipo de formulación y clase de producto.
6. Rotar los mecanismos de acción de los ingredientes activos y los grupos químicos, con el fin de disminuir las posibilidades de resistencia de las plagas y enfermedades.
7. Usar coadyuvantes.
8. Utilizar reguladores de pH del agua cuando sea necesario.
9. Aplicar el control en condiciones favorables, en el momento oportuno.
10. Respetar los periodos de carencia.
11. Hacer seguimiento y evaluación al control, para no realizar aplicaciones calendario.
12. Cuando se requiera usar plaguicidas se recomiendan aquellos de baja peligrosidad o grado toxicológico.

Capítulo VIII

Manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses

En términos generales, el de la papa es un cultivo que presenta una gran cantidad de plagas y enfermedades, que atacan el tubérculo en suelo, el follaje y el tubérculo en condiciones de almacenamiento. Recientemente, se han reportado daños del nematodo *Globodera pallida*, que está incluido en las plagas de importancia económica.

La variedad Parda Pastusa se caracteriza por ser susceptible a sufrir daños por enfermedades causadas por diferentes agentes fitopatógenos, como hongos, bacterias, virus, fitoplasmas y otros organismos.

Por otro lado, las arvenses son consideradas plantas oportunistas en los cultivos. Tienen un alto potencial para invadir, dominar y persistir, y compiten con los cultivos por espacio, agua, nutrientes y luz. Por lo general, son hospedantes de plagas y enfermedades, y dificultan la implementación de labores culturales.

A continuación, se expone la descripción de las principales plagas y enfermedades que afectan a la papa, su sintomatología y daños, las condiciones ambientales que las favorecen, y las estrategias de manejo más relevantes. Así mismo, se presentan las arvenses más destacadas de la subregión del altiplano cundiboyacense.

Plagas

En la tabla 2 se presenta un consolidado de las plagas de la papa, de acuerdo con el reporte de la *Guía ambiental para el cultivo de la papa* (Fedepapa & MAVDT, 2004).

Tabla 2. Plagas que atacan el cultivo de la papa, incluida la Parda Pastusa en el altiplano cundiboyacense, susceptible a todas ellas

Suelo/tubérculo	Follaje	Almacenamiento
Gusano blanco de la papa <i>Premnotrypes vorax</i>	Pulguilla <i>Epitrix cucumeris</i>	Polilla pequeña o palomilla <i>Phthorimaea operculella</i>
Tiroteador <i>Naupactus</i> sp.	Tostón, mosco o entretelado <i>Liriomyza quadrata</i> <i>Liriomyza huidobrensis</i>	Polilla guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i>
Polilla guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i>	Muques o comedores de follaje <i>Copitarsia consueta</i> <i>Peridroma</i> sp.	Áfidos <i>Rhopalosiphoninus latysiphon</i>
Polilla pequeña o palomilla <i>Phthorimaea operculella</i>	Polilla pequeña o palomilla <i>Phthorimaea operculella</i>	Polilla gigante de la papa <i>Symmetrischema plaesiosema</i>
Chisa, mojoyoy o morrongo <i>Ancognatha scarabaeoides</i> <i>Phyllophaga obsoleta</i>	Polilla gigante de la papa <i>Symmetrischema plaesiosema</i>	
Babosa <i>Milax gagates</i>	Trips <i>Frankliniella tuberosi</i> <i>Thrips palmi</i>	
Trozadores <i>Agrotis ipsilon</i> <i>Feltia</i> sp.	Chupadores Moscas blancas <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	

Fuente: Fedepapa & MAVDT (2004)

A continuación, se describen las principales plagas que afectan el cultivo de la papa Parda Pastusa en la subregión del altiplano cundiboyacense.

Polilla guatemalteca de la papa

Tecia solanivora es la causante de las mayores pérdidas que se dan en el cultivo y el almacenamiento de papa en Colombia, en especial en épocas secas, ya que reduce drásticamente el valor comercial del tubérculo, que no puede ser utilizado como semilla ni para consumo humano o animal. Barreto (2003), López (2000), el Centro Internacional de la Papa (CIP) y el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa) (1996), y el ICA (2011) presentan las características de *T. solanivora*.

Daños

Las larvas solo se alimentan del tubérculo de la papa y pueden deteriorar su calidad hasta hacerlo inservible, debido al ingreso de microorganismos y la generación de pudriciones secundarias (figura 12).



Foto: Pedro Porras

Figura 12. Daño severo causado por larvas de polilla guatemalteca de la papa.

Ciclo de vida

Esta especie presenta una metamorfosis completa, con un ciclo de vida que dura aproximadamente 60 días. El adulto es una pequeña mariposa, que mide unos 1,5 cm de largo, es de color pajizo, tiene hábitos nocturnos, y hace vuelos cortos y erráticos, por lo general a ras del suelo, con el que se confunde.

En el campo, se localizan en el suelo, bajo los terrones, en las grietas, en la base y en las hojas de las plantas de papa, o debajo de arvenses y residuos vegetales. En sitios de almacenamiento se encuentran en cualquier grieta de la pared o del piso, y bajo los arrumes de semillas (Herrera, 1997).

Las hembras ovipositan unos 250 huevos en el suelo y alrededor del tallo de la planta de papa. Los huevos son ovalados, con 0,5 mm de diámetro, inicialmente de color blanco, que se torna amarillo y adquiere una tonalidad negruzca cuando

se acerca el momento de la eclosión. Después de emerger del huevo, las larvas pasan por cuatro instares (periodos de la fase larval que transcurren entre muda y muda). Los gusanos tienen forma alargada, poseen tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par de pseudopatas anales.

En el primer instar, las larvas tienen una coloración hialina blanquizca, después se tornan amarillo-verdosas, para finalmente llegar a un color verde y púrpura, típico del cuarto instar, y al final de ese estadio emiten una seda con la que forman un capullo, al que se adhieren partículas de tierra o fibras vegetales que encuentran en el sustrato disponible (Herrera, 1997).

Las pupas se forman fuera del tubérculo, aunque a veces se desarrollan en su interior. Es frecuente encontrarlas adheridas a empaques, paredes y grietas de las bodegas, o en el suelo. Dentro de este capullo ocurre la metamorfosis hasta el estado adulto, para continuar un nuevo ciclo.

Condiciones favorables

1. Tubérculos destinados para semilla sin tratamiento con insecticida.
2. Presencia de toyas y tubérculos de cosechas anteriores, que sirven como fuente de infestación.
3. Presencia de cultivos de papa en diferentes estados de desarrollo.
4. Ambientes secos y altas temperaturas, especialmente cuando coinciden con la época entre la tuberización y la cosecha.
5. Aporques deficientes.
6. Retraso en la recolección de la cosecha.

Recomendaciones de manejo

1. Tratar la semilla con el insecticida biológico en polvo *Baculovirus phthorimaea*, en dosis de 5 kg/t, o con productos debidamente autorizados por el ICA, siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.
2. Limpiar la bodega donde se guarda la semilla, controlar focos vecinos de infestación, almacenar en condiciones de luz difusa, seleccionar la semilla y revisarla periódicamente, y no exceder los tiempos de almacenamiento.

3. Preparar el suelo adecuadamente, para exponer al ambiente los diferentes estados de la plaga, y eliminar terrones y plantas arvenses que le sirvan de refugio.
4. Detectar y eliminar los focos de infestación en el cultivo, en la semilla almacenada y en el tubérculo para el consumo humano o animal.
5. Sembrar semilla sana, debidamente seleccionada, sin presencia de insectos vivos.
6. Hacer una siembra profunda, que dificulte el ingreso de la plaga al área de tuberización.
7. Realizar un aporque alto y juntar suficiente suelo en la base de la planta, para limitar el acceso de las larvas a los tubérculos.
8. Eliminar plantas arvenses y toyas de papa.
9. Hacer uso del control etológico, con trampas de feromona sexual, para la detección, el monitoreo y la vigilancia de las poblaciones de la plaga, y como control directo, mediante la atracción, captura y muerte de adultos machos de la plaga (figura 13).
10. Emplear riego en épocas críticas del cultivo, especialmente después de la floración.
11. Cosechar oportunamente o adelantar la recolección si se requiere.
12. Recolectar tubérculos abandonados en campo, sin dejar residuos que sirvan como foco de infestación de la plaga.
13. Hacer uso de los tubérculos de descarte para la alimentación de animales o para la elaboración de compost.
14. Utilizar control químico en campo, una vez que se hayan implementado las demás estrategias de manejo. Se aplica en la etapa reproductiva, desde el inicio de la tuberización. Cuando las trampas reporten capturas superiores a 100 individuos promedio/trampa/semana, se pueden usar insecticidas autorizados por el ICA.
15. Rotar el cultivo de papa con cereales, leguminosas y hortalizas, o dejar en barbecho por periodos prolongados, para romper el ciclo de la plaga.
16. Realizar un manejo integrado regional de la plaga.



Foto: Pedro Porras

Figura 13. Monitoreo de trampas de feromona sexual para adultos machos de polilla guatemalteca de la papa.

Gusano blanco de la papa

Se considera que *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae) es uno de los insectos que causa grandes daños en el cultivo de papa en Colombia, en particular en zonas altas andinas de producción del tubérculo. López (2000), Porras, Navia y González (2005) y el ICA (2011) presentan las siguientes características de la plaga.

Daños

La larva consume la pulpa y forma galerías sinuosas, irregulares y superficiales, que después se profundizan. Cuando termina el consumo, abandona el tubérculo y deja orificios grandes, de bordes irregulares y apariencia sucia.

Por otra parte, los adultos tienen hábitos nocturnos y migran en la noche; se desplazan desde lotes vecinos, atraídos por el aroma de las plantas de papa que se encuentran entre la emergencia y el aporque.

Los gorgojos se congregan en grupos, ascienden por los tallos, se alimentan de hojas jóvenes y efectúan daños en los folíolos en forma de media luna. La mayor infestación se presenta en los bordes de los cultivos de papa que proceden de barbecho; no obstante, en lotes ya infestados, la distribución de la plaga es generalizada.

Ciclo de vida

El ciclo de vida de este insecto, de metamorfosis completa, es de 95 a 283 días. Dentro de este rango de tiempo, la duración depende de las condiciones en las que se desarrollen los individuos (altura sobre el nivel del mar, temperatura, y cantidad y calidad del alimento). Los adultos (gorgojos pequeños) se caracterizan por un color café que va de rojizo a casi negro, y un aparato bucal alargado y curvado, en forma de pico.

Su alimentación se compone de residuos vegetales y arvenses, como nabo (*Brassica campestris*), trébol blanco (*Trifolium repens*), yerbamora (*Solanum nigrum*), sangre de toro (*Rumex acetosella*) y bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*), entre otros.

Un adulto hembra puede poner hasta 250 huevos, en posturas de 50 huevos o más. Los depositan en tallos secos de gramíneas, o en residuos de cosecha de papa, haba, arveja u otras plantas, o en el suelo, a 5 cm de profundidad. La fase de huevo puede tener una duración de 20 a 35 días, y dimensiones entre 1,12 y 1,25 mm. Inicialmente son blandos y blancos, pero pasados unos días toman una coloración ámbar.

La larva es el estado más largo y, por lo general, coincide con el desarrollo de los tubérculos. Pasa por entre cuatro y cinco instares, en un lapso de 35 a 50 días. Su crecimiento va desde 1,12 mm (primer instar), hasta 11 a 13 mm (último instar). Presenta un color blanco cremoso, con la cabeza pigmentada, y un cuerpo en forma de C, sin patas visibles.

En el último instar, el gusano se entierra en el suelo (10 a 25 cm de profundidad), para formar una celda, y luego se transforma en pupa, estado que dura entre 15 y 30 días. Inicialmente es blanca cremosa y al final rojiza, cuando se endurece hasta desarrollar un nuevo adulto.

Condiciones favorables

1. Siembras continuas de papa en un mismo lote, en ciclos consecutivos a manera de monocultivo.
2. Presencia de plantas hospedantes y residuos de cosechas anteriores de papa.
3. Aporques deficientes.
4. Demoras en la cosecha.

Recomendaciones de manejo

1. Preparar adecuadamente el suelo para destruir terrones, que sirven de protección al insecto, y para exponer las larvas a la acción de la desecación y los depredadores.
2. Recolectar residuos de cosecha, que pueden albergar a la plaga.
3. Eliminar las toyas que emergen anticipadamente en el cultivo y atraen a la plaga.
4. Realizar un aporque alto y juntar suficiente suelo alrededor del cuello de los tallos de la planta, como barrera física para el ingreso de las larvas a los tubérculos.
5. Capturar manualmente a los adultos en campo en horas de la noche, o recolectar gorgojos sobre plásticos o mantas, donde caen al sacudir las plantas.
6. Utilizar trampas de caída, para determinar los sitios de ingreso de la plaga y poder implementar las medidas de manejo.
7. Usar trampas, constituidas por costales húmedos de fique o cartones, debajo de los cuales se colocan hojas jóvenes de papa, que atraen a los adultos.
8. En lotes procedentes de barbecho, sembrar tres surcos de papa en los contornos antes de la siembra principal, para atraer adultos de la plaga. Sobre estos surcos trampa se aplica control. En el resto del lote, solo sería necesaria una aplicación de insecticida, siempre y cuando el nivel de la plaga lo amerite.
9. Cosechar oportunamente sin demorar la recolección, para disminuir el tiempo de exposición del cultivo al ataque de la plaga.
10. Sembrar una barrera de cubios (*Tropaeolum tuberosum*) en el perímetro del lote de papa que repela el ingreso de la plaga.
11. Aplicar insecticidas aprobados por el ICA, siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.
12. Rotar cultivos de papa con otras especies no hospederas, para mantener bajos los niveles de la plaga.

Pulguilla

El daño a causa del surgimiento de poblaciones de *Epitrix* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) ocurre durante la emergencia del cultivo y primeras semanas de desarrollo, por lo que retrasa el crecimiento y el desarrollo de las plantas, a causa de la pérdida de área foliar. Autores como López (2000) y Porras et al. (2005) presentan la siguiente información sobre la plaga.

Daños

Los cucarrones se alimentan de los cogollos, y en las hojas se observan orificios de diferentes tamaños, o cicatrices redondas y claras en el haz de las hojas. Por su parte, las larvas se alimentan principalmente de las raicillas de las plantas de papa o de arvenses. Si no se realiza un control en la fase vegetativa, la segunda generación de larvas puede llegar a causar daños en los tubérculos. Las primeras plantas atacadas son las toyas, debido a su rápida emergencia (figura 14). Es importante reconocer estos ataques para detectar oportunamente la plaga en el cultivo.



Foto: Pedro Porras

Figura 14. Ataque de pulguilla en una toya de papa, posible fuente de infestación para el cultivo principal.

Ciclo de vida

El insecto presenta una metamorfosis completa. Los adultos son de un color que va de café brillante a negro, su longitud es de 2 a 3 mm, y en el campo saltan de hoja en hoja. Las hembras ovipositan en el suelo, las larvas se alimentan de raicillas de diferentes plantas o tubérculos, y de las pupas emergen los adultos que posteriormente inician un nuevo ciclo.

Condiciones favorables

1. Épocas secas intensas y prolongadas.
2. Presencia de toyas de papa, que son susceptibles al ataque de la plaga.

Recomendaciones de manejo

1. Eliminar toyas, donde se concentran los primeros daños de los adultos.
2. Evaluar los niveles de población, observando las plantas en un recorrido en zigzag.
3. Regar el cultivo (donde se disponga de este recurso).
4. Evaluar poblaciones de adultos. El umbral de control sugerido es la captura de 10 adultos en 10 pases dobles de jama, contados desde la emergencia del cultivo hasta el comienzo de la floración.
5. Efectuar un control dirigido a los adultos, con insecticidas debidamente autorizados por el ICA, de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta.

