

Modelo productivo

de la papa variedad **Diacol Capiro**
para el departamento de Antioquia

Modelo productivo de la papa variedad Diacol Capiro para el departamento de Antioquia

Autores

Pedro David Porras Rodríguez
Carlos Alberto Herrera Heredia

Mosquera, Colombia, 2015

Modelo productivo de la papa variedad Diacol Capiro para el departamento de Antioquia / Pedro David Porras Rodríguez y Carlos Alberto Herrera Heredia. –Mosquera (Colombia): Corpoica, 2015.

92 páginas: ilustraciones, datos numéricos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN e-Book: 978-958-740-210-0

1. *Solanum tuberosum* 2. Siembra 3. Manejo del suelo 4. Gestión de lucha integrada 5. Cosecha 6. Riego 7. Análisis de costos 8. Antioquia (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

Editores: 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 Diacol Capiro para el departamento de Antioquia. 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 Diacol Capiro	14
Desarrollo fenológico.....	15
Semilla	19
Selección, clasificación y tratamiento	22
Almacenamiento	23
Contenido nutricional	25
Capítulo IV	
Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo	27
Capítulo V	
Manejo del recurso suelo.....	28
Capítulo VI	
Sistemas de siembra	30
Capítulo VII	
Prácticas culturales.....	31
Riego y drenaje	32
Fertilización	33
Clasificación de los elementos nutricionales	34
Funciones de los elementos minerales	35
Manejo de arvenses	38
Capítulo VIII	
Manejo integrado de plagas y enfermedades	39
Principales plagas	39
Polilla guatemalteca de la papa o guatemalteca.....	40
Pulguilla.....	43
Tostón, minador de la hoja o entretelado	44
Chisas.....	45
Tiroteador	47
Trozadores y tierreros.....	49

Moscas blancas	50
Babosas	52
Nemátodo quiste de la papa	53
Principales enfermedades	54
Gota de la papa, tizón tardío o lancha	55
Sarna polvosa, camanduleo o espora	57
Rizoctonia o costra negra de la papa	59
Mortaja blanca, palomillo o nevada	61
Cenicilla o mildew polvoso	62
Alternaria o tizón temprano	64
Virus del amarillamiento de las hojas de la papa (PYVV)	65
Virus del enrollamiento de las hojas de la papa (PLRV)	66
Virus X de la papa (PVX)	67
Virus Y de la papa (PVY)	68
Pata negra	69
Pudrición blanda del tubérculo	70
Marchitez bacteriana	71
Recomendaciones de manejo integrado de plagas y enfermedades	73
Capítulo IX	
Cosecha	76
Capítulo X	
Poscosecha	78
Capítulo XI	
Transformación y valor agregado	80
Calidad para consumo fresco	80
Calidad industrial	80
Capítulo XII	
Indicadores económicos	83
Mercadeo de la papa	83
Mercado nacional y externo	84
Costos de producción	85
Bibliografía	87
Glosario	90

Índice de figuras

Figura 1. Topografía típica en el departamento de Antioquia.....	12
Figura 2. Desarrollo fenológico de la papa variedad Diacol Capiro	15
Figura 3. Diacol Capiro en estado de emergencia	16
Figura 4. Diacol Capiro en desyerba	17
Figura 5. Diacol Capiro en plena floración.....	17
Figura 6. Diacol Capiro en posfloración	18
Figura 7. Diacol Capiro en madurez comercial.....	19
Figura 8. Producción in vitro de semilla de papa.....	20
Figura 9. Producción de semilla de papa en casa de malla	21
Figura 10. Inspección de semilla de papa para certificación ICA.....	22
Figura 11. Almacenamiento adecuado semilla de papa	24
Figura 12. Excesiva brotación en semilla de papa.....	24
Figura 13. Preparación de suelo con arado de disco.....	28
Figura 14. Labranza convencional para cultivo de papa.....	29
Figura 15. Riego por aspersión papa variedad Diacol Capiro	33
Figura 16. Daño en tubérculo por larvas de polilla guatemalteca	41
Figura 17. Control natural de plagas por aves.....	42
Figura 18. Trampa de feromona sexual detección polilla guatemalteca	42
Figura 19. Larva de chisa.....	46
Figura 20. Tiroteador de la papa	48
Figura 21. Presencia de mosca blanca en envés de hojas de papa variedad Diacol Capiro	51
Figura 22. Daño por gota en variedad Diacol Capiro	56
Figura 23. Camanduleo en papa variedad Diacol Capiro	59
Figura 24. Tubérculo de papa afectado por <i>Rhizoctonia solani</i>	60
Figura 25. Ataque fuerte de cenicilla en papa variedad Diacol Capiro	63
Figura 26. Presencia de PYVV en papa variedad Diacol Capiro	65
Figura 27. Exceso de humedad en cultivo de papa Diacol Capiro	70
Figura 28. Elección del lote para cultivo de papa.....	73
Figura 29. Lote de papa en maduración comercial.....	75
Figura 30. Cosecha manual papa variedad Diacol Capiro.....	76
Figura 31. Cosecha de papa variedad Diacol Capiro en bloque	77
Figura 32. Diacol Capiro sin lavar y lavada.....	78
Figura 33. Hojuelas de papa variedad Diacol Capiro	81
Figura 34. Papa a la francesa	81
Figura 35. Comercialización de la papa en Colombia.....	83
Figura 36. Centro de acopio de la papa; La Unión, Antioquia	84

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de la semilla de papa	23
Tabla 2. Principales contenidos nutricionales (%) de la papa variedad Diacol Capiro en pulpa, cáscara y tubérculo entero	25
Tabla 3. Análisis proximal y aporte calórico de la papa Diacol Capiro	25
Tabla 4. Minerales y ácido ascórbico en papa variedad Diacol Capiro	26
Tabla 5. Aporte calórico de carbohidratos, proteína y grasa en papa variedad Diacol Capiro	26
Tabla 6. Densidad de siembra para el cultivo de la papa.....	30
Tabla 7. Requerimientos nutricionales del cultivo comúnmente utilizados en nuestro medio, para diferentes niveles de rendimiento (toneladas de papa/ha) .	34
Tabla 8. Principales plagas del cultivo de la papa en Colombia	39
Tabla 9. Principales enfermedades del cultivo de la papa en Colombia	55
Tabla 10. Clasificación comercial de la papa variedad Diacol Capiro	77
Tabla 11. Costos promedio de producción por hectárea de papa variedad Diacol Capiro (Capira) para el departamento de Antioquia; semestre B 2013 ..	85

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 133.865 ha en papa de las cuales los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia aportan más de 90 % de la producción; la explotación comercial se realiza en cotas altitudinales entre 2.500 y 3000 msnm, a temperaturas entre 12 y 18 °C y precipitación pluvial anual de 700 a 2.000 mm.

Diacol Capiro es un cultivar obtenido en 1958, inscrito en el registro nacional de cultivares del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y es el segundo en área cultivada en el país; se siembra comercialmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Nariño, Antioquia, Cauca, Norte de Santander, Caldas, Tolima y Santander. La variedad es de doble propósito: para consumo fresco directo y como materia prima para la transformación en hojuelas y bastones por su excepcional aptitud y calidad de procesamiento industrial.

El presente modelo productivo de la papa variedad Diacol Capiro 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 zona productora del tubérculo en Antioquia. Se presenta el conjunto de tecnologías adaptadas para este departamento con el fin de contribuir al mejoramiento de la productividad y competitividad de este cultivo, una de las principales actividades económicas del sector agrícola del departamento.

Las publicaciones tradicionales como manuales de papa en Colombia contienen información general sobre el cultivo, en la mayoría de casos sin brindar detalles sobre variedades y zonas geográficas específicas. El presente modelo responde a una demanda de la cadena en el departamento de Antioquia, donde la variedad Diacol Capiro representa la mayor en área cultivada y presenta diferencias con otras zonas como el altiplano cundiboyacense o la subregión Nudos de los Pastos, donde uno de los principales destinos es la industria de procesamiento en forma de hojuelas o de bastones.

El documento se encuentra dividido en 12 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, agroindustria e indicadores económicos.

El modelo productivo responde a las iniciativas del 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: planificación de la producción que permitan regular la oferta y los precios, fortalecimiento de la producción y promoción al uso de semilla certificada, disminución de 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 el 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, 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 está ubicada en clima frío, muy frío y subpáramo, en suelos con cobertura de ceniza volcánica de diferente grado de meteorización.

