

Modelo productivo

de la papa variedad **Corpoica-Mary** para
los departamentos de Cundinamarca y
Boyacá

Modelo productivo de la papa variedad Corpoica-Mary para los departamentos de Cundinamarca y Boyacá

Autores

Pedro David Porras Rodríguez
Carlos Alberto Herrera Heredia

Mosquera, Colombia, 2015

Modelo productivo de la papa variedad Corpoica-Mary para los departamentos de Cundinamarca y Boyacá / Pedro David Porras Rodríguez y Carlos Alberto Herrera Heredia. – Mosquera (Colombia): Corpoica, 2015.

83 páginas: ilustraciones, datos numéricos
Incluye referencias bibliográficas
ISBN e-Book: 978-958-740-211-7

1. *Solanum tuberosum* 2. Recursos genéticos 3. Aplicación de abonos 4. Control de plagas 5. Control de enfermedades 6. Riego 7. Análisis de costos 8. Boyacá (Colombia) 9. Cundinamarca (Colombia) I. Herrera Heredia, Carlos Alberto

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

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica

Centro de Investigación Tibaitatá. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera, código postal 250047, Colombia.

Esta publicación es el resultado del convenio de cooperación 0115 de 2014 (Contrato 1828) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).

Serie: Modelos productivos

Preparación editorial

Editorial Corpoica
editorial.corpoica@corpoica.org.co

Editora: Liliana Gaona García

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

Citación sugerida: Porras PD, Herrera CA. 2015. Modelo productivo de la papa variedad Corpoica-Mary para los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Cláusula de responsabilidad: Corpoica 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, declarando 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

Introducción y justificación	8
Capítulo I	
Área geográfica y entorno ambiental	10
Capítulo II	
Descripción botánica, taxonomía y clasificación	13
Capítulo III	
Recurso genético y propagación	14
Características de la variedad Corpoica-Mary	14
Semilla	15
Selección, clasificación y tratamiento	19
Almacenamiento	19
Capítulo IV	
Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo.....	21
Capítulo V	
Manejo del recurso suelo	23
Capítulo VI	
Sistemas de siembra.....	24
Capítulo VII	
Prácticas culturales	26
Riego y drenaje.....	27
Fertilización	27
Clasificación de los elementos nutricionales.....	29
Funciones de los elementos minerales	29
Manejo de arvenses.....	31
Capítulo VIII	
Manejo integrado de plagas y enfermedades.....	33
Principales plagas.....	33
Polilla guatemalteca de la papa o gualtemalteca	33
Gusano blanco de la papa	36
Pulguilla	38
Tostón, minador de la hoja o entretelado.....	39
Chisas	40
Tiroteador.....	42
Trozadores y tierreros	44
Moscas blancas	45
Tomineja o palomilla de la papa	47
Babosas	49
Nemátodo quiste de la papa.....	51
Principales enfermedades.....	52

Gota de la papa o tizón tardío	52
Sarna polvosa, camaduleo o espora	54
Rhizoctonia o costra negra de la papa	55
Mortaja blanca, palomillo o nevada	57
Alternaria o tizón temprano	58
Virus del amarillamiento de las hojas de la papa (PYVV)	59
Virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV, por el término en inglés)	61
Virus X de la papa (PVX, por el término en inglés)	62
Virus Y de la papa (PVY, por el término en inglés).....	63
Pata negra	63
Pudrición blanda del tubérculo.....	64
Marchitez bacteriana	65
Recomendaciones de manejo integrado de plagas y enfermedades.....	66
Capítulo IX	
Cosecha	69
Capítulo X	
Poscosecha	71
Capítulo XI	
Transformación y valor agregado	73
Capítulo XII	
Indicadores económicos	76
Mercadeo de la papa.....	76
Mercado nacional y externo	77
Costos de producción.....	77
Bibliografía	78
Glosario	81

Índice de figuras

Figura 1. Aspecto típico de la subregión altiplano cundiboyacense	12
Figura 2. Color de pulpa y piel del tubérculo de papa variedad Corpoica-Mary	14
Figura 3. Cultivo de papa variedad Corpoica-Mary en floración	15
Figura 4. Producción de semilla de papa en laboratorio	16
Figura 5. Producción de semilla de papa en casa de malla básica, generación 1 y 2: descendencia de la semilla categoría élite. Registrada, generación 1 y 2: descendencia de la semilla categoría básica.....	17
Figura 6. Producción de semilla de papa por el sistema de aeroponía	18
Figura 7. Almacenamiento adecuado semilla de papa	20
Figura 8. Brotación inicial del tubérculo-semilla de papa variedad Corpoica-Mary	20
Figura 9. Preparación de suelo con arado de cincel	22
Figura 10. Preparación de suelo con arado de disco	22
Figura 11. Suelo susceptible a erosión	23
Figura 12. Exceso de humedad en cultivo de papa.....	24
Figura 13. Alta presencia de arvenses después de una cosecha de papa.....	31
Figura 14. Daño de larvas de polilla guatemalteca	35
Figura 15. Aspecto del daño del minador de la hoja de la papa	40
Figura 16. Larva de chisa	42
Figura 17. Larva de tiroteador de la papa	44
Figura 18. Mosca blanca en cultivo de papa	47
Figura 19. Presencia de PVV en cultivo de papa.....	60
Figura 20. Control natural de plagas por aves	67
Figura 21. Cosecha manual de papa	69
Figura 22. Cosecha de la variedad Corpoica-Mary.....	70
Figura 23. Lavado de tubérculo de papa variedad Corpoica-Mary.....	71
Figura 24. Hojuelas de papa	74
Figura 25. Papa a la francesa.....	75
Figura 26. Estructura de comercialización de la papa en Colombia.....	76

Índice de tablas

Tabla 1. Tamaño del productor de acuerdo al área sembrada	11
Tabla 2. Clasificación de semilla de papa	19
Tabla 3. Requerimientos nutricionales del cultivo comúnmente utilizados para diferentes niveles de rendimiento (toneladas de papa/ha)	30
Tabla 4. Principales plagas del cultivo de la papa en Colombia.....	33
Tabla 5. Principales enfermedades que afectan el cultivo de la papa en Colombia	52

Introducción y justificación

La papa es uno de los principales productos de la seguridad alimentaria en el mundo. El cultivo se encuentra ampliamente distribuido, dada su capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales y sistemas de cultivo. En Colombia, se siembran alrededor de 130.525 ha en papa de las cuales los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia aportan más del 90 % de la producción; la explotación comercial se realiza en cotas altitudinales entre 2.500 y 3.000 msnm, en temperaturas entre 12 y 18 °C y precipitación pluvial anual de 700 a 2.000 mm.

Corpoica-Mary es una variedad entregada a los agricultores en el año 2006 por parte de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), inscrita en el Registro Nacional de Cultivares del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); se siembra en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá y presenta doble propósito: para consumo fresco directo y como materia prima para la transformación en hojuelas por su excepcional aptitud para procesamiento industrial. El tubérculo de Corpoica-Mary presenta características muy apreciadas en el mercado, tales como su color de piel y profundidad intermedia de ojos; la planta es de alto rendimiento y presenta tolerancia a enfermedades, lo que se refleja en mayor competitividad frente a las variedades tradicionales que presentan alta susceptibilidad a la gota de la papa. De otra parte, su adaptación en alturas inferiores a 3000 msnm la convierten en una excelente alternativa productiva frente a las nuevas exigencias ambientales que limitan las explotaciones comerciales en zonas por encima de esta cota altitudinal. No existen reportes sobre área sembrada en Colombia de la variedad y la información sobre las características de la planta, recomendaciones de cultivo y manejo se reducen a la investigación publicada por Corpoica en hojas divulgativas y en sitio web de la Corporación.

El presente modelo productivo de la papa variedad Corpoica-Mary 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 subregión altiplano cundiboyacense. Se presenta el conjunto de tecnologías adaptadas para los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, con el fin de contribuir al mejoramiento de la productividad y competitividad en esta, que es la principal zona productora del tubérculo en Colombia.

El modelo se encuentra dividido en doce capítulos, en los que se encontrará la descripción de los aspectos más destacados del sistema productivo de la variedad,

desde la oferta ambiental de la subregión, pasando por el manejo integrado del cultivo con énfasis en siembra, fertilización, prácticas culturales, plagas y enfermedades, pautas de buenas prácticas agrícolas (BPA), cosecha, poscosecha, generación de valor agregado y calidad industrial.

El modelo productivo responde a las iniciativas planteadas en el Acuerdo Marco de Competitividad de la Cadena Agroalimentaria de la Papa que, a partir del año 1999, generó una nueva cultura de trabajo interinstitucional. El documento se actualizó en 2010, con el fin de ajustar las estrategias de acción y dar cumplimiento a las metas de modernización y desarrollo competitivo del subsector, concertadas en el seno del Consejo Nacional de la Papa.

Entre las iniciativas planteadas, se encuentran la planificación de producción que permita regular la oferta y los precios, fortalecimiento de la producción y promoción al uso de semilla certificada, disminución de los costos de producción para hacer más competitiva la actividad, implementación de BPA frente a las nuevas exigencias del mercado, expansión y fomento del consumo interno y externo de la papa, modernización del mercado, generación de innovación, investigación y desarrollo tecnológico en diferentes áreas, obtención de variedades modernas tanto para consumo fresco como para procesamiento, transferencia de tecnología en manejo integrado del cultivo, en poscosecha y en transformación, generación de alternativas frente al cambio climático, fortalecimiento de la institucionalidad de la cadena productiva, creación de un sistema de información y fortalecimiento del servicio de asistencia técnica.

Capítulo I

Área geográfica y entorno ambiental

La mayor parte de las regiones productoras de papa en Colombia están ubicadas en clima frío, muy frío y subpáramo, en suelos con cobertura de ceniza volcánica de diferente grado de meteorización. De acuerdo con las cifras del Consejo Nacional de la Papa, en Cundinamarca se sembraron 50.320 ha y 36.580 ha para el departamento de Boyacá, en el año 2012, situándolos, en su orden, como los principales departamentos productores del tubérculo en el país con 37,59 % y 27,33 %, respectivamente.

De las 130.525 ha sembradas en papa en Colombia para 2012; las áreas cultivadas en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá están ubicadas en las zonas altas del sistema andino hasta 3.600 msnm, que se caracterizan por suelos de topografía onduladas entre 2.500 y 2.700 msnm y zonas entre onduladas a quebradas del piedemonte de los Llanos Orientales y del valle del Magdalena.

El Primer Censo Nacional de la Papa (Departamento... 2003) reportó que, en Cundinamarca 61 municipios cultivan papa, con cerca del 40 % sobre 3.000 msnm, en zonas de ladera; un 52 % de los cultivos se encuentran en pendientes inferiores al 12 %.

Los municipios de mayor participación en 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 en Bogotá, en las localidades de San Juan 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.

La temperatura promedio anual de la subregión está entre 12 y 18 °C, con 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 a mayo y el segundo de septiembre a noviembre. No obstante, existen localidades con microclimas que no responden al régimen bimodal de lluvias, tales como el oriente de Cundinamarca en municipios como Une, Ubaque y Chipaque, en Granada y algunas veredas de Chocontá, Villapinzón, Machetá y Pasca.

En el departamento de Boyacá se presentan microclimas especiales en municipios como Úmbita, Saboyá y algunas veredas de Turmequé y Virachachá. En el altiplano cundiboyacense se reporta una alta probabilidad de presencia de heladas en los meses de diciembre a marzo, con menor incidencia hacia el mes de julio, con una mayor severidad en suelos planos a ligeramente inclinados. Las heladas corresponden a un fenómeno climático donde la temperatura es igual o menor a 0 °C, que afectan diferentes cultivos; en la papa genera pérdidas significativas en rendimiento cuando ocurre en fase reproductiva del cultivo entre floración y llenado del tubérculo. En términos generales, el altiplano cundiboyacense incluye dos zonas diferenciadas, de acuerdo con el destino de la producción:

Zona alta: dedicada a la producción de tubérculo destinado a consumo fresco directo, ubicada en cotas superiores a 2.800 msnm hasta las denominadas zonas de páramo, con variedades como Pastusa Suprema, Diacol Capiro, Parda Pastusa, ICA Única, Tuquerreña y Papa Criolla, entre otras variedades comerciales y los cultivares Marengo y Pastusa Superior de reciente adopción por parte de los agricultores; en estas zonas altas, desde décadas, predomina la modalidad de monocultivo de papa en rotación con pastos para sostenimiento de ganado de leche.

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 y la Papa Criolla Amarilla, entre otras, en suelos planos a ligeramente inclinados, ubicados en las sabanas, valles y altiplanos localizados entre 2.400 y 2.800 msnm, con acceso a riego; es frecuente encontrar rotación con otras especies como hortalizas (especialmente zanahoria y arveja), pastos y algunos cereales como maíz. De acuerdo al tamaño de las explotaciones, es común encontrar la siguiente clasificación para los productores de papa en Colombia (tabla 1):

Tabla 1. Tamaño del productor de acuerdo al área sembrada

Tipo de productor	Área sembrada	Participación en número de agricultores	Participación en producción nacional
Pequeño	Siembran menos de 3 ha	95 % de los cultivadores	45 % del total de la producción
Mediano	Siembran entre 3 y 5 ha	3 % de los cultivadores	35 % del total de la producción
Grande	Siembran más de 5 ha	2 % de los cultivadores	20 % del total de la producción

Fuente: Fedepapa 2010

De otra parte, la mayor concentración de procesadoras de papa se localiza en la sabana de Bogotá, como es el caso de Pepsico, industria de pasabocas y McCain Andina, industria de papa precocida, prefrita congelada.

La subregión del altiplano cundiboyacense, por tanto, es altamente competitiva dada su cercanía a los centros de consumo de papa fresca, así como de las principales industrias de transformación del tubérculo (figura 1).



Figura 1. Aspecto típico de la subregión altiplano cundiboyacense
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Capítulo II

Descripción botánica, taxonomía y clasificación

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cuatro alimentos básicos de la humanidad junto al trigo, al arroz y al maíz. Es una destacada fuente de carbohidratos de origen no cereal, que pertenece a la familia solanácea. De acuerdo con Estrada (2000) se sugiere que el centro de diversidad genética de la papa se encuentra en el altiplano entre Perú y Bolivia, a orillas del Lago Titicaca donde fue domesticada hace más de 10.000 años. Por su parte, la papa cultivada cubre cerca del 98 % de la superficie mundial, entre la que se distingue la papa tetraploide ($2n=4x=48$) con dos subespecies, *tuberosum* y *andigena*. La primera, adaptada a latitud entre 25 y 50° sur o norte con fotoperiodo largo y, la segunda, a latitud entre 0 y 20° norte o sur, donde se encuentra Colombia.

Clasificación taxonómica

División: *Angiospermae*

Clase: *Dicotyledoneae*

Subclase: *Tubiflorae*

Familia: *Solanácea*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *Solaneae*

Género: *Solanum* (Linneaus)

Subgénero: *Potatoe* (G. Don)

Sección: *Petota* (Dumortier)

Nombre científico: *Solanum tuberosum* L.

Capítulo III

Recurso genético y propagación

Características de la variedad Corpoica-Mary

Corpoica-Mary es un cultivar mejorado; su genealogía corresponde al cruzamiento de los clones 87-533-7 y BCT. La variedad es conocida comercialmente como pastusa rosada en algunas zonas de cultivo del altiplano cundiboyacense. De acuerdo con el reporte de Moreno et al. (2006), la planta es de porte medio con 0,90 m de altura, de seis tallos principales, con hábito de crecimiento semierecto a decumbente; la planta es de color verde oscuro, con foliolos primarios, de gran área foliar. Los tallos presentan pigmentación y pubescencias en los órganos vegetativos; las flores son de color lila con acúmenes de color blanco. Los tubérculos son de forma comprimida aplanada, con predominio de tamaños clase cero y primera. La piel es de color rosado oscuro y pulpa de color crema; los ojos son de profundidad intermedia (figura 2).