Tostón

López (2000) y Porras et al. (2005) se refieren a la mosca *Liriomyza quadrata* (Melloch) (Diptera: Agromyzidae). El daño que genera se presenta entre la emergencia del cultivo y el inicio de la floración, lo que afecta el desarrollo de las plantas cuando la pérdida de su área foliar llega a ser significativa. Los autores mencionados describen el daño y manejo de la plaga como se expone a continuación.

Daños

Cuando las larvas se alimentan del tejido foliar, dejan minas o túneles en forma de serpentinillas y, más adelante, parches grandes, a manera de áreas secas en la hoja (figura 15). La presencia de poblaciones altas de la plaga, después de la floración de la papa, puede llegar a ocasionar una considerable disminución en el rendimiento.



Foto: Pedro Porras

Figura 15. Daño causado por tostón.

Ciclo de vida

El insecto presenta una metamorfosis completa. El adulto es una pequeña mosca oscura, con puntos amarillos notorios sobre la base de las alas. Los huevos son depositados dentro del parénquima foliar, y de ellos salen larvas de color blanco cremoso, que consumen los folíolos. Posteriormente se forma la pupa en el envés de las hojas y, por último, emerge el adulto, para iniciar un nuevo ciclo.

Condiciones favorables

1. Épocas secas prolongadas e intensas.
2. Aplicaciones frecuentes de insecticidas, que afectan a sus enemigos naturales.

Recomendaciones de manejo

1. Para determinar los niveles de población, se usa el método de jama. El umbral de control recomendado está entre 10 y 15 adultos en 10 pases dobles de jama antes de la floración, y 20 adultos en 10 pases dobles después de esta.
2. Efectuar un control con insecticidas debidamente autorizados por el ICA, siguiendo las recomendaciones de la etiqueta.

Trozadores y tierreros

Los trozadores *Agrotis ipsilon* (Hufnagel) y *Copitarsia consueta* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) afectan una amplia gama de cultivos, retrasan su normal desarrollo o causan la muerte temprana de varias especies de plantas.

Daños

Por lo general, las larvas se presentan en focos o parches, y ocasionan daños por el consumo de la parte basal de los tallos de las plantas en la época de emergencia del cultivo (Porrás et al., 2005).

Ciclo de vida

Los adultos son polillas que tienen un tono que va de pajizo a gris negruzco, y dimensiones de unos 43 mm. Durante el día permanecen debajo de hojas secas y residuos de cosecha.

Las larvas pasan por entre 5 y 6 instares, con una longevidad de 30 días. En el último instar, pueden alcanzar 45 mm de longitud. El cuerpo presenta tonos diferentes (gris con pintas oscuras) de color verdoso, con líneas laterales (casi blancas o rosadas). Tienen una apariencia grasosa y la cabeza es de un color café claro. Las actividades del gusano son nocturnas, pero se alimenta al atardecer, y al sentirse amenazado se enrosca. Cuando la alimentación termina, la fase de pupa transcurre en el suelo.

Condiciones favorables

1. Presencia de terrones y arvenses, que le sirven de refugio a los adultos.
2. Épocas secas.

Recomendaciones de manejo

1. Preparar el suelo adecuadamente, para destruir pupas y exponerlas al ambiente.
2. Eliminar arvenses.
3. Usar cebos tóxicos en la época de emergencia del cultivo, distribuidos en varios sitios del lote.
4. Aplicar riego.
5. De ser necesario, utilizar control químico, de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta.

Tiroteador

Se reporta principalmente a *Naupactus* sp. (Coleoptera: Curculionidae), pero es posible que bajo la denominación de tiroteador se presente un complejo de insectos que incluya otros géneros. De acuerdo con Garza (2006), las siguientes son las características la plaga, en cuanto a los daños y el ciclo de vida.

Daños

La larva es polífaga y, en el caso del cultivo de papa, consume parcialmente la pulpa del tubérculo. Por el ingreso de la mitad de su cuerpo, deja pequeños orificios superficiales o de poca profundidad, limpios y de forma circular, a manera de perdigones, que demeritan la calidad comercial del tubérculo. Por otra parte, los adultos consumen el follaje, dejando rastros en forma de media luna en los bordes de los folíolos, similares al daño causado por el adulto de *P. vorax*.

Ciclo de vida

Su ciclo de vida tiene una duración de 475 a 500 días, con una metamorfosis completa. La fase de adulto (gorgojo) dura en promedio 115 días, con una dimensión de 8,4 mm de largo y 3,6 mm de ancho. Su coloración inicial es amarilla clara, después cambia a café claro y, por último, a negro mate (algunas especies tienen líneas blancas o verdes en los costados de los élitros).

Durante el día, permanece debajo de los terrones de suelo (cerca de las plantas de papa), y al anochecer sale a alimentarse de las hojas de papa. Las hembras depositan los huevos en el suelo o en tallos secos de gramíneas, cerca de la fuente de alimento (plantas de papa). Los huevos tienen forma cilíndrica, ligeramente ovalada, una textura lisa, coloración perla, y dimensiones de 1 mm de largo por 0,5 mm de ancho.

La fase de larva dura 270 días y pasa por cinco instares. En el primero tiene una longitud de 1,1 mm y forma de C, y carece de patas visibles. Es de color blanco, con cabeza marrón; y tiene un aparato bucal con mandíbulas bien desarrolladas, con las que puede nutrirse de las raicillas de las plantas (ajo, arveja, fríjol, maíz, trigo, fresa y algunas arvenses).

Cuando completa el último instar (finalizada su alimentación), el gusano profundiza en el suelo (hasta 70 cm) y procede a transformarse en pupa (de color amarillo claro), fase con una duración aproximada de 90 días.

Condiciones favorables

1. Épocas secas.
2. Presencia de residuos de cosecha o arvenses como lengüevaca (*Rumex crispus*), guasca (*Galinsoga parviflora*) y pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*).
3. Prácticas no conservacionistas del suelo, deforestación y uso indiscriminado de plaguicidas.

Recomendaciones de manejo

1. Realizar un aporque alto, para proporcionar una barrera que evite el ingreso de la plaga a la zona de tuberización.
2. Recolectar y destruir residuos de cosechas anteriores.
3. Eliminar plantas hospederas, especialmente arvenses.
4. Usar trampas similares a las usadas para la captura del gusano blanco de la papa.
5. Rotar cultivos.

Pulgones

Comprenden diferentes especies del orden Hemiptera, familia Aphididae, entre ellas *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*, en follaje, y *Rhopalosiphum* spp. o áfido de la raíz. Son insectos polívoros, vectores de numerosos virus, que limitan la producción de semilla de papa en muchas regiones productoras del mundo, en particular el virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV) (ICA, 2011).

Daños

El daño lo ocasionan los adultos y las ninfas que, al alimentarse, pueden producir un debilitamiento de las plantas, por la succión de savia, que causa deformaciones, amarillamientos o agallas, así como la transmisión de virus en el cultivo y en el almacenamiento de semilla (Porrás et al., 2005).

Ciclo de vida

Los áfidos presentan una metamorfosis incompleta, es decir, pasan por las fases de adulto, huevo y ninfa. Pueden ser alados o no alados, con un ciclo de vida muy corto y cohortes superpuestas. Los adultos miden hasta 2 mm de longitud, su color varía de verde amarillento a pardo, y tienen un aparato bucal en estilete (ICA, 2014).

Condiciones favorables

Las condiciones que pueden favorecer el establecimiento de colonias del insecto en el cultivo son las siguientes (ICA, 2014):

1. Cultivos en zonas productoras intermedias y bajas.
2. Vientos que ayudan a dispersar la plaga.
3. Épocas secas.
4. Presencia de plantas hospedantes.
5. Aplicación de una fertilización nitrogenada excesiva en el cultivo.

Recomendaciones de manejo

1. Seleccionar zonas altas y aisladas para la producción de semilla de papa.
2. Hacer un almacenamiento de la semilla en condiciones de ventilación y luz difusa.
3. Detectar el insecto en la bodega de almacenamiento de semilla, y en condiciones de cultivo mediante trampas amarillas, jama o visualmente.
4. Destruir las plantas hospedantes del insecto, especialmente las que tengan flores amarillas.
5. Destruir, en la fase de maduración del tubérculo, el follaje de las plantas de papa, para disminuir la presión de la plaga.
6. Eliminar toyas de papa y arvenses, donde la plaga ataca con mayor facilidad.
7. Realizar control con insecticidas específicos en cultivo y para el tratamiento de la semilla de papa, de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta.

Mosca blanca

La especie más común de este insecto es *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), la mosca blanca de los invernaderos. Es uno de los insectos plaga de mayor importancia económica del mundo, que afecta a una

amplia gama de cultivos en cualquier fase de desarrollo, entre ellos frijol, yuca, arveja, habichuela, tomate, pimentón, melón, remolacha, papa, uchuva y plantas ornamentales. Un extenso número de arvenses le sirven de hospedantes, como romaza, corazón herido, barbasco, ruda amarilla y diente de león (ICA, 2014).

En el cultivo de papa, *T. vaporariorum* es responsable de la transmisión de por lo menos cinco virus, entre los cuales se destaca el del amarillamiento de las venas de la papa (PVV). En 2014, su alto nivel de incidencia provocó que el ICA declarara emergencia fitosanitaria para el cultivo de papa, por el complejo mosca blanca-PVV, debido a las afectaciones que se presentaron en departamentos productores del tubérculo como Cundinamarca, Antioquia, Nariño y Boyacá (ICA, 2014).

Daños

La plaga ocasiona daños directos e indirectos. Se manifiesta en pérdida del vigor de la planta, debilitamiento, amarillamiento y deformación de hojas, por la succión de savia que hacen las ninfas y los adultos. Este ataque causa una disminución del rendimiento, porque reduce la capacidad de fotosíntesis de las plantas.

Además, sobre la superficie de las partes afectadas, el insecto excreta una secreción viscosa azucarada, denominada miel de rocío, que genera una fumagina que también disminuye la fotosíntesis. La plaga se ubica de preferencia en el envés de las hojas, en grupos de numerosos individuos. Las poblaciones viejas y las ninfas se encuentran en el estrato bajo de las plantas, mientras que los jóvenes, los adultos y los huevos, en los estratos superiores (Fedepapa, 2008).

Ciclo de vida

T. vaporariorum presenta una distribución amplia, con alta capacidad de dispersión, ya que puede alcanzar más de 7 generaciones en un año. La duración de cada estado depende de la temperatura y la humedad: a 17 °C, con una humedad relativa del 77 %, el paso de huevo a adulto dura unos 50 días (Fedepapa, 2008).

Condiciones favorables

1. Presencia de plantas hospedantes y residuos vegetales.
2. Ambientes secos y altas temperaturas, que aceleran el ciclo de vida de la plaga.
3. Aplicaciones excesivas de materia orgánica y fertilización nitrogenada.
4. Uso inapropiado, masivo y frecuente de insecticidas para el control de la plaga.

Recomendaciones de manejo

1. Eliminar toyas, arvenses, residuos de cultivos abandonados y desperdicios vegetales, que sirven de albergue para la plaga.
2. Realizar una fertilización balanceada, evitando excederse en las cantidades de fertilizantes nitrogenados o de materia orgánica.
3. Hacer una detección de la plaga en lotes vecinos.
4. Colocar trampas pegajosas de color amarillo en diferentes partes del lote, de acuerdo con las recomendaciones del ICA.
5. Rotar los cultivos con maíz, repollo, pastos, cilantro, zanahoria, lechuga y cebolla.
6. Realizar el control químico con insecticidas autorizados por el ICA para el cultivo de papa, conforme a las recomendaciones de la etiqueta.
7. El control biológico de la plaga en condiciones de campo con *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Lecanicillium lecanii* y *Paecilomyces fumosoroseus* se encuentra en ajuste.

Nematodo quiste

Globodera pallida es una plaga exclusiva de la papa, que se ha reportado en los últimos años en departamentos como Nariño, Cauca, Antioquia y Cundinamarca. Los quistes pueden sobrevivir en el suelo entre 8 y 10 años (ICA, 2011).

Daños

Los nematodos succionan nutrientes de la planta mediante su estructura bucal, similar a una aguja, denominada estilete, que causa que en la parte aérea de la planta se presenten clorosis, disminución del crecimiento, escaso vigor y marchitamiento en las horas calurosas del día, lo que al final se refleja en un bajo rendimiento del tubérculo (ICA, 2011).

Ciclo de vida

Inicia con el desarrollo de las larvas, tras la excreción de sustancias de las raíces de las plantas hospedantes, que estimulan la eclosión del huevo. El nematodo macho es filiforme, y fecunda a la hembra para su multiplicación.

Esta última tiene un cuerpo esférico, que se adhiere a las raíces de la planta y va aumentando su tamaño, cambia su color de blanco a pardo rojizo y termina siendo amarilla (característica asociada a la palabra *pallida* en el nombre científico de la especie). En ese momento, el cuerpo es un quiste que contiene entre 200 y 300 huevos, en diferentes estados de desarrollo embrionario hasta el estadio juvenil 1, que son protegidos por una cutícula gruesa, muy resistente a los factores ambientales adversos (ICA, 2011).

Condiciones favorables

La severidad del daño causado al cultivo depende de la población y, por lo tanto, siembras sucesivas de papa incrementan la concentración del nematodo en los lotes. Para detectarlo en raíces es necesaria una inspección directa.

Recomendaciones de manejo

1. Evitar el uso de semilla atacada por el nematodo.
2. Hacer una inspección directa de raíces, para detectar de manera oportuna la presencia de quistes.
3. En casos severos de infestación del lote, aplicar nematicidas autorizados por el ICA, de acuerdo con las recomendaciones de uso.
4. Rotar cultivos.

Enfermedades

La tabla 3 condensa las principales enfermedades que afectan el cultivo, de acuerdo con lo reportado por la *Guía ambiental para el cultivo de la papa* (Fedepapa & MAVDT, 2004).

Tabla 3. Principales enfermedades que afectan el cultivo de la papa, incluida la Parda Pastusa en el altiplano cundiboyacense, susceptible a todas ellas

Hongo	Bacteria	Virus
Gota o tizón tardío <i>Phytophthora infestans</i>	Pata negra <i>Pectobacterium atrosepticum</i>	Virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV)
Tizón temprano <i>Alternaria solani</i>	Pudrición blanda <i>Pectobacterium atrosepticum</i>	Mosaico suave Virus Y de la papa (PVY)
Roya común <i>Puccinia pittieriana</i>	Marchitez bacteriana o dormidera <i>Ralstonia solanacearum</i>	Mosaico suave Virus X de la papa (PVX)
Cenicilla o mildew polvoso <i>Erysiphe cichoracearum</i>	Sarna común <i>Streptomyces scabies</i>	Virus S de la papa (PVS)
Rizoctoniasis <i>Rhizoctonia solani</i>		Virus del amarillamiento de las venas de la papa (PVV)
Mortaja blanca o palomillo <i>Rosellinia sp.</i>		Virus <i>mop-top</i> de la papa (PMTV)
Roña polvosa o camanduleo <i>Spongospora subterranea</i>		
Marchitez temprana <i>Verticillium alboatrum</i>		
Podredumbre por fusariosis <i>Fusarium spp.</i>		

Fuente: Fedepapa & MAVDT (2004)

A continuación, se describen las principales enfermedades que afectan el cultivo de papa Parda Pastusa en la subregión del altiplano cundiboyacense.