De acuerdo con la Guía Ambiental para el Cultivo de la Papa Federación Colombiana de Productores de Papa y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2004), 25 municipios reportan cultivo de papa en el departamento de Antioquia: Abejorral, Abriaquí, Angostura, Belmira, Campamento, Caramanta, Carmen de Viboral, Concepción, Don Matías, El Peñón, El Santuario, Entreríos, Granada, Guarne, La Ceja, La Unión, Marinilla, San Vicente, Santa Rosa de Osos, San José de la Montaña, San Pedro de los Milagros, Rionegro, Sonsón Urao y Yarumal.

La producción de papa en el departamento se desarrolla en alturas no superiores a 2900 msnm en pisos térmicos climas frío a frío moderado. La precipitación pluvial se presenta bien distribuida durante todo el año y hay ausencia de heladas, condiciones ambientales que permiten el desarrollo de cultivos de papa de manera escalonada durante todo el año. Los suelos corresponden a andisoles con alto contenido de materia orgánica y complejos aluminio-humus; predomina el fenómeno de acumulación sobre el de descomposición de materia orgánica que hace que esta sea inactiva sin aportes de nutrientes a la nutrición de los cultivos.

Herrera et al. (2000) afirman que la zona productora de papa al oriente de la ciudad de Medellín incluye municipios como Carmen de Viboral, San Vicente, La Unión y Concepción, en alturas entre 2.100 y 2.800 msnm, temperatura media entre 14 y 17 °C y precipitación pluvial anual entre 1.500 y 2.000 mm. Los suelos son ácidos con alta fijación de fósforo y diferentes grados de fertilidad; topografía ondulada de buen drenaje, suelos desde superficiales a profundos con contenidos medios a bajos de materia orgánica. En la zona se presentan sistemas productivos de papa-pasto, fríjol, maíz, hortalizas y algunos cultivos dispersos de granadilla, tomate de árbol y fresa.

La zona norte comprende municipios como Santa Rosa de Osos, San Pedro de los Milagros y Entreríos en alturas comprendidas entre 2.400 y 2.700 msnm, con temperaturas medias entre 14 y 15 °C, precipitación pluvial anual entre 2.200y 2.500 mm; la topografía es diversa, desde zonas planas y onduladas hasta zonas quebradas.

Los suelos son ácidos con diferentes contenidos de materia orgánica y niveles de fertilidad. El sistema productivo predominante es la rotación pasto-papa.

En los últimos años, en la zona norte, han incursionado productores de papa que han replicado tecnologías de la zona de oriente para las labores de preparación de suelos, uso de semilla de buena calidad e incorporación de control preventivo y curativo de plagas y enfermedades. Por otra parte, Ramírez (2012) reporta que el departamento de Antioquia está dividido en dos zonas productoras del tubérculo: el altiplano de La Unión y sus alrededores y el altiplano norte.

Los suelos presentan altos contenidos de aluminio intercambiable, bajos contenidos de bases, calcio, magnesio y potasio; baja capacidad de intercambio catiónico, pH inferior a 5,5; bajo contenido de fósforo nativo, baja eficiencia en la fertilización fosfórica dada la alta adsorción sobre los materiales finos del suelo (aluminosilicatos amorfos: alófanos e imogolitas en suelos volcánicos y óxidos de hierro y aluminio en suelos muy evolucionados) y precipitación con hierro y aluminio libres.

El Consejo Nacional de la Papa reporta 133.865 ha sembradas en papa en Colombia para 2012 de las cuales el departamento de Antioquia es el cuarto productor con 7,81 %. Sin embargo, se muestra una tendencia decreciente en área en la última década, de acuerdo con cifras del Consejo Nacional de la Papa, pasando de 10.450 ha en 2012 a 7.300 ha en 2014. Las principales variedades cultivadas son Diacol Capiro con 76,8 %, ICA Puracé con 12,3 % y criolla Colombia con 7,4 %; el restante 3,4 % se siembra en otras variedades. De acuerdo con Ramírez (2012), en el departamento de Antioquia se reporta la siembra de apenas tres variedades de papa de año: Diacol Capiro, ICA Puracé e ICA nevada; con respecto a papas criollas, la mayor área cultivada corresponde a Criolla Colombia, seguida por Criolla Paisa.

Herrera et al. (2000) distinguen tres tipologías típicas de productores de papa en el departamento de Antioquia: grandes y medianos tecnificados, medianos y pequeños semitecnificados y pequeños tradicionales.

Los grandes y medianos productores tecnificados se encuentran en municipios como La Unión, Santa Rosa de Osos y San Pedro de los Milagros a unos 2700 msnm, en suelos moderadamente profundos, planos a ondulados de pendientes inferiores a 25 %, de baja fertilidad, alta fijación de fósforo. Usan semilla certificada o de buena calidad procedente del interior del país; aplican niveles de fertilización promedia de 1500 kg de NPK/ha, algunos con sistemas de riego en fincas mayores a 10 ha. La

labor de preparación del suelo es mecanizada y el modelo de trabajo es por aparcería; algunos productores entregan materia prima a las industrias de procesamiento industrial de papa.

Los medianos y pequeños semitecnificados están en Carmen de Viboral, La Unión y Rionegro en suelos de colinas altas, de baja fertilidad, pero de buenas condiciones físicas. Usan fertilización química mezclada con orgánica y mecanizan las labores de preparación del suelo.

El sistema de mano de obra es por aparcería y, generalmente, el propietario vive en la finca. Los pequeños productores tradicionales se ubican en zonas marginales, en zonas de ladera entre 2.100 y 2.400 msnm en municipios como San Vicente, Concepción y Guarne; los suelos son superficiales, de pendientes superiores a 25 %; no hay acceso a riego y las labores de preparación del suelo en general son manuales, utilizando mano de obra familiar o esporádicamente por jornales. La semilla es tradicional y la fertilización es deficiente utilizando fuentes químicas y orgánicas, lo que genera rendimientos muy bajos (figura 1).



Figura 1. Topografía típica en el departamento de Antioquia
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. 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 latitudes de 0° a 20° norte o sur, donde se encuentra Colombia (Estrada 2000).

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 Diacol Capiro

Diacol Capiro es un cultivar mejorado con registro ICA PAP-68-02; su genealogía corresponde al cruzamiento entre Tuquerreña (CCC 61) x 1967 (C) (9) (CCC 751). La variedad es conocida comercialmente como capira en Antioquia, R-12, R-12 negra industrial, R-12 roja, corriente o capiro en el altiplano cundiboyacense e ICA Huila en algunas localidades del departamento de Boyacá. La planta es herbácea, de porte medio con tallos principales delgados de color verde oscuro y púrpura, al comienzo erguidos y con el desarrollo se postran sobre el suelo cuando llegan a la madurez del cultivo; las hojas son compuestas, imparipinnadas; los folíolos son pequeños y alargados, de color verde oscuro; la inflorescencia es encima, la floración es media con flores de color morado oscuro con acúmenes blancos en la punta y presenta escasa fructificación.

Los tubérculos son numerosos, con predominio de tamaños grandes, de forma redonda, ligeramente aplanada. La piel predominantemente es de color rojo con color secundario morado distribuido en manchas salpicadas (*sippled*), con ojos superficiales y pulpa de color crema. El reposo del tubérculo está entre dos y tres meses (90 días a 15 °C y 75 % de humedad relativa, HR), pero este tiempo puede variar de acuerdo a las condiciones de almacenamiento. Las raíces son fibrosas, filamentosas, muy ramificadas, finas y largas; tienen una profundidad aproximada de 0,5 m; si hay restricción a una profundidad de 0,3 m, el potencial de rendimiento teórico se disminuiría en 40,4 %, lo que convierte a la variedad en susceptible a capas compactadas. En texturas franco-arenosas, la retención de humedad del suelo es muy baja y, por tanto, el rendimiento del cultivo podría disminuir hasta un 32,4 %.

La variedad presenta amplia adaptación, se cultiva en todos los departamentos del país y tiene un periodo vegetativo relativamente semitardío cercano a 165 días en alturas de 2.600 msnm. Se adapta a condiciones entre 2.000 y 3.200 msnm, con un periodo vegetativo de cuatro y medio a seis meses, duración que está en función de la temperatura; en el departamento de Antioquia el ciclo vegetativo se reduce en respuesta a la mayor temperatura promedio de la región. Núñez (2011) menciona que la variedad Diacol Capiro es muy susceptible a *Phytophthora infestans*, es susceptible a virus del amarillamiento de venas de la papa (PVV), por el término en

inglés), a *Erysiphe cichoracearum* y a *Spongospora subterranea* tanto en raíz como en tubérculo y es tolerante a *Ralstonia solanacearum* y al virus X de la papa (PVX) y al virus Y de la papa (PVY).