Figura 2. Color de pulpa y piel del tubérculo de papa variedad Corpoica-Mary
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Igualmente, se reporta que la variedad presenta una adaptación entre 2400 y 2700 msnm, es decir, la mayoría de zonas productoras del tubérculo de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Nariño; presenta inicio de floración a los 71 días y madurez fisiológica a 174 días (figura 3).



Figura 3. Cultivo de papa variedad Corpoica-Mary en floración
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Corpoica-Mary es una variedad con tolerancia estable a *Phytophthora infestans* y presenta tolerancia a enfermedades como cenicilla, roya, oidiosis, costra negra y virus.

El rendimiento comercial es muy estable; se encuentra entre 33 y 41 kg/ha con predominio de tubérculo tamaño grande, valores superiores al compararla con variedades como Capiro y Diacol Monserrate. La materia seca promedio reportada se encuentra en 21,96 % con una variación entre 19,8 % y 24,2 %, dependiendo de la localidad de cultivo. El contenido de almidón es de 15,62 % que aporta calidad culinaria para consumo fresco; el contenido de azúcares reductores fluctúa entre 0,06 y 0,26 mg/g en peso fresco con un promedio de 0,16 %, valor excelente para producción de papa en hojuelas y en bastones.

Semilla

La semilla se define como cualquier estructura botánica, sexual o asexual, capaz de originar una planta de su misma especie. Para la producción comercial de la papa en Colombia, se utiliza la reproducción vegetativa mediante la siembra del tubérculo-semilla. Este tipo de propagación garantiza la identidad genética del cultivar ciclo tras ciclo de cultivo, pero es una forma eficiente para la diseminación de plagas y enfermedades.

La mayoría de productores de papa utiliza semilla tradicional que corresponde a tubérculos provenientes de comercio informal entre agricultores o las comúnmente

conocidas como “semillas mejoradas” que no cumplen con las características deseables de calidad. Los resultados son baja productividad, diseminación de plagas y enfermedades, así como altos costos de producción.

Para cultivos sanos y de alto rendimiento, se recomienda el uso de semilla certificada que presenta significativas ventajas frente a la semilla tradicional. La producción formal de semilla de papa se adelanta siguiendo la normatividad vigente expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario, bajo la Resolución N° 2501 de septiembre de 2003, que establece los requisitos específicos mínimos para la producción de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* y *Solanum phureja*) para siembra en Colombia, de los cultivares comerciales debidamente registrados. De acuerdo con el ICA (2003), en el proceso de producción de semilla certificada de papa se admiten cinco categorías, en dos fases de producción:

Súper élite, generación 1 y 2: minitubérculos y esquejes obtenidos de plantas originadas por propagación in vitro procedentes del material inicial. El material inicial proviene de cultivo de meristemo o plántulas in vitro, cuya identidad genética, corresponde a la variedad que se desea multiplicar (figura 4).



Figura 4. Producción de semilla de papa en laboratorio
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Élite, generación 1 y 2: tubérculos obtenidos en invernadero o casa de malla, por la multiplicación de esquejes o minitubérculos de la categoría súper-élite (figura 5).



Figura 5. Producción de semilla de papa en casa de malla básica, generación 1 y 2: descendencia de la semilla categoría élite. Registrada, generación 1 y 2: descendencia de la semilla categoría básica.

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Certificada: descendencia de semilla básica o registrada en una sola generación. Es la categoría que se comercializa entre los agricultores. Las fases son: de laboratorio, invernadero o casa de malla a prueba de áfidos para la producción de las categorías súper-élite y élite (fase I) y de campo, para la producción de las categorías básica, registrada y certificada (fase II).

La reglamentación precisa, además, 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 producción de semilla, inspecciones y visitas oficiales, límites máximos permitidos de plagas y enfermedades por categoría, manejo en cultivo, cosecha, selección, clasificación, tratamiento, empaque, almacenamiento, muestreo e identificación de la semilla.

Una vez la semilla ha cumplido con los requisitos de calidad exigidos, el ICA otorga marbetes que contienen la información de la semilla. El color identifica cada categoría: verde oscuro para semilla súper élite, verde claro para semilla élite, blanco para semilla básica, rosado para semilla registrada y azul para semilla certificada. Cuando no es posible acceder a semilla certificada, las recomendaciones de obtención de semilla sana se resumen en las siguientes metodologías de acuerdo con lo reportado por Herrera et al. (2003):

Selección masal. Seleccionar durante ciclos consecutivos de cultivo, de plantas de una parcela por sanidad y desarrollo sobresalientes, para obtener semilla para futuras siembras. Se recomienda marcar plantas en pleno desarrollo y en floración, cosechar anticipadamente para seleccionar los mejores tubérculos, mezclar la producción y hacer un almacenamiento adecuado.

Selección clonal o selección positiva. Consiste en marcar plantas durante dos o tres ciclos consecutivos, seleccionando tubérculos por sanidad, rendimiento, vigor y características de la variedad. La producción de cada planta se constituye en un clon y se almacena de manera independiente para ser sembrado por separado y, así, identificar características indeseables en el nuevo ciclo, que permitan conservar los materiales superiores.

Para la producción de minitubérculos de papa de alta calidad para esta variedad, Corpoica ha implementado el sistema de aeroponía que es una técnica de multiplicación hidropónica bajo invernadero, donde el sistema radical de las plantas crece sin suelo en un espacio oscuro, saturado por finas gotas de una solución nutritiva. El potencial de rendimiento es mayor a los sistemas tradicionales y se garantiza la ausencia de patógenos como *S. subterranea* o *R. solani* que son de común ocurrencia en sustratos que tienen suelo. Corpoica-Mary se encuentra dentro de las variedades que se multiplican a través de este sistema en el CI Tibaitatá en Mosquera, Cundinamarca (figura 6).



Figura 6. Producción de semilla de papa por el sistema de aeroponía
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Selección, clasificación y tratamiento

De acuerdo con Porras (2000), la selección de semilla consiste en separar tubérculos sanos de tubérculos no aptos para siembra, para disminuir riesgos de daños en almacenamiento, obtener la mejor calidad para la siembra e impedir la diseminación de plagas y enfermedades. Se descartan tubérculos deformes, con distribución inapropiada de los ojos o brotes, con ojos no viables o “ciegos”, de forma atípica de la variedad, con presencia de patógenos, con daños mecánicos o con mezcla de otras variedades. La semilla se clasifica según el diámetro transversal, así (tabla 2):

Tabla 2. Clasificación de semilla de papa

Tamaño	Diámetro en mm
Muy grande	Mayor de 91
Grande o primera	Entre 71 y 90
Mediana o segunda	Entre 51 y 70
Pequeña o tercera	Entre 31 y 50
Muy pequeña	Entre 15 y 30

Fuente: ICA 2003

El tamaño de la semilla es un factor importante a considerar en la siembra, dado que una semilla tamaño segunda o primera soporta mejor las condiciones adversas del ambiente y genera mayor cantidad de tallos principales por sitio de siembra que los tamaños tercera o ‘riches’, que requieren entre dos y tres semillas por sitio para compensar el número de tallos emergidos.

Igualmente, se recomienda, el tratamiento de la semilla con fungicidas e insecticidas autorizados por el ICA, bajo las recomendaciones de uso, para proteger la semilla contra patógenos. Los tratamientos más comunes son por vía seca, por espolvoreo y por vía húmeda, por el método de aspersión, en el momento de almacenar la semilla.

Almacenamiento

El almacenamiento es una condición necesaria para mantener la calidad y romper el reposo natural de los tubérculos destinados para semilla. Un almacenamiento adecuado de semilla se realiza en un sitio cubierto, seco, ventilado, con luz indirecta o difusa y baja temperatura (Corzo et al. 2003). Preferiblemente, disponer la semilla en silos rústicos, canastillas o cajas y en arrumes máximo de tres bultos sobre estibas de madera (figura 7).



Figura 7. Almacenamiento adecuado semilla de papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Bajo estas condiciones de almacenamiento, la semilla se verdea por el desenmascaramiento de protoclorofila y la generación de "solanina" que los protegen del ataque de plagas y enfermedades, generan una brotación múltiple, uniforme, lenta y vigorosa, con brotes oscuros y suberización de las heridas, y hay lenta deshidratación del tubérculo (figura 8).



Figura 8. Brotación inicial del tubérculo-semilla de papa variedad Corpoica-Mary
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Almacenamiento de semilla en condiciones de oscuridad, altas temperaturas, baja humedad relativa (HR) y reducida ventilación, arrumes altos y bultos en contacto directo con superficies de cemento o tierra, produce brotación acelerada, no uniforme, con dominancia apical con brotes blancos delgados que fácilmente se desprenden y se produce rápida deshidratación del tubérculo. La semilla genera cultivos poco uniformes, de bajo vigor y pobre establecimiento, susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, con muy bajo potencial de rendimiento por la disminución del ciclo vegetativo de las plantas.

Capítulo IV

Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo

Corchuelo (2005) afirma que la temperatura foliar óptima para la fotosíntesis en el cultivo papa oscila entre 18 y 24 °C; las zonas productoras del tubérculo en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca se localizan en temperaturas promedio de 8 a 18 °C, con precipitación anual entre 400 y 4.000 mm/año. Dentro de los parámetros químicos más destacados de los suelos donde se cultiva papa en el altiplano cundiboyacense se encuentra que, en promedio, un 77 % presenta suelos ácidos con pH inferiores a 5,5 con bajos contenidos de materia orgánica (por debajo de 5 %), 42 % para Cundinamarca y 64 % para Boyacá; el fósforo disponible es deficiente (niveles inferiores a 40 ppm) con alta fijación de fosfatos (66 % de los suelos en Cundinamarca y 49 % en Boyacá). El potasio está por debajo del nivel crítico (0,3 me/100 g) en el 38 % de los suelos de Cundinamarca y el 82 % en Boyacá. Las condiciones óptimas de suelos para el cultivo de papa son texturas francas a franco arenosas, bien aireados, con buena fertilidad, ricos en materia orgánica y con pH entre 5,0 y 6,2; la planta de papa es tolerante a salinidad. En el caso de la variedad Corpoica-Mary, se prefieren suelos fértiles y de alto contenido de materia orgánica en los cuales se presenta buen desarrollo.

Para la siembra de papa, el suelo se adecúa para brindar al tubérculo-semilla las condiciones ideales para su emergencia y a la planta, un espacio suficiente para el desarrollo de su sistema radical y la tuberización. La preparación contempla el movimiento del suelo para aflojarlo con implementos como arados de chuzo, arados de disco, arados de cincel, arados rotatorios, gradas rotatorias, rastras y rastrillos, entre otros, para permitir la aireación de la capa subsuperficial de suelo, disminuir la compactación, destruir terrones y disminuir el tamaño de las partículas. De acuerdo con Herrera (2000), la preparación se debe programar con suficiente anticipación para exponer estructuras de patógenos y arvenses al medio ambiente. No se debe hacer sobrelaboreo que trae como consecuencia compactación, pérdidas de las propiedades físicas del suelo como estructura, capacidad de retención de humedad e incremento de la erosión.

Durante la remoción del suelo se debe considerar la humedad; suelos muy húmedos o muy secos presentan serias limitaciones para una adecuada preparación.

Igualmente, se deben utilizar los implementos de acuerdo con las recomendaciones de profundidad, velocidad de operación y número de pases (figuras 9 y 10).



Figura 9. Preparación de suelo con arado de cincel
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez



Figura 10. Preparación de suelo con arado de disco
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Capítulo V

Manejo del recurso suelo

Para la siembra de papa, el suelo se adecúa para brindar al tubérculo-semilla las condiciones ideales para su emergencia y a la planta un espacio suficiente para el desarrollo de su sistema radical y la tuberización. La preparación contempla el movimiento del suelo para aflojarlo con implementos como arados de chuzo, arados de disco, arados de cincel, arados rotatorios, gradas rotatorias, rastras y rastrillos, entre otros, para permitir la aireación de la capa subsuperficial de suelo, disminuir la compactación, destruir terrones y disminuir el tamaño de las partículas. De acuerdo con Herrera (2000), la preparación se debe programar con suficiente anticipación para exponer estructuras de patógenos y arvenses al medio ambiente. El sobrelaboreo trae como consecuencia compactación, pérdidas de las propiedades físicas del suelo como estructura, incremento de la erosión y disminución de la capacidad de retención de humedad (figura 11).



Figura 11. Suelo susceptible a erosión
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Durante la remoción del suelo se debe considerar la humedad del suelo; suelos muy húmedos o muy secos presentan serias limitaciones para una adecuada preparación. Igualmente, se deben utilizar los implementos de acuerdo con las recomendaciones de profundidad, velocidad de operación y número de pases. Una alternativa es la implementación de sistemas de labranza conservación, frente a la preparación convencional, que se basa en los principios de mínima remoción del suelo, rotación con abonos verdes con especies como avenas caldas, cayuse y nehuen, colza y nabo forrajero, así como algunas leguminosas y una cobertura permanente dada por residuos vegetales depuestos sobre las calles en los cultivos con la ayuda de desbrozadoras o rolos.

Capítulo VI Sistemas de siembra

En Colombia, la papa es un cultivo que se siembra mayoritariamente de forma estacional de acuerdo con las condiciones del clima, especialmente por la estacionalidad de las lluvias, dadas las escasas posibilidades de aplicación de riego suplementario.

De acuerdo con la Guía Ambiental para el Cultivo de la Papa, existen dos épocas principales de siembra: la primera denominada "de año grande", con aproximadamente 50 % del área nacional, con siembras entre febrero y mayo, que se cosecha entre junio y noviembre, y la segunda la época de siembra denominada de "mitaca" con un 30 % de la siembra anual, entre julio hasta agosto y con cosechas a partir de diciembre hasta febrero. El 20 % restante corresponde a siembras en los demás meses cuando existen posibilidades de riego o en microclimas excepcionales. Por lo tanto, la programación de siembras responde, en primera medida, a la necesidad que tienen los agricultores de aprovechar la oferta hídrica de las lluvias.

Es posible llevar a cabo siembras escalonadas en localidades con microclimas específicos, libres de heladas o con disponibilidad de suficiente riego suplementario. Cabe señalar que eventos climáticos como el fenómeno de El Niño acompañado por fuertes y prolongadas épocas secas y heladas, así como la denominada ola invernal caracterizada por fuertes lluvias y alta nubosidad, han ocasionado significativas alteraciones en el régimen climático típico de la mayoría de zonas, particularmente del altiplano cundiboyacense con fuertes consecuencias en el comportamiento de los cultivos y su interacción con plagas y enfermedades (figura 12).



Figura 12. Exceso de humedad en cultivo de papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

La densidad de siembra está determinada por dos factores: el número de sitios por hectárea y el número de tallos por sitio. La densidad de tallos afecta el número de tubérculos, el tamaño de los tubérculos y la tasa de multiplicación, la cual está determinada a su vez por el número de tallos que emergen y sobreviven.

En general, hay una relación directa entre mayor densidad de siembra (mayor número de tallos por unidad de superficie) y un menor tamaño promedio de tubérculos, condición favorable en variedades de alto rendimiento, para obtener tubérculos de tamaño grande pero uniforme.

En la variedad Corpoica-Mary se recomiendan distancias de siembra entre 25 y 30 cm entre plantas y entre 1,00 y 1,10 m entre surcos. La densidad juega un papel decisivo en el tamaño del tubérculo cosechado; a mayor densidad de siembra, se disminuye el tamaño del tubérculo, mientras bajas densidades promueven el desarrollo de mayores tamaños. Para la producción de semilla certificada, se recomienda aumentar la densidad dada la necesidad de obtener tamaño segunda y tercera, aptas para la certificación oficial.

Capítulo VII

Prácticas culturales

El cultivo de papa de la variedad Corpoica-Mary requiere de labores culturales dirigidas a brindarle condiciones apropiadas para su crecimiento y desarrollo. La siembra se adelanta una vez se adecúa el suelo y se trazan los surcos. 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 por la acción del agua de lluvias.