Gota de la papa

La gota, causada por el oomiceto *Phytophthora infestans* (filo: Oomycota, orden: Peronosporales), es la enfermedad más limitante del cultivo de la papa en todo el mundo; afecta hojas, tallos aéreos y tubérculos (Hwang et al., 2014).

En Colombia, es la afección que genera mayores costos de control para los agricultores. De acuerdo con los reportes de Porras et al. (2005), García (2010) y Restrepo (2010, 2014), la gota presenta las siguientes características.

Síntomas

Varían según el órgano afectado, el cultivar y el clima. En términos generales, la enfermedad ocasiona que el rendimiento del cultivo disminuya.

Signos

Inicialmente son casi imperceptibles. Se presentan pequeñas manchas redondeadas o irregulares de color verde claro a oscuro, y apariencia húmeda y aceitosa, que se convierten en lesiones que van de pardas a negras, en especial en los bordes de las hojas bajas.

Las lesiones suelen estar rodeadas de un halo amarillento que separa el tejido enfermo del sano. Si hay una alta humedad relativa, a medida que la lesión se agranda, se observa un crecimiento algodonoso de color gris en el envés de la hoja, que indica la esporulación del patógeno.

En condiciones ambientales de alta humedad, la enfermedad se expresa fácilmente, ya que, al poco tiempo de ser infectados, los folíolos se necrosan y mueren (figura 16). Cuando la afección inicia, es evidente en los órganos aéreos jóvenes de la planta, y al poco tiempo se producen marchitamiento y pudrición de los tejidos vegetales, acompañados de un olor desagradable, producto de la necrosis de los tejidos.



Foto: Pedro Porras

Figura 16. Gota de la papa en follaje.

En casos severos, puede llegar a afectar de manera directa los tallos aéreos, o indirecta, por la extensión del patógeno a partir las hojas infectadas. El daño en los tallos es económicamente significativo cuando se quiebran y destruyen las hojas.

Aunque en Colombia no es común, durante el almacenamiento, la enfermedad ocasiona lesiones oscuras irregulares en tubérculos, lo que aumenta el inóculo inicial para la próxima siembra.

Condiciones favorables

Una humedad relativa elevada, bajas temperaturas y alta precipitación son condiciones adecuadas para la aparición y progreso de la enfermedad, en cualquier etapa de desarrollo del cultivo.

En épocas lluviosas, con temperatura y luminosidad bajas, el ciclo de la enfermedad es corto (4 a 6 días). En condiciones normales de precipitación y humedad relativa, la cantidad de inóculo es menor y el ciclo de la enfermedad se alarga (8 a 9 días). En campo, las altas densidades de siembra, el riego y los encharcamientos favorecen la severidad de *P. infestans*.

De otra parte, los sitios donde las aplicaciones de fungicidas preventivos no cubren adecuadamente la planta se convierten en focos para la dispersión del patógeno. Para el control de la enfermedad, dada su susceptibilidad, la variedad Parda Pastusa requiere una aplicación de fungicidas en cantidad y frecuencia medias.

Diseminación

El patógeno es fácilmente distribuido por el agua, el viento, las herramientas, y el paso de personas y animales. La presencia continua de cultivos de papa de diferentes edades y de otras solanáceas favorece su dispersión.

Recomendaciones de manejo

1. Utilizar semilla sana, preferiblemente de categoría certificada.
2. Fertilizar de manera balanceada, evitando excesos en fertilización nitrogenada. Las aplicaciones de potasio y calcio pueden llegar a fortalecer los tejidos de las plantas.
3. Disminuir las densidades de siembra, aumentando la distancia entre plantas y entre surcos, para evitar la concentración de humedad en el cultivo, favorecer la aireación y mejorar la cobertura de los fungicidas aplicados.
4. Eliminar toyas de cultivos de papa anteriores.
5. Controlar plantas hospedantes del patógeno, en especial de la familia solanácea.
6. Evitar el uso de riego por aspersion en condiciones de altas temperaturas, que favorece el desarrollo de la enfermedad.
7. Rotar ingredientes activos de fungicidas curativos y otros productos, usando diferentes grupos químicos y mecanismos de acción, con el propósito de impedir que el patógeno desarrolle resistencia.
8. Realizar una correcta aplicación de fungicidas y otros productos para el control de la enfermedad.
9. Calibrar el equipo de aspersion, con el fin de obtener un adecuado tamaño de gota y una óptima cobertura.
10. Usar coadyuvantes para mejorar el comportamiento de los fungicidas.
11. Evitar aplicar fungicidas para el control de la enfermedad cuando sobre el follaje haya agua libre, ya que diluye la concentración del ingrediente activo.
12. Evitar la aplicación de fungicidas de acción curativa mezclados con fertilizantes foliares nitrogenados.

Rizoctoniasis

Rhizoctonia solani es un hongo natural en casi todos los suelos del mundo, con una amplia gama de hospederos y que sobrevive en los residuos de plantas. En la papa, causa daños a los tejidos vegetales colonizados, pues ocasiona lesiones en raíces, tallos y tubérculos, provoca una disminución de la calidad de los tubérculos y reduce el rendimiento. A continuación, se presentan las principales características de la enfermedad (Guerrero, 1998, 2004).

Síntomas

El hongo puede causar encrespamiento del ápice, enrollamiento de hojas hacia arriba (acucharamiento), pigmentación púrpura en los folíolos terminales, formación de tubérculos aéreos y, a menudo, clorosis, amarillamiento, debilitamiento de la planta y maduración temprana del cultivo.

Signos

Incluyen la muerte de brotes en la emergencia del cultivo; cáncer o chancros en tallos subterráneos, con depresiones profundas que progresan hasta estrangularlos, provocando volcamiento y muerte de la planta; disminución del sistema radical, y formación de esclerocios duros e irregulares, a manera de terrones negros o de color castaño oscuro, en la superficie de los tubérculos. Aunque por debajo del esclerocio la piel no presenta daño, ocasionalmente provoca la deformación de tubérculos.

Condiciones favorables

R. solani se desarrolla bien en suelos húmedos, ácidos y con temperaturas bajas. Tiene una gran capacidad saprofitica, sobrevive en forma de esclerocios durante varios años, y estas estructuras constituyen la principal fuente de inóculo para el inicio de la enfermedad.

Diseminación

La lluvia, el riego, la labranza y el uso de semilla infectada contribuyen a la propagación de la enfermedad en el suelo. Así mismo, el ganado que se ha alimentado con tubérculos enfermos dispersa el hongo por medio del estiércol.

Recomendaciones de manejo

1. Evitar siembras repetidas de papa en un lote afectado por el patógeno.
2. Utilizar semilla sana, libre de esclerocios.
3. Tratar la semilla con productos preventivos, para disminuir el inóculo inicial del patógeno.
4. Evitar el sobrelaboreo, que favorece la dispersión del patógeno.
5. Eliminar tubérculos de cosechas anteriores que hayan sido afectados por la enfermedad.
6. No usar gallinazas de mala calidad, especialmente si están mezcladas con cascarilla de arroz o se encuentran en descomposición parcial.
7. Eliminar plantas arvenses que sirven de hospedero al patógeno.
8. No utilizar tubérculos afectados como alimento para el ganado.
9. Rotar cultivos con pastos y cereales como avena y cebada.
10. Hacer control químico con ingredientes activos debidamente aprobados por el ICA en condiciones de campo.

Roña o camanduleo

Spongospora subterranea f. sp. *subterranea* (reino: Protista; superfilo: Rhizaria; infrafilo: Myxomycota) es un parásito obligado, que permanece durante años en el suelo y tiene una rápida diseminación. Es una de las enfermedades más limitantes en el cultivo de papa en Colombia, y está distribuida en todas las zonas productoras, especialmente en los departamentos de Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Nariño (Hoyos, Villegas, & González, 2009).

Las pérdidas se estiman en un 50 %, a causa de la disminución de la producción y la calidad del tubérculo, y la reducción en la cantidad de semilla apta para la certificación. Así mismo, es vector del virus *mop-top* (PMTV), y su control en campo aún se encuentra en fase de investigación (García, 2012; ICA, 2011; Jaramillo, Morales, & Gilchrist, 2011).

Síntomas

La enfermedad no se manifiesta en la parte aérea de la planta, aunque en condiciones extremas de infestación temprana se pueden observar achaparramientos y amarillamientos (García, 2012; ICA, 2011; Jaramillo et al., 2011).

Signos

La afección provoca daños en tubérculos y raíces. En los tubérculos, se manifiesta en pústulas superficiales e irregulares por la infección en las lenticelas, que presentan un crecimiento excesivo del tejido, a manera de verrugas o roñas levantadas de color castaño purpúreo, de 0,5 a 2 mm de diámetro, que se extienden formando ampollas que rompen la piel del tubérculo.

Debajo de las lesiones el tejido cicatriza, se oscurece de forma gradual y deja una depresión superficial, llena de una masa de esporas o esporosoros (estructuras de descanso del patógeno) de color castaño oscuro. Las lesiones tienen forma de cráteres, generalmente circundadas por los bordes levantados del tejido desgarrado, que contienen un polvillo formado por las estructuras del patógeno conocidas como quistosoros. La enfermedad puede llegar a deformar los tubérculos, y a reducir su número y tamaño.

Inicialmente, pequeñas verrugas, que se transforman en agallas y se disponen a manera de camándula o rosario a lo largo de las raíces, interfieren en el transporte de agua y nutrientes. En un principio, las agallas son de un color blanco cremoso y contienen esporosoros; a medida que maduran, se tornan de un marrón claro que se va oscureciendo por la hipertrofia de las células.

Las agallas solo se observan en la fase vegetativa del cultivo, después se desintegran y no son evidentes en el momento de la madurez comercial o de la cosecha (García, 2012; ICA, 2011; Jaramillo et al., 2011) (figura 17).



Foto: Pedro Porras

Figura 17. Toya de papa afectada por *Spongospora subterranea*.

Condiciones favorables

Las siguientes condiciones favorecen el establecimiento de la enfermedad y sus consecuencias.

1. Siembra de papa en suelos contaminados por el patógeno.
2. Uso de cultivares susceptibles.
3. Utilización de semilla afectada por la enfermedad.
4. Aplicación de materia orgánica parcialmente descompuesta.
5. Siembra en suelos pesados, con drenaje deficiente y que retienen una gran cantidad de humedad.

Diseminación

El patógeno se disemina mediante los quistosoros, que se liberan en el suelo cuando las agallas maduran, se revientan y expulsan las zoosporas. La maquinaria, los vientos fuertes, el agua y los animales son agentes eficientes de dispersión del patógeno.

Recomendaciones de manejo

La mayoría de los cultivares comerciales en Colombia son susceptibles a la enfermedad, por lo que hay pocas alternativas de resistencia varietal, pero pueden implementarse las siguientes medidas:

1. Evitar siembras repetidas de papa en lotes contaminados, ya que el inóculo del patógeno aumenta con cada ciclo de cultivo.
2. Seleccionar adecuadamente la semilla, descartando tubérculos afectados por el patógeno.
3. No usar gallinazas de mala calidad en los planes de fertilización.
4. Hacer un buen manejo del drenaje, para evitar encharcamientos y suelos anegados.
5. Impedir que se usen tubérculos con daños del patógeno para la alimentación del ganado, ya que lo disemina fácilmente a través de las heces.
6. Evitar la elaboración de compostajes con tubérculos enfermos.
7. Rotar cultivos para reducir el inóculo en el suelo.
8. Establecer periodos largos de descanso con pastos, para disminuir el inóculo en el suelo.
9. Los controles microbiológicos y químicos en condiciones de campo se encuentran en fase de evaluación en Colombia, ya que la naturaleza y el comportamiento del patógeno en el suelo impiden tener niveles aceptables de eficacia en su control.

Mortaja blanca

La enfermedad afecta principalmente la calidad de los tubérculos. *Rosellinia* sp. sobrevive en el suelo durante años y se disemina con facilidad; se distribuye en focos y con frecuencia ataca plantas aisladas. Las pérdidas que provoca alcanzan entre el 10 y el 80 % en cultivos ubicados por encima de 2.700 m s. n. m. González (2012) presenta un reporte sobre la enfermedad y su manejo que se expone a continuación.

Síntomas

Se detiene el crecimiento de las plantas atacadas, y presentan amarillamiento, flacidez y marchitamiento, así como la muerte de hojas, aunque estas no se desprenden de los tallos. En ataques tempranos, puede llegar a provocar la muerte prematura de las plantas.

Signos

Se observan pudriciones secas y oscuras, que inician con una masa algodonosa blanca en la base de los tallos y la formación de un grueso micelio blanquecino sobre las raíces y la piel del tubérculo. Más adelante, el hongo penetra y daña la pulpa, dejándole estrías oscuras, hasta dejarla completamente inservible.

Condiciones favorables

El hongo es un saprofito facultativo, presente en especial en suelos orgánicos ácidos, pesados y con mal drenaje, y es común en regiones frías y húmedas, con baja radiación solar. Algunas plantas como zanahoria, remolacha y pasto azul, y arvenses como lengüevaca (*Rumex crispus*), barbasco (*Polygonum punctatum*) y gualola (*Polygonum segetum*) le sirven de hospedantes.

Diseminación

El patógeno se presenta en focos, en lotes en los que se han desmontado especies leñosas, y se dispersa fácilmente en los suelos con el paso de maquinarias y el uso herramientas contaminadas.

Recomendaciones de manejo

1. Identificar los focos de la enfermedad en el suelo, para evitar siembras de papa en lotes contaminados.
2. Recolectar y eliminar los tubérculos de cosechas anteriores que fueron afectados por la enfermedad.
3. Evitar el pase repetido de maquinaria y el sobrelaboreo, ya que contribuyen a que se amplíen los focos de *Rosellinia* sp.
4. Desinfectar la maquinaria y los equipos provenientes de lotes afectados por la enfermedad.
5. No utilizar gallinazas de mala calidad.
6. Eliminar plantas arvenses hospedantes y evitar la rotación con cultivos susceptibles.
7. Hacer un buen manejo del drenaje, con el fin de impedir encharcamientos y suelos anegados.
8. Rotar cultivos, para reducir el inóculo en el suelo. Se recomienda usar especies como el pasto raygrass y la avena forrajera, en dos periodos de rotación.

9. Exponer las estructuras del patógeno a la radiación solar durante varios días, con la ayuda de un arado de disco. Esta práctica se conoce como solarización, y destruye el micelio del hongo.
10. No hay productos registrados por el ICA para el control de la enfermedad, pero se reporta que en campo se ha controlado el patógeno con carbendazim y fosetil de aluminio en rotación, con aplicaciones en siembra y deshierbe.
11. Se ha reportado el hongo *Trichoderma harzianum* como antagonista en campo, utilizado en el aporque después de aplicar control químico.

Roya de la papa

Puccinia pittieriana (Henn) es un hongo que se ha reportado en Colombia, Venezuela, Perú, Ecuador y México, en altitudes entre 3.000 y 3.800 m s. n. m. (Torres, 2002). En Colombia, la enfermedad se presenta ocasionalmente, y tiene una mediana importancia económica para la variedad Parda Pastusa.

Síntomas

En casos severos, se puede dar la caída de hojas, por la formación de un gran número de pústulas (figura 18).



Foto: Pedro Porras

Figura 18. Roya en cultivo de papa de la variedad Parda Pastusa.

Signos

En el haz de las hojas se observan depresiones cloróticas pequeñas, y en el envés, pústulas o granos redondos sobresalientes, de color amarillo naranja, de entre 1 y 3 mm de diámetro (Porras et al., 2005).