El rendimiento comercial de la variedad se encuentra sobre 40 t/ha, aunque su potencial puede superar 70 t/ha; su materia seca promedia del 20 % al 22 %, con peso específico de 1,085 y azúcares reductores de 0,1 %; la calidad culinaria es buena para consumo fresco, con una textura compacta después de la cocción y es apta para preparaciones en sopas, cocinada o salada. De acuerdo con Ramírez (2012), en el departamento de Antioquia los rendimientos son inferiores a los reportados en el centro del país y Nariño, con registros entre 10 y 50 t/ha. La calidad industrial de Diacol Capiro es excelente para producción de papa en hojuelas y en bastones. Por varios años fue la variedad de exportación en estado fresco hacia Venezuela.

Desarrollo fenológico

Valbuena et al. (2010), encontraron que la variedad Diacol Capiro presentó el siguiente comportamiento agronómico, por etapas de desarrollo en tres ciclos consecutivos de cultivo en el municipio de La Unión, departamento de Antioquia (figura 2):

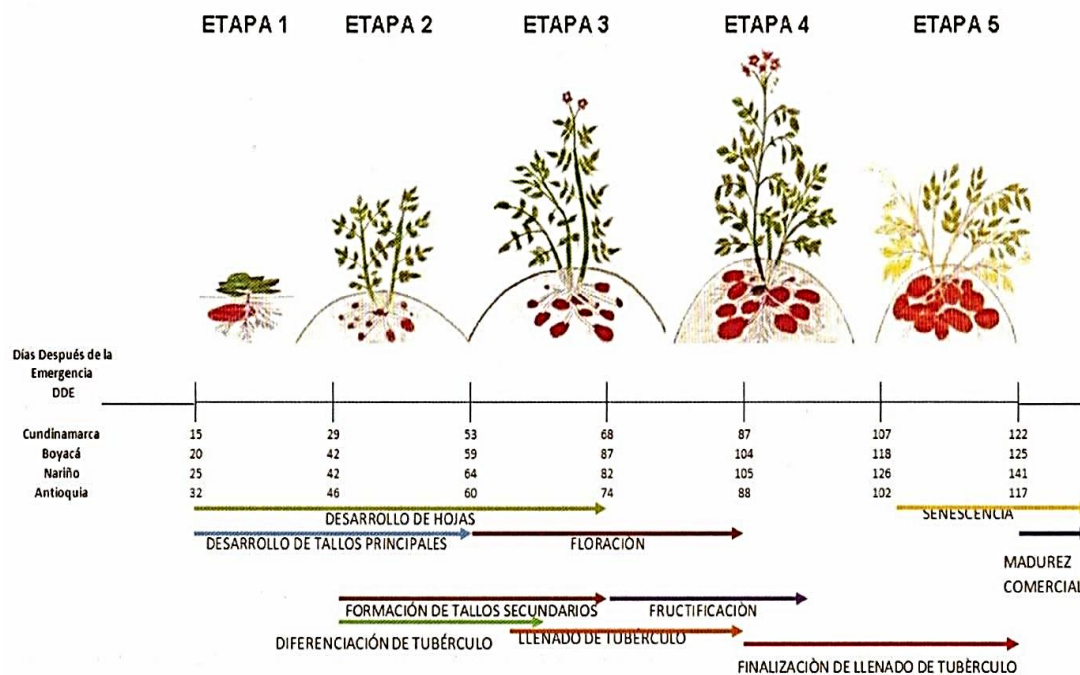


Figura 2. Desarrollo fenológico de la papa variedad Diacol Capiro

Fuente: Valbuena et al. 2010

Etapa 1. Desarrollo de tallos principales. La planta inicialmente depende de las reservas presentes en el tubérculo-semilla para esta etapa, pues las primeras raíces no han iniciado la función de toma de nutrientes; las primeras hojas comienzan su desarrollo a partir del crecimiento de los tallos principales los cuales, al comienzo de esta etapa, presentan un crecimiento acelerado.

Durante todo el ciclo de evaluación, se presenta, en promedio, tres tallos principales; el área foliar comienza su crecimiento hasta un 5% de la superficie máxima, equivalente a 627,34 cm². Simultáneamente, comienza la diferenciación y el crecimiento de los estolones. En los primeros 32 días después de la emergencia (dde), Diacol Capiro presenta nueve estolones por planta. Durante esta etapa, la variedad requiere del manejo de arvenses que compiten por nutrientes, agua y luminosidad; con la desyerba se promueve el rápido desarrollo del cultivo en la parte aérea y subterránea de la planta (figura 3).



Figura 3. Diacol Capiro en estado de emergencia
Fuente: Valbuena et al. (2010)

Etapa 2. Formación de tallos secundarios. Con el crecimiento longitudinal de los brotes axilares o tallos secundarios, se inicia el incremento en el número de folíolos. A los 60 dde del cultivo, se registra un promedio de 74 folíolos y un incremento del área foliar hasta 43% del máximo alcanzado para la variedad, 5496,75 cm². La variedad Diacol Capiro se caracteriza por un llenado rápido del gancho del estolón; se presentan 14 tubérculos con un peso seco de 4,05 g, equivalente a 3% del peso alcanzado por los tubérculos en la etapa de senescencia. La figura 4 muestra que la variedad desarrolla un sistema radical activo que toma nutrientes y los utiliza para el rápido crecimiento de estructuras aéreas y subterráneas; el aporque favorece dicha respuesta.



Figura 4. Diacol Capiro en desyerba
Fuente: Valbuena et al. (2010)

Etapa 3. Floración. A los 88 dde la variedad Diacol Capiro presenta 80 foliolos, que es el máximo por planta y el desarrollo máximo del área foliar con 12.813,37 cm². Igualmente, se presentan las primeras flores abiertas. Se incrementa sustancialmente el número de tubérculos en esta etapa; en promedio se presentan 12 tubérculos los cuales se encuentran en una fase intermedia de llenado, alcanzando un peso promedio de 60,78 g, aproximadamente un 44 % del peso seco final. Con el cierre de calle, la variedad está en su máxima actividad fotosintética y ha definido cerca del 63 % del número total de tubérculos; por consiguiente, esta etapa de desarrollo se considera crítica (figura 5).



Figura 5. Diacol Capiro en plena floración
Fuente: Valbuena et al. (2010)

Etapa 4. Formación de bayas. A los 102 dde, la variedad Diacol Capiro continúa con formación de estolones y comienza la fase final del llenado del tubérculo y se inicia el desarrollo de los primeros frutos por el ensanchamiento del ovario de la flor. Durante esta etapa de desarrollo (figura 6), las hojas bajas inician un amarillamiento que, paulatinamente, abarcará toda la planta, comienza a declinar el área foliar y su capacidad fotosintética, llegando a 10.285,29 cm². En promedio, se presentan siete estolones y 12 tubérculos de los cuales estos últimos alcanzan un peso de 77,46 g, es decir, cerca al 56 % del peso seco final. En tres semanas, el llenado es cercano al 44 % lo cual indica una translocación acelerada de asimilados a los tubérculos.



Figura 6. Diacol Capiro en posfloración
Fuente: Valbuena et al. (2010)

Etapa 5. Senescencia. Se presenta amarillamiento y senescencia de las hojas fotosintéticamente activas y secamiento de los tallos principales y maduración de bayas. La materia seca acumulada inicialmente en la parte aérea de la planta es translocada a los tubérculos, con lo que termina la fase del llenado. Para esta fase final, los tubérculos alcanzan un peso de 138,61 g. Se presenta la madurez comercial cuando los tubérculos llenan completamente y fijan su piel. Diacol Capiro presenta

una altísima eficiencia de llenado puesto que el peso seco de los tubérculos alcanza el 77 % del peso total de la planta (figura 7).