A través de la desyerba y el aporque de forma manual o mecanizada, se agrega suelo alrededor de la base de las plantas siguiendo las hileras o surcos, con lo que se incrementa el volumen de suelo y se favorece el desarrollo y la protección del sistema de raíces, se cubren los estolones y los tubérculos y se controlan arvenses. La desyerba se realiza con plantas de aproximadamente 15 cm de altura cuando han desplegado suficiente follaje; entre 15 y 20 días después, se realiza el aporque o segunda atterrada. Es común que inmediatamente antes de la desyerba se aplique fertilizante edáfico fraccionado y un insecticida e inmediatamente se tapen los dos productos.

Uno de los métodos de control de plagas, enfermedades y arvenses, es la aplicación de productos para la protección de cultivos, comúnmente denominados como plaguicidas. Sin embargo, métodos alternativos de manejo fitosanitario se basan en la aplicación de control biológico y microbiológico y de control etológico. El control químico es una estrategia de manejo integrado de problemas fitosanitarios. Para lograr una óptima respuesta de esta estrategia de control, se recomienda:

- Hacer monitoreo para verificar la presencia de plagas y enfermedades, así como el nivel de daño que permita tomar decisiones de aplicación de plaguicidas.
- Leer las etiquetas y seguir las recomendaciones de uso del fabricante y su autorización de uso para el cultivo de papa.
- Verificar la calidad de los productos.
- Calibrar los equipos de aplicación que permita uso de las dosis recomendadas en volúmenes adecuados de agua.
- Observar la compatibilidad de los productos y seguir el orden de mezcla.
- Rotar los mecanismos de acción de los ingredientes activos y los grupos químicos.
- Usar coadyuvantes.
- Utilizar reguladores de pH del agua cuando sea necesario.
- Aplicar el control bajo condiciones favorables en el momento oportuno.
- Respetar los periodos de carencia.

- Hacer seguimiento y evaluación al control.
- Se recomienda el uso de plaguicidas de baja peligrosidad o grado toxicológico.

En condiciones naturales de cultivo de la variedad Corpoica-Mary, la madurez comercial se alcanza cuando los tallos principales y el follaje presentan senescencia y los tubérculos han fijado totalmente su piel.

Riego y drenaje

De acuerdo con Fedepapa (2010), en Cundinamarca solo el 19 % de las explotaciones cuentan con posibilidades de riego artificial; en Boyacá la disponibilidad es del 24 %. El sistema más utilizado es por aspersion. El riego es una práctica aplicada por un reducido número de agricultores grandes y medianos que cultivan papa con destino al procesamiento, en zonas planas a ligeramente inclinadas en localidades del departamento 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 del oriente y Sumpaz aplican riego en menor proporción. En el departamento de Boyacá, las áreas con posibilidades de aplicar riego suplementario se concentran en los distritos de riego de Samacá y del Alto Chicamocha.

La decisión de riego se basa en la experiencia de los agricultores frente a las épocas de déficit de lluvias y el desarrollo del cultivo; las etapas críticas del cultivo de demanda de agua son emergencia, inicio de tuberización y 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 por la disminución de la interceptación de la radiación solar por parte del follaje de la planta. Esta condición induce senescencia foliar prematura.

Fertilización

El cultivo de la papa es muy heterogéneo en su estructura productiva, por la diversidad de sistemas y tipos de explotación implementados por los productores y los múltiples ambientes en los que se desarrolla el cultivo. En general, se distinguen dos sistemas de producción:

Sistema tradicional. Localizado generalmente en zonas de topografía ondulada a quebrada, con pendientes superiores al 25 % y escasamente mecanizables, en alturas entre 2.700 y 3.100 msnm. Sus cultivos presentan rendimientos entre medios y bajos, debido al uso de semilla tradicional y una deficiente fertilización. La producción se comercializa en canales tradicionales del mercado en fresco.

Bajo este esquema, la fertilización edáfica normalmente responde a dosis basadas en el número de bultos sembrados con grados comerciales. El encalamiento se realiza sin considerar los parámetros de acidez y saturación de aluminio; se usan materias orgánicas de dudosa calidad y la fertilización foliar no responde a la corrección de deficiencias nutricionales.

Sistema tecnificado. Presenta un intensivo de los factores de producción, especialmente en mecanización e insumos. Presenta altos rendimientos y la producción, generalmente, está destinada a mercados especializados y a la industria de procesamiento.

En los últimos años, se han realizado ajustes a los planes de fertilización utilizando fuentes, dosis, épocas y sistemas de aplicación que responden a las necesidades del cultivo y los requerimientos de la industria de procesamiento, para diferentes localidades y ambientes. Una herramienta de obligado uso es el resultado de análisis de suelos, que genera información acerca de la fertilidad, la caracterización física y el balance de nutrientes, que permite un diagnóstico objetivo y la planificación de una fertilización eficiente.

De acuerdo con el cálculo de costos de producción para variedades tradicionales tales como Diacol Capiro y Pastusa Suprema, esta práctica representa cerca del 21,1 % de los costos totales, incluyendo la aplicación de fertilizantes compuestos edáficos, correctivos y fertilizantes foliares. En general, se aplican cantidades excesivas o desbalanceadas, en épocas y condiciones inadecuadas que impiden explotar en forma eficiente el potencial de los cultivares comerciales.

El objetivo de la fertilización es el aporte de nutrientes para conseguir el normal crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos. El plan de fertilización debe estar basado en los resultados del análisis de suelos, los requerimientos nutricionales del cultivar en sus diferentes etapas fenológicas y el nivel de producción esperada, en las condiciones en que se desarrolle el cultivo, en un tiempo determinado.

La papa es una planta que se adapta a pH ácido, entre 5,5 y 6,5. En el caso de encalamiento, se recomienda aplicar cales entre 30 y 45 días antes de siembra e incorporar la enmienda para permitir su reacción en suelos con pH inferior a 5,4, con saturación de aluminio mayor al 50 %, o altos contenidos de hierro y bajos contenidos de calcio y magnesio. La baja solubilidad de la cal hace que la disponibilidad de calcio o de calcio y magnesio proveniente del correctivo sea de largo plazo. Por su parte, el uso de materia orgánica como mejorador de las condiciones biológicas y físicas del suelo y como fuente de nutrientes es una alternativa dentro de los planes de fertilización. 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 gallinasas de baja calidad, no compostada. Para el caso de 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.

Clasificación de los elementos nutricionales

Los elementos que utilizan las plantas se clasifican en: elementos orgánicos (carbono, hidrógeno y oxígeno) y elementos minerales (elementos mayores, secundario y menores).

Funciones de los elementos minerales

Elementos mayores. Son aquellos nutrientes que las plantas utilizan en mayores cantidades.

- Nitrógeno. Componente de proteínas, ácidos nucleicos y clorofila; responsable de un desarrollo foliar rápido y crecimiento vegetativo vigoroso. Su exceso genera un crecimiento exagerado y plantas más susceptibles al ataque de enfermedades.
- Fósforo. Responsable de la transferencia de energía en el metabolismo, necesario para adecuado crecimiento y desarrollo del sistema de raíces. En general, el requerimiento de fósforo es bajo, pero por su fijación en suelos ácidos con alta saturación de aluminio, se aplican altas cantidades del elemento en el momento de la siembra.
- Potasio. Promotor de la translocación de carbohidratos, de la asimilación de CO₂ y regulador hídrico en la planta. El potasio genera estructura resistente de los tejidos, es necesario para eficiente transporte de azúcares desde las hojas hacia el tubérculo con lo que induce incremento del rendimiento.

Elementos secundarios. Calcio, magnesio y azufre.

- Calcio. Forma parte de paredes celulares; estimula crecimiento y desarrollo de raíces y hojas.
- Magnesio. Componente de la clorofila, indispensable para la activación de carbohidratos e interviene en el metabolismo del fósforo.
- Azufre. Interviene en la formación de proteínas, clorofila y compuestos que imparten resistencia a la sequía y al frío.

Elementos menores. Manganeseo, zinc, hierro, cobre, boro y molibdeno.

- Manganeseo. Contribuye en la síntesis de clorofila; aumenta la disponibilidad de calcio y magnesio, es agente reductor del hierro y ayuda a la asimilación de nitratos.
- Zinc. Promueve el metabolismo vegetal, es precursor de auxinas y hormonas de crecimiento e interviene en el metabolismo del nitrógeno.
- Hierro. Portador de oxígeno y es esencial en el desarrollo de la clorofila.
- Cobre. Interviene en la formación de clorofila y hace parte de la conversión de aminoácidos a proteínas.
- Boro. Interviene en la formación de proteínas y participa en la estabilidad de las membranas celulares. En el caso del cultivo de papa, genera flexibilidad en los tallos.
- Molibdeno. Necesario en la formación de la enzima nitrato reductasa.

Para el cultivo de papa, existen dos épocas principales para la aplicación de fertilizante edáfico: 100 % en el momento de la siembra y fraccionamiento, en siembra y en desyerba. Existe una variante en zonas de los departamentos de Nariño y Boyacá en que se aplica el fertilizante de siembra en el momento de la emergencia del cultivo, práctica conocida como "retape". Por décadas, los planes de fertilización se basaron en los requerimientos nutricionales de la Quinta Aproximación del ICA, sin tener en cuenta la variedad de papa a sembrar (tabla 3).

Tabla 3. Requerimientos nutricionales del cultivo comúnmente utilizados para diferentes niveles de rendimiento (toneladas de papa/ha)

Nutriente (kg/ha)	Para 20 t papa/ha	Para 40 t papa/ha	Para 50 t papa/ha
Nitrógeno (N)	120	210	300
Fósforo (P205)	40	70	100
Potasio (K20)	250	430	600
Magnesio (Mg)	20	40	60
Azufre (S)	10	20	25

Fuente: Guerrero (1982), citado por García y Pantoja (2004)

Manejo de arvenses

Las arvenses, malezas o plantas adventicias tienen un alto potencial para invadir, dominar y persistir en el suelo e interfieren con los cultivos compitiendo por espacio, agua, nutrientes y luz; generalmente, hospedan plagas y enfermedades y dificultan la implementación de la mayoría de labores culturales (figura 13).



Figura 13. Alta presencia de arvenses después de una cosecha de papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Su clasificación se hace de acuerdo con el ciclo de vida (anual y perenne), por su reproducción (sexual o asexual) o su constitución (hoja ancha, hoja angosta y cyperaceas). Se considera que el periodo crítico de competencia de arvenses en el cultivo de papa está entre 60 y 70 días después de la siembra, de acuerdo con lo reportado por Herrera (2000); se controla con prácticas culturales como desyerbas y aporques y el uso de herbicidas, principalmente post-emergentes no selectivos o totales (sistémicos como el glifosato antes de la siembra o de contacto como el paraquat en pre-emergencia) y los selectivos en pos-emergencia del cultivo (de hoja ancha como el metribuzin y graminicidas como el fluzifop-p-butil).

En el altiplano cundiboyacense, Fuentes et al. (2011) registraron 143 especies de arvenses, pertenecientes a 113 géneros y 38 familias botánicas en diferentes cultivos. Las cinco familias de mayor número de géneros y especies fueron *Asteraceae*, *Poaceae*, *Brassicaceae*, *Scrophulariaceae* y *Malvaceae* que representan el 67 % de géneros y 46 % de las especies. Entre las especies de hoja ancha reportadas se destacan: hierba de sapo, gualola o barbasco (*Poligonum hydropiperoides* Michx.), corazón herido o amaranto (*Poligonum nepelense* Meisn.), envidia o gualola (*Poligonum segetum* Kunth.), Nabo forrajero (*Brassica campestris* subsp. *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* Kunt.), yerbamora (*Solanum nigrum* L.), legua de vaca o romaza (*Rumex crispus* L.), nabo o rábano morado (*Raphanus raphanistrum* L.), diente de león (*Taraxacum officinale* Webber ex F.H. Wigg.), sangre de toro o acedera (*Rumex acetocella* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) y cerraja o lechosa (*Sonchus oleraceus* L.). Entre las arvenses de hoja angosta se encuentran: pasto kikuyo o picúí (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.), avena, avena silvestre o avena negra (*avena fatua* L.), ray grass o vallico (*Lolium temulentum* L.) y pasto azul (*Dactylis glomerata* L.).

Capítulo VIII

Manejo integrado de plagas y enfermedades

Principales plagas

En general, las principales plagas de la papa son insectos que atacan el tubérculo en el suelo, el follaje y el tubérculo en condiciones de almacenamiento. Recientemente, se han presentado daños del nemátodo *Globodera pallida*, que se incluye dentro de las plagas de importancia económica. A continuación, se presenta un consolidado de plagas de la papa de acuerdo con el reporte de la Guía Ambiental para el Cultivo de la Papa (tabla 4).

Tabla 4. Principales plagas del cultivo de la papa en Colombia

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>Lyriomyza quadrata</i> <i>Lyriomyza 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>Pedidroma</i> sp.	Áfidos <i>Rhopalosiphominus 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 (2004)

Polilla guatemalteca de la papa o guatemalteca

La información reportada se basa en investigaciones realizadas por López (2000), Barreto (2003), Federación Colombiana de Productores de Papa (2003), Porras et al. (2005) e Instituto Colombiano Agropecuario (2011), entre otros.

Nombre técnico

Tecia solanivora Povolny (Lepidóptera: Gelechiidae)

Importancia

El insecto causa las mayores pérdidas en la papa en Colombia en condiciones de cultivo, especialmente en épocas secas; demerita la calidad comercial del tubérculo destinado al consumo humano directo o industrial e inhabilita su uso como semilla. Igualmente, es la principal plaga de almacenamiento de la papa.

Descripción y ciclo de vida

Presenta metamorfosis completa con un ciclo de vida que dura de 45 a 60 días. El adulto es una mariposa pequeña que mide unos 15 mm de largo; es de color pajizo, presenta hábitos nocturnos, de vuelos cortos y erráticos, generalmente a ras del suelo, con el que se confunde. En campo, se localizan en el suelo debajo de los terrones, grietas, base de las plantas de papa, bajo las hojas, o debajo de arvenses y residuos vegetales. En sitios de almacenamiento se ubican en grietas de paredes o del piso y debajo de los arrumes. Las hembras ovipositan cerca de 250 huevos en el suelo y alrededor del tallo de la planta de papa. Los huevos son ovalados, con 0,5 mm de diámetro, al inicio de color blanco que se torna amarillento.

Las larvas pasan por cuatro instares; son de forma alargada con tres pares de patas torácicas, cuatro pares de pseudopatas abdominales y un par de pseudopatas anales. En el primer instar, las larvas son hialinas blancuzcas; posteriormente, toman coloración amarillo-verdosa para finalmente llegar a un color verde y púrpura, típica del cuarto instar y allí cuando emite una seda con la que forma un capullo al que se adhieren partículas de tierra y/o fibras vegetales que encuentra en el substrato disponible.

Las pupas se forman fuera del tubérculo o a veces dentro de él; es común encontrarlas adheridas a empaques, paredes y grietas de los sitios de almacenamiento o en el suelo. Dentro de ellas, ocurre la metamorfosis hasta el estado adulto, para continuar un nuevo ciclo.

Daños

Las larvas sólo se alimentan del tubérculo papa y deterioran su calidad hasta dejarlo inservible, por la penetración de microorganismos y la generación de pudriciones secundarias. En campo, el daño se distribuye inicialmente en focos en las partes más secas del lote, en bordes y bajo goteras de árboles. En ataques fuertes la distribución es al azar (figura 14).



Figura 14. Daño de larvas de polilla guatemalteca
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Condiciones favorables

- Ambientes secos y altas temperaturas, especialmente en épocas entre tuberización y cosecha.
- Tubérculo destinado para semilla, sin tratamiento preventivo con insecticida.
- Presencia de toyas y residuos de cosecha que sirven como fuente de infestación.
- Presencia de focos de infestación tales como lotes abandonados o mal cosechados.
- Presencia de cultivos de papa en diferentes estados de desarrollo, donde la plaga tiene permanente alimento.
- Aporques deficientes.
- Retraso en la recolección de la cosecha.