Condiciones favorables

1. Uso de cultivares susceptibles, como Parda Pastusa.
2. El hongo sobrevive en algunas plantas arvenses, como yerbamora (*Solanum nigrum*) y pepino llorón (*Solanum caripense*).
3. Siembras escalonadas de papa y presencia de cultivos de diferentes edades de cultivares susceptibles.
4. Siembras en zonas de alta nubosidad.

Diseminación

Se dispersa con la ayuda del viento, insectos, trabajadores y herramientas.

Recomendaciones de manejo

1. Evitar la siembra de cultivares susceptibles.
2. Controlar las plantas arvenses hospedantes del patógeno.
3. Realizar control químico con fungicidas autorizados por el ICA.

Pata negra

Pectobacterium atrosepticum (sinónimo de *Erwinia carotovora* ssp. *atroseptica*) es una bacteria que afecta el cultivo de papa cuando hay excesos de humedad en el suelo (Acuña & Araya, 2017).

Síntomas

Las plantas jóvenes presentan enanismo, clorosis, enrollamiento ascendente de los folíolos y marchitez, que causa la muerte de las plantas. Aquellas que han sido completamente afectadas tienen un olor fétido (Porrás et al., 2005).

Signos

La base de los tallos aéreos adquiere una coloración negra con apariencia de tinta y una consistencia blanda y húmeda, por la necrosis de los haces vasculares. El patógeno puede alcanzar la raíz, y en los tubérculos se produce desde una ligera decoloración en el extremo del estolón hasta una completa pudrición de la pulpa.

Condiciones favorables

1. Uso de semilla afectada por la bacteria.
2. Alta humedad en el suelo por un drenaje pobre.
3. Temperatura y luminosidad bajas, y humedad relativa alta.

Diseminación

1. La bacteria persiste en el suelo durante periodos variables, en función de las condiciones de humedad.
2. Después de la siembra, el tubérculo-semilla se deteriora y libera la bacteria, que puede llegar a afectar plantas vecinas, penetrando en los tubérculos por las lenticelas en el extremo del estolón, por las heridas o por los daños de los insectos.

Recomendaciones de manejo

1. Sembrar semilla certificada o libre del patógeno.
2. Fertilizar adecuadamente, sin excederse en el nitrógeno.

3. Eliminar los residuos de la cosecha.
4. Controlar la humedad en el suelo, mediante drenajes.
5. Rotar los cultivos de papa con pastos o cereales.
6. Mantener la semilla en condiciones de almacenamiento con buena aireación, y evitar que se humedezca.

Marchitez bacteriana

Ralstonia solanacearum (anteriormente *Pseudomonas solanacearum*) es el agente causal de la enfermedad (García, García, & Delgado, 1999).

Síntomas

Las hojas y los tallos de las plantas enfermas se marchitan, y luego toman un color bronce castaño, los folíolos se van secando, pero no presentan enrollamiento de los bordes. En afectaciones fuertes, ocurre la muerte de las plantas.

Signos

Al cortar los tubérculos enfermos y ejercer una leve presión sobre ellos, se observa un exudado blanquecino pegajoso o moko bacteriano, que ocasiona un oscurecimiento en el anillo vascular. Cuando la enfermedad avanza, el exudado sale por las yemas del tubérculo, al que se adhieren partículas de suelo (Porrás et al., 2005).

Condiciones favorables

La bacteria puede sobrevivir en la planta, los tubérculos de la papa, otras plantas cultivadas o en arvenses, sin presentar sintomatología. También puede mantenerse en el suelo, el agua y en residuos vegetales. Altas temperaturas y drenajes deficientes favorecen su desarrollo.

Diseminación

Puede darse por tubérculos-semilla infectados que aparentan estar sanos, pero que, en condiciones adecuadas de humedad y temperatura, se pudren en el almacenamiento o desarrollan la enfermedad en campo. De igual forma, se puede extender por el suelo, en la maquinaria, el calzado, el agua de riego o de escorrentía, y por animales.

Recomendaciones de manejo

1. Sembrar semilla sana.
2. Evitar fraccionar tubérculos-semilla para la siembra.
3. Sembrar en suelos sin antecedentes de presencia de la bacteria.
4. Realizar el drenaje del suelo.
5. Desinfectar los equipos agrícolas procedentes de cultivos infectados.
6. Usar agua de riego proveniente de fuentes sin contaminar.
7. Controlar las plagas presentes en el suelo que pueden contribuir a la diseminación e infección.
8. Rotar con cultivos de ajo o cebolla, que no son hospederos de la bacteria.

Virus del amarillamiento de las venas de la papa

El *potato yellow vein virus* (PYVV) (género: Crinivirus) afecta a todos los cultivares de papa en diferentes grados (Salazar, Müller, Querci, Zapata, & Owens, 2000), y puede llegar a disminuir la producción de la variedad Parda Pastusa y otros cultivares hasta en un 50 % (Sánchez de Luque, Corzo, & Pérez, 1991). Es una enfermedad limitante para la producción de semilla certificada de papa (Salazar et al., 2000).

Síntomas

Las plantas afectadas se distribuyen al azar en el campo y presentan una disminución del rendimiento, ya que sufren una reducción de su capacidad fotosintética.

Signos

Se observa un color amarillo en las venas secundarias y las células asociadas (aunque las venas principales permanecen verdes), así como un amarillamiento que va abarcando todo el foliolo. Las venas secundarias se afectan y las hojas se vuelven amarillas entre 10 y 15 días después de la inoculación que realiza la mosca blanca *T. vaporariorum*. Sin embargo, existen plantas asintomáticas, que están infectadas pero que no muestran el color típico del virus (Guzmán, 2008).

Condiciones favorables

1. Presencia de la mosca blanca (*T. vaporariorum*).
2. Uso de semilla procedente de cultivos afectados por el virus.
3. Presencia de plantas arvenses que le sirven de hospedero al virus, como gualola (*P. segetum*), barbasco (*P. punctatum*), lengüevaca (*R. crispus*), ruda amarilla (*Ruta graveolens*) y vinca (*Vinca* sp.).
4. Épocas de sequía durante el desarrollo del cultivo favorecen el incremento de las poblaciones del vector.

Diseminación

La mosca blanca (*T. vaporariorum*) es el vector reportado del virus que, al alimentarse de una planta enferma, lo transmite a una sana. También se disemina por la siembra de semilla contaminada, aunque las plantas no muestren manifestaciones visibles de la enfermedad.

Recomendaciones de manejo

1. Usar semilla certificada.
2. Realizar un control de las moscas blancas.
3. Controlar plantas arvenses, que son potenciales reservorios del virus.
4. Evitar el uso indiscriminado de insecticidas para el control de la plaga en condiciones de cultivo.

Virus del enrollamiento de la hoja de la papa

El *potato leafroll virus* (PLRV) (género: Luteovirus) está presente en todas las regiones productoras de papa del mundo, y en cultivares susceptibles puede llegar a disminuir la producción hasta en un 90 %. En Colombia, es un virus limitante para la producción de semilla certificada de papa (Sánchez de Luque et al., 1991).

Síntomas

Aunque existen diferentes manifestaciones, en función del cultivar, la raza del virus y las condiciones ambientales, las plantas afectadas por la enfermedad presentan floración y maduración prematuras, detención del crecimiento y bajo rendimiento, por la disminución de la capacidad fotosintética.

Signos

Guzmán (2008) afirma que se ocurre un enrollamiento hacia arriba de los folíolos, en las hojas superiores de la planta. Las hojas tienden a crecer de forma erecta y rígida, toman un color amarillento pálido, y su apariencia es cartonosa o coriácea.

En algunos cultivares, adquieren coloraciones rosadas, púrpura o rojizas, especialmente en los márgenes del envés. En plantas de la subespecie *andígena*, se da una clorosis marginal e intervenal, en particular en las hojas superiores.

Condiciones favorables

Las situaciones que contribuyen a la aparición del virus son la presencia de áfidos, que son sus vectores, y el uso de semilla infectada.

Diseminación

El virus es diseminado por los áfidos que, al alimentarse de plantas enfermas, transmiten el patógeno a plantas sanas. Así mismo, se contagia por la siembra de semilla contaminada. El PLRV no se transmite por inoculación mecánica ni por contacto.

Recomendaciones de manejo

1. Usar semilla certificada.
2. Realizar control de áfidos, especialmente de *M. persicae*.
3. Seleccionar plantas sanas y eliminar las enfermas.

Virus Y de la papa

El *potato virus Y* (PVY) (género: Potyvirus) afecta a cerca de 200 especies vegetales alrededor del globo y es un patógeno endémico de la papa. Se reporta en muchas regiones del mundo, y tiene una dispersión cíclica con picos que se dan a intervalos de 9 a 10 años (Guzmán, 2008).

Síntomas

Las plantas atacadas pueden llegar a disminuir su rendimiento en diferentes magnitudes. Los síntomas varían entre cultivares, pero los más fuertes se presentan cuando se combina con el virus X de la papa (PVX).

Signos

En plantas susceptibles, se observan mosaicos que van de suaves a severos, con caídas de hojas de la parte baja.

Condiciones favorables

Los factores que fomentan el virus son la presencia de áfidos, especialmente *M. persicae*, su principal vector, y el uso de semilla infectada.

Diseminación

El virus es propagado por los áfidos que, al alimentarse de plantas enfermas, transmiten el patógeno a plantas sanas. Así mismo, se contagia por injerto o por inoculación de savia.

Recomendaciones de manejo

1. Usar semilla certificada.
2. Realizar control de áfidos, especialmente de *M. persicae*.

Virus X de la papa

De acuerdo con Guzmán (2008), el *potato virus X* (PVX) (género: Potexvirus) puede llegar a causar una disminución del rendimiento de la papa de hasta un 15 %, y con frecuencia es un virus latente. En combinación con PVY, dichas pérdidas pueden aumentar hasta un 60 %.

Síntomas

El PVX se manifiesta en una reducción del vigor de la planta y la disminución del tamaño de las hojas.

Signos

En las plantas se presentan mosaicos rugosos de diferentes grados, de suaves a severos, con decoloraciones en los folíolos, acompañadas de rugosidades suaves, encrespamientos o deformaciones moderadas.

Condiciones favorables

1. Contacto de plantas enfermas con plantas sanas.
2. Roce de implementos agrícolas y otros medios mecánicos contaminados.
3. Siembra de materiales infectados por el virus.

Diseminación

El virus es propagado por el contacto de plantas enfermas con plantas sanas. No se transmite por insectos vectores.

Recomendaciones de manejo

1. Usar semilla certificada.
2. Evitar diseminar el virus de campos enfermos a campos sanos.
3. Marcar y eliminar plantas afectadas, especialmente en campos dedicados a la producción de semilla.

Arvenses

Las arvenses se clasifican, de acuerdo con su ciclo de vida, en anuales y perennes; por su tipo de propagación, en malezas de reproducción sexual o asexual, y por su constitución, de hoja ancha, angosta o ciperáceas.

El periodo crítico de competencia de las arvenses con el cultivo de papa se encuentra entre 60 y 70 días después de la siembra, y su control se realiza con prácticas culturales como desyerbes y aporques, y con el uso de herbicidas.

Para el altiplano cundiboyacense, Fuentes, Eraso, Sequeda y Piedrahita (2011) registraron 143 especies de arvenses, pertenecientes a 113 géneros y 38 familias botánicas, en diferentes cultivos. Las cinco familias con mayor número de géneros y especies fueron Asteraceae, Poaceae, Brassicaceae, Scrophulariaceae y Malvaceae, en las que se encuentran el 67 % de los géneros y el 46 % de las especies.

Entre las especies de hoja ancha reportadas se destacan hierba de sapo, gualola o barbasco (*Polygonum hydropiperoides* Michx.); corazón herido o amaranto (*Polygonum nepalense* Meisn.); envidia o gualola (*Polygonum segetum* Kunth.); nabo forrajero (*Brassica campestris* ssp. *rapa* Hook. f.); bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris* L. Medic.); guasca o yerba de puerco (*Galinsoga ciliata* S.F. Blake); artemisa o altamisa (*Ambrosia paniculata* var. *cumanensis* Kunth.); yerbamora (*Solanum nigrum* L.); lengüevaca o romaza (*Rumex crispus* L.); nabo o rábano morado (*Raphanus raphanistrum* L.); diente de león (*Taraxacum officinale* Weber ex F. H. Wigg.); sangre de toro o acedera (*Rumex acetosella* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) y cerraja o lechosa (*Sonchus oleraceus* L.).

Por otro lado, entre las arvenses de hoja angosta se encuentran el pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus* Hochst. ex Chiov.); la avena, avena silvestre o avena negra (*Avena fatua* L.); el pasto raygrass o vallico (*Lolium temulentum* L.) y el pasto azul (*Dactylis glomerata* L.).

Recomendaciones generales de manejo fitosanitario

Las principales recomendaciones para el manejo integrado de problemas de plagas, enfermedades y arvenses en el cultivo de la papa Parda Pastusa se resumen a continuación.

1. Selección de una zona apta para la variedad, que no presente restricciones o riesgos fitosanitarios, ni condiciones ambientales favorables para la diseminación y el desarrollo de plagas y enfermedades.
2. Selección adecuada del lote, con un diagnóstico fitosanitario previo, basado en el historial y la presencia de plagas, enfermedades y arvenses.

3. Descansos prolongados de siembra en los suelos. Lotes con antecedentes de una cosecha anterior de papa con problemas fitosanitarios constituyen la principal fuente de diseminación de plagas y enfermedades.
4. Uso de semilla sana, preferiblemente certificada o, en su defecto, de tubérculo-semilla que haya sido seleccionado, clasificado, tratado y almacenado de acuerdo con las recomendaciones de manejo en cosecha y poscosecha.
5. Planeación de una época de siembra que implique los menores riesgos climáticos posibles asociados a factores que favorecen el desarrollo y la diseminación de plagas y enfermedades, especialmente en momentos críticos para el cultivo de papa.
6. Preparación adecuada y anticipada del suelo, sin excederse en la mecanización. La remoción permite airear la capa arable y exponer diferentes estados de plagas al ambiente.
7. Evitar bajas densidades de siembra, que permiten una mayor competencia de arvenses, por una limitada capacidad de cobertura del cultivo de papa.
8. Fertilización edáfica y foliar balanceada, que permita un desarrollo vigoroso del cultivo, sin deficiencias de elementos nutricionales, ya que los cultivos con estas deficiencias pueden llegar a ser más susceptibles al ataque de enfermedades. De igual forma, cultivos de papa Parda Pastusa con excesos de fertilización nitrogenada pueden ser más vulnerables a estos ataques.
9. Impedir el uso de gallinazas de mala calidad, parcialmente descompuestas o de origen desconocido, pues constituyen el principal agente de diseminación de patógenos, en especial de los que atacan la parte subterránea de las plantas.
10. Reconocimiento y diagnóstico adecuados de la presencia y el nivel de daños de plagas y enfermedades, que permitan una apropiada toma de decisiones de manejo y control.
11. Correcta identificación de arvenses, con el fin de seleccionar los herbicidas específicos para cada caso y la época de aplicación más conveniente.
12. Control eficiente de arvenses, que disminuya la presencia de hospedantes de plagas y enfermedades, así como la competencia por recursos como agua, nutrientes, espacio y luz.
13. Desyerba adecuada y oportuna, para favorecer un normal desarrollo de los cultivos, la promoción de la tuberización y la protección de los tubérculos ante ataques de plagas.
14. Control etológico mediante el uso de trampas, cebos y cultivos trampa, entre otras estrategias para la detección, diagnóstico y seguimiento de plagas.