Figura 7. Diacol Capiro en madurez comercial

Fuente: Valbuena et al. 2010

De acuerdo con lo expuesto, la variedad Diacol Capiro presenta las siguientes características a lo largo de su desarrollo: crecimiento vegetativo inicial muy rápido, inicio temprano de diferenciación de estolones y de floración; muy temprano inicio de diferenciación de tubérculos, rápido llenado intermedio y final de tubérculos, así como muy alta eficiencia agronómica y fotosintética. Esta variedad presenta corta longitud de estolones, baja área foliar, alta adaptación, bajo número de tubérculos, pero de tamaños grandes y uniformes. La etapa crítica del cultivo se estima en la floración.

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 producción de semilla de papa en el departamento de Antioquia está limitada por la presencia de vectores de virus, que hace muy difícil llegar al cumplimiento de la norma vigente sobre producción de semilla certificada de papa.

Por lo tanto, la producción comercial de papa se adelanta frecuentemente con tubérculo-semilla procedente de Cundinamarca y Boyacá, que permite buenos rendimientos y calidad, cuando se utiliza semilla certificada.

No obstante, la mayoría de productores de papa en el departamento de Antioquia, utiliza tubérculos obtenidos de la descendencia de cultivos anteriores o de semilla informal comercializada entre agricultores o las comúnmente conocidas como “semillas mejoradas” o “semillas pintadas” que no cumplen con las características deseables de calidad. Los resultados son baja productividad, diseminación de plagas y enfermedades y 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 (Guzmán et al. 2010). La producción formal de semilla de papa se adelanta siguiendo la normatividad vigente expedida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) bajo la Resolución 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. En el proceso 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. Este proviene de cultivo de meristemo o plántulas in vitro (figura 8), cuya identidad genética corresponde a la variedad que se desea multiplicar.



Figura 8. Producción in vitro de semilla de papa
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 9).



Figura 9. Producción de semilla de papa en casa de malla
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Básica, generación 1 y 2: descendencia de la semilla categoría élite. Registrada, generación 1 y 2: descendencia de la semilla categoría básica.

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 sobre 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 a lo reportado por Herrera et al. (2000):

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 separadamente y, así, identificar características indeseables en el nuevo ciclo, que permita conservar los materiales superiores.

De otra parte, para la producción de minitubérculos de alta calidad, 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 logra garantizar que no se presenten patógenos como *S. subterranea* o *R. solani* que son de común ocurrencia en sustratos que tienen suelo.

Selección, clasificación y tratamiento

La selección de semilla (figura 10) 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.



Figura 10. Inspección de semilla de papa para certificación ICA
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

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 (tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de la 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 semillas tamaño segunda o primera soportan mejor las condiciones adversas del ambiente y generan 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 la protección de 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). Como se aprecia en la figura 11, se recomienda disponer la semilla en silos rústicos, canastillas o cajas y en arrumes máximo de tres bultos sobre estibas de madera.

En estas condiciones de almacenamiento, la semilla se verdea por el desenmascaramiento de protoclorofila y la generación de “solanina” que la protegen del ataque de plagas y enfermedades, se genera brotación múltiple, uniforme, lenta y vigorosa, con brotes oscuros y suberización de las heridas, y se presenta lenta deshidratación del tubérculo (Porrás 2000).



Figura 11. Almacenamiento adecuado semilla de papa

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

La condición ideal para siembra del tubérculo-semilla se presenta cuando existe brotación múltiple, con brotes oscuros, cortos y vigorosos.

Almacenamiento de semilla en condiciones de oscuridad, altas temperaturas, baja humedad relativa 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 y delgados que fácilmente se desprenden (figura 12); se produce, adicionalmente, rápida deshidratación del tubérculo. La semilla se envejece rápidamente y genera cultivos poco uniformes, de bajo vigor, con pobre establecimiento, susceptibles al ataque de plagas y enfermedades, con muy bajo potencial de rendimiento, por la disminución del ciclo vegetativo de las plantas.



Figura 12. Excesiva brotación en semilla de papa

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Contenido nutricional

La papa es una importante fuente de carbohidratos, presenta alto contenido de agua y es virtualmente libre de grasa. El aporte de minerales y la calidad de su proteína la convierten en un alimento ideal dentro de la dieta. Para la variedad Diacol Capiro, de acuerdo al estudio adelantado por Mejía (2004), se encontraron los siguientes resultados (tablas 2-5):

Tabla 2. Principales contenidos nutricionales (%) de la papa variedad Diacol Capiro en pulpa, cáscara y tubérculo entero

Parte de tubérculo/ parámetro (%)	Pulpa	Cáscara	Entera
Humedad	82,96	84,02	81,07
Grasa	0,029	0,052	0,008
Fibra	0,708	1,984	0,864
Proteínas	1,655	2,565	1,515
Ceniza	1,033	1,480	1,113
Ácido ascórbico	0,368	0,590	0,202
Fósforo	18,425	15,625	17,550
Zinc	0,460	0,738	1,673
Hierro	0,476	2,850	0,999
Calcio	10,065	0,657	0,093
Manganeso	0,119	0,208	0,123
Cobre	0,145	0,239	0,250
Magnesio	10,874	22,848	473,55
Sodio	381	9966	44,45
Potasio	1418	892	

Fuente: Mejía 2004. Análisis químico y nutricional de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), Parada Pastusa, Diacol Capiro (R-12) y Papa Criolla (*Solanum phureja*), cultivadas en Colombia.

Tabla 3. Análisis proximal y aporte calórico de la papa Diacol Capiro

Parte del tubérculo/ componente	Kilocalorías	Agua (%)	Grasa (g)	Fibra (g)	Proteínas (g)	Carbohidratos	Cenizas
Pulpa	61,33	82,96	0,03	0,71	1,66	14,65	1,03
Cáscara	50,32	84,02	0,05	1,98	2,57	11,38	1,48
Entera	67,87	81,06	0,01	0,86	1,51	16,56	1,11

Fuente: Mejía 2004. Análisis químico y nutricional de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), Parada Pastusa, Diacol Capiro (R-12) y papa criolla (*Solanum phureja*), cultivadas en Colombia.

Tabla 4. Minerales y ácido ascórbico en papa variedad Diacol Capiro

Parte del tubérculo /componente (mg)	Na	K	Mg	Fe	Zn	Ca	Mn	Cu	P	Vita C
Pulpa	381	1418	10,87	0,48	0,46	10,0	0,12	0,15	18,46	0,37
Cáscara	9966	892	22,84	2,85	0,74	0,66	0,21	0,24	15,63	0,59
Entera	4445	1008	473,54	1,00	1,67	0,09	0,12	0,25	17,55	0,20

Fuente: Mejía 2004. Análisis químico y nutricional de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), Parda Pastusa, Diacol Capiro (R-12) y Papa Criolla (*Solanum phureja*), cultivadas en Colombia.

Tabla 5. Aporte calórico de carbohidratos, proteína y grasa en papa variedad Diacol Capiro

Parte del tubérculo	Grasa (%)	Proteína (%)	Carbohidratos (%)	Total Kcal
Pulpa	0,26	6,62	58,59	65,47
Cáscara	0,46	10,26	45,53	56,26
Entera	0,07	6,06	66,23	72,37

Fuente: Mejía 2004. Análisis químico y nutricional de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), Parda Pastusa, Diacol Capiro (R-12) y Papa Criolla (*Solanum phureja*), cultivadas en Colombia.

Capítulo IV

Exigencias edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo

La temperatura foliar óptima para fotosíntesis del cultivo de papa oscila entre 18 y 24 °C. Temperaturas bajas de 2 °C y de congelamiento, pueden llegar a generar daños en los tejidos, descenso en la tasa fotosintética, afecta el crecimiento de las plantas, las relaciones hídricas y los procesos de translocación y asignación del carbono (Corchuelo 2005). Por su parte Núñez et al. (2011) indican que el rango de temperatura de desarrollo óptimo de la papa oscila entre 10 y 15 °C, con precipitación pluvial entre 500 y 2500 mm al año.

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. La variedad se adapta mejor a suelos fértiles y bajas cotas altitudinales, entre 2.500 y 2.600 msnm (Gómez 2012).

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 (figura 13).



Figura 13. Preparación de suelo con arado de disco
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Una de las principales características de los suelos del departamento de Antioquia es su topografía, que va desde ondulada hasta muy inclinada y quebrada, condición que los hace más susceptibles a la erosión luego de su remoción. Por lo tanto, para la arada, la pulida y el surcado, se recomienda en lo posible, no adelantar estas labores a favor de la pendiente con el fin de minimizar pérdidas de suelo por arrastre. De acuerdo con Herrera et al. (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, incremento de la erosión y disminución de la capacidad de retención de humedad.