Recomendaciones de manejo integrado

- Selección adecuada del tubérculo destinado para semilla, sin presencia de insecto vivo.
- Tratamiento de semilla con Baculovirus phthorimaea en dosis de 2,5 kg/t o con insecticidas de síntesis química autorizados por el ICA, usados bajo recomendaciones de etiqueta.
- Limpieza del sitio de almacenamiento de semilla.
- Almacenamiento de semilla en condiciones de luz difusa y ventilación.
- Revisión periódica de la semilla, sin exceder el tiempo de almacenamiento.
- Preparación adecuada del suelo para exponer diferentes estados de la plaga al ambiente, eliminando terrones y arvenses que le sirven de refugio.
- Uso de trampas provistas de feromona sexual, para detección, monitoreo y vigilancia de poblaciones de adultos machos de la plaga y también como control directo en bajas poblaciones tanto en almacenamiento como en cultivo.

- Siembra de semilla sana, sin presencia de insecto vivo.
- Siembra profunda y aporque alto que cubra adecuadamente el cuello de los tallos para evitar la penetración de la plaga a la zona de tuberización.
- Uso de riego en épocas críticas del cultivo, especialmente después de la floración.
- Control de toyas de papa.
- Cosecha oportuna o aceleración de la recolección mediante eliminación de follaje o aplicación de madurantes.
- Detección y eliminación de focos de infestación a nivel de cultivo, en semilla almacenada y en papa para el consumo humano o animal.
- Uso de insecticidas en campo autorizados por el ICA, una vez que se han implementado las demás estrategias de manejo. Se aplica en la etapa reproductiva, desde la floración e inicio de la tuberización, cuando las capturas promedio superan 100 individuos/trampa/semana.
- Rotación de cultivos de papa con otras especies o dejar en barbecho para romper el ciclo de la plaga.
- Recolección de tubérculos abandonados en campo.
- Uso de los tubérculos atacados por la plaga para alimentar animales de la finca.

Gusano blanco de la papa

La información reportada se basa en investigaciones realizadas por Zenner (1986), Herrera (1997), López (2000), Herrera et al. (2000), Palacios et al. (2000) e Instituto Colombiano Agropecuario (2011), entre otros.

Nombre técnico

Premnotrypes vorax Hustache (Coleóptera: Curculionidae)

Importancia

La plaga se encuentra frecuentemente en zonas intermedias y altas sobre 2800 msnm donde se adelantan cultivos de esta variedad con destino a consumo fresco directo y para semilla.

Descripción y ciclo de vida

El insecto tiene metamorfosis completa; su ciclo se completa entre 95 y 283 días, en función de la altitud sobre el nivel del mar, la temperatura, la cantidad y calidad del alimento.

Los adultos son pequeños gorgojos de color café rojizo a casi negro mate con aparato bucal alargado y curvado en forma de pico. Además de papa, se alimentan de residuos vegetales y de arvenses como nabo (*Brassica campestris*), sangre de toro (*Rumex acetocella*), trébol blanco (*Trifolium repens*), yerbamora (*Solanum nigrum*) y bolsa de pastor (*Capsella bursa-pastoris*). Las hembras inician oviposición entre 5 y 10 días después de la cópula; colocan hasta 250 huevos en grupos de 50 o más huevos, en tallos secos de gramíneas, residuos de cosecha de papa, haba, arveja y otros vegetales o directamente en el suelo, a unos 5 cm de profundidad.

Los huevos duran entre 20 y 35 días, son cilíndricos, recubiertos por una sustancia mucilaginosa y miden entre 1,12 y 1,25 mm; recién puestos son blandos, blancos que se tornan ámbar.

Las larvas pasan por cuatro a cinco instares entre 35 a 50 días, pasando de 1,12 mm en el primer instar a 11 - 13 mm en el último instar. Las larvas tienen color blanco cremoso con cabeza pigmentada; no tiene patas y su cuerpo toma forma de "C". La larva del último instar forma una celda en el suelo a unos 10 a 25 cm de profundidad, para convertirse en pupa. La pupa o sabio dura de 15 a 30 días. Inicialmente es de color blanco cremoso y luego se toma color rojizo; posteriormente endurece su piel para desarrollar en su interior un adulto que emerge para cumplir un nuevo ciclo de vida.

Daños

La larva entra en los tubérculos para consumir la pulpa formando galerías sinuosas, irregulares superficiales y luego profundas; al terminar el consumo, abandona el tubérculo dejando orificios grandes, de bordes irregulares de apariencia sucia. Los adultos se desplazan desde lotes vecinos en horas nocturnas en busca de alimento entre la emergencia del cultivo y el aporque, atraídos por el aroma de las plantas de papa; los gorgojos se congregan en grupos, ascienden por los tallos y se alimentan de hojas jóvenes y dejan un daño en forma de media luna. La mayor infestación se presenta en los bordes de cultivos de papa que proceden de barbecho; en lotes que provienen de un cultivo de papa se amplía la distribución del insecto al interior del lote.

Condiciones favorables

- Ciclos consecutivos de papa en un mismo lote.
- Presencia de plantas hospedantes.
- Presencia de residuos de papa de cosechas anteriores.
- Aporques deficientes.
- Demora en la recolección de la cosecha.

Recomendaciones de manejo

- Preparación adecuada del suelo para destruir terrones que protegen al insecto y para que las larvas queden expuestas a la acción de la desecación y de los depredadores.
- Recolección de residuos de cosecha.
- Eliminación de toyas ya que estas emergen anticipadamente y atraen los adultos de la plaga.
- Aporques altos para limitar el acceso de las larvas a la zona de tuberización.
- Captura nocturna de forma manual de adultos en campo.
- Uso de trampas de caída para determinar los focos de la plaga y como método de vigilancia del insecto.
- Uso de trampas de atracción, elaboradas con costales húmedos o de cartón, debajo de los que se colocan hojas frescas de papa.
- Siembra de 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.
- Siembra de una barrera de cubios (*Tropaeolum tuberosum*) que repelen el ingreso de la plaga.
- Cosecha oportuna para evitar una mayor severidad de daño de las larvas.
- Aplicación de insecticidas aprobados por el ICA, bajo recomendaciones de etiqueta.
- Rotación de cultivos de papa con otras especies no hospederas, para mantener bajos niveles de la plaga.

Pulguilla

Se reporta la información de López (2000) y Porras et al. (2005).

Nombre técnico

Epitrix spp. (Coleóptera: Chrysomelidae)

Importancia

Pérdida de área foliar durante el primer mes después de la emergencia del cultivo, especialmente en épocas secas; retrasa el crecimiento y el desarrollo de las plantas.

Descripción y ciclo de vida

El insecto presenta metamorfosis completa. Los adultos son pequeños cucarrones brillantes; en el campo hacen saltos cortos sobre las hojas. Las hembras ovipositan en el suelo. Las larvas se alimentan de raicillas de diferentes plantas o de tubérculos.

De las pupas emergen, posteriormente, los adultos que inician un nuevo ciclo. Los adultos son pequeños cucarrones o escarabajos de color café a negro brillante de 2 a 3 mm de longitud.

Daños

Los adultos se alimentan de los cogollos y en las hojas, hacen pequeños orificios o cicatrices redondas y claras en el haz de las hojas. Las larvas se alimentan principalmente de las raicillas de las plantas de papa o de arvenses. Si no se realiza control en la fase vegetativa, la segunda generación de larvas puede llegar a ser minadores de tubérculos.

Condiciones favorables

- Intensas y prolongadas épocas secas.
- Presencia de toyas de papa que son más susceptibles al ataque de la plaga.

Recomendaciones de manejo integrado

- Eliminación de toyas que son foco de los primeros daños de la plaga.
- Evaluación de los niveles de población, observando las plantas en recorrido en zigzag.
- Aplicación de riego al cultivo donde se disponga de este recurso.
- Aplicación de insecticidas autorizados por el ICA, bajo recomendaciones de etiqueta cuando las poblaciones de adultos capturados en diez pases dobles de jama superen diez adultos, desde la emergencia hasta el comienzo de floración.

Tostón, minador de la hoja o entretelado

Se toma como información reportes de López (2000) y Porras et al. (2005).

Nombre técnico

Lyriomyza quadrata Melloch (Díptera: Agromyzidae).

Importancia

El ataque ocurre entre la emergencia hasta el inicio de floración del cultivo, afectando el desarrollo de las plantas por la pérdida de área foliar.

Descripción y ciclo de vida

El insecto presenta metamorfosis completa. El adulto es una pequeña mosca de color oscuro con puntos amarillos notorios sobre la base de las alas. Los huevos son depositados por la hembra al interior del parénquima foliar; de ellos salen larvas de color blanco

cremoso que hacen el consumo en los folíolos. Posteriormente, se forma la pupa en el envés de las hojas y, por último, emerge el adulto para iniciar un nuevo ciclo.

Daños

Las larvas se alimentan del tejido foliar, dejando minas o túneles a manera de serpentinillas que al juntarse generan parches grandes que se secan como quemaduras en las hojas. Los ataques tardíos de la plaga, después de floración del cultivo, pueden llegar a generar disminución significativa del rendimiento (figura 15).



Figura 15. Aspecto del daño del minador de la hoja de la papa

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Condiciones favorables

- Prolongadas y fuertes épocas secas.
- Aplicaciones frecuentes de insecticidas que afectan sus enemigos naturales.

Recomendaciones de manejo integrado

Los métodos para determinar los niveles de población y/o daños son similares a los de *Epitrix* spp. Por red entomológica con 10 a 15 adultos en 10 pases dobles de jama, antes de la floración y 20 adultos en 10 pases dobles después de floración, son niveles para la decisión de aplicación de insecticidas debidamente autorizados por el ICA, bajo recomendaciones de etiqueta.

Chisas

Se resumen los principales aspectos del complejo chisas, de acuerdo a reportes de autores como López (2000) y Porras et al. (2005).

Nombre técnico

Es un conjunto de insectos de unas 50 especies (Coleóptera: Melolothidae). En el cultivo de papa, las especies más frecuentes son *Ancognatha scarabaeoides* (Burmeister); *Ancognatha ustulata* (Burmeister); *Ancognatha vulgaris* (Arrow); *Phyllophaga obsoleta* (Blanchard), *Platycoelia marginata* (Burmeister), *Podischnus agenor* (Olivier) y *Clavipalpus ursinus* (Blanchard).

Importancia

Es una plaga de amplia distribución y polífaga, es decir, ataca diferentes especies vegetales como pastos, flores ornamentales, hortalizas, cereales y leguminosas y papa en la cual deteriora su calidad comercial.

Descripción y ciclo de vida

La plaga presenta metamorfosis completa y dura entre 12 y 18 meses, en función de la especie y las condiciones del ambiente. Los adultos de *A. scarabaeoides* tienen unos 25 mm de longitud, son de color negro brillante; *A. vulgaris* y *A. ustulata* tienen tamaño similar, pero son amarillos con manchas negras. Los adultos de *P. obsoleta* miden unos 18 mm, de color amarillo quemado y marrón en el pronoto. Las hembras siempre son de mayor tamaño que los machos, se introducen al suelo y depositan entre 200 y 300 huevos entre 5 a 25 cm de profundidad.

Los huevos son esféricos ligeramente alargados, de color blanco perlado brillante; en el caso de *A. scarabaeoides* los huevos recién puestos miden 2,13 x 1,6 mm y próximos a la eclosión de la larva miden 3,13 x 2,53 mm.

Las larvas pasan por tres o cuatro instares en unos ocho meses. Las larvas de *A. scarabaeoides* son inicialmente blancas translúcidas con cabeza ámbar y en el último ínstar son de color blanco sucio, con cabeza marrón oscuro casi negro, con cuerpo en forma de "C" y con tres pares de patas bien desarrolladas y dura unos 162,7 días; mide de 50 a 55 mm. Las pupas se encuentran en el suelo a 70-100 cm de profundidad, donde permanecen unos cuatro meses hasta la llegada de nuevas lluvias, cuando emergen los adultos.

Daños

Las larvas consumen el tubérculo de papa formando grandes orificios irregulares y consumen también las raíces (figura 16).



Figura 16. Larva de chisa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Condiciones favorables

- Siembras de papa en lotes de barbechos procedentes de pastos que han sido atacados por la plaga.
- Inicio de la época de lluvias, generalmente entre marzo y mayo o entre octubre y noviembre que promueve la aparición de adultos, en el denominado "vuelo nupcial".
- Suelos orgánicos.
- Demora en la recolección de la cosecha.

Recomendaciones de manejo integrado

- Preparación adecuada de suelos con la debida anticipación a la siembra para exponer larvas a la deshidratación y la depredación por aves.
- Recolección manual de larvas en cultivos de minifundio.
- Captura de adultos con trampas de luz negra al final de la época lluviosa.
- El uso de insecticidas en condiciones de campo ha resultado poco eficaz para el control de larvas, dada su profundización en el suelo.

Tiroteador

El trabajo más representativo sobre la plaga fue desarrollado por Garza (2006), del cual se presenta la información más destacada:

Nombre técnico

Naupactus sp. (Coleóptera: Curculionidae). Bajo esta denominación, es posible el reporte de especies como *Leschenius vulcanorum*.

Importancia

La plaga ha incrementado su importancia económica en diferentes regiones del país en los últimos años.

Descripción y ciclo de vida

Naupactus sp., presenta metamorfosis completa, pasa por cuatro estados de desarrollo entre 475 y 500 días. Es un insecto polífago cuyo adulto es un gorgojo de 8,4 mm de largo y 3,6 mm de ancho, que en el día se encuentra escondido bajo terrones cerca de las plantas de papa y en la noche se alimenta de follaje de la planta de papa. El adulto dura en promedio 115 días. Los primeros 35 días pasa en la cámara pupal donde sufre el proceso de melanización; al emerger, el cuerpo es de color amarillo claro y en tres semanas cambia a negro mate; algunas especies tienen líneas blancas o verdes a los costados de los élitros. Los huevos son lisos, cilíndricos ligeramente ovalados, color perla; miden 1 mm de largo por 0,5 mm de ancho y son colocados en tallos secos de gramíneas o en el suelo, cerca de las plantas de papa. Las larvas no tienen patas, pasan por cinco instares en unos 270 días; el primer instar mide 1,1 mm de largo; los gusanos tienen forma de C, son de color blanco con cabeza color marrón con mandíbulas bien desarrolladas; se alimentan de raicillas de ajo, arveja, fríjol, maíz, trigo, fresa y algunas arvenses, entre otras. La pupa dura en promedio 90 días y su color es amarillo claro; se desarrolla una vez el último instar larval termina de alimentarse y se profundiza en el suelo hasta unos 70 cm de profundidad.

Daños

La larva se introduce parcialmente en la pulpa del tubérculo; lo abandona dejando pequeños orificios de forma circular, superficiales o de poca profundidad y limpios, como perdigones (figura 17).



Figura 17. Larva de tiroteador de la papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Los adultos consumen follaje en manera de media luna, similar al daño causado por el adulto de *Premnotrypes vorax*.

Condiciones favorables

- Presencia de residuos de cosecha y arvenses como lengüevaca, guasca y pasto kikuyo.
- Prácticas no conservacionistas de manejo del suelo, deforestación y uso indiscriminado de plaguicidas.

Recomendaciones de manejo integrado

- Aporque alto para proporcionar una barrera al ingreso de la plaga a la zona de tuberización.
- Recolección y destrucción de residuos de cosechas anteriores.
- Control de arvenses hospederas.
- Rotación de cultivos.
- Uso de trampas similares a las usadas para captura de gusano blanco.

Trozadores y tierreros

Se toma como información reportes de Zenner (1986) y Porras et al. (2005).