15. Riego aplicado en forma sostenible, prestando especial atención a la calidad del agua, y con un plan de frecuencia y cantidad, para suplir las necesidades del cultivo y aprovechar su potencial como control de plagas.
16. Control químico basado en un diagnóstico fitosanitario permanente, sistemático y riguroso, y en las condiciones ambientales adecuadas. Debe hacerse siguiendo las recomendaciones consignadas en la etiqueta, evitando mezclas innecesarias y aplicaciones calendario o cercanas a la época de cosecha. Del mismo modo, es necesario rotar ingredientes activos y grupos químicos que tengan diferentes mecanismos de acción.
17. Mantenimiento y calibración de los equipos de aplicación de productos para la protección de cultivos, con el fin de favorecer una excelente cobertura y un tamaño de gotas adecuado.
18. Control biológico y microbiológico con productos disponibles en el mercado, de acuerdo con las recomendaciones de la etiqueta para el cultivo de papa.
19. Cosechar oportunamente en la madurez comercial del cultivo, o acudir a prácticas para acelerar la maduración cuando se determine cierto nivel de ataque de plagas y enfermedades en el tubérculo.
20. Impedir la fructificación de arvenses, dado que, al caer al suelo, las semillas de estas plantas incrementan su población, lo que afecta a los siguientes cultivos.
21. Recolección de residuos de cosechas anteriores, con el objetivo de disminuir focos de diseminación de organismos dañinos.
22. Rotación de cultivos con especies comerciales o abonos verdes, o descansos prolongados de los lotes, para romper el ciclo de la mayor parte de las plagas y enfermedades que atacan el cultivo de papa.
23. En caso de observar la presencia de plagas, enfermedades o arvenses cuarentenarias o exóticas, se debe informar al ICA, con el fin de que se implementen medidas de control legal.

Capítulo IX

Cosecha

La cosecha está relacionada con la extracción del tubérculo del suelo, y su manipulación desde el campo hasta la comercialización. Por lo general, el tubérculo de papa se arranca del suelo con la ayuda de azadón o ganchos, y en esta variedad no es común la cosecha mecanizada (figura 19).



Foto: Pedro Porras

Figura 19. Recolección manual de tubérculos de papa de la variedad Parida Pastusa con ayuda de gancho.

La papa se debe recolectar una vez que haya llegado a su madurez comercial, cuando el tubérculo ha fijado su piel (figura 20). Para tal fin, es importante realizar inspecciones precosecha, que permitan calcular el rendimiento y verificar la calidad del producto que se va a cosechar.



Foto: Pedro Porras

Figura 20. Madurez comercial en el cultivo de papa.

No es prudente cosechar cuando la piel aún se desprende, por los daños que pueden ocurrir en la poscosecha, ni dejarla en el suelo durante mucho tiempo, por los riesgos de pérdida de calidad, tendencia a la brotación del tubérculo, y ataques de plagas y enfermedades.

La aplicación del herbicida paraquat no está permitida para el cultivo, por lo que se recomienda hacer uso de otras prácticas encaminadas a acelerar la maduración del tubérculo (y por ende la fecha de cosecha), como la eliminación mecánica del follaje, actividad conocida por los agricultores como el *corte de rama* (Fedepapa & MAVDT, 2004).

Se recomienda que la cosecha se realice en horas de la mañana y en tiempo seco. Los tubérculos se dejan sobre el suelo en el surco cosechado, y se agrupa el producto de tres surcos adyacentes, con el que se conforma un bloque de cosecha, sobre el cual los trabajadores proceden a realizar la selección y clasificación para el empaque. Sobre el surco, el tubérculo se somete a un corto tiempo de aireación, que lo seca y permite que las partículas de suelo se desprendan parcialmente, en un proceso de prelimpieza.

Una excelente selección es un componente clave de calidad para satisfacer las necesidades de los consumidores. Esta práctica consiste en la inspección visual, para separar los tubérculos sanos, sin defectos, de los que presenten daños mecánicos o físicos, deformidad, verdeamiento, brotación, color atípico de la piel o desprendimiento, pudriciones secas o húmedas, deshidratación o mezcla varietal.

Por otra parte, la clasificación se refiere a separar los tubérculos por peso o por tamaño. De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 341 de 1996 (Instituto Colombiano de Normas Técnicas [Icontec], 1996), la papa se clasifica, con base en su tamaño, en muy grande, grande, mediana y pequeña (tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de la papa con base en su tamaño, según la Norma Técnica Colombiana NTC 341 de 1996

Denominación comercial	Denominación común	Diámetro (mm)
Cero	Muy grande	Mayor a 90
Gruesa	Grande	65-90
Pareja	Mediana	45-64
Riche	Pequeña	30-44

Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá (2015)

La papa clasificada se recolecta en sacos nuevos, de fibra de polipropileno, de 50 kg de capacidad. Con la ayuda de una romana se pesan de dos a tres libras adicionales, previendo las pérdidas normales por deshidratación hasta llegar al mercado. Los empaques se cierran atándolos con una fibra y se levantan del suelo para llevarlos a los camiones, donde se encarran hasta completar un viaje (figura 21).



Foto: Pedro Porras

Figura 21. Carga del producto en camión.

El principal medio de transporte del producto son camiones de estaca de entre 4 y 8 t de capacidad, que permiten trasladar el tubérculo desde la finca hasta los centros de comercialización intermedios o finales, como centrales mayoristas, centros mayoristas de origen, plazas municipales y centros de comercialización.

La comercialización del tubérculo requiere empaques que contengan el producto y mantengan su calidad. En el altiplano cundiboyacense, el empaque tradicional que sale de la finca a los principales centros de comercialización tiene una capacidad de 50 kg y es de fibra de polipropileno, que ha desplazado al tradicional empaque de fique por tener un menor costo.

Existen otras presentaciones, como bolsas plásticas o mallas de diferente capacidad, que contienen papa sin lavar o cepillada, o lavada, seleccionada y clasificada, es decir, con un valor agregado dirigido a mercados especializados.

Capítulo X

Poscosecha y valor agregado

El principal propósito de las actividades posteriores a la cosecha es mantener en buen estado los tubérculos durante el mayor tiempo posible, mediante una adecuada conservación. Dentro de las acciones que se realizan se encuentran limpieza, almacenamiento y transporte.

Durante este proceso se pierden algunos productos que no cumplen con los requerimientos de calidad de los consumidores finales, debido a factores físicos como daños mecánicos, verdeamiento o problemas fitopatológicos.

La limpieza consiste en retirar, parcial o totalmente, las partículas de suelo adheridas a la superficie del tubérculo, mediante acciones de prelimpieza en el campo, o cepillado y lavado en los sitios de acondicionamiento del tubérculo.

Limpiar el tubérculo permite hacer visibles sus defectos, aunque tiende a disminuir su vida útil, especialmente cuando se lava. De igual forma, es una práctica que le genera valor agregado al producto, cuando está dirigido a nichos de mercado especializados.

La papa Parda Pastusa presenta una piel firme y resistente cuando ha sido cosechada en su punto de madurez comercial. El lavado es una práctica que se puede implementar para mejorar su presentación y cumplir los requerimientos de mercados que exigen altos grados de selección.

No obstante, este proceso incrementa los costos, y se recomienda que sea efectuado en sitios adecuados para tal fin, preferiblemente en empresas que realicen este tipo de labores de manera automatizada, en serie, y que garanticen el secado de los tubérculos. El lavado en finca debe tener en cuenta las recomendaciones, para ocasionar el mínimo impacto ambiental por contaminación y vertimientos de aguas contaminadas.

La papa es un producto perecedero que respira y transpira y, por su oferta permanente, no se acostumbra a almacenarla, dada su limitada vida útil, que se refleja en una rápida pérdida de algunas de sus características de calidad.

Sin embargo, cuando el almacenamiento temporal de papa Parda Pastusa se hace necesario, las condiciones deben ser de oscuridad, para impedir el verdeamiento; baja temperatura, no menor a 4 °C; alta humedad relativa, entre el 92 % y el 95 %, y ventilación adecuada, con el fin de evitar la deshidratación y la brotación.

Cuando se dispone la papa en bultos, es necesario que los arrumes no sean demasiado altos y que estén sobre estibas de madera, y suficientemente espaciados para permitir su visualización y control. No se deben almacenar tubérculos húmedos ni con daño mecánico o pudriciones, y es indispensable que estén aislados de productos tóxicos o que generen riesgos de contaminación. El sitio debe estar limpio, sin goteras y libre de áreas húmedas.

Las condiciones de estacionalidad de la oferta de papa en Colombia, que causan fluctuación de precios (bajas cotizaciones en oferta alta y altos precios en oferta baja), hacen del almacenamiento una alternativa económicamente viable.

Aunque el consumidor cuenta con papa fresca a lo largo de todo el año, con diferencias de precios en función de la oferta, en épocas de escasez, una oferta de papa que fue almacenada y no presentó alteraciones significativas en su presentación podría llegar a regular el mercado y disminuir la depresión de precios cuando existe una oferta alta.

Capítulo XI

Indicadores económicos²

La estructura productiva del cultivo de la papa es muy heterogénea, por la diversidad de sistemas y tipos de explotación implementados por los agricultores, y los múltiples ambientes en los que se desarrolla. En términos generales, se distinguen dos sistemas de producción: el tradicional y el tecnificado.

Es usual que el sistema tradicional esté localizado en zonas con una topografía que va de ondulada a quebrada, con pendientes superiores al 25% y pocas posibilidades de mecanización, en alturas de 2.700 a 3.100 m s. n. m. Sus cultivos presentan rendimientos entre medios y bajos, debido al uso de semilla tradicional y a una deficiente fertilización. Su producción se comercializa en canales tradicionales del mercado en fresco. La mayor área cultivada de papa Parda Pastusa en la subregión del altiplano cundiboyacense se ajusta a esta categoría.

Por su parte, el sistema tecnificado hace un uso intensivo de los factores de producción, en especial en mecanización e insumos. Se caracteriza por sus altos rendimientos, y es habitual que la producción se destine a mercados especializados y a la industria de procesamiento.

En términos generales, el altiplano cundiboyacense es bastante competitivo en la producción de papa, a causa de ventajas como su cercanía a los centros de comercialización y de consumo como producto fresco, la infraestructura vial, los servicios públicos, los centros de servicios y el transporte terrestre.

También resulta conveniente la presencia de las principales industrias de transformación para la elaboración de productos como pasabocas, y papa precocida, prefrita y congelada. Aunque hasta ahora a la papa Parda Pastusa no se le ha determinado un potencial para transformación industrial.

² Un agradecimiento especial a los investigadores de AGROSAVIA de la Sede Tunja Nemesio Torres y Yenny Consuelo Peña Puerto, quienes hicieron parte del equipo del proyecto en el que se generaron las estructuras de costos que se presentan en este capítulo; y a los cerca de sesenta productores de papa de los municipios de Arcabuco, Motavita, Tutazá, Ventaquemada, Tunja y Villapinzón, que participaron en los talleres de costos por consenso.

En el departamento de Boyacá, el 95 % de la producción de papa se destina al consumo en fresco y el 3 % para la industria, cuya materia prima es absorbida por 5 plantas procesadoras de mediana y pequeña capacidad. A su vez, en Cundinamarca, el 93 % de la producción se dirige al mercado fresco y el 5 % a más de 30 industrias, entre ellas las 3 más importantes del país (Agronet, 2020b).

Costos de producción de papa de la variedad Parda Pastusa

Una de las debilidades del sector agropecuario colombiano es la carencia de un sistema estructurado de costos de producción. La dispersión y desactualización de los datos de estos costos limitan la realización de análisis y dificultan la toma de decisiones de política, sobre todo en aspectos de competitividad, crédito, precios y tecnología.

El sistema de producción de papa en Colombia, tradicionalmente se ha enfrentado a problemas como la baja productividad y competitividad, explicadas en gran medida por la dinámica creciente del precio de los insumos, la variabilidad climática para el manejo del cultivo y la inestabilidad en el precio del tubérculo.

La falta de un conocimiento más preciso sobre la estructura de costos impide identificar en qué etapas de la producción se presentan los mayores gastos, para poder diseñar planes y programas que favorezcan la competitividad, por ejemplo, en términos de adopción y uso adecuado de tecnologías.

En Colombia, la estructura de costos de producción de la papa es muy heterogénea, pues está regulada por las condiciones climáticas, socioeconómicas, topográficas y el sistema de producción de cada región.

Además, según el cultivar sembrado, los costos varían debido a que algunos de ellos requieren manejos diversos en cuanto a lo fitosanitario (diferentes grados de susceptibilidad a plagas y enfermedades), lo nutricional (tipos de suelo diferentes) y lo hídrico (oferta diferenciada de agua en las zonas), lo cual repercute en la inversión que tienen que realizar los agricultores para producir la papa (Villarreal, Porras, Santa, Lagoeyte, & Muñoz, 2007).

Las estructuras de costos que se presentan y discuten en esta sección fueron realizadas en el marco del proyecto “Estructuración de costos de producción de los sistemas de producción de papa, localizados en Zonas Agroproductivas Homogéneas (ZAH) en el Altiplano Cundiboyacense”.

Con tal propósito, se siguió la metodología propuesta por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica [hoy AGROSAVIA], 2015) en lo que respecta a la estructuración de costos de los sistemas productivos agropecuarios, mediante talleres de consenso, en los cuales participa un grupo homogéneo de productores quienes, basados en su propia experiencia y de común acuerdo, identifican y valoran todos los conceptos de costos requeridos en la producción.

El objetivo principal de estos talleres es identificar una estructura modal de costos de producción para un bien agropecuario o agroindustrial determinado. La composición del grupo homogéneo de productores se logra haciendo una tipificación previa de las unidades productivas agropecuarias, de acuerdo con sus características socioeconómicas y técnicas.

Los departamentos de Cundinamarca y Boyacá son los principales productores de papa en el país, tanto por la superficie cultivada como por la producción. En efecto, de acuerdo con las cifras de la Evaluación Agrícola Municipal del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2020), en 2019 Cundinamarca cultivó 76.133 ha de papa y produjo 1.877.762 t de tubérculos, y Boyacá cultivó 51.634 ha y cosechó 1.028.430 t de papa. Sumados Cundinamarca y Boyacá cultivan el 67 % de la superficie y producen el 71 % de papa en el país

Toma, procesamiento y análisis de la información

Con el objetivo de determinar la estructura de costos de producción de la papa Parda Pastusa, se establecieron tres tipologías para los sistemas productivos, basadas en sus características tecnológicas: 1) tecnificado, 2) semitecnificado y 3) tradicional. En total, se realizaron cinco talleres de costos por consenso, en los municipios de Villapinzón, en el departamento de Cundinamarca, y Tunja, Ventaquemada, Arcabuco y Tutazá, en Boyacá.

Después de recolectar la información en los talleres de consenso, se organizó una base de datos, en la cual se clasificaron los costos, discriminando entre los directos (mano de obra, insumos, servicios, riego) y los indirectos (costo de la tierra, depreciación de equipos y maquinaria, intereses del capital invertido, gastos de administración), como se indica en la tabla 5.