Durante la remoción del suelo (figura 14), se debe considerar la humedad del suelo; suelos muy húmedos o muy secos presentan serías 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.



Figura 14. Labranza convencional para cultivo de papa

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Capítulo VI

Sistemas de siembra

En Colombia, la papa se siembra mayoritariamente de forma estacional de acuerdo con las condiciones del clima, especialmente por las lluvias, dadas las escasas posibilidades de aplicación de riego suplementario. Existen dos épocas principales de siembra:

- La primera denominada "de año grande", con aproximadamente 50 % del área nacional, siembras entre febrero y mayo, y cosecha entre junio y noviembre.
- La segunda 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.

El departamento de Antioquia presenta un régimen de lluvias más o menos constante durante todo el año, condición que permite llevar a cabo siembras escalonadas dado que, en las zonas dedicadas al cultivo, el riesgo de heladas es mínimo. La cantidad de semilla comúnmente utilizada para la variedad Diacol Capiro está entre 1.700 y 1.900 kg/ha. De otra parte, la cantidad de semilla está en función de la densidad y del tamaño promedio de semilla utilizada en cada sitio de siembra (tabla 6).

Tabla 6. Densidad de siembra para el cultivo de la papa

Distancia entre surcos (cm)	Distancia entre plantas (cm)	Sitios de siembra/ha	Peso promedio de semilla (gr)	Cantidad de semilla/ha (Kg)
0,9	0,35	31.746	70	2222
			80	2540
			90	2857
0,9	0,4	27.778	70	1944
			80	2222
			90	2500
0,9	0,45	24.691	70	1728
			80	1975
			90	2222
1	0,35	28.571	70	2000
			80	2286
			90	2571
1	0,4	25.000	70	1750
			80	2000
			90	2250
1	0,45	22.222	70	1556
			80	1778
			90	2000

Fuente: adaptado de Herrera et al. 2000

Capítulo VII

Prácticas culturales

El cultivo de papa de la variedad Diacol Capiro 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, como es el caso de la mayor parte de suelos en Antioquia, se recomienda el surcado en contra de la pendiente, siguiendo curvas a nivel para evitar riesgos de erosión hídrica por el arrastre de suelo por la acción del agua de las lluvias.

A través de la desyerba y el aporque manual, 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; unos 15 días después, se realiza la aporca 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. En la aporca, no se realiza fertilización, pero es frecuente el uso de insecticidas dirigidos a plagas que atacan en la parte subterránea.

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. El control químico es una alternativa de manejo integrado de problemas fitosanitarios. Para lograr una óptima respuesta de esta estrategia de control, se recomienda:

- Decidir la aplicación, basado en monitoreos y niveles de daño.
- Leer las etiquetas siguiendo 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 y de reentrada a los lotes aplicados.

- 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 Diacol Capiro, la madurez comercial se alcanza cuando los tallos principales y el follaje presentan senescencia total. Sin embargo, cuando se hace necesario, como respuesta a la necesidad de disminuir los daños de plagas y enfermedades, en búsqueda de oportunidad de mejores precios en el mercado o para disminuir pérdidas por condiciones ambientales adversas, es posible acelerar el proceso de madurez por diferentes métodos:

- Eliminación mecánica de la parte aérea. La labor se realiza con la ayuda de machete, cortando los tallos a ras de suelo o en alturas hasta 10 cm de la superficie del surco. De esta manera, el tubérculo no recibe más fotoasimilados y pierde la posibilidad de acumular materia seca. La piel del tubérculo se fija aproximadamente en dos a tres semanas después.
- Intoxicación de follaje. Dosis elevadas de algunos compuestos se aplican a la parte aérea del cultivo con el propósito de intoxicar las plantas hacia la etapa de fructificación, lo que induce maduración más rápida del cultivo. Entre los productos más populares están el mancozeb y el boro. El primero, no es recomendado dado el impacto ambiental negativo generado por el fungicida de tipo ditiocarbamato.
- Aplicación de madurantes. En el mercado se encuentran herbicidas debidamente autorizados por el ICA, caso diquat que se aplica en épocas de llenado del tubérculo con el ánimo de disminuir el número de días a cosecha, propiciando un llenado normal de tubérculo.
- Aplicación de herbicida post-emergente de contacto no selectivo. Es una práctica muy popular, aunque no está autorizada, como es el caso de aplicaciones de paraquat, producto que no tiene registro ICA para esta práctica agronómica en el cultivo de papa. El herbicida produce la muerte inmediata del follaje con lo que los tubérculos en el suelo fijarán su epidermis en un lapso entre dos y tres semanas después de su aplicación.

Riego y drenaje

El riego no es una práctica común utilizada en el cultivo de papa en el departamento de Antioquia. Entre las razones que explican esta situación, está la suficiente oferta hídrica de la subregión que se presenta gracias a un régimen pluviométrico favorable, no solo en cantidad sino en frecuencias donde no se presentan deficiencias de agua

para los cultivos y, una topografía ondulada, inclinada y quebrada de la zona que limita en gran medida el establecimiento de sistemas tradicionales de riego como los de aspersión (figura 15).



Figura 15. Riego por aspersión papa variedad Diacol Capiro
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Los excesos de humedad en el suelo no son frecuentes en las explotaciones comerciales de papa en Colombia, dado que la mayoría de cultivos se encuentran en zonas de ladera donde el drenaje natural es adecuado. Sin embargo, en épocas de excesos de lluvias, el drenaje de estos suelos es suficiente.

Fertilización

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. Sin embargo, en los últimos años se han incrementado algunos problemas fitosanitarios como roña de la papa, mortaja blanca, rizoctoniasis y pata negra, entre otras enfermedades, por la aplicación de gallinazas de baja calidad, no compostada, que han aumentado la incidencia y la severidad del daño y contaminado los suelos. 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. 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 la desyerba (primer aporque) (tabla 7). 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 7. Requerimientos nutricionales del cultivo comúnmente utilizados en nuestro medio, 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	150 - 210	300
Fósforo (P205)	40	60 - 70	100
Potasio (K20)	250	350 - 430	600
Magnesio (Mg)	20	30 - 40	60
Azufre (S)	10	20	25

Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario (1992)

De acuerdo con Herrera et al. (2000), las cantidades de nutrientes removidos por el cultivo de papa dependen del rendimiento y de la concentración de nutrientes y ambos varían entre zonas y épocas. La mayor acumulación de NPK se da en los tubérculos; en su orden la extracción es potasio > nitrógeno > calcio > fósforo, aunque en tubérculos la cantidad de calcio es baja. La mayor extracción de nutrientes se presenta entre 50 y 60 días después de siembra, según la variedad y la humedad, es decir, durante la etapa de mayor desarrollo vegetativo y la formación de estolones.

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 un 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. Manganeso, zinc, hierro, cobre, boro y molibdeno.

- Manganeso. 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.

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 2700 y 3100 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 aplicación de fertilización edáfica normalmente responde a dosis basadas en el número de bultos sembrados, con grados comerciales. El enclamiento 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 rendimientos promedio altos y la producción; generalmente, está destinada a mercados especializados o, en menor proporción, a la industria de procesamiento. De acuerdo con el cálculo de costos promedio de producción para el departamento de Antioquia, ésta práctica representa el 25 % de los costos totales, incluyendo la aplicación de fertilizantes compuestos edáficos, correctivos, aminoácidos 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. De acuerdo con Ramírez (2012), en el departamento de Antioquia es común el uso de altas cantidades de materia orgánica compostada, en dosis de 2 a 10 t/ha, como mejorador de la capacidad de intercambio catiónico, aporte de nutrientes, carga microbial y ácidos orgánicos de bajo peso molecular, como competidores con la adsorción de fósforo en el suelo; uso de correctores de la acidez del suelo como cal viva o cal dolomita en dosis entre 2 y 10 t/ha. En cuanto fertilización edáfica NPK, a la siembra se utilizan entre 1000 y 1250 kg/ha de productos comerciales como 10-20-20, 10-30-10, 12-24-12+ menores y 13-26-6. En el aporque o segunda fertilización se usan grados como 15-15-15, 10-20-20-15-9-20 y 17-6-18-2+ menores en las mismas dosis. Con menor frecuencia, algunos agricultores usan 100 % a la siembra con el grado 10-20-20. Los elementos menores

son mezclados con el fertilizante compuesto en la relación 1:4 o 1:5 en el momento de la siembra.