Nombre técnico

Agrotis ipsilon Hufnagel y *Copitarsia consueta* Walker (Lepidóptera: Noctuidae)

Importancia

Los trozadores atacan la mayoría de cultivos, retrasando su normal desarrollo o causando la muerte temprana de varias especies de plantas.

Descripción y ciclo de vida

Los insectos presentan metamorfosis completa. Durante el día, los adultos se esconden bajo residuos de cosecha y hojas secas. Las polillas tienen tonalidad pajiza a gris negruzca, con envergadura de unos 43 mm. Las larvas pasan por cinco a seis instares en aproximadamente un mes; son de hábito nocturno y se alimentan al atardecer; cuando son perturbadas, se enrollan.

Las larvas completamente desarrolladas, miden alrededor de 45 mm; tienen cabeza de color café claro y cuerpo de diferentes tonalidades de gris con pintas oscuras y aspecto grasoso de color verdoso con líneas laterales casi blancas o rosadas. Una vez cesa la alimentación de las larvas, bajan al suelo donde empupan.

Daños

Las larvas se alimentan de tallos de las plantas durante la emergencia del cultivo, causando daño sobre o cerca a ras del suelo; generalmente, se distribuyen en focos o parches.

Condiciones favorables

- Presencia de terrones y plantas arvenses que le sirven de refugio en el día a los adultos.
- Épocas secas.

Recomendaciones de manejo integrado

- Preparación adecuada del suelo para destruir pupas de la plaga y exponerlas al ambiente.
- Control de arvenses.
- Aplicación de riego.
- Uso de cebos tóxicos en la época de emergencia del cultivo.
- Aplicación de control químico bajo las recomendaciones de etiqueta.

Moscas blancas

Se presenta información reportada por Torrado (2008)

Nombre técnico

La especie más común es *Trialeurodes vaporariorum* (Homóptera: Aleyrodidae), conocida como mosca blanca de los invernaderos. Bajo esta denominación, también se relaciona a *Bemisia tabaci*.

Importancia

Es una de las plagas primarias más importantes en el mundo por la multiplicidad de cultivos que ataca como fríjol, yuca, arveja, habichuela, tomate, pimentón, berenjena, melón, remolacha, papa, uchuva y plantas ornamentales, así como por su amplio rango de arvenses hospedantes como romaza, corazón herido, barbasco, ruda amarilla y diente de león. En el cultivo de papa, *T. vaporariorum* es vector del virus del amarillamiento de venas de la papa (PYVV, por el término en inglés).

Descripción y ciclo de vida

T. vaporariorum se distribuye ampliamente por diferentes zonas y presenta una alta capacidad de dispersión y puede tener más de siete generaciones en un año. Los estados que causan daños, se ubican más frecuentemente en el envés de las hojas en grupos numerosos; las poblaciones viejas con abundantes ninfas, se ubican en la parte baja de las plantas, mientras que las jóvenes con adultos y huevos, en las partes jóvenes. Presenta metamorfosis incompleta pasando por los estados de huevo, ninfas y adulto, cuya duración varía de acuerdo a la temperatura y la humedad relativa; bajo condiciones de 17 °C y de 77 % de HR; el huevo dura un promedio de 13 días, el primer instar ninfal siete días, la ninfa II dura siete días, el tercero de ocho días y el instar IV de ninfa, 14 días; la longevidad del adulto varía entre siete y nueve días, para un total de unos 50 días entre huevo y adulto.

Daños

La mosca blanca causa daños directos e indirectos. Las plantas presentan pérdida del vigor, debilitamiento, amarillamiento y deformación de hojas por la succión de savia que hacen ninfas y adultos, causando disminución del rendimiento por la baja capacidad de fotosíntesis de las plantas. Sobre la superficie de las partes atacadas, se desarrolla una secreción azucarada viscosa conocida como "miel de rocío" debido a las excreciones del insecto que genera una fumagina que reduce la fotosíntesis (figura 18).



Figura 18. Mosca blanca en cultivo de papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Condiciones favorables

- Ambientes secos y temperaturas altas que aceleran el ciclo de vida de la plaga.
- Presencia de plantas hospedantes y de residuos vegetales.
- Aplicación excesiva de materia orgánica y de fertilización nitrogenada.
- Uso excesivo de insecticidas.

Recomendaciones de manejo integrado

- Destrucción de toyas, arvenses, residuos de cultivos abandonados y desperdicios vegetales que sirven para hospedar la plaga.
- Fertilización balanceada, que evite excesos de nitrógeno.
- Uso de control etológico mediante trampas pegajosas de color amarillo para captura de adultos y ninfas o uso de repelentes.
- Rotación con cultivos como maíz, repollo, cilantro, zanahoria, lechuga y cebolla que no son atacados por la plaga o periodos de descanso de lotes con pastos.
- Aplicación de control con insecticidas autorizados por el ICA para el cultivo de papa, siguiendo las recomendaciones de etiqueta.

Tomineja o palomilla de la papa

La información se basa en el reporte de Zenner (1986).

Nombre técnico

Phthorimaea operculella Zeller. (Lepidóptera: Gelechiidae)

Importancia

Es una plaga esporádica que causa daños en el cultivo y en almacenamiento del tubérculo de papa, reduciendo su calidad comercial; afecta otros cultivos como tabaco, uchuva, berenjena, pepino y tomate.

Descripción y ciclo de vida

Los adultos son más pequeños y estrechos que los de *T. solanivora*; tienen color pajizo, de unos 10 mm de largo y de 13 a 15 mm de envergadura alar; alas anteriores color marrón-grisáceas con pequeñas manchas oscuras y un borde angosto de pelos en el margen posterior y hacia la punta; alas posteriores color blanco sucio con un borde ancho de pelos.

Los huevos son ligeramente ovalados, lisos y blancos aperlados recién puestos, que posteriormente se tornan amarillos; los huevos son depositados en hojas, pecíolos, tallos, tubérculos o en basuras, desechos o sobre el suelo, individualmente y, a veces en pequeños grupos en los ojos de los tubérculos.

La larva de último ínstar tiene 12 mm de longitud; su cabeza y placa protorácica son color marrón oscuro y el resto del cuerpo varía de blanco a amarillo con manchas o sombras rosadas o verdosas en el dorso. La larva desprende un hilo por la boca, a diferencia de *T. solanivora* que no lo hace. Una vez la larva cesa su alimentación se convierte en pupa y, por último, emerge de ella el adulto, para completar el ciclo biológico.

Daños

La larva ataca el cultivo de papa de cuatro formas: la primera generación como trozador, la segunda como minador de follaje con daño similar a *L. quadrata*; la tercera generación como barrenador de tallo y, la cuarta generación como barrenador de tubérculos.

Condiciones favorables

- Presencia de toyas y residuos de cosecha que sirven de refugio y alimento.
- Ambientes secos y altas temperaturas que coinciden con la fase de tuberización hasta la recolección de la cosecha.
- Demora en la cosecha que aumenta el nivel de daño en el tubérculo.

Recomendaciones de manejo integrado

- Preparación adecuada del suelo para exponer diferentes estados de la plaga al ambiente, eliminar terrones y plantas arvenses.
- Tratamiento de semilla con insecticidas debidamente autorizados por el ICA bajo recomendaciones de etiqueta.
- Siembra de semilla sana, sin presencia de insecto vivo.
- Siembra profunda y aporque alto.
- Control de arvenses y toyas de papa.
- Uso de feromonas para detección monitoreo y vigilancia de las poblaciones y también como control directo de adultos machos de la plaga.
- Uso de riego en la etapa reproductiva del cultivo.
- Control químico en campo, una vez que se han implementado las demás estrategias de manejo, con insecticidas autorizados por el ICA bajo recomendaciones de etiqueta y en función de la época y tipo de daño.
- Cosecha oportuna.
- Recolección de tubérculos abandonados en campo, sin dejar residuos que sirven como foco de infestación de la plaga.
- Uso de tubérculos de descarte para alimentación de animales de la finca.
- Detección y control de focos de infestación en campo, en semilla almacenada y en papa para el consumo humano o animal.
- Rotación con cereales, leguminosas y plantas no hospedantes de la plaga.
- Descanso de lotes por periodos prolongados para romper el ciclo de la plaga.

Babosas

Se reporta información de Sánchez y Rodríguez (2012).

Nombre técnico

Se destacan las especies *Deroceras reticulatum* (Müller) o babosa pequeña; *Limax marginatus* (Müller) o babosa parda rayada, *Milax gagates* (Draparnaud) o babosa gris; *Vaginulus* spp. o babosa plana (Gastropoda: Stylommatophora: Limacidae y Veronicelidae).

Importancia

Son moluscos fitófagos, del orden gasterópoda presentes en todo el mundo; son polífagas que atacan plantas ornamentales, frutales, leguminosas, forestales, viveros y hortalizas.

Descripción y ciclo de vida

Las babosas pasan por estados de adultos, huevos y formas jóvenes, con una duración entre 9 y 18 meses de acuerdo con la especie, las condiciones ambientales y el alimento.

El adulto es activo en días nublados y por las noches vive en grupos, en sitios húmedos y oscuros e, incluso, durante varios días bajo el agua. Son hermafroditas, se pueden autofecundar o aparear entre individuos machos y hembras.

Los huevos son esféricos, transparentes y colocados sobre el suelo en masas de 10 a 30 unidades debajo de piedras, troncos o raíces de plantas; la incubación se presenta entre dos y tres semanas para, luego emerger una larva, que en 15 semanas alcanza su madurez sexual. Una babosa coloca en promedio entre 50 y 60 huevos.

Daños

Atacan los brotes nuevos y hojas de papa en forma de orificios irregulares, raspados y cortes que reducen la superficie fotosintética y afectan el crecimiento de la planta. En el tubérculo, el molusco raspa y roe, dejando perforaciones amplias y profundas que facilitan la entrada de microorganismos y deterioran la calidad comercial.

Condiciones favorables

- Humedad del suelo entre 40 y 80 %.
- Excesos de materia orgánica en el suelo.
- Presencia de residuos vegetales que le sirven de refugio.

Recomendaciones de manejo integrado

- Preparación adecuada del suelo, que destruya huevos y adultos, por daño mecánico, deshidratación o por depredación de aves.
- Revisión permanente del cultivo para determinar la presencia de la plaga por rastros húmedos y brillantes de los adultos o presencia de huevos en el suelo.
- Limpieza al interior del cultivo y de las orillas de restos de empaques y residuos vegetales.
- Uso de trampas de ceniza de leña sobre costales húmedos que ayudan a la deshidratación de los adultos.
- Cebos tóxicos peletizados, formulados con un atrayente alimenticio y metaldehído o methiocarb. Se colocan en las tardes, cerca de plantas con ataque de la plaga.
- Destrucción de residuos de cosecha.

Nemátodo quiste de la papa

Se toma como referencia lo reportado por Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Nombre técnico

Globodera pallida

Importancia

Plaga exclusiva de la papa de reciente reporte en los departamentos de Cundinamarca, Nariño, Boyacá, Antioquia y Cauca. Los quistes pueden sobrevivir en el suelo entre ocho y diez años.

Descripción y ciclo de vida

Inicia con la eclosión de las larvas a partir del huevo, la cual es estimulada por sustancias secretadas por las raíces de las plantas hospedantes. El nematodo macho es en forma de hilo y fecunda la hembra para su multiplicación; la hembra tiene cuerpo esférico que se adhiere a las raíces de la planta y va aumentando su tamaño, cambiando su color blanco hasta una coloración parda rojiza, pasando por el color amarillo que le da su nombre. En esta etapa el cuerpo del nematodo es un quiste recubierto por una cutícula gruesa que resiste condiciones ambientales adversas y a su interior contiene entre de 200 a 300 huevos en diferente desarrollo embrionario hasta el estadio juvenil 1.

Daños

Los nematodos succionan los nutrientes de las plantas por el estilete, que es la estructura bucal similar a una aguja, generando clorosis, disminución del crecimiento, bajo vigor y marchitamiento en las horas calurosas del día, lo que se traduce en bajo rendimiento agronómico del cultivo.

Condiciones favorables

- Siembras sucesivas de papa que incrementan la población del nematodo en el suelo.
- Uso de semilla procedente de lotes contaminados por el nematodo.

Recomendaciones de manejo integrado

- Inspección directa del nematodo en las raíces de las plantas para detectar daños y quistes.
- No usar semilla atacada por el nematodo.
- Uso de nematicidas, autorizadas por el ICA bajo las recomendaciones de etiqueta.
- Rotación de cultivos de papa con otras especies vegetales.

Principales enfermedades

A continuación, se resumen las principales enfermedades que afectan el cultivo de papa, de acuerdo con lo reportado por la Guía Ambiental para el Cultivo de la Papa (tabla 5):

Tabla 5. Principales enfermedades que afectan el cultivo de la papa en Colombia

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

Fuente: Fedepapa 2004

Gota de la papa o tizón tardío

La enfermedad presenta una amplia información de diferentes autores como Herrera 2000, Zapata (2000), Porras et al. (2005), Restrepo (2010) y García (2010), entre otros.

Nombre técnico

Phytophthora infestans (Phylum: Oomycota. Orden: Peronosporales)

Importancia

La gota de la papa es la enfermedad más limitante del cultivo de la papa en todo el mundo; afecta las hojas, los tallos aéreos y los tubérculos, disminuyendo el rendimiento del cultivo.

Diseminación

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

Sintomatología

Los síntomas varían de acuerdo con el órgano atacado, la variedad y las condiciones ambientales; los signos iniciales son casi imperceptibles; comienzan con pequeñas manchas de diferente forma de color verde claro a oscuro, de apariencia aceitosa y húmeda, que se convierten en lesiones negras que luego son bordeadas por un halo amarillento o verde claro que separa el tejido enfermo del sano. Al crecer la lesión en condiciones de alta humedad relativa, por el envés de la hoja se observa un crecimiento algodonoso color gris que es la esporulación del patógeno. En poco tiempo, el foliolo atacado y los demás son infectados, se hacen flácidos y mueren, desprendiendo un olor desagradable, característico de la necrosis de los tejidos. En ataques severos, afecta tallos aéreos directamente o por la extensión del patógeno a partir de infecciones de las hojas; el daño en tallos es grave porque se quiebran y provocan la destrucción de hojas. En los tubérculos se presentan lesiones oscuras irregulares, las cuales se desarrollan durante el almacenamiento, siendo fuente o inóculo inicial del patógeno para una próxima siembra.

Condiciones favorables

Alta humedad relativa, bajas temperaturas y lluvias permanentes son las condiciones más adecuadas para el desarrollo de la enfermedad en cualquier fase de desarrollo del cultivo. En épocas lluviosas, con temperatura y luminosidad bajas, el ciclo de la enfermedad es corto (de cuatro a seis días); en condiciones normales de precipitación y humedad relativa, la cantidad de inóculo es menor y el ciclo de la enfermedad se alarga (ocho a nueve días). Altas densidades de siembra, el riego y los encharcamientos favorecen la severidad de *P. infestans*.

Recomendaciones de manejo integrado

- Uso de semilla libre del patógeno, preferiblemente certificada.
- Fertilización balanceada, sin excesos de nitrógeno.
- Aplicaciones de potasio y calcio, que favorecen los tejidos de las plantas.
- Densidades bajas de siembra, que evite un microclima favorable para el patógeno dentro del cultivo, además que favorece la aireación y mejora la cobertura de los fungicidas aplicados.
- Destrucción de toyas de cultivos anteriores de papa.

- Control de plantas hospedantes de patógeno.
- Rotación de ingredientes activos de fungicidas curativos y otros productos, de diferentes grupos químicos y mecanismos de acción, que impida el desarrollo de resistencia del patógeno.
- Aplicación de fungicidas y otros productos registrados ante el ICA para el control de la enfermedad, de acuerdo con las recomendaciones de etiqueta.
- Calibración de los equipos de aspersión.
- Uso de coadyuvantes en las aplicaciones de control de la enfermedad.

