

CAPITULO 4

Manejo de Plagas Según las Etapas de Desarrollo del Cultivo de Papa Diploide (*Solanum phureja* Juz. et Buk.)

Eduardo María Espitia Malagón¹, Nubia Liliana Cely Pardo¹,
Nancy del Carmen Barreto Triana¹, Pedro David Porras Rodríguez²

Resumen

Las plagas afectan la papa diploide (*Solanum phureja* Juz. et Buk.) en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo y en la poscosecha del tubérculo. Por esto se propuso evaluar los posibles ataques de plagas desde la preparación del suelo y durante el ciclo vegetativo, planteando estrategias de manejo. Para el tiroteador y las chisas se recomiendan seguimientos de adultos en las semanas previas a la siembra, hasta el inicio de floración. En la siembra se debe contar con semilla libre de plagas, factor que contribuye al buen desarrollo de la nueva planta. Desde la emergencia del cultivo, el monitoreo permanente es indispensable para detectar oportunamente la aparición de plagas en el follaje, especialmente pulguilla y tostón, así como otras plagas. En esta fase inicial de cultivo se debe vigilar la entrada de adultos de tiroteador y gusano blanco por los bordes de los lotes. Las polillas de la papa se deben detectar oportunamente para lo cual es posible usar trampas con feromona sexual. El aporque oportuno, y que cubra completamente los tubérculos en formación, permitirá que éstos estén protegidos adecuadamente del ataque de las larvas de polillas. Buenos drenajes se deben mantener para evitar el daño por babosas. Un monitoreo a los tubérculos en formación permitirá detectar focos de ataques de polillas, tiroteador o de chisas. El tubérculo se debe seleccionar cuidadosamente si se utiliza como semilla. En todas las medidas de control se deben aplicar criterios de Manejo Integrado del Cultivo para mantener la fitosanidad en beneficio de los productores y los consumidores.

Palabras Clave: insectos dañinos, medidas fitosanitarias, métodos de control, prácticas agrícolas.

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca-Colombia.

² Ingeniero Agrónomo, Consultor Particular.



Abstract

Pests affect diploid potato (*Solanum phureja* Juz. et. Buk.) in the different stages of crop development and in post-harvest of the tuber. For this reason, it was proposed to evaluate possible pest attacks from soil preparation and during the vegetative cycle, proposing management strategies. For whitefringed beetle and white grub, monitoring of adults is recommended in the weeks prior to sowing, until the beginning of flowering. In sowing, pest-free seed must be available, a factor that contributes to good development of the new plant. From emergence of the crop, permanent monitoring is essential to promptly detect the appearance of pests in the foliage, especially flea beetles and leafminer fly, as well as other pests. In this initial phase of cultivation, the entry of whitefringed beetle and weevil adults through the edges of the lots should be monitored. Potato moths must be detected early, for which it is possible to use sex pheromone traps. The timely hilling, and that it completely covers the tubers in formation, will allow them to be adequately protected from the attack of moth larvae. Good drainage must be maintained to prevent slug damage. A monitoring of tubers in formation will allow to detect foci of attacks by moths, whitefringed beetle or white grub. Tuber must be carefully selected if used as seed. In all control measures, Integrated Crop Management