En Antioquia, es común encontrar desbalances nutricionales como N/P por el exceso de nitrógeno, dada la rotación que existe con pastos en los que se aplican unos 50 kg/ha en el sistema de pastoreo. Un nivel excesivo de nitrógeno genera plantas susceptibles al ataque de enfermedades, alta área foliar, bajo desarrollo del sistema de raíces, prolonga el ciclo vegetativo y disminuye el potencial de rendimiento del cultivo. Igualmente, se presentan deficiencias de calcio y magnesio, aun después de realizar encalamientos. Los elementos menores también son deficientes, excepto hierro. En los últimos años, se han hecho 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, 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.

Tabares et al. (2009) evaluaron dosis crecientes de fertilización NKP en la relación 1:2:2 en un suelo de La Unión (Antioquia), así: baja (50 kg/ha), media (1.500 kg/ha) y alta (3.000 kg/ha), encontrando que, a mayor dosis de fertilizante compuesto, mayor era el rendimiento del cultivo de papa Diacol Capiro. Sin embargo, la relación costo/beneficio indicó que la dosis recomendada era hasta 1.500 kg NPK/ha, pues al duplicar esta dosis apenas se incrementó un 22 % la producción sin presentar diferencias estadísticas en la producción de tubérculo comercial. Aplicaciones crecientes de calcio y magnesio no presentaron una respuesta consistente, pero aplicaciones de boro y azufre presentaron respuesta detrimental significativa en el rendimiento por un posible desbalance en la solución nutritiva del suelo por el aporte de microelementos y azufre de la adición de materia orgánica.

Por su parte, Ríos et al. (2010), evaluaron dosis crecientes de fertilización NKP en relación 1:2:2 en un suelo de Santa Rosa de Osos (Antioquia), así: baja (50 kg/ha), media (1.500 kg/ha) y alta (3.000 kg/ha), encontrando que, a mayor dosis de fertilizante compuesto aplicado, mayor era el rendimiento del cultivo de papa Diacol Capiro, especialmente, en tubérculos de tamaño comercial, mayores a 4 cm de diámetro. Igualmente, encontraron que para las interacciones de calcio, magnesio, boro y azufre no se presentó efecto sobre la producción de tubérculo, ya que en la mayoría de los casos solamente se observó un efecto simple por dichos elementos. El calcio respondió positivamente en las dosis crecientes de NPK y logro aumentos de

producción a 1.500 kg NPK/ha, además que disminuyó los tubérculos de rechazo en las tres dosis del fertilizante compuesto NPK; las aplicaciones de boro y magnesio no generaron aumento en el rendimiento de tubérculos comerciales y causaron poco efecto en la producción de tubérculos no comerciales.

De acuerdo con el análisis efectuado por Ramírez (2012), los suelos antioqueños presentan deficiencia severa y generalizada de magnesio, que se encuentra en desequilibrio con calcio. El fósforo presenta diferentes niveles, entre 2 ppm en suelos muy poco intervenidos hasta 120 ppm en suelos de uso intensivo, con una mayor frecuencia de 50 ppm; sin embargo, todos los suelos cultivados presentan respuesta positiva a la aplicación de este elemento. En referencia a potasio, este elemento varía entre 0,01 cmol/kg hasta 0,9 cmol/kg, con una moda de 0,35 cmol/kg.

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. 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 et al. (2000); su control se realiza con prácticas culturales como desyerbas y aporques y con el uso de herbicidas. Los herbicidas de mayor uso son los post-emergentes no selectivos o totales (sistémicos como el glifosato antes de la siembra o de contacto como el paraquat en preemergencia) y los selectivos en pos-emergencia del cultivo (de hoja ancha como el metribuzin y graminicidas como el fluzifop-p-butil). Herrera et al. (2000) menciona los siguientes herbicidas utilizados en el cultivo de la papa: linuron, metribuzin, prometrina, diuron, oxifluorfen y rimsulfuron.

Capítulo VIII

Manejo integrado de plagas y enfermedades

En general, la papa es un cultivo que presenta una gran cantidad de plagas y enfermedades que atacan el tubérculo en el suelo, el follaje y el tubérculo en condiciones de almacenamiento.

Principales plagas

En términos generales, la mayor parte de plagas que afectan la papa hacen referencia a insectos fitopatógenos. Recientemente, se han presentado daños del nemátodo *Globodera pallida*, que se incluye dentro de las plagas de importancia económica. En la tabla 8 se presenta un consolidado de plagas de la papa de acuerdo al reporte de la Guía Ambiental para el Cultivo de la Papa.

Tabla 8. 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>Trhrips 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, durante 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 es allí cuando emite una seda con la que forma un capullo al que se adhieren partículas de tierra y 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 ella, ocurre la metamorfosis hasta el estado adulto, para continuar un nuevo ciclo.

Daños

Las larvas solo 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 16).



Figura 16. Daño en tubérculo por 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 de tubérculo destinado para semilla, sin presencia de insecto vivo.
- Tratamiento de semilla con baculovirus *phthorimaea* en dosis de 2,5 kilos/ton 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 (figura 17).



Figura 17. Control natural de plagas por aves
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

- Uso de trampas provistas de feromona sexual (figura 18) 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.



Figura 18. Trampa de feromona sexual detección polilla guatemalteca
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

- 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.

Pulguilla

Se toma como información reportes 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, durante épocas secas; retrasa el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Descripción y ciclo de vida

El insecto presenta metamorfosis completa. Los adultos son pequeños cucarrones brillantes que 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 10 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.

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 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 los 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, es 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 y 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 instar 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 (figura 19) y dura unos 162,7 días; mide de 50 a 55 mm.



Figura 19. Larva de chisa

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

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.

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 siguiente información:

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 5 instares en unos 270 días; el primer instar miden 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 la pulpa del tubérculo; cuando lo abandona, deja pequeños orificios de forma circular, superficiales o de poca profundidad y limpios, como perdigones (figura 20).



Figura 20. 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 el 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 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 PYVV.

Descripción y ciclo de vida

T. vaporariorum se distribuye ampliamente por diferentes zonas y presenta alta capacidad de dispersión y puede tener más de siete generaciones en un año. Los estados que causan daños se ubican frecuentemente en el envés de las hojas en grupos numerosos (figura 21); 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.



Figura 21. Presencia de mosca blanca en envés de hojas de papa variedad Diacol Capiro
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

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 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.

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.

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 2 y 3 semanas, para posteriormente 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, deteriorando 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 el 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 8 y 10 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 poblaciones del nematodo en 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

La papa Diacol Capiro se caracteriza por ser una variedad muy susceptible al ataque de enfermedades causadas por diferentes agentes fitopatógenos tales como hongos, bacterias, virus, fitoplasmas y otros organismos.

En la tabla 9 se resumen las principales enfermedades que afectan el cultivo:

Tabla 9. Principales enfermedades del 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 ó 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 (PYVV)
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, tizón tardío o lanchar

La enfermedad presenta amplia información de diferentes autores como: Zapata (2000), Herrera (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, tallos aéreos y tubérculos, disminuyendo el rendimiento del cultivo. En Colombia, es el fitopatógeno que mayores costos de control genera para los agricultores, especialmente, en la variedad Diacol Capiro que es un cultivar altamente susceptible y, en particular, en el departamento de Antioquia donde se presentan condiciones altamente favorables para su desarrollo.

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 diferentes formas 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. Como se aprecia en la figura 22, 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.



Figura 22. Daño por gota en variedad Diacol Capiro
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

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. Las condiciones ambientales del departamento de Antioquia son ideales para un rápido desarrollo de la gota. En épocas lluviosas, con temperatura y luminosidad bajas, el ciclo de la enfermedad es corto (de 4 a 6 días); en condiciones normales de precipitación y humedad relativa, la cantidad de inóculo es menor y el ciclo de la enfermedad se alarga (8 a 9 días).

Altas densidades de siembra, riego y encharcamientos favorecen la severidad de *P. infestans*. La variedad Diacol Capiro, por ser altamente susceptible, requiere mayor control en número y frecuencia de aplicaciones de fungicidas curativos.