Sarna polvosa, camaduleo o espora

A continuación, se presentan los aspectos más destacados sobre la sarna común en el cultivo de papa de acuerdo a diferentes estudios relacionados con el patógeno, entre los que se destacan Guerrero (1998; 2004), Gilchrist et al. (2008), García (2010; 2012), Jaramillo et al. (2011), Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Nombre técnico

Spongospora subterranea f. sp. *subterranea* (Clase Protistas Myxomycea. Reino Rhizaria)

Importancia

Es una de las enfermedades más limitantes en el cultivo de papa en Colombia dado su impacto en disminución de la calidad comercial del tubérculo comercial y semilla, así como del rendimiento agronómico; está distribuida en todas las zonas productoras del tubérculo y el patógeno permanece latente en el suelo por varios años; tiene una rápida y eficiente diseminación vía semilla. Adicionalmente, es vector del virus mop-top y no se tiene reporte sobre control efectivo en condiciones de cultivo.

Diseminación

S. subterranea se disemina por los esporos que se liberan al suelo cuando las agallas maduran y se revientan liberando zoosporas. La maquinaria, los vientos fuertes, el agua, los animales y, en especial, la semilla son agentes para la dispersión del patógeno.

Sintomatología

No se presentan síntomas típicos de la enfermedad en la parte aérea de la planta, aunque en condiciones de muy fuertes ataques, en etapas tempranas del cultivo, se observan disminuciones del vigor, achaparramientos y amarillamientos.

La enfermedad genera dos tipos de daño:

- En los tubérculos se desarrollan pústulas superficiales irregulares por la infección de las lenticelas que presentan sobrecrecimiento del tejido a manera de granos levantados de color castaño purpúreo, entre 0,5 y 2,0 mm de diámetro, que se extienden hasta formar ampollas que rompen la piel del tubérculo; debajo de las lesiones se forma una cicatriz, que se oscurece gradualmente dejando una depresión superficial llena de una masa de esporas que corresponden a los esporosoros que son las estructuras de descanso del patógeno, de color castaño oscuro. Las lesiones aparentan cráteres, generalmente, circundados por los bordes levantados del tejido desgarrado, que contienen un polvillo formado por los quistosoros.
- En las raíces se presenta al inicio unas pequeñas verrugas que se transforman en agallas dispuestas a lo largo de la raíz, a manera de camándula que interfieren con el transporte de agua y nutrientes. Las agallas inicialmente son blancas, que contienen esporosoros y cuando maduran se tornan de color marrón claro a oscuro por la hipertrofia de las células. Las agallas sólo se observan en la fase vegetativa del cultivo, después se desintegran y se mezclan con el suelo, por lo que no son visibles en el momento de la cosecha.

Condiciones favorables

- Suelos contaminados por el patógeno.
- Suelos pesados, de drenaje deficiente, altamente retenedores de humedad.
- Semilla infectada por el patógeno.
- Aplicación de materia orgánica parcialmente descompuesta.

Recomendaciones de manejo integrado

- Descanso prolongado en pastos y rotación con otras especies, en lotes afectados por el patógeno.
- Selección rigurosa de semilla, descartando tubérculos afectados por el patógeno.
- No usar gallinazas de mala calidad dentro de los planes de fertilización.
- Buen drenaje del suelo para evitar encharcamientos.
- No usar tubérculos infectados por el patógeno para alimentación del ganado.

Rhizoctonia o costra negra de la papa

Se toma como información reportes de Guerrero (1998), Porrás et al. (2005) e Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Nombre técnico

Rhizoctonia solani Kühn (Hyphomycetes: Basidiomycetes)

Importancia

Patógeno natural presente en casi todos los suelos en el mundo, con amplitud de hospederos y capacidad de sobrevivir en residuos vegetales. En papa, causa daños a los tejidos colonizados, ocasionando lesiones en raíces, tallos y tubérculos; genera disminución de la calidad de los tubérculos y disminuye el rendimiento agronómico.

Diseminación

El patógeno es dispersado por el agua de lluvia y de riego; la remoción del suelo y el uso de semilla contaminada, permiten fácil distribución del patógeno en el suelo. Así mismo, el estiércol de ganado alimentado con tubérculos enfermos permite fácil dispersión de *R. solani* en praderas y barbechos.

Sintomatología

En el cultivo de papa causa encrespamiento de los ápices, enrollamiento de hojas hacia arriba, coloración púrpura en folíolos terminales, formación de tubérculos aéreos, clorosis, amarillamiento, debilitamiento de la planta, achaparramientos, así como floración y maduración tempranas.

Adicionalmente, se presenta muerte de brotes en la semilla que emerge, chancros en la base de los tallos con depresiones profundas que generan estrangulamientos, volcamiento y muerte de la planta; disminución del sistema radical y formación de esclerocios duros e irregulares en la superficie de los tubérculos a manera de terrones de color castaño oscuro a negro; la piel del tubérculo, por debajo del esclerocio no presenta daño. Con frecuencia, se produce deformación del tubérculo.

Condiciones favorables

El patógeno tiene gran capacidad saprofítica y se desarrolla bien en suelos húmedos, ácidos y con temperaturas bajas. Sobrevive en forma de esclerocios por varios años, lo que los convierte en fuente de inóculo inicial de la enfermedad.

Recomendaciones de manejo integrado

- No hacer siembras repetidas de papa en lotes contaminados por el patógeno.
- Uso de semilla libre de esclerocios.
- Tratamiento de semilla con productos debidamente registrados ante el ICA.
- Control químico en campo con productos aprobados por el ICA.

- Recolección de tubérculos de cosechas anteriores afectados por la enfermedad.
- No usar gallinazas de dudosa calidad que promueve el desarrollo de la enfermedad.
- Hacer laboreo de acuerdo a recomendaciones de manejo sostenible de suelos.
- Control de arvenses hospedantes del patógeno.
- Rotación de cultivos con avena y cebada.
- Descansos prolongados que permita disminuir la presión de inóculo en el suelo.

Mortaja blanca, palomillo o nevada

El trabajo de investigación más representativo sobre el patógeno lo adelantó González (2012), del cual se presentan los principales aspectos:

Nombre técnico

Rosellinia sp.

Importancia

La enfermedad afecta la calidad de los tubérculos; sobrevive en el suelo por varios años, se distribuye en focos y ataca a menudo plantas aisladas. Las pérdidas alcanzan entre 10 y 80 %, en cultivos ubicados sobre 2700 msnm.

Diseminación

El patógeno se presenta en focos en lotes que han sido desmontados y es fácilmente diseminado por el uso de maquinarias y herramientas contaminadas.

Sintomatología

Las plantas atacadas detienen el crecimiento, se amarillan, son flácidas y se marchitan, presentan muerte de las hojas sin desprenderse de los tallos; en ataques tempranos puede provocar la muerte prematura de las plantas. Se observan pudriciones secas oscuras, que inician con una masa blanca algodonosa en la base de los tallos principales, como consecuencia de la formación de un grueso micelio sobre las raíces y la piel del tubérculo; posteriormente, el hongo penetra y daña la pulpa dejando estrías oscuras hasta dejar completamente inservible el tubérculo.

Condiciones favorables

El hongo es saprófito facultativo, está presente con mayor frecuencia en suelos ácidos, orgánicos, pesados y de mal drenaje en zonas altas; es común en regiones frías y húmedas de baja radiación solar. Algunas plantas como zanahoria, remolacha,

pasto azul y algunas arvenses como la lengüevaca, barbasco y gualola, son sus hospedantes.

Recomendaciones de manejo integrado

- Siembras de papa en lotes libres del patógeno.
- Recolección y destrucción de tubérculos afectados por la enfermedad.
- Detección de focos, evitando el paso de maquinaria ya que de esta manera se amplían los focos del patógeno.
- Drenajes adecuados que evite encharcamientos.
- No usar gallinazas de mala calidad.
- Control de arvenses hospedantes.
- Desinfección de maquinaria y equipos provenientes de lotes afectados por la enfermedad.
- Rotación con cultivos no susceptibles a la enfermedad como pasto ray grass y avena forrajera en mínimo dos periodos de rotación.
- Solarización para exponer el micelio del patógeno por varios días a la radiación solar, acompañado de un plan de control químico y biológico.
- Control experimental en campo con carbendazim y fosetil de aluminio para en siembra y desyerba.
- Uso en campo de *Trichoderma harzianum*, reportado como antagonista para aplicaciones en aporque, previa aplicación de control químico.

Alternaria o tizón temprano

Se toma como base la información reportada por Restrepo (2010) para esta enfermedad:

Nombre técnico

Alternaria solani o *Alternaria* spp.

Importancia

Hongo que causa pérdidas económicas en regiones húmedas y cálidas de todo el mundo donde se cultiva papa. En los últimos años, ha incrementado su nivel de prevalencia en Colombia, en la mayoría de cultivares comerciales.

Diseminación

Se dispersa fácilmente con el agua de lluvia, viento, insectos, trabajadores y herramientas.

Sintomatología

Las plantas atacadas pierden vigor y disminuyen su rendimiento en ataques fuertes de la enfermedad. El hongo ataca hojas y tallos aéreos hacia la segunda mitad del ciclo del cultivo, sin causar daño en tubérculos. El ataque inicia en las hojas más viejas en forma de pequeñas manchas oscuras circulares con anillos concéntricos de color oscuro; las lesiones están rodeadas con frecuencia de un halo amarillo que a medida que se expanden, dejan ver el crecimiento de las esporas del hongo en el centro de las manchas. Las lesiones están limitadas por las nervaduras, pero pueden unirse unas con otras hasta causar amarillamiento generalizado, caída de hojas y muerte precoz.

Condiciones favorables

- Fertilización deficiente, plantas atacadas por enfermedades y plagas o con bajo vigor.
- Presencia de residuos de cosecha, toyas y arvenses hospederas.
- Temperaturas y humedad relativa altas, favorecen la esporulación del hongo.

Recomendaciones de manejo integrado

- Fertilización balanceada.
- Control de toyas y arvenses.
- Destrucción de residuos de cosecha.
- Control químico preventivo, con fungicidas autorizados por el ICA.
- Rotación de cultivos con especies diferentes a solanáceas.

Virus del amarillamiento de las hojas de la papa (PYVV)

Se toma como referencia lo reportado por Zapata et al. (s.f.), Centro Internacional de la Papa y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1996), Guzmán (2008) e Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Nombre técnico

Potato Yellow Vein Virus (género: Cryovirus)

Importancia

El PYVV, o virus del amarillamiento de las hojas de la papa, afecta todas las variedades en diferente grado y puede llegar a disminuir los rendimientos hasta en un 50 %; es una seria limitante para la producción de semilla certificada de papa.

Diseminación

El vector reportado es la mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) que, al alimentarse de una planta enferma, transmite el virus a una planta sana; se transmite también por la siembra de semilla contaminada sintomática o asintomática.

Sintomatología

La distribución del virus en condiciones de campo es al azar, generando disminución del rendimiento por la poca capacidad fotosintética de las plantas afectadas, las cuales presentan color amarillo de las venas secundarias y de células asociadas, mientras las venas principales permanecen verdes; el amarillamiento abarca todo el folíolo y aparece entre 10 y 15 días después de la inoculación que realiza *T. vaporariorum*. Sin embargo, existen plantas asintomáticas, que están infectadas, pero no evidencian el color típico del virus (figura 19).



Figura 19. Presencia de PYVV en cultivo de papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Condiciones favorables

- Presencia del vector *T. vaporariorum* en campo.
- Siembras en zonas bajas donde el vector presenta mayores poblaciones que en zonas altas.
- Uso de semilla infectada por el virus.
- Presencia de arvenses hospederas del virus tales como gualola, barbasco, lengüevaca y ruda amarilla, entre otras.
- Sequía durante el desarrollo del cultivo, que favorece el incremento de las poblaciones del vector.

Recomendaciones de manejo integrado

- Uso de semilla certificada.
- Control de la mosca blanca de los invernaderos.
- Control de arvenses donde se desarrolla el virus.

Virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV, por el término en inglés)

Se toma como referencia lo reportado por Zapata et al. (s.f.), Centro Internacional de la Papa y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1996), Guzmán (2008) e Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Nombre técnico

Potato Leafroll Virus (género: Luteovirus)

Importancia

El PLRV, o virus de enrollamiento de las hojas de la papa, está presente en todas las regiones productoras de papa en el mundo y puede llegar a disminuir la producción hasta en un 90 % en variedades susceptibles. En Colombia, limita la producción de semilla.

Diseminación

A través de áfidos que, cuando se alimentan de plantas enfermas, transmiten el patógeno a plantas sanas. Se transmite también por la siembra de semilla enferma, pero no se transmite por contacto ni por inoculación mecánica.

Sintomatología

En general, las plantas afectadas presentan floración y maduración prematuras, detención en el crecimiento y bajo rendimiento por la disminución de la capacidad fotosintética; presentan enrollamiento hacia arriba de los folíolos en las hojas superiores de la planta. Las hojas tienden a crecer erectas y rígidas y toman un color amarillento pálido con apariencia cartonosa o coriácea. En algunos cultivares, las hojas afectadas toman coloraciones púrpura, rosada o rojiza, especialmente, por los márgenes del envés. En plantas de la subespecie *andigena*, se presenta clorosis marginal e intervenal, en particular, en hojas superiores.

Condiciones favorables

- Presencia de áfidos que son vectores del virus.
- Uso de semilla contaminada por el virus.

Recomendaciones de manejo integrado

- Uso de semilla certificada.
- Control de áfidos, en especial Myzus persicae.
- Selección de plantas sanas y eliminar plantas enfermas.

Virus X de la papa (PVX, por el término en inglés)

Se toma como referencia lo reportado por Zapata et al. (s.f.), Centro Internacional de la Papa y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1996)), Guzmán (2008) e Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Nombre técnico

Potato Virus X (género: Potexvirus)

Importancia

El PVX causa reducción del rendimiento de papa hasta en un 15% y es frecuentemente un virus latente. En combinación con el PVY, puede llegar a aumentar dichas pérdidas hasta en un 60%.

Diseminación

El virus es diseminado por contacto de plantas enfermas con plantas sanas y no se transmite por insectos vectores.

Sintomatología

Reducción del vigor de la planta y disminución del tamaño de las hojas. En las plantas se presentan mosaicos rugosos que tienen diferentes grados, entre suaves, casi inadvertidos, hasta severos con decoloraciones en los folíolos, acompañadas de rugosidades suaves, encrespamientos o deformaciones moderadas.

Condiciones favorables

- Siembra de semilla portadora del virus.
- Contacto de plantas enfermas con plantas sanas.
- Roce de implementos agrícolas y otros medios mecánicos.

Recomendaciones de manejo integrado

- Uso de semilla certificada.
- Marcaje y destrucción de plantas afectadas, especialmente si son campos dedicados a la producción de semilla.

Virus Y de la papa (PVY, por el término en inglés)

Se toma como referencia lo reportado por Centro Internacional de la Papa y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1996)), Porras et al. (2005), Guzmán (2008) e Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Nombre Técnico

Potato Virus Y (género: Potyvirus)

Importancia

El virus Y de la papa afecta cerca de 200 especies vegetales en todo el mundo y, en papa, es un patógeno endémico.

Diseminación

El virus es diseminado por áfidos que, cuando se alimentan de plantas enfermas, transmiten el patógeno a plantas sanas. Así mismo, se puede llegar a transmitir por injerto o por inoculación de savia.

Sintomatología

Las plantas atacadas pueden disminuir su rendimiento en diferente magnitud. Los síntomas del virus varían entre cultivares, pero los más fuertes se presentan cuando se combina con el virus X de la papa o PVX. En plantas susceptibles, se presentan mosaicos suaves a severos, con caídas de hojas de la parte baja.

Condiciones favorables

- Uso de semilla infectada por el virus.
- Presencia de áfidos, especialmente *Myzus persicae*, que es su principal vector.