Tabla 5. Esquema utilizado para organizar los costos de producción

1. Costos directos	1.1. Insumos	1.1.1. Semilla
		1.1.2. Fertilizantes
		1.1.3. Abono orgánico
		1.1.4. Correctivos
		1.1.5. Herbicidas
		1.1.6. Fungicidas
		1.1.7. Madurantes
		1.1.8. Coadyuvantes (pegante, adherente, dispersantes, reguladores de agua)
		1.1.9. Empaques
	1.2. Servicios	1.2.1. Alquiler de tractor y elementos (con maquinista)
1.2.2. Alquiler de caballo o yunta de bueyes (con jornal)		
1.2.3. Análisis de suelos		
1.3. Mano de obra	1.3.1. Mano de obra antes de la cosecha	
	1.3.2. Mano de obra en la cosecha	
1.4. Riego	1.4.1. Insumos para riego	
	1.4.2. Alquiler de equipos para riego	
2. Costos indirectos	2.1. Costo de la tierra	
	2.2. Depreciación de equipos y maquinaria	
	2.3. Interés de capital	
	2.4. Administración	

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los costos directos, se estandarizaron todas las unidades de medida de los recursos requeridos, lo que permitió homogeneizar los factores de producción utilizados. Se hizo una revisión de precios de los recursos para validar su consistencia, respetando siempre lo consignado en el taller.

Cabe señalar que todos los insumos se valoraron con el precio llevado a la finca (es decir, los gastos de transporte se incluyeron en su valor). Así mismo, en el

rubro de mano de obra se incluyeron todos los costos adicionales al jornal o al pago por contrato (como alimentación o transporte suministrados a los trabajadores).

En el caso de los costos indirectos, se consignó el valor de arrendamiento del lote correspondiente al área requerida para la cantidad de semilla sembrada, y que se especificó en cada taller³. Los intereses del capital se calcularon tomando los costos directos hasta antes de la cosecha, aplicando una tasa de interés del 1 % mensual (durante seis meses que corresponden al ciclo de cultivo de la variedad Parda Pastusa).

La administración también se calculó a partir de los costos directos. De acuerdo con la información obtenida en los talleres, se estableció que una buena aproximación era calcular el 5 % de los costos directos en el sistema de producción del tipo Parda Pastusa tecnificado, y el 3 % en los tipos Parda Pastusa semitecnificado y tradicional.

Debido a que en el cultivo de la papa los sistemas de agricultura familiar son muy frecuentes, en los talleres de consenso se solicitó a los productores que identificaran y distinguieran los costos que pagan en dinero (como los trabajadores contratados, fertilizantes, plaguicidas, maquinaria alquilada y servicios contratados, entre otros) y los costos derivados del uso de recursos propios que no implican el pago en dinero (como mano de obra familiar no remunerada, semilla propia, valor de alquiler de la tierra propia y administración directa). Estos costos fueron clasificados como monetarios y no monetarios, y su sumatoria constituye el costo total.

A partir de los datos de producción y los valores de cada uno de los costos, para cada caso se calcularon el costo por unidad de área (COP/ha) y el costo unitario de papa (COP/kg), lo que permite hacer comparaciones entre todas las estructuras. Los costos de producción de papa Parda Pastusa se presentan de acuerdo con las características de mayor relevancia para el nivel de tecnología utilizado.

³ En el taller, los productores establecen el valor de arrendamiento del lote, y definen si lo habitual es que se siembre la papa en lotes propios o que se tomen en arriendo. En ambos casos, el costo de arrendamiento se consigna dentro de la estructura de costos.

En consonancia con el conocimiento de los expertos y la revisión de literatura, se puede afirmar que las diferencias en los costos de producción del cultivo de papa en la región cundiboyacense dependen principalmente de tres factores: el cultivar de papa, el mes en que se realiza la siembra (dadas las condiciones climáticas) y el nivel tecnológico con el que se desarrolla el cultivo.

Es común el establecimiento de dos sistemas de producción de papa diferenciados: el tradicional y el empresarial o tecnificado. El primero se identifica por el desarrollo de procesos de producción arraigados a la cultura, que llevan a una deficiente adecuación del lote; una fertilización sin análisis de suelos previo, usando grados comunes (por su menor precio relativo o por tradición), y una inapropiada fertilización foliar; la utilización de semilla tradicional, con bajos estándares de selección, clasificación, tratamiento y almacenamiento; la sobremecanización y el uso inadecuado de implementos para la preparación del suelo; el control químico basado en aplicaciones calendario de plaguicidas; la baja rotación de cultivos, y los procesos deficientes de selección y clasificación del producto cosechado.

Por otra parte, el sistema tecnificado se caracteriza por la selección apropiada del lote; el uso de semilla certificada, o hija o nieta de certificada, de origen conocido, que ha pasado por selección, clasificación, tratamiento y almacenamiento en condiciones óptimas; la fertilización balanceada, siguiendo las recomendaciones técnicas basadas en análisis de suelos, y usando grados especializados y fuentes simples, así como una fertilización foliar complementaria; el manejo integrado de plagas y enfermedades; prácticas culturales adecuadas; la rotación de cultivos, con largos periodos de descanso de los lotes, como parte de la recuperación de los suelos; la asistencia técnica; la suscripción de un seguro de cosecha, y el manejo adecuado del producto en cosecha y poscosecha.

En el estudio también se encontró un nivel semitecnificado (intermedio entre los dos anteriores), que usa semilla seleccionada por tamaño y calidad sanitaria, combina la fertilización edáfica y foliar en dosis intermedias, hace control fitosanitario de acuerdo con las condiciones climáticas y la revisión periódica de las condiciones generales en las que se encuentra el cultivo.

Estas características de los sistemas de producción implican niveles diferentes en lo que se refiere al rendimiento y a la proporción de tubérculos de tamaños apropiados para el mercado. En el caso del sistema tradicional, los cultivos presentan rendimientos relativamente bajos, cercanos a 17 t/ha, y la producción se comercializa en canales tradicionales del mercado en fresco. En el sistema semitecnificado el rendimiento es un poco mayor, con valores cercanos a 21 t/ha, y una buena proporción de tubérculos comerciales. En el caso del sistema tecnificado es superior, con un rendimiento cercano a 26 t/ha, y la producción está destinada a mercados especializados de supermercados o a plantas de procesamiento (Fedepapa, 2018)

En la tabla 6, se presentan las tipologías del cultivo de papa Parda Pastusa en el altiplano cundiboyacense.

Tabla 6. Tipologías del cultivo de papa Parda Pastusa en Boyacá y Cundinamarca

Tipologías	Pastusa tecnificado	Pastusa semitecnificado	Pastusa tradicional
Destino de la producción	Consumo en fresco o procesado	Consumo en fresco	Consumo en fresco
Calidad de la semilla	Alta	Media	Media y baja
Análisis de suelo (usado para la fertilización)	Sí	A veces	No
Registros escritos de las actividades y costos del cultivo	Sí	Sí	No
Prestador de asistencia técnica durante el cultivo	Profesional especializado (particular, de la industria o del gremio)	Técnico de la Umata*, Epsagro* o casa comercial	Técnico de la Umata*, Epsagro* o casa comercial / Nadie
Criterios para decidir el establecimiento de la siembra	Clima y comportamiento de los precios / Disponibilidad de semilla.	Clima y comportamiento de los precios / Disponibilidad de semilla.	Disponibilidad de semilla o por tradición del cultivo de papa

*Umata: unidad municipal de asistencia técnica agropecuaria; Epsagro: empresa prestadora de servicio de asistencia técnica agropecuaria.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se presenta la estructura de costos de producción de papa Parda Pastusa en el nivel tecnológico catalogado como tecnificado. Se observa que el costo por hectárea es de 11.686.886 COP, que el costo monetario representa el 89 % de los costos totales, y los no monetarios el 11 %. El costo unitario de producción para este sistema es de 452 COP/kg de papa (tabla 8).

Tabla 7. Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tecnificado (por hectárea)

Concepto de costo	Valor total (COP/ha)	Costos monetarios (COP/ha)	Costos no monetarios (COP/ha)
Costos directos	9.474.348	9.474.348	
Mano de obra	3.538.000	3.538.000	
Mano de obra en la precosecha	1.470.000	1.470.000	
Mano de obra en la cosecha	2.068.000	2.068.000	
Insumos	5.574.810	5.574.810	
Semilla	827.200	827.200	
Fertilizantes	3.117.692	3.117.692	
Correctivos	193.846	193.846	
Herbicidas	50.288	50.288	
Insecticidas	242.846	242.846	
Fungicidas	755.192	755.192	
Coadyuvantes	25.486	25.486	
Empaques	361.900	361.900	
Servicios	361.538	361.538	
Preparación del terreno	270.000	270.000	
Transporte de insumos	91.538	91.538	
Costos indirectos	2.212.538	896.384	1.316.154
Costo de la tierra	1.300.000		1.300.000
Depreciación de equipos	16.154		16.154
Interés de capital	422.667	422.667	
Administración	473.717	473.717	
Costo total por hectárea	11.686.886	10.370.732	1.316.154

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

Tabla 8. Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tecnificado (por unidad de producto)

Concepto de costo	Costo total (COP/kg)	Costos monetarios (COP/kg)	Costos no monetarios (COP/kg)
Costos directos	366,51	366,51	
Mano de obra	136,87	136,87	
Insumos	215,66	215,66	
Servicios	13,99	13,99	
Costos indirectos	85,59	34,68	50,92
Costo de la tierra	50,29		50,29
Depreciación de equipos	0,62		0,62
Interés de capital	16,35	16,35	
Administración	18,33	18,33	
Costo total por kilogramo	452,10	401,19	50,92

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

Como se aprecia en la tabla 9, el costo de los insumos representa cerca del 47,7 % de los costos totales, siendo los más relevantes, en orden de participación, los costos de fertilizantes, plaguicidas y semilla. Los servicios representan cerca del 3,1 %, e incluyen el alquiler de maquinaria para preparar el terreno y el transporte de insumos. El costo de la tierra es cercano al 11,1 % del total, y por lo general corresponde al arriendo del predio.

La mano de obra representa aproximadamente el 30,3 % de los costos totales, siendo un poco mayores en la cosecha que en las actividades previas del cultivo. Cabe anotar que, en las actividades del cultivo previas a la cosecha, el jornal se paga en promedio a 40.000 COP, mientras que la cosecha se hace habitualmente por contrato, y se paga a razón de 4.000 COP por bulto de 50 kg.

Tabla 9. Participación de las tipologías de costos en el total del costo de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tecnificado

Concepto de costo	Costo total (%)	Costos monetarios (%)	Costos no monetarios (%)
Costos directos	81,1	81,1	0
Mano de obra	30,3	30,3	0
Insumos	47,7	47,7	0
Servicios	3,1	3,1	0
Costos indirectos	18,9	7,7	11,3
Costo de la tierra	11,1	0	11,1
Depreciación de equipos	0,1	0	0,1
Interés de capital	3,6	3,6	0
Administración	4,1	4,1	0
Costo total	100	88,7	11,3

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

Sistema de producción del tipo Parda Pastusa semitecnificado

Las características distintivas de los productores de papa Parda Pastusa del tipo semitecnificado son las siguientes:

- El destino de la producción es el mercado en fresco.
- Se usa semilla comprada, de calidad media.
- A veces no se hace análisis de suelo.
- Se llevan registros escritos de las actividades y los costos del cultivo.
- La asesoría técnica proviene de asistentes técnicos del municipio o de la casa comercial.
- La decisión de establecer el cultivo se basa en la tradición y el comportamiento de los precios, así como de la disponibilidad de semilla y la tradición de sembrar el cultivo.
- Se realizan 12 aplicaciones de fertilizantes foliares y 3 aplicaciones al suelo.
- No se utiliza riego.

No hay diferencias entre Boyacá y Cundinamarca, para el nivel catalogado como semitecnificado, por lo que se presenta una sola estructura regional de costos (tabla 10).

Tabla 10. Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa semitecnificado (por hectárea)

Concepto de costo	Valor total (COP/ha)	Costos monetarios (COP/ha)	Costos no monetarios (COP/ha)
Costos directos	9.168.190	8.632.060	536.130
Mano de obra	3.090.500	2.554.370	536.130
Mano de obra en la precosecha	1.610.000	1.073.870	536.130
Mano de obra en la cosecha	1.480.500	1.480.500	
Insumos	5.548.352	5.548.352	
Semilla	525.000	525.000	
Fertilizantes	2.492.763	2.492.763	
Correctivos	116.883	116.883	
Herbicidas	54.545	54.545	
Insecticidas	854.545	854.545	
Fungicidas	1.184.416	1.184.416	
Coadyuvantes	24.100	24.100	
Empaques	296.100	296.100	
Servicios	529.338	529.338	
Preparación del terreno	467.000	467.000	
Transporte de insumos	62.338	62.338	
Costos indirectos	1.757.502	443.495	1.314.007
Costo de la tierra	1.000.000		1.000.000
Depreciación de equipos	38.961		38.961
Interés de capital	443.495	443.495	
Administración	275.046		
Costo total por hectárea	10.925.692	9.075.555	1.850.137

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos, durante los talleres de consenso

El costo unitario total de producción para este tipo de sistema es de 517 COP/kg de papa (tabla 11), que es notoriamente superior al del tipo tecnificado, y presenta importantes diferencias tanto en los valores de los rubros como en la estructura, es decir, en el porcentaje que cada rubro representa dentro del costo total.

Tabla 11. Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa semitecnificado (por unidad de producto)

Concepto de costo	Costo total (COP/kg)	Costos monetarios (COP/kg)	Costos no monetarios (COP/kg)
Costos directos	433,48	408,14	25,35
Mano de obra	146,12	120,77	25,35
Insumos	262,33	262,33	
Servicios	25,03	25,03	
Costos indirectos	83,10		
Costo de la tierra	47,28		47,28
Depreciación de equipos	1,84		1,84
Interés de capital	20,97	20,97	
Administración	13,00		13,00
Costo total por kilogramo	516,58	429,10	87,48

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

En el caso de la producción de papa del tipo Parda Pastusa semitecnificado, cerca del 51 % de los costos totales corresponde a los insumos. La mano de obra representa un poco más del 28 %, y los costos son mayores en las actividades previas del cultivo que en la cosecha. En este caso, el jornal para las actividades previas se paga en promedio a 35.000 COP, y la cosecha se hace por contrato, a 3.500 COP por bulto de 50 kg.

Los servicios representan cerca del 5 %, e incluyen el alquiler del tractor para la preparación del terreno y el transporte de los insumos. El costo de la tierra constituye cerca del 9 % del total y corresponde al costo de oportunidad del arriendo del terreno (tabla 12).

Tabla 12. Participación de las tipologías de costos en el total del costo de producción de papa en el sistema Parda Pastusa semitecnificado

Concepto de costo	Costo total (%)	Costos monetarios (%)	Costos no monetarios (%)
Costos directos	83,9	79,0	4,9
Mano de obra	28,3	23,4	4,9
Insumos	50,8	50,8	0
Servicios	4,8	4,8	0
Costos indirectos	16,1	0	0
Costo de la tierra	9,2	0	9,2
Depreciación de equipos	0,4	0	0,4
Interés de capital	4,1	4,1	0
Administración	2,5	0	2,5
Costo total	100	83,1	16,9

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

Sistema de producción del tipo Parda Pastusa tradicional

Las características distintivas de los productores de papa Parda Pastusa del tipo tradicional son las siguientes:

- El destino de la producción es el mercado en fresco.
- Se usa semilla propia tradicional.
- No se hace un análisis de suelo.
- No se llevan registros escritos de las actividades ni de los costos del cultivo.
- Si existe, por lo general la asesoría técnica proviene de la casa comercial o de un asistente técnico municipal.
- La decisión de establecer el cultivo se basa en la disponibilidad de semilla y la tradición.
- Se realizan entre 7 y 12 aplicaciones de fertilizantes foliares y 3 aplicaciones al suelo.
- No se utiliza riego.

Se presenta una estructura de costos para el nivel tradicional para la región (tabla 13), dado que no se encontraron diferencias relevantes entre Boyacá y Cundinamarca.