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 evita 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, camanduleo o espora

En Colombia se han desarrollado 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) y el Instituto Colombiano Agropecuario (2011). A continuación, se presentan los aspectos más destacados sobre la sarna común en el cultivo de papa:

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 esporosoros que se liberan al suelo cuando las agallas maduran y se revientan liberando zoosporas. La maquinaria, vientos fuertes, agua, 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 ataque, en etapas tempranas del cultivo se observan disminuciones del vigor, achaparramientos y amarillamientos. La enfermedad genera dos tipos de daño: uno en tubérculos y otro en raíces. 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 solo se observan en la fase vegetativa del cultivo

(figura 23), después se desintegran y se mezclan con el suelo por lo que no son visibles en el momento de la cosecha.



Figura 23. Camanduleo en papa variedad Diacol Capiro

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Condiciones favorables

- Suelos contaminados por el patógeno
- Suelos pesados, de drenaje deficiente, altamente retenedores de humedad
- Uso de Diacol Capiro que es una variedad susceptible al ataque del patógeno
- 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

Rizoctonia o costra negra de la papa

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

Nombre técnico

Rhizoctonia solani Khün (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 (figura 24).



Figura 24. Tubérculo de papa afectado por *Rhizoctonia solani*
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

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 promueven el desarrollo de la enfermedad.
- Hacer laboreo de acuerdo con 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 eviten encharcamientos.
- No uso 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 Raygrass 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 en siembra y desyerba.
- Uso de *Trichoderma harzianum* en campo, reportado como antagonista para aplicaciones en aporque, previa aplicación de control químico.

Cenicilla o mildew polvoso

La enfermedad ha sido referenciada por autores como Porras et al. (2005) de la cual se destaca:

Nombre técnico

Erysiphe cichoracearum (D.C. ex Merat)

Importancia

Hongo presente en muchas especies vegetales que, para el cultivo de papa en Colombia, se considera ocasional, aunque de importancia económica para la variedad Diacol Capiro.

Diseminación

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

Sintomatología

En ataques fuertes se pueden presentar senescencia y caída de hojas, debilitamiento de la planta con maduración temprana y disminución del rendimiento. Se presenta, generalmente, después de la floración del cultivo con una esporulación que cubre inicialmente el envés de las hojas en forma de masas con apariencia de polvillo de color blanquecino-plomizo que posteriormente se oscurece atacando el haz. Las hojas toman apariencia acartonadas, se necrosan y caen al suelo, dejando solo follaje en la parte superior de los tallos (figura 25).



Figura 25. Ataque fuerte de cenicilla en papa variedad Diacol Capiro

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Condiciones favorables

- La variedad Diacol Capiro es susceptible.
- Épocas secas con alta humedad relativa, en etapa reproductiva del cultivo.

Recomendaciones de manejo integrado

- Revisión del envés de las hojas para verificar la presencia del hongo.
- Control preventivo con aspersiones foliares de azufre.

- Control curativo con fungicidas sistémicos debidamente autorizados por el ICA, bajo las recomendaciones de etiqueta.

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

- La variedad Diacol Capiro es susceptible.
- 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: Crynivirus)

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 (figura 26).



Figura 26. Presencia de PYVV en papa variedad Diacol Capiro

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

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.

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)

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 del mundo y puede llegar a disminuir la producción hasta en 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 eliminación de plantas enfermas.

Virus X de la papa (PVX)

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)

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 folíolos 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 (figura 27).



Figura 27. Exceso de humedad en cultivo de papa Diacol Capiro
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

- 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 tubérculos 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 en 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, 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, las cuales presentan un olor fétido característico. En los tubérculos enfermos, al cortarlos y hacerles una leve presión, se observa un moko 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 Diacol Capiro, se presentan las siguientes recomendaciones de manejo integrado de plagas basadas en lo reportado por Herrera et al. (2000), Federación Colombiana de Productores de Papa (2003), Porras et al. (2005) y el Instituto Colombiano Agropecuario (2011). Igualmente, para el manejo integrado de enfermedades se resume lo reportado por Guerrero (1998), Restrepo (2010) y Porras et al. (2005).

- 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 (figura 28). En zonas marginales bajas se presentan mayores riesgos de ataques fuertes de plagas como mosca blanca y enfermedades como alternaría.



Figura 28. Elección del lote para cultivo de papa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

- 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, preferible 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.
- 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 una 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 de detección, diagnóstico y seguimientos de plagas.
- Riego aplicado en forma sostenible con especial atención a la calidad del agua y 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.
- 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.
- Cosecha oportuna cuando el cultivo llegue a madurez comercial (figura 29) o acudir a prácticas para acelerar la maduración, cuando se determine un nivel de ataque de plagas y enfermedades en tubérculo.



Figura 29. Lote de papa en maduración comercial

Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

- 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 variedad Diacol Capiro 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.

La recolección manual se realiza con azadón, que es el implemento tradicional utilizado en la mayor parte de las zonas (figura 30). Con este instrumento, 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.



Figura 30. Cosecha manual papa variedad Diacol Capiro
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

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 31).



Figura 31. Cosecha de papa variedad Diacol Capiro en bloque
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, rajadas o que presenten deformaciones. Los tubérculos de desecho son ampliamente usados en la alimentación de ganado vacuno. Por su parte, la clasificación se refiere a separar los tubérculos por tamaño o por peso promedio, Las denominaciones comunes utilizadas para clasificar el tubérculo de papa en Antioquia se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Clasificación comercial de la papa variedad Diacol Capiro

Denominación técnica	Denominación comercial	Peso promedio del tubérculo (g)
Primera	Tronco	Más de 120
Segunda	Revoltura	80 a 120
Tercera	Semilla	50 a 80
Cuarta	Menuda	Menos de 50

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 en sacos nuevos de fibra de polipropileno de 62,5 kg de capacidad (5 arrobas), 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 de polipropileno y se levanta del suelo para ser llevado a vehículos tipo camión o en tractores que es lo más común en este departamento. A partir de 2014 se ha venido implementando el uso de sacos de 50 kg de capacidad, con lo que se unifica el sistema de empaques de papa en el país.

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 tubérculo de papa de la variedad Diacol Capiro es apropiado para procesos de limpieza tales como lavado y secado que es una de las prácticas más comunes que se realizan en el departamento de Antioquia (figura 32). Esta labor se adelanta en finca del agricultor o en centros de lavado y secado que prestan este servicio en municipios como La Unión, La Ceja, Rionegro y Medellín.



Figura 32. Diacol Capiro sin lavar y lavada
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 algunas semanas, buscando regular la oferta de materia prima en épocas de escasez y altos precios. Durante este tiempo, el tubérculo sufre una lenta deshidratación, las heridas superficiales suberizan y no se verdea si se almacena bajo condiciones de alta humedad relativa y oscuridad. Durante este tiempo, el tubérculo sufre un proceso denominado reacondicionamiento, cuando hay reconversión de azúcares y almidón.

En temperaturas 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 tubérculo 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.

Calidad para consumo fresco

Para cumplir con los requisitos de calidad exigidos por nichos de mercado especializados, en el departamento de Antioquia el lavado es una práctica generalizada para el mercado de la variedad Diacol Capiro.

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.

Calidad industrial

Se estima que aproximadamente el 4 % de la producción nacional de papa es demandada por la industria (Villarreal 2010). Diacol Capiro es la principal variedad utilizada en la industria nacional de procesamiento, en razón a que cumple condiciones ideales de una materia prima de excelente calidad: azúcares reductores bajos y alta materia seca. Bajos

contenidos de azúcares reductores evitan el pardeamiento enzimático y la aparición de sabores desagradables de las hojuelas (figura 33).



Figura 33. Hojuelas de papa variedad Diacol Capiro
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Cuando los azúcares reductores superan el 0,1 %, la hojuela presenta coloración oscura o el denominado "quemado", caramelización y enlización 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.

Por su parte, un alto contenido de materia seca, superior al 21 %, impide la absorción de aceite en el freído del producto, tanto en hojuelas como en bastones (figura 34). Los bajos niveles de sólidos totales generan un producto de mala calidad que queda con textura corchosa y no es crocante cuando se enfría.



Figura 34. Papa a la francesa
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez



Adicionalmente, la industria exige forma y tamaño adecuados: el tubérculo más grande, 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 la elaboración de hojuelas o "chips". 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, en el sur del departamento de Nariño y en algunas localidades de Antioquia, especialmente, en la zona norte, con el ánimo de garantizar calidad, seguridad y estabilidad en la oferta de su materia prima.