Recomendaciones de manejo integrado

- Usar semilla certificada.
- Control de áfidos, especialmente *Myzus persicae*.

Pata negra

Se toma como referencia lo reportado por Centro Internacional de la Papa y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1996) y Porras et al. (2005).

Nombre técnico

Pectobacterium atrosepticum

Sinónimo: *Erwinia carotovora* subsp. *Atroseptica*

Importancia

Bacteria que afecta el cultivo de papa en condiciones de alta humedad.

Diseminación

- La bacteria persiste en el suelo, de acuerdo con las condiciones de humedad.
- La semilla infectada se deteriora durante la emergencia del cultivo y libera la bacteria que afecta plantas vecinas, penetrando en los tubérculos por las lenticelas al extremo del estolón, por heridas o por daños de insectos.

Sintomatología

Plantas jóvenes presentan enanismo, clorosis, enrollamiento ascendente de los foliolos y marchitez que genera la muerte de la planta; la base de los tallos principales presenta coloración negra de consistencia blanda y húmeda con apariencia de tinta por la necrosis de los haces vasculares, acompañado de olor fétido característico; el patógeno puede alcanzar la raíz. En tubérculos, se presenta desde una ligera decoloración al extremo del estolón hasta pudrición total de la pulpa.

Condiciones favorables

- Semilla afectada por la bacteria.
- Humedad excesiva y deficiente drenaje del suelo.
- Baja temperatura, baja luminosidad y alta humedad relativa.

Recomendaciones de manejo integrado

- Uso de semilla certificada, libre del patógeno.
- Fertilización balanceada en nitrógeno.
- Destrucción de residuos de cosecha.
- Drenaje del suelo para evitar acumulación de humedad en la zona de tuberización.
- Rotación de cultivos con pastos o cereales.
- Almacenamiento adecuado de semilla, con buena ventilación.

Pudrición blanda del tubérculo

Se toma como referencia lo reportado por Centro Internacional de la Papa y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1996) y Porras et al. (2005).

Nombre técnico

Pectobacterium carotovorum

Sinónimo: *Erwinia carotovora* subsp. *Carotovora*

Importancia

Bacteria que ataca los tubérculos de papa en almacenamiento o semilla en el momento de la siembra.

Diseminación

La bacteria se disemina a partir de tubérculos infectados a sanos en condiciones de almacenamiento.

Sintomatología

Varían desde una lesión oscura y hundida en las yemas y en las lenticelas hasta la descomposición total del tubérculo; la descomposición blanda del tubérculo está acompañada por un olor fétido debido a la presencia de organismos secundarios.

Condiciones favorables

- Excesiva humedad del tubérculo en el momento de la cosecha y durante el almacenamiento.
- Manipulación excesiva y golpes a los tubérculos.
- Lesiones y daño mecánico en tubérculos almacenados.
- Lavado del tubérculo y deficiente secado.

Recomendaciones de manejo integrado

- Cosechas en condiciones de excesiva humedad ambiental.
- Cosecha de tubérculos en madurez comercial.
- No exponer los tubérculos a radiación solar directa prolongada.
- Mínima manipulación de tubérculos.
- Tratamiento de semilla por el método de espolvoreo que evite mojar el tubérculo.
- Almacenamiento de tubérculos secos y sanos, bajo condiciones de buena ventilación, evitando que se humedezca.
- No fraccionar la semilla para siembra.

Marchitez bacteriana

Se toma como referencia lo reportado por Centro Internacional de la Papa y Servicio Nacional de Sanidad Agraria (1996) y Porras et al. (2005).

Nombre técnico

Ralstonia solanacearum (anteriormente *Pseudomonas solanacearum*)

Importancia

Bacteria frecuente en regiones bajas donde se cultiva la papa en Colombia.

Diseminación

Semillas infectadas aparentemente sanas, pero en condiciones adecuadas de humedad y temperatura se pudren en almacenamiento o desarrollan la enfermedad en campo; igualmente, por suelo, maquinaria, calzado, agua de riego o de escorrentía y animales.

Sintomatología

Las hojas y los tallos de las plantas enfermas se marchitan y se tornan de color bronce-castaño, sin presentar enrollamiento de los bordes a medida que los folíolos se van secando. En ataques fuertes, se presenta muerte de las plantas. En los tubérculos enfermos, al cortarlos y hacerles una leve presión, se observa un moco bacteriano blanquecino pegajoso o que ocasiona un oscurecimiento en el anillo vascular. Con el avance de la enfermedad, el exudado sale por las yemas del tubérculo, al que se le adhiere partículas de suelo.

Condiciones favorables

La bacteria sobrevive en la planta, en los tubérculos, en otras plantas cultivadas o en arvenses, sin presentar sintomatología. También se mantiene en el suelo, en el agua y en residuos vegetales. Altas temperaturas y drenajes deficientes favorecen el desarrollo del patógeno.

Recomendaciones de manejo integrado

- Siembra de semilla sana, libre de la bacteria.
- No fraccionar tubérculos-semilla para siembra.
- Siembra en suelos sin antecedentes de ataque de la bacteria.
- Drenaje al suelo que evite acumulación de humedad.
- Desinfección de equipos agrícolas provenientes de cultivos infectados.
- Control de plagas de suelo que pueden ayudar a la diseminación e infección.
- Rotación con cultivos como ajo o cebolla que no hospedan la bacteria.

Recomendaciones de manejo integrado de plagas y enfermedades

Para el cultivo de la papa variedad Corpoica-Mary, se presentan las siguientes recomendaciones de manejo integrado de plagas y enfermedades:

- Selección de la zona, que no presente riesgos o restricciones fitosanitarias ni que presente condiciones ambientales favorables para la diseminación y el desarrollo de plagas y enfermedades. En zonas marginales bajas, se presentan mayores riesgos de ataques fuertes de plagas como mosca blanca y enfermedades como alternaria.
- Selección del lote, previo diagnóstico fitosanitario, basado en el historial y la presencia de plagas y enfermedades.
- Siembra en lotes descansados donde hay menor presencia de organismos fitopatógenos; en lotes procedentes de una cosecha anterior de papa, se deben recolectar tubérculos que potencialmente son fuente de inóculo de enfermedades.
- Uso de semilla sana, preferiblemente certificada o, en su defecto, tubérculo-semilla seleccionada, clasificada, tratada y almacenada, bajo las recomendaciones de manejo en cosecha y poscosecha.
- Planeación de la época de siembra que disminuya riesgos climáticos asociados a factores favorables para el desarrollo y diseminación de plagas y enfermedades, especialmente, en épocas críticas del cultivo.
- Preparación adecuada y anticipada del suelo, sin sobremecanización. La remoción permite airear la capa arable y exponer diferentes estados de plagas al ambiente (figura 20).



Figura 20. Control natural de plagas por aves
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

- Fertilización edáfica y foliar balanceada, que permita desarrollo vigoroso del cultivo, sin deficiencias de elementos nutricionales. Cultivos con deficiencias nutricionales son susceptibles al ataque de enfermedades.

- No usar gallinazas de mala calidad, parcialmente descompuestas o de origen desconocido, que se constituyen en el principal agente de diseminación de organismos fitopatógenos, en particular, los que atacan la parte subterránea de las plantas.
- Correcta identificación y diagnóstico de la presencia y el nivel de daños de plagas y enfermedades, que permita adecuada toma de decisiones de manejo y control.
- Control eficiente de arvenses que disminuya la presencia de hospedantes de plagas y enfermedades.
- Desyerbas y aporques adecuados y oportunos, para un normal desarrollo de los cultivos, promoción de la tuberización y protección de los tubérculos ante ataques de plagas.
- Control etológico mediante el uso de trampas, cebos, cultivos trampa y demás estrategias para la detección, diagnóstico y seguimientos de plagas.
- Riego aplicado en forma sostenible con especial atención a la calidad del agua y hacer un plan de frecuencia y cantidad, para suplir las necesidades del cultivo y aprovechar su potencial de control de plagas.
- Control químico basado en un diagnóstico fitosanitario permanente, sistemático y riguroso y en las condiciones ambientales, siguiendo las recomendaciones consignadas en etiqueta, evitando mezclas innecesarias, aplicaciones calendario o cercanas a la época de cosecha. Igualmente, rotación de ingredientes activos y grupos químicos que tengan diferentes mecanismos de acción.
- Mantenimiento y calibración de equipos de aplicación de plaguicidas que permitan una excelente cobertura y adecuado tamaño de gotas sobre el cultivo.
- Control biológico y microbiológico con productos disponibles en el mercado, bajo recomendaciones de etiqueta para el cultivo de papa.
- Cosecha oportuna cuando el cultivo llegue a madurez comercial.
- Recolección de residuos de cosechas anteriores para disminuir focos de diseminación de organismos dañinos.
- Aprovechamiento de tubérculos no comerciales para la elaboración de ensilajes sólidos.
- Rotación de cultivos con especies comerciales, abonos verdes o descansos prolongados de los lotes para romper el ciclo de la mayor parte de plagas y enfermedades que atacan el cultivo de papa.
- En caso de presencia de plagas y enfermedades cuarentenarias o exóticas, informar al ICA para que se implementen las medidas de control legal correspondientes.

Capítulo IX Cosecha

La recolección de la papa de la variedad Corpoica-Mary se adelanta una vez el tubérculo llega a su madurez comercial, esto es cuando se fija y endurece la piel y no se desprende con una leve presión ejercida con los dedos, sobre la superficie del tubérculo. La cosecha comprende la extracción del tubérculo del suelo por medios físicos manuales o mecanizados. Para tal fin, es importante realizar inspecciones precosecha que permitan calcular el rendimiento y verificar la calidad del producto a cosechar (figura 21).



Figura 21. Cosecha manual de papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

La recolección manual se realiza con ganchos que han remplazado los tradicionales azadones. Con estos instrumentos, los obreros aflojan el suelo de la zona radicular y proceden a la extracción de los tubérculos, halando la parte de tallos que quedan sobre el suelo. Las pérdidas ocasionadas durante la recolección están relacionadas con cortaduras del tubérculo y los residuos que quedan enterrados. Los tubérculos se dejan sobre el suelo en el surco cosechado, agrupando el producto de tres surcos adyacentes, con lo que se conforma un “bloque de cosecha” sobre el cual, los trabajadores proceden a realizar selección y clasificación para el empaque (figura 22).



Figura 22. Cosecha de la variedad Corpoica-Mary
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

La selección se refiere a separar los tubérculos sanos y con forma adecuada de los tubérculos que presenten daños mecánicos como perforaciones de insectos, pudriciones secas, papas cortadas o rajadas (cracking) o que presenten deformaciones. Los tubérculos de desecho se denominan “carracoche” que son ampliamente usados en la alimentación de ganado vacuno. El tubérculo sobre el surco está sometido a un corto tiempo de aireación que lo seca y permite que las partículas de suelo se desprendan parcialmente en un proceso de prelimpieza. La papa se recolecta clasificada en sacos nuevos de fibra de polipropileno de 50 kg de capacidad, pesando de dos a tres libras adicionales con la ayuda de un instrumento de peso conocido como “romana”, previendo las pérdidas normales por deshidratación hasta cuando se lleve al mercado o a la industria de procesamiento. El empaque se cierra atándolo con una fibra y se levanta del suelo para ser llevado a los camiones, donde de encarran hasta completar un viaje de 100 a 120 bultos.

Capítulo X Poscosecha

Durante las etapas de recolección, empaque y transporte se presentan alteraciones del producto en razón a la manipulación y a los golpes que sufre el tubérculo. El principal medio de transporte del producto son camiones de estaca entre cuatro y ocho toneladas de capacidad, que permiten trasladar el tubérculo desde la finca hasta los centros de comercialización intermedios o finales, tales como centrales mayoristas, centros mayoristas de origen, plazas municipales y centros de comercialización, así como a las plantas de procesamiento industrial.

La fase de distribución del tubérculo desde los centros de comercialización hasta tiendas de barrio y frúvers en las ciudades, se adelanta en camiones de estaca o en camionetas de menor capacidad. El tubérculo de la papa variedad Corpoica-Mary es apropiado para procesos de limpieza tales como cepillado, lavado y secado que le permiten una vida útil poscosecha adecuada una vez se le agrega valor comercial; es moderadamente resistente al verdeamiento pero susceptible al daño mecánico por golpes (figura 23).



Figura 23. Lavado de tubérculo de papa variedad Corpoica-Mary
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

La papa es un producto considerado como perecedero que respira y transpira y, en razón a su permanente oferta, no se acostumbra almacenarla pues rápidamente pierde algunas de sus características de calidad. La industria de proceso ha adoptado sistemas de almacenamiento temporal por varias semanas, buscando regular la oferta

de materia prima en épocas de escasez y altos precios. Durante este tiempo, el tubérculo sufre lenta deshidratación, las heridas superficiales suberizan y no se verdea, si se almacena bajo condiciones de alta humedad relativa y oscuridad.

Durante el periodo de almacenamiento, el tubérculo sufre un proceso denominado reacondicionamiento, cuando hay reconversión de azúcares y almidón. En temperaturas inferiores muy bajas, el tubérculo revierte el almidón y genera glucosa, condición desfavorable para la calidad de frito. Esto indica que el tubérculo se debe almacenar en temperaturas no menores a 4 °C y el sitio debe estar suficientemente ventilado para evitar procesos de brotación. No se debe almacenar tubérculos con daño mecánico, pudriciones o tubérculo húmedo y el sitio debe estar aislado de productos tóxicos o que generen riesgos de contaminación (Gómez y Ramírez 1999). La papa almacenada en bultos debe tener arrumes máximo de tres hileras, uno sobre otro, sobre estibas y con espacio suficiente que permita verificar la calidad durante el tiempo que demore, con especial atención a la presencia de polilla guatemalteca.

Capítulo XI

Transformación y valor agregado

La práctica más sencilla de generación de valor agregado al tubérculo es la limpieza. Esta práctica consiste en retirar, parcial o totalmente, las partículas de suelo adheridas a la superficie del tubérculo mediante acciones de cepillado y lavado en sitios de acondicionamiento del tubérculo.

La limpieza permite visualizar los defectos de la papa, pero tiende a disminuir la vida útil del tubérculo, especialmente si se lava. En el departamento de Antioquia, el lavado es una práctica generalizada para el mercado de la papa de variedades como Diacol Capiro, ICA Puracé, ICA Nevada e ICA Cumanday.

La selección para el mercado en fresco o para el uso industrial de esta variedad consiste en la inspección visual para separar tubérculos sanos, sin defectos, de los tubérculos que presenten diferentes anomalías como daños mecánicos o físicos, tubérculos deformes, verdeamiento, brotación, color atípico de la piel o que se desprenda, con pudriciones secas o húmedas, deshidratada o con mezcla varietal. Una excelente selección es un componente de calidad que satisface las necesidades de los consumidores, así como las exigencias de la industria de proceso. Un segundo valor agregado es el empaque.

El mercado interno de la papa ha impuesto presentaciones llamativas como bolsas de polietileno o mallas de diferente capacidad entre 1, 2, 5 y 10 kg, identificadas con marca propia, que contienen papa cepillada o lavada, seleccionada y clasificada, con destino a mercados minoristas o detallistas, grandes superficies o fruvers de barrio.

De acuerdo con lo reportado por Moreno et al. (2006), la variedad Corpoica-Mary presenta aptitud industrial para la elaboración de hojuelas dadas sus características de bajos contenidos de azúcares reductores, alta materia seca y forma redonda del tubérculo, de tamaños predominantemente grandes (figura 24).



Figura 24. Hojuelas de papa

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Se estima que aproximadamente el 4% de la producción nacional de papa es demandada por la industria (Fedepapa 2010). En Colombia, Diacol Capiro es la principal variedad utilizada en la industria nacional de procesamiento tanto en hojuelas como en bastones, en razón a que cumple condiciones ideales de fritura; sin embargo, es una variedad altamente susceptible a la goma de la papa (*Phytophthora infestans*) y presenta altos costos de producción por hectárea.