Tabla 13. Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tradicional (por hectárea)

Concepto de costo	Valor total (COP/ha)	Costos monetarios (COP/ha)	Costos no monetarios (COP/ha)
Costos directos	8.136.807	6.527.029	1.609.778
Mano de obra	2.940.000	1.708.000	1.232.000
Mano de obra en el cultivo	1.750.000	875.000	875.000
Mano de obra en la cosecha	1.190.000	833.000	357.000
Insumos	4.667.469	4.289.691	377.778
Semilla	377.778		377.778
Fertilizantes	1.862.338	1.862.338	
Correctivos	97.500	97.500	
Herbicidas	106.400	106.400	
Insecticidas	659.181	659.181	
Fungicidas	1.302.172	1.302.172	
Coadyuvantes	24.100	24.100	
Empaques	238.000	238.000	
Servicios	529.338	529.338	
Preparación del terreno	467.000	467.000	
Transporte de insumos	62.338	62.338	
Costos indirectos	1.617.633		1.617.633
Costo de la tierra	950.000		950.000
Depreciación de equipos	221.000		221.000
Interés de capital	402.528		402.528
Administración	244.104		244.104
Costo total por hectárea	9.754.439	6.527.029	3.227.410

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

El costo unitario de producción de este tipo de sistema es de aproximadamente 574 COP/kg de papa (tabla 14).

Tabla 14. Estructura de costos de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tradicional (por unidad de producto)

Concepto de costo	Costo total (COP/ha)	Costos monetarios (COP/ha)	Costos no monetarios (COP/ha)
Costos directos	478,64	383,94	94,69
Mano de obra	172,94	100,47	72,47
Insumos	274,56	252,33	22,22
Servicios	31,14	31,14	
Costos indirectos	95,15		95,15
Costo de la tierra	55,88		55,88
Depreciación de equipos	1,24		1,24
Interés de capital	23,68		23,68
Administración	14,36		14,36
Costo total por kilogramo	573,79	383,94	189,85

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

Para los productores de papa del tipo Parda Pastusa tradicional en Boyacá y Cundinamarca (tabla 15), el costo de los insumos representa un porcentaje menor respecto al de los semitecnificados, ya que alcanza un valor cercano al 48 % de los costos totales. Más del 5 % corresponde a los servicios, que incluyen el alquiler de tractor y animales. El costo de la tierra constituye alrededor del 9,7 % del total. En este caso, la tierra es propia y su costo no es monetario.

Por su parte, la mano de obra representa un poco más del 30 % de los costos totales, y su costo es superior en las labores previas del cultivo que en la cosecha: en este caso, el jornal para las actividades del cultivo se paga en promedio a 35.000 COP, y la cosecha se hace por contrato, a 3.500 COP por bulto de 50 kg, incluyendo la alimentación del trabajador.

Tabla 15. Participación de las tipologías de costos en el total del costo de producción de papa en el sistema Parda Pastusa tradicional

Concepto de costo	Costo total (%)	Costos monetarios (%)	Costos no monetarios (%)
Costos directos	83,4	66,9	16,5
Mano de obra	30,1	17,5	12,6
Insumos	47,8	44,0	3,9
Servicios	5,4	5,4	0
Costos indirectos	16,6	0	16,6
Costo de la tierra	9,7	0	9,7
Depreciación de equipos	0,2	0	0,2
Interés de capital	4,1	0	4,1
Administración	2,5	0	2,5
Costo total por kilogramo	100	66,9	33,1

Fuente: Elaboración propia, con base en la información brindada por los productores expertos durante los talleres de consenso

En la tabla 16 se presenta un resumen de los costos unitarios de producción de papa de las tres tipologías analizadas. Se observa que los sistemas de producción tecnificados permiten una disminución del costo de hasta un 21,3 % respecto a los tradicionales. En el caso de los sistemas semitecnificados, la reducción del costo es de un 9,9 %, en comparación con los tradicionales.

Tabla 16. Análisis comparativo de costos unitarios de producción de papa Parda Pastusa (por tipos de tecnología)

Concepto	Tecnificado	Semitecnificado	Tradicional
Total (COP/kg)	452	517	574
Ahorro (COP/kg)	122	57	-
Ahorro (%)	-21,3 %	-9,9 %	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en la figura 22, se presentan los precios pagados al productor de papa Parda Pastusa en la región del altiplano cundiboyacense en el periodo de 2012 a 2019. Se observa una alta volatilidad, con aumentos sucesivos a partir de enero, un pico de precios máximo en mayo, y luego un descenso a partir de junio,

que coincide con el comienzo de la cosecha principal en esta región, la cual se prolonga hasta octubre. Después se incrementan de nuevo, a consecuencia de la reducción de la oferta del tubérculo en los mercados.

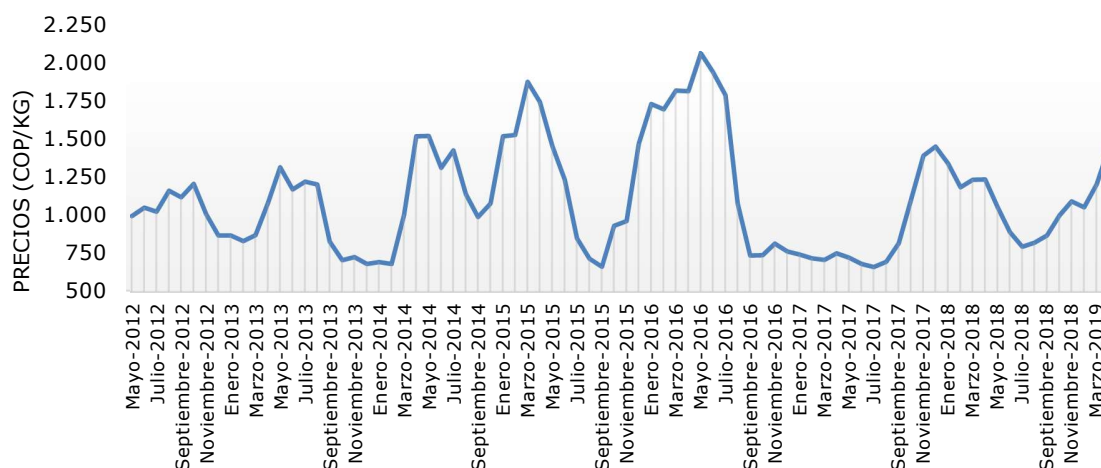


Figura 22. Comportamiento de los precios reales de papa Parda Pastusa en el mercado mayorista de Corabastos (Bogotá) (2012-2019). Base 2017 = 100.
Fuente: Elaboración propia, con base en el sistema de información de precios de Agronet (2019b)

La volatilidad de los precios de la papa causa una pérdida en la eficiencia de la producción y la rentabilidad de la actividad agrícola, en particular para los pequeños agricultores, pues se incrementa la incertidumbre respecto a los ingresos esperados.

Por último, es importante señalar la contabilización de los costos monetarios y no monetarios, pues en circunstancias de precios bajos, como los que se presentaron en 2017, los productores familiares logran persistir en el mercado, siempre y cuando puedan recuperar los costos monetarios. Además, este aspecto es fundamental para que estos productores puedan llevar un adecuado registro de sus costos totales de producción, y no solo de los que pagan en efectivo, con el fin de hacer un adecuado cálculo de sus utilidades reales.

Mercadeo

Se considera que la estructura de comercialización de la papa en Colombia es muy ineficiente, ya que tiene una abundante intermediación que, en general, no agrega valor al producto, pero sí aumenta su precio en el trayecto entre el productor y el consumidor, en el que se pueden encontrar hasta 6 intermediarios.

Los canales más frecuentes para la papa fresca sin lavar son el mayorista, el minorista y el detallista, y para aquella con valor agregado, como la papa lavada, seleccionada, clasificada y empacada en bolsa plástica, se aumenta un nivel, por la participación de un "adecuador".

Las normas de calidad para el tubérculo en fresco no son claras para la estandarización del producto, y el establecimiento de los precios se da en función de la oferta en el mercado. La figura 23 ilustra el modelo de comercialización de la papa en Colombia propuesto por López (2013).

La mayoría de los centros de comercialización del tubérculo en fresco se concentran en el altiplano cundiboyacense. Entre ellos se destacan la central de abastos de la ciudad de Bogotá (Corabastos), la plaza del sur de Tunja, el centro mayorista de origen de Villapinzón, los centros de comercialización de Carmen de Carupa, Pasca y Ubaté, y los mercados de Ventaquemada y Chocontá.

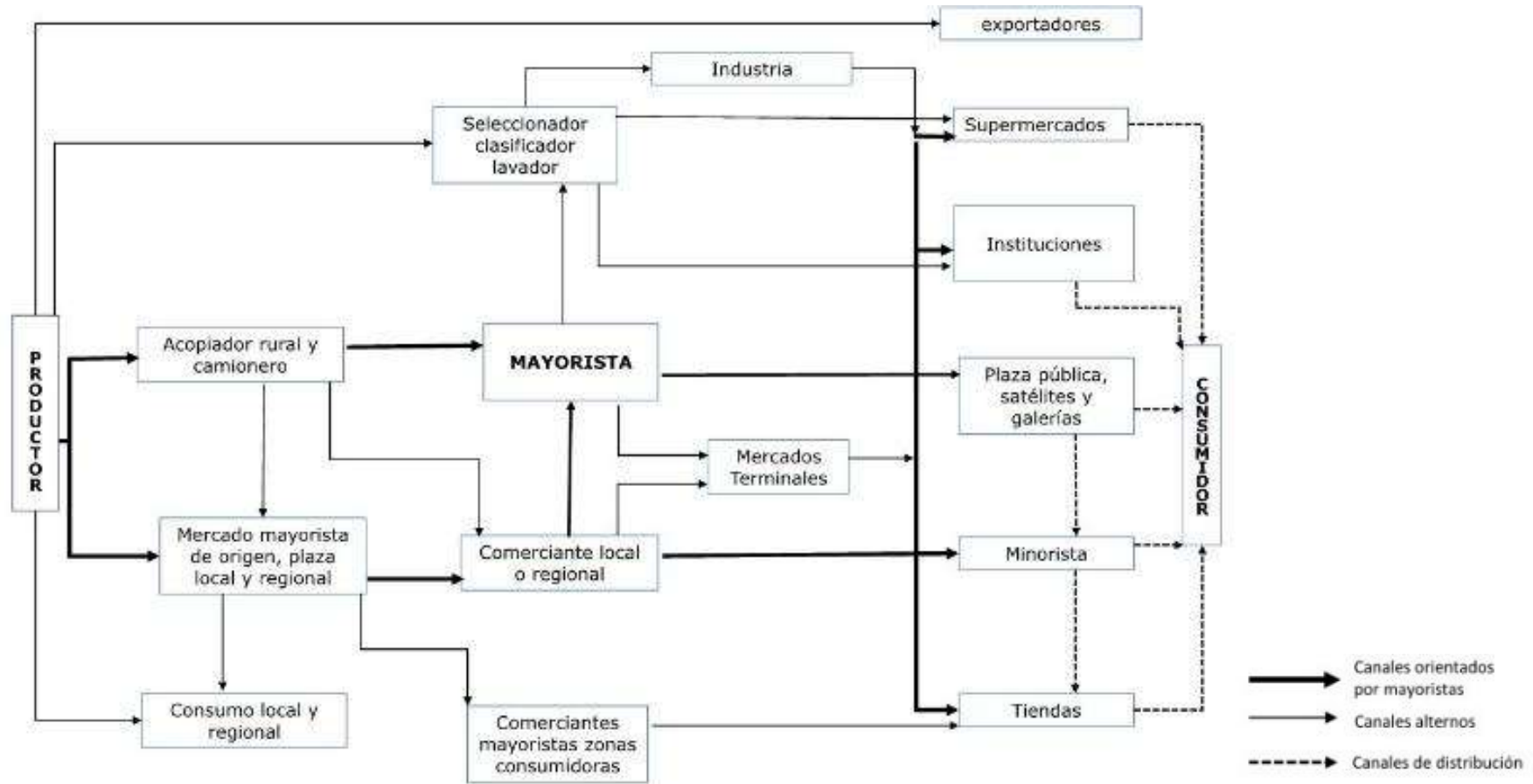


Figura 23. Estructura de comercialización en Colombia.

Fuente: López (2013), con algunas modificaciones

Referencias

- Acuña, I., & Araya, M. (2017). *Pudriciones blandas y pie negro* (Ficha técnica n.º 51). Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- Amorocho, C., Sánchez, C., & Murcia, G. (2012). Efecto del sistema de labranza conservacionista en las propiedades de los suelos de ladera en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*). *Ingeniería y Región*, 9, 83-92.
- Barrera, L. L. (1998). Fertilización del cultivo de la papa en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. En R. Guerrero Riascos (Ed.). *Fertilización de cultivos en clima frío* (pp. 47-67). Bogotá, Colombia: Monómeros Colombo Venezolanos.
- Barrera, L. L., & Tamayo, A. (2000). Establecimiento del cultivo. En C. A. Herrera, L. H. Fierro & J. D. Moreno (Eds.). *Manejo integrado del cultivo de la papa* (Manual técnico) (pp. 87-110). Bogotá, Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Barreto, N. (2003). *Aspectos bioecológicos de la polilla guatemalteca de la papa Tecia solanivora (Lepidoptera: Gelechiidae) en el altiplano cundiboyacense colombiano*. Trabajo presentado en el III Taller Internacional sobre la Polilla Guatemalteca de la Papa *Tecia solanivora*, Cartagena, Colombia.
- Barrientos, J. C., & Núñez, C. E. (2014). Difusión de seis nuevas variedades de papa en Boyacá y Cundinamarca (Colombia) entre 2003 y 2010. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 126-147. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n1/v8n1a12.pdf>
- Barrientos, J. C., Rondón, C., & Melo, S. (2014). Comportamiento de precios de las variedades de papa Parada Pastusa y Diacol Capiro en Colombia (1995-2011). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 272-286. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v8n2/v8n2a10.pdf>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Papa. Manual*. Bogotá, Colombia: Cámara de Comercio de Bogotá. Recuperado de <https://www.ccb.org.co/content/download/13727/175111/file/Papa.pdf>
- Carvajal, G. H., Abaunza, C. A., Coronel, B., & Pinzón, L. M. (2000). Aspectos generales del cultivo de la papa y sus sistemas de producción en Colombia. En C. A. Herrera, L. H. Fierro & J. D. Moreno (Eds.). *Manejo integrado del cultivo de la papa* (Manual técnico) (pp. 19-38). Bogotá, Colombia: Corpoica.

- Castro, H. E. (2005). Balance y prospectiva de la investigación en el campo de la fertilización para el sistema de producción de papa en Colombia. En *Memorias. I Taller Nacional sobre Suelos, Fisiología y Nutrición Vegetal en el Cultivo de la Papa* (pp. 31-43). Bogotá, Colombia: Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa (Cevipapa), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Consejo Nacional de la Papa (CNP).
- Centro Internacional de la Papa (CIP). (2019). *Papa*. Recuperado de <https://cipotato.org/es/potato/>
- Centro Internacional de la Papa (CIP), & Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa). (1996). *Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa*. Lima, Perú: CIP.
- Consejo Nacional de la Papa (CNP). (2010). *Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia*. Bogotá, Colombia: Autor.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2005). *Campo para el futuro. Cultivar sin arar. Sistemas sostenibles de producción*. Bogotá, Colombia: Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ) y CAR.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2015). *Desarrollo de pilotos metodológicos para la estructuración de costos de producción de ganado de ceba (carne), cacao y papa* (Informe técnico final del proyecto). Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Corzo, P., Moreno, J. D., Franco, B., & Fierro, L. H. (2003). *Manual de papa para productores*. Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2016). *3er Censo Nacional Agropecuario. Hay campo para todos: Tomo 2. Resultados*. Bogotá, Colombia: DANE. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>
- Estrada, N. (2000). *La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa*. La Paz, Bolivia: CIP, Fundación Promoción e Investigación de los Productos Andinos (Proinpa), & Centro de Información para el Desarrollo (CID).

- Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa). (2008). *Moscas blancas. Plagas que limitan la producción agrícola*. Pasto, Colombia: MADR, Fedepapa, Universidad Nacional de Colombia, Fundación Cosmoagro y Corpoica.
- Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa). (2018). *Plan estratégico y plan de acción*. Bogotá, Colombia: Fedepapa.
- Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa). (2019). *Informe trimestral del subsector papa. I trimestre-2019*. Disponible en <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2017/01/Informe-de-Coyuntura-1er-Trimestre-2019.pdf>
- Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa), & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2004). *Guía ambiental para el cultivo de la papa*. Bogotá, Colombia: Fedepapa.
- Fuentes, C. L., Eraso, E. R., Sequeda, O. A., & Piedrahita, W. (2011). *Flora arvense del altiplano Cundiboyacense de Colombia*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- García, C. (2010). Comportamiento y manejo de enfermedades en papa. Gota. En *Papas colombianas* (3.ª ed., pp. 142-143). Bogotá, Colombia: Cominpu.
- García, C. (2012). *Sarna polvosa y camanduleo de la papa*. Trabajo presentado en el Segundo Curso Nacional de Actualización en el Cultivo de la Papa, Fedepapa, Paipa, Colombia.
- García, R., García, A., & Delgado, L. (1999). Distribución, incidencia y variabilidad de *Ralstonia solanacearum*, agente causal de la marchitez bacteriana de la papa en el estado Mérida, *Bioagro*, 11(1), 12-23.
- Garza, J. (2006). *Estudios biológicos del tironador de la papa Naupactus sp. (Coleoptera: Curculionidae)* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- González, M. (2012). *Optimización de un manejo integrado de Rosellinia sp. en papa (Solanum tuberosum L.)*. Trabajo presentado en el Segundo Curso Nacional de Actualización en el Cultivo de la Papa, Fedepapa, Paipa, Colombia.

- Guerrero, O. (1998). *Principales enfermedades de la papa causadas por hongos y bacterias transmitidas por semilla*. Trabajo presentado en el Segundo Curso de Manejo Sanitario del Cultivo de la Papa, Comité de Sanidad de la Papa del departamento de Nariño, Ipiales, Colombia.
- Guerrero, O. (2004). Patógenos del suelo en el cultivo de la papa. En *Memorias del Primer Taller Nacional sobre Patógenos del Suelo, Virus e Insectos Plaga diferentes a Teciá solanivora* (pp. 14-19). Bogotá, Colombia: Cevipapa.
- Guerrero, R. (2005). Caracterización de los suelos paperos en Colombia. En *Memorias. I Taller Nacional sobre Suelos, Fisiología y Nutrición Vegetal en el Cultivo de la Papa* (pp. 62-65). Bogotá, Colombia: Cevipapa, MADR y CNP.
- Guzmán, M. (2008). *Manual de protocolos para la detección de algunos virus que infectan la papa (Solanum spp.)*. Bogotá, Colombia: Cevipapa.
- Hawkes, J. G. (1990). *The potato: evolution, biodiversity and genetic resources*. Londres, Reino Unido: Belhaven Press.
- Hernández, H., Forero, F., Otálora, D., & Serrano, P. (2012). Respuesta agroeconómica del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) bajo diferentes fuentes de fósforo en Villapinzón, Cundinamarca. *Ciencia y Agricultura*, 9(2), 97-104.
- Herrera, C. A., Fierro, L. H., & Moreno, J. D. (2000). *Manejo integrado del cultivo de la papa* (Manual técnico). Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Herrera, F. (1997). *La polilla guatemalteca de la papa: biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado* (Boletín divulgativo). Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Hoyos, L., Villegas, M., & González, E. (2009). Observaciones histológicas de estructuras celulares asociadas a *Spongospora subterranea* f. sp. *subterranea* en papa. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 62(2), 5039-5045.
- Huamán, Z., & Spooner, D. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potatoes (*Solanum* sect. *Petota*). *American Journal of Botany*, 89(6), 947-965.
- Hwang, Y. T., Wijekoon, C., Kalischuk, M., Johnson, D., Howard, R., Prüfer, D., & Kawchuk, L. (2014). Evolution and management of the Irish potato famine pathogen *Phytophthora infestans* in Canada and the United States. *American Journal of Potato Research*, 91(6), 579-593.

- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (1992). *Fertilización en diferentes cultivos. Quinta aproximación* (Manual de asistencia técnica N.º 25). Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (Solanum tuberosum subsp. andigena y S. phureja). Medidas para la temporada invernal*. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2014). *Resolución 4213, por medio de la cual se declara el estado de emergencia fitosanitaria en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño, y Antioquia por la presencia de plagas conocidas como virus del Amarillamiento de las Venas de la Papa (PVV) y su vector la Mosca Blanca de los invernaderos (Trialeurodes vaporariorum) en los cultivos de papa*. Bogotá, Colombia: ICA.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2015). *Resolución 3168, por medio de la cual se reglamenta y controla la producción, importación y exportación de semillas producto del mejoramiento genético para la comercialización y siembra en el país, así como el registro de las unidades de evaluación agronómica y/o unidades de investigación en fitomejoramiento y se dictan otras disposiciones*. Bogotá, Colombia: ICA. Recuperado de <https://www.ica.gov.co/getattachment/4e8c3698-8fcb-4e42-80e7-a6c7acde9bf8/2015R3168.aspx>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas (Icontec). (1996). *Norma Técnica NTC Colombiana 341-2 1996-06-19. Industria alimentaria. Papa para consumo. Especificaciones del empaque*. Bogotá, Colombia: Icontec. Recuperado de <https://tienda.icontec.org/wp-content/uploads/pdfs/NTC341-2.pdf>
- Jaramillo, S., Morales, J. G., & Gilchrist, E. (2011). Manejo integrado de sarna polvosa causada por *Spongospora subterranea* en papa. *Ventana al Campo Andino*, (1-2), 58-64.
- López, A. (2000). Insectos plagas del cultivo de la papa en Colombia y su manejo. *Papas Colombianas*, 3(1-2), 152-159.
- López, E. (2013). El mercadeo y los precios de la papa. *Revista Papa*, (29), 36-39.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (MADR). (2020). *Evaluación Agrícola Municipal 2007-2019*.

- Moreno, J. D. (2000). Variedades de papa cultivadas en Colombia. En C. A Herrera, L. H. Fierro & J. D. Moreno (Eds.). *Manejo integrado del cultivo de la papa* (Manual técnico) (pp. 51-71). Bogotá, Colombia: Corpoica.
- Ñústez, C. E. (2011). *Variedades colombianas de papa*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2008) *Año Internacional de la Papa*. Recuperado de <http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/index.html>
- Porras, P. D., Navia, S. L., & González, M. E. (2005). Generalidades del cultivo de la papa en Colombia. En *Guía para el cultivo de papa* (p. 11-75). Bogotá, Colombia: Fedepapa.
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet). (2019a). *Área, producción y rendimiento nacional por cultivo. Papa* [Bases de datos]. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet). (2019b). *Comparativo de precios mensuales mayoristas por producto en los diferentes mercados* [Bases de datos]. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=12#>
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet). (2020). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales*. Recuperado de https://www.agronet.gov.co/Documents/5-PAPA_2017_2017.pdf
- Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario (Agronet). (2020b). *Reporte: área, producción y rendimiento nacional por cultivo* [Base de datos]. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Restrepo, S. (2010). *Enfermedades foliares de papa y su manejo*. Trabajo presentado en el Primer Curso de Actualización en el Cultivo de la Papa, Fedepapa, Bogotá, Colombia.
- Restrepo, S. (2014). *Situación del tizón tardío en Colombia*. Recuperado de <https://redtizonlatino.wordpress.com/2014/11/05/situacin-del-tizn-tardo-en-colombia/>

- Rodríguez, L. E. (2009). Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. *Petota* Dumort.). Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 27(3), 305-312. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v27n3/v27n3a03.pdf>
- Rodríguez, D., Rico, M., Rodríguez, L. E., & Núñez, C. (2010). Efecto de diferentes niveles y épocas de defoliación sobre el rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* cv. Parida Pastusa). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5521-5531.
- Rodríguez, L., Corchuelo, G., & Núñez, C. (2004). Densidad de población y su efecto sobre el rendimiento de papa. *Agronomía Colombiana*, 22(1), 23-31.
- Salazar, L., Müller, G., Querci, M., Zapata, J., & Owens, R. (2000). Potato yellow vein virus: its host range, distribution in South America and identification as a Crinivirus transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. *Annals of Applied Biology*, 137(1), 7-19.
- Sánchez de Luque, C., Corzo, P., & Pérez, O. (1991). Incidencia de virus en papa y su efecto sobre rendimiento en tres zonas agroecológicas de Colombia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 4, 36-51.
- Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC), & Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (Fonade). (2002). *Manejo agronómico, fitosanitario y ambiental del cultivo de la papa* (Convenio Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), SAC, Fonade y Fedepapa). Bogotá, Colombia: SAC; Fonade.
- Spooner, D., Núñez, J., Trujillo, G., Herrera, M., Guzmán, F., & Ghislain, M. (2007). Extensive simple sequence repeat genotyping of potato landraces supports a major reevaluation of their gene pool structure and classification. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*, 104(49), 19398-19403.
- Torres, H. (2002). *Manual de las enfermedades más importantes de la papa en el Perú*. Lima, Perú: CIP.
- Valbuena, R., Roveda, G., Bolaños, A., Zapata, J., Medina, C., Almanza, P., & Porras, P. (2010). *Escalas fenológicas de las variedades de papa Parida Pastusa, Diacol Capiro y criolla Yema de Huevo en las zonas productoras de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia*. Bogotá, Colombia: Corpoica.

Villamil, H. (2005). Fisiología de la nutrición en papa. En *Memorias. I Taller Nacional sobre Suelos, Fisiología y Nutrición Vegetal en el Cultivo de la Papa* (pp. 17-25). Bogotá, Colombia: Cevipapa, MADR y CNP.

Villarreal, H., Porras, P., Santa, A., Lagoeyte, J., & Muñoz, D. (2007). *Costos de producción de papa en las principales zonas productoras de Colombia*. Bogotá, Colombia: Fedepapa.

Glosario

Aporque: Acumulación de suelo alrededor de las plantas, siguiendo la dirección de los surcos. Su finalidad es incrementar el volumen del área radical de las plantas, lo que promueve el desarrollo de estolones y garantiza una buena tuberización.

Arvenses: Plantas sin valor económico o que crecen fuera de lugar y que interfieren en la actividad de los cultivos, afectando su capacidad de producción y desarrollo normal por la competencia de agua, luz, nutrientes y espacio físico, o por la producción de sustancias nocivas para el cultivo.

Barbecho: Área que se deja de utilizar después de haber sido cultivada, buscando su recuperación.

Control biológico: Disminución del inóculo o de la actividad de una enfermedad causada por un patógeno, como consecuencia de la interacción de uno o más organismos, incluyendo la planta hospedera, pero excluyendo al ser humano.

Control cultural: Implementación de prácticas agronómicas como uso de semilla de buena calidad, preparación del suelo, encalado, aporque y rotación de cultivos, entre otras.

Control etológico: Utilización de estrategias que pueden alterar el comportamiento natural de las plagas (especialmente insectos) presentes en un sitio, como el uso de trampas y feromonas.

Control químico: Uso de compuestos químicos (plaguicidas de síntesis) para la erradicación o el control de poblaciones de plagas que se encuentran en el cultivo. Algunos ejemplos son los bactericidas, fungicidas, herbicidas, insecticidas y nematocidas.

Desyerba: Labor cultural que consiste en la eliminación mecánica de arvenses mediante el amontonamiento de suelo junto a las plantas, siguiendo la dirección de los surcos.

Emergencia del cultivo: Aparición de las estructuras aéreas de las plantas en la superficie del suelo, días después de la siembra.

Esclerocio: Estructura de resistencia de patógenos, que corresponde a la agregación de hifas vegetativas que contienen materiales de reserva.

Fumagina: Desarrollo de un hongo saprofito sobre un sustrato glúcido presente en la superficie de las plantas. El hongo se alimenta de las secreciones azucaradas de los insectos. Inicialmente se presenta como una fina capa negra, que después se endurece e impide procesos como la fotosíntesis.

Inóculo: Cualquier estructura del patógeno potencialmente infectiva. Puede ser el propio organismo (como en el caso de virus, bacterias o nematodos) o parte de él (como en los hongos), y está en capacidad de causar enfermedades al entrar en contacto con el hospedero.

Instar o instar larval: Cada uno de los estados de desarrollo de las larvas de los insectos entre muda y muda.

Jama: También conocida como red entomológica. Se utiliza como herramienta para la captura de insectos con el fin de determinar niveles de población. Está constituida por un aro metálico al que se adhiere un tul sostenido por una vara, que le da forma cónica y soporte al instrumento. Se utiliza como herramienta para la captura de insectos y con ello determinar niveles de población.

Metamorfosis: Cambio de forma, anatomía y hábitos que experimentan algunos animales en el transcurso de su vida.

Metamorfosis completa: Etapas sucesivas de transformación en las que el individuo pasa por los estados de huevo, larva o gusano, pupa o sabio, y adulto o imago. Los insectos que presentan este tipo de metamorfosis son denominados holometábolos.

Metamorfosis incompleta: Etapas sucesivas de transformación en las que el individuo pasa por los estados de huevo, ninfa y adulto, sin pasar por aquellos de larva y pupa. Los insectos en los que ocurre este tipo de metamorfosis se denominan hemimetábolos.

Minado: Hábito de las larvas de los insectos, que causan daños al alimentarse dentro del tejido vegetal. Selectivamente consumen las capas con la menor cantidad de celulosa, dejando galerías o minas.

Organismo fitopatógeno: Agente externo que provoca perjuicios a las plantas, limitando el crecimiento, desarrollo y calidad de los cultivos.

Productos biológicos: Microorganismos, que pueden ser virus, bacterias, hongos o nematodos, que afectan negativamente a diversos organismos fitopatógenos.

Pseudopatas: Proyecciones del abdomen semejantes a las patas verdaderas. En el caso de larvas de lepidópteros, pueden tener entre 2 y 8 pares de patas falsas o pseudopatas.

Síntoma: Disturbio o manifestación en el desarrollo, o reacción externa e interna de una planta a causa de una enfermedad. Las plantas pueden llegar a presentar enanismo, entorchamiento y malformación del tubérculo, entre otros síntomas.

Toyas: Plantas de papa procedentes de tubérculos de cosechas anteriores. Se distribuyen al azar en el lote, y emergen antes que el cultivo principal. Por lo general, son las primeras plantas que son afectadas por plagas y enfermedades.

Vector: Agente que transporta algo de un lugar a otro. En el caso de las plantas, constituye el portador intermedio del organismo fitopatógeno causante de una enfermedad.

Virus: Organismos acelulares, cuyos genomas están constituidos de ADN o ARN, que obligatoriamente se replican dentro de las células del hospedero, usando sus ribosomas y maquinaria metabólica para sintetizar proteínas estructurales que conforman las partículas virales o viriones.

www.siembra.gov.co



El campo
es de todos

Minagricultura