Se destaca el uso de semilla certificada y, en los últimos dos años, la suscripción de pólizas de seguro ante riesgo climático que ampara heladas, sequía, excesos de humedad, encharcamiento, vientos fuertes, granizo y remoción en masa.

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 en 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 se 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 uno a dos kilogramos. Para la papa tipo chips, las bolsas se disponen en estantes o góndolas.

Uno de los principales mercados de la papa producida en Antioquia es la costa Atlántica, donde hay una amplia demanda de la variedad Diacol Capiro. Por su parte, el tubérculo es comercializado en mercados tradicionales como el centro de acopio del municipio de La Unión (figura 36).



Figura 36. Centro de acopio de la papa; La Unión, Antioquia
Fuente: Pedro David Porras Rodríguez

Mercado internacional. El principal destino de la papa colombiana por años fue Venezuela, donde la variedad Diacol Capiro llegaba a la frontera en empaque nacional y, una vez en el vecino país, se re-empacaba. En la actualidad, solo se reportan algunas pequeñas exportaciones de papa tipo chips.

Costos de producción

Los costos de producción representan los pagos efectuados por el productor por el uso de los factores productivos (tierra, trabajo, capital, tecnología y administración). La información reportada corresponde a costos modales promedio por hectárea y por kilogramo producido de Diacol Capiro para consumo fresco en el departamento de Antioquia para el segundo semestre de 2013 (tabla 11).

Tabla 11. Costos promedio de producción por hectárea de papa variedad Diacol Capiro (Capira) para el departamento de Antioquia; semestre B 2013

Ítem	Calidad, producto o tipo	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)	Particip. (%)
Costos directos						
Insumos						
Semilla	Tradicional	kg	2000	990	1.980.000	13,9
Semilla					1.980.000	13,9
Enmiendas, abonos y fertilizantes						
Enmiendas	Cal dolomita	Bulto de	30	10.284	308.520	2,2
Abonos	Gallinaza	50 kg	40	11.282	451.260	3,2
Fertilizantes						
Edáficos	10-20-20	Bulto de	20	70.750	1.415.000	9,9
Edáficos	15-15-15	50 kg	20	63.250	1.265.000	8,9
Foliar	Boro	kg	3	11.815	35.445	0,2
	Aminoácidos y elementos menores	Litro	3	29.150	87.450	0,6
Enmiendas, abonos y fertilizantes					3.562.675	25
Plaguicidas, coadyuvantes y madurantes						
Herbicidas					74.950	0,5
Insecticidas y control de plagas					243.907	1,7
Fungicidas					1.306.496	9,2
Coadyuvantes					93.450	0,7
Plaguicidas y coadyuvantes					1.718.803	12
Empaques de polipropileno (62 kg)		Saco	310	850	263.500	1,8
Empaques de polipropileno (62 kg) de segunda		Saco	90	200	18.000	0,1
Empaques					281.500	2
Insumos					7.542.978	52,8
Maquinaria y equipos						

Continúa...

Continuación

Preparación de suelo con arado de disco	Hora máquina	9	35.000	315.000	2,2
Pulida con arado rotatorio	Hora máquina	9	35.000	315.000	2,2
Maquinaria y equipos				630.000	4,4
Surcada	Jornal	6	25.000	150.000	1,1
Siembra y aplicación de abono y enmienda	Jornal	12	25.000	300.000	2,1
Aplicación Plaguicidas y coadyuvantes	Jornal	25	25.000	625.000	4,4
Mano de obra					
Acarreo de insumos	Jornal	3	25.000	75.000	0,5
Aplicación de fertilizantes químicos	Jornal	10	25.000	250.000	1,8
Desyerba y aporque	Jornal	16	25.000	400.000	2,8
Cosecha, recolección, lavado, clasificación, empaque, pesaje bodegaje, cargue y descargue	Carga	250	7.000	1.750.000	12,3
Mano de obra				3.550.000	24,9
Transporte					
De insumos	Global			1.500	0
De tubérculo al mercado	Carga	250	1.500	375.000	2,6
Acarreo tubérculo no comercial	Carga	60	1.500	90.000	0,6
Transporte				466.500	3,3
Costos directos				12.189.478	85,4
Costos indirectos					
Arrendamiento tierra por cosecha	ha	1	1.000.000	1.000.000	7
Administración	Sobrecostos directos	%	5	609.474	4,3
Depreciación					
Construcciones transitorias y equipos	Sobrecostos directos	%	1	121.895	0,9
Costo capital	Costos directos 5% anual por 7 meses			355.526	2,5
Costos Indirectos				2.086.895	14,6
Costos de producción				14.276.373	100
Rendimiento total kg		20.000			
Rendimiento en papa comercial kg		17.360			
Costo unitario \$		822			

Fuente: Fedepapa, Secretaría Técnica del Consejo Nacional de la Papa y Secretaría Técnica Comité Regional de la Papa, departamento de Antioquia, 2014.

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, Instituto Colombiano Agropecuario. 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: I taller nacional sobre suelos, fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa. Bogotá, Colombia.
- Estrada N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. La Paz: Plural Editores.
- Federación Colombiana de Productores de Papa. 2003. Recopilación de estudios sobre polilla guatemalteca de la papa. Departamento Técnico. Bogotá: Fedepapa.
- García C. 2010. Comportamiento y manejo de enfermedades en papa. La Gota. En: Papas colombianas, 3.a ed. Bogotá: Comhinpu. pp.142-143.
- 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.
- 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 L, Ramírez J. 1999. Manejo postcosecha y comercialización de papa (*Solanum tuberosum* L.). Armenia: SENA.
- Gómez M. I. 2012. Absorción, extracción y manejo nutricional del cultivo. Revista Papa (26):20-25.
- 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.
- Guerrero O. 2004. Patógenos del suelo en el cultivo de la papa. En: Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa. Memorias del Primer 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.
- Guzmán W, Villamil H, Nieves N; Acevedo J. 2010. Calidad de las semillas de papa e impacto de la utilización en el sistema productivo en Colombia. En: Primer Curso de Actualización en el Cultivo de la Papa. Bogotá, Colombia.
- Herrera C, Fierro LH, Moreno JD. 2000. Manejo integrado del cultivo de la papa. Manual Técnico. Bogotá: Corpoica.
- Instituto Colombiano Agropecuario. 1992. Fertilización en diferentes cultivos. Quinta aproximación. Manual de Asistencia Técnica N.o 25. Bogotá: ICA.
- 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.
- Mejía T. 2004. Análisis químico y nutricional de tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.), *Parda Pastusa*, *Diacol Capiro* (R-12) y *Papa Criolla* (*Solanum phureja*), cultivadas en Colombia [trabajo de grado]. [Bogotá]: Pontificia Universidad Javeriana.
- Federación Colombiana de Productores de Papa, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2004. Guía ambiental para el cultivo de la papa. Bogotá: Fedepapa.
- Ñúñez C. 2011. Variedades colombianas de papa. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia [consultado 2014 jun] <http://www.papaunc.com/catalogo.shtml>.
- 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.
- Ramírez F. 2012. En Antioquia fertilización a la carta. *Revista Papa*. (26):26-29.

- Restrepo S. 2010. Enfermedades foliares de papa y su manejo. En: Primer Curso de Actualización en el Cultivo de la Papa. Bogotá, Colombia.
- Ríos J, Jaramillo S, González L, Cotes J. 2010. Determinación del Efecto de Diferentes Niveles de Fertilización en Papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) Diacol Capiro en un suelo con propiedades ándicas de Santa Rosa de Osos, Colombia. *Rev Fac Nac Agron.* 63(1):5225-5237.
- 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.
- Tabares E, Jaramillo S, González L, Cotes J. 2009. Respuesta de la papa (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) variedad Diacol Capiro a la fertilización en un andisol del oriente antioqueño, Colombia. *Rev Fac Nac Agron.* 62(2):5099-5110.
- Torrado EE. 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, Fund. Cosmoagro.
- Valbuena R, Bolaños A, Zapata J, Almanza P, Porras P. 2010. Escalas fenológicas de las variedades de papa Parda Pastusa, Diacol Capiro y Criolla "Yema de Huevo" en las zonas productoras de Cundinamarca, Boyacá, Nariño y Antioquia. Bogotá: Corpoica.
- Zapata JL. 2000. Orientación para el manejo y control de *Phytophthora* infestans. En: *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.

Glosario

Aporca. Nombre común del aporque en el departamento de Antioquia. 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.

Instar o instar 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, anatómico 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.