Entre los atributos exigidos por la industria, se encuentran azúcares reductores bajos, que evitan el pardeamiento enzimático y la aparición de sabores desagradables de las hojuelas. Cuando los azúcares reductores superan el 0,1%, la hojuela presenta coloración oscura o el denominado "quemado", caramelización y enolización que es rechazado por el consumidor. Los industriales pueden llegar a adicionar algunos aditivos como bisulfito de sodio que mejora el color de las hojuelas. Igualmente, una materia seca alta superior al 21% impide la absorción de aceite en el fritado del producto, tanto en hojuelas como en bastones. Los bajos niveles de sólidos totales generan un producto de mala calidad que queda con textura corchosa y no es crocante cuando se enfría. Por último, el tubérculo más grande, de clase cero con diámetro transversal superior a 7 cm, de forma alargada es ideal para corte en bastones o *french fries* en presentación precocida congelada, mientras que el tubérculo tamaño primera con diámetro de 5 cm, de forma redonda es ideal para elaboración de hojuelas o chips (figura 25).



Figura 25. Papa a la francesa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Parte de las industrias de procesamiento han implementado esquemas de agricultura por contrato con agricultores seleccionados ubicados especialmente en la Sabana de Bogotá, en algunos municipios de Boyacá y en el sur del departamento de Nariño, con el ánimo de garantizar calidad, seguridad y estabilidad en la oferta de su materia prima.

Capítulo XII Indicadores económicos

Mercadeo de la papa

La estructura de comercialización de la papa en Colombia se considera altamente ineficiente, con un alto nivel de intermediación que, en general, no agrega valor al producto, pero sí aumenta su precio desde el productor hasta el consumidor. Las normas de calidad para el tubérculo en fresco no son claras para que permitan la estandarización del producto y la formación de los precios está en función de la oferta en el mercado. Entre el productor y el consumidor se pueden encontrar hasta seis intermediarios y los canales más frecuentes para la papa fresca sin lavar son el mayorista, el minorista y el detallista; para la papa con valor agregado, caso papa lavada, seleccionada, clasificada y empacada en bolsa plástica, se aumenta un nivel con la participación de un adecuador. A continuación, se ilustra el modelo de comercialización de la papa en Colombia propuesto por López (1997) (figura 26).

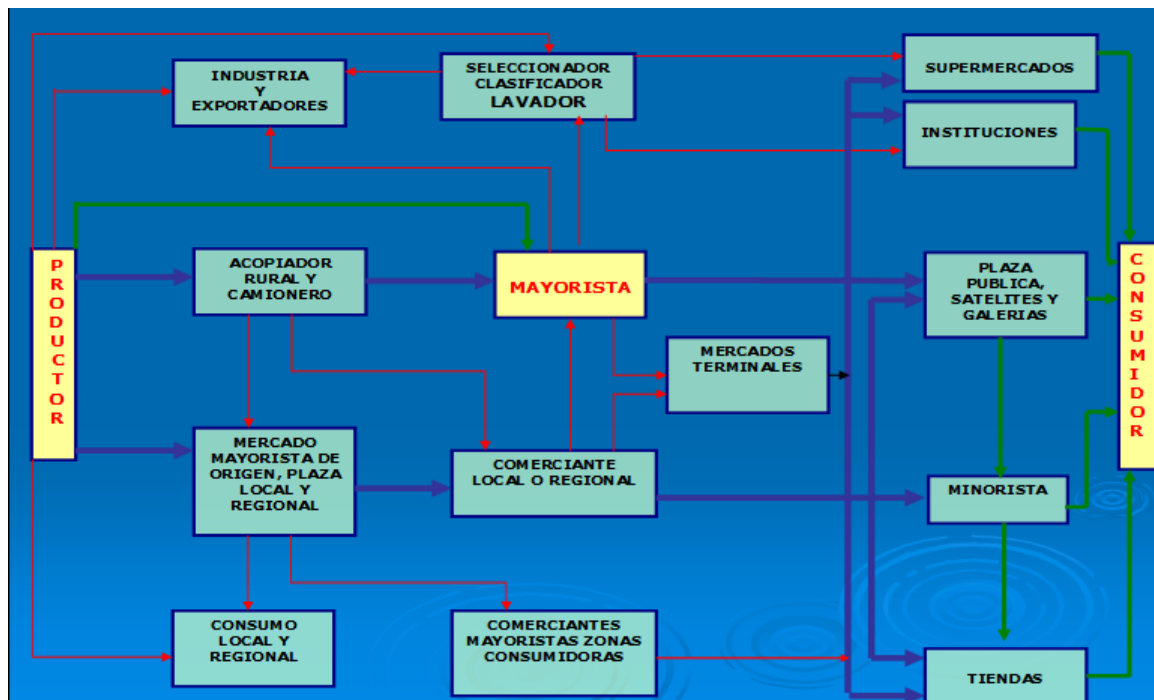


Figura 26. Estructura de comercialización de la papa en Colombia
Fuente: López 1997

Para la papa procesada en hojuelas o en bastones, la materia prima es suministrada directamente por medianos y grandes agricultores que entregan la materia prima a la planta de proceso. Para este segmento, los requerimientos de calidad están definidos en términos de selección, clasificación y aptitud de frito, mediante muestreos del producto y pruebas de calidad.

Mercado nacional y externo

Mercado nacional. Cerca del 90 % de la papa en Colombia se comercializa fresca y su destino se concentra en los cascos urbanos de las ciudades. El producto llega a los consumidores en bultos y se vende en tiendas de barrio, donde el consumidor selecciona la cantidad de producto a comprar. En *fruvers* la papa se presenta a granel o en presentaciones de bolsa o malla, en supermercados y grandes superficies es común encontrar papa con valor agregado de selección, clasificación y empaque en bolsas de polietileno y un segmento especializado de papa procesada que se dispone en neveras, con empaques de una libra o de 1 a 2 kg. Para la papa tipo chips, las bolsas se disponen en estantes o góndolas.

Costos de producción

No se encuentran reportes sobre costos de producción promedio por hectárea y por kilogramo para la variedad Corpoica-Mary para la subregión altiplano cundiboyacense. Sin embargo, se considera que los costos pueden llegar a ser inferiores a variedades tradicionales de consumo fresco como Parda Pastusa y de aptitud industrial como Diacol Capiro en rubros como fertilización edáfica y control químico de *P. infestans*, dada su tolerancia en condiciones de cultivo; igualmente, su alto nivel de rendimiento podría favorecer el costo unitario por kilogramo, comparable al reportado en variedades comerciales como Pastusa Suprema e ICA Única.

Bibliografía

- Barreto N. 2003. Aspectos bioecológicos de la polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Lepidóptera: Gelechiidae) en el altiplano cundiboyacense colombiano. Trabajo presentado en: III Taller Internacional sobre la Polilla Guatemalteca de la Papa *Tecia solanivora*. Cartagena, Colombia.
- Centro Internacional de la Papa, Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 1996. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Colombia, ICA. Resolución 2501, Por la cual se establecen los requisitos específicos mínimos para la producción de semilla certificada de papa. Bogotá. 10 de septiembre de 2003.
- Corchuelo G. 2005. Ecofisiología de la papa. Trabajo presentado en: Memorias I Taller Nacional sobre Suelos, Fisiología y Nutrición Vegetal en el Cultivo de la Papa. Bogotá, Colombia.
- Corzo P, Moreno JD, Franco B, Fierro LH. 2003. Manual de papa para productores. Bogotá: Corpoica.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2003. I Censo Nacional de la Papa. Bogotá: DANE.
- Estrada N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. La Paz: Plural Editores.
- Federación Colombiana de Productores de Papa. 2010. Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia. Bogotá: Fedepapa.
- Federación Colombiana de Productores de Papa, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004. Guía ambiental para el cultivo de la papa. Bogotá: Fedepapa.
- Federación Colombiana de Productores de Papa. 2003. Recopilación de estudios sobre polilla guatemalteca de la papa. Bogotá: Fedepapa.
- Fuentes CL, Eraso ER, Sequeda OA, Piedrahita W. 2011. Flora arvense del altiplano cundiboyacense de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- García B, Pantoja C. 2004. Fertilización del cultivo de la papa en el departamento de Nariño. En: Guerrero R. Fertilización de cultivos en clima frío. Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos. pp. 23-42.
- García C. 2012. Sarna polvosa y camanduleo de la papa. Trabajo presentado en: Memorias del Segundo Curso Nacional de Actualización en el Cultivo de la Papa. Paipa, Colombia.
- García C. 2010. Comportamiento y manejo de enfermedades en papa. La Gota. En: Papas Colombianas, 3.^a ed. Bogotá: Comhinpu. pp. 142-143.

- Garza J. 2006. Estudios biológicos del tiroteador de la papa *Naupactus* sp. (Coleóptera: Curculionidae) [tesis de grado]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana.
- Gilchrist E, Jaramillo S, Reynaldi S. 2008. Influencia del tipo de suelo en disminución de producción producida por la sarna polvosa de la papa. Trabajo presentado en: Seminario de divulgación técnica y avances de investigación en papa. Bogotá, Colombia.
- Gómez LE, Ramírez J. 1999. Manejo postcosecha y comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.). Armenia: SENA.
- González M. 2012. Optimización de un manejo integrado de *Rosellinia* sp. en papa (*Solanum tuberosum* L.). Trabajo presentado en: Segundo Curso Nacional de Actualización en el Cultivo de la Papa. Paipa, Colombia.
- Guerrero O. 1998. Principales enfermedades de la papa causadas por hongos y bacterias transmitidas por semilla. En: Segundo Curso Manejo Sanitario del Cultivo de la Papa. Ipiales: Comité de Sanidad de la Papa departamento de Nariño. pp. 37-44
- Guerrero O. 2004. Patógenos del suelo en el cultivo de la papa. En: Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa. I Taller Nacional sobre Patógenos del Suelo, Virus e Insectos Plaga Diferentes a *Tecia solanivora*. Bogotá: Cevipapa. pp. -14-19.
- Guzmán MM. 2008. Manual de protocolos para la detección de algunos virus que infectan la papa (*Solanum* spp.). Bogotá: Cevipapa.
- Herrera C, Fierro LH, Moreno JD. 2000. Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual Técnico. Bogotá: Corpoica.
- Herrera F. 1997. El gusano blanco de la papa. Biología, comportamiento y prácticas de manejo integrado. Bogotá: Corpoica.
- Instituto Colombiano Agropecuario. 2011. Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* subsp. *andigena* y *S. phureja*). Medidas para la temporada invernal. Bogotá: Produmedios.
- Jaramillo S, Morales JG, 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. 1997. Mercadeo de la papa en Colombia. Revista Papa (18):4-55.
- Moreno JD, Cerón M, Zapata JL, Peña LA. 2006. Corpoica-Mary: Variedad de papa mejorada de alto rendimiento para consumo en fresco y procesamiento en hojuelas. Innovación y Cambio Tecnológico. 4(4):26-34.

- Palacios M, Alcázar J, Ortiz O. 2000. Manejo integrado de plagas con énfasis en el control del gusano blanco. En: Manejo de plagas con tecnología MIP. Boletín de Sanidad Vegetal 29. Bogotá: ICA. pp. 22-29.
- Porras P. 2000. Producción y manejo postcosecha de semilla de papa. Revista Papa. (21):5-29.
- Porras PD, Navia SL, González ME. 2005. Generalidades del cultivo de la papa en Colombia. En: Guía para el cultivo de papa. Bogotá: Fedepapa. pp.11-75.
- Restrepo S. 2010. Enfermedades foliares de papa y su manejo. Trabajo presentado en: Primer Curso de Actualización en el Cultivo de la Papa. Bogotá, Colombia.
- Sánchez G, Rodríguez J. 2012. Manejo integrado de plagas en cebolla de rama. En: Corpoica. Manual de cebolla de rama. Bogotá: Corpoica. pp. 83-90.
- Torrado E. 2008. Moscas Blancas. Plagas que limitan la producción agrícola. Pasto: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Federación Colombiana de Productores de Papa, Universidad Nacional de Colombia, Fundación Cosmoagro.
- Zapata JL. 2000. Orientación para el manejo y control de *Phytophthora infestans*. Papas Colombianas. 3(1-2): 122-124.
- Zapata JL, Saldarriaga A, Salazar LF. s.f. El amarillamiento de venas de la papa. Boletín Técnico No. 21. Rionegro: Corpoica.
- Zenner I. 1986. Guía general de manejo de plagas en el cultivo de la papa. Bogotá: ICA.

Glosario

Aporque. Acumulación de suelo alrededor de las plantas, siguiendo la dirección de los surcos cuya finalidad es incrementar el volumen de área radical de las plantas y así promover el desarrollo de estolones y garantizar buena tuberización.

Barbecho. Área que se deja de utilizar después de haber sido cultivada, en busca de 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 hombre.

Control cultural. Uso de diversas prácticas agronómicas como son la preparación de suelos, enclavamiento, uso de semilla de calidad, fertilización, aporque, cosecha oportuna y rotación de cultivos, entre otras medidas.

Control etológico. Uso de sustancias o elementos que alteran el comportamiento de las plagas, especialmente de insectos, mediante trampas.

Control químico. Aplicación de plaguicidas de síntesis como insecticidas, fungicidas, herbicidas, nematicidas, bactericidas, entre otros, dirigidos a la disminución de poblaciones, su control o erradicación.

Emergencia del cultivo. Se refiere a la aparición de las estructuras aéreas de las plantas sobre la superficie del suelo, días después de la siembra del cultivo.

Esclerocios. Estructuras de resistencia de patógenos que corresponde a la agregación de hifas vegetativas que contienen materiales de reserva.

Fumagina. Desarrollo de un hongo saprófito 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 posteriormente se endurece e impide procesos como la fotosíntesis.

Inóculo. Cualquier estructura del patógeno potencialmente infectiva; puede ser el propio organismo, caso de virus, bacterias o nematodos, o bien parte de él, como en

los hongos. El patógeno, o parte de él, puede llegar a causar enfermedad, al entrar en contacto con el hospedero.

Ínstar o ínstar larval. Cada uno de los estados en que se desarrollan las larvas de los insectos entre muda y muda.

Melanización. Depósito de gránulos de melanina de color oscuro, sustancia importante en la coagulación de la hemolinfa y en el proceso de defensa orgánica o respuesta inmune ante microorganismos patógenos.

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

Metamorfosis completa. Etapas sucesivas de transformación, pasando 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: huevo, ninfas y adulto, sin pasar por larvas y pupas. Los insectos que presentan este tipo de metamorfosis son denominados hemimetábolos.

Minador. Hábito de las larvas de los insectos que realizan daños al alimentarse al interior del tejido vegetal; consumen selectivamente capas que tienen la menor cantidad de celulosa, dejando galerías o minas.

Organismo fitopatógeno. Agente que causa daño en una planta o un cultivo, afectando crecimiento, desarrollo, rendimiento o calidad.

Productos biológicos. Son microorganismos como virus, bacterias, hongos o nematodos, que afectan negativamente diversos organismos fitopatógenos.

Pseudopatas. Proyecciones del abdomen semejantes a las patas verdaderas. En el caso de larvas de lepidópteros, se pueden encontrar entre dos y ocho pares de patas falsas o pseudopatas.

Red entomológica. Constituida por un aro metálico al que se adhiere un tul de forma cónica, sostenido por una vara que le da soporte al instrumento. La jama es utilizada como método para determinar niveles de poblaciones de insectos.

Síntoma. Disturbios o manifestaciones en el desarrollo o las reacciones externas e internas de una planta como resultado de una enfermedad. Las plantas pueden llegar a presentar enanismos, entorchamientos y malformaciones de tubérculo, entre otros síntomas.

Toyas. Plantas de papa procedentes de tubérculos de cosechas anteriores. Se distribuyen al azar en el lote, y emergen de forma anticipada al cultivo principal; en general, son las primeras plantas en ser atacadas por plagas y enfermedades.

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

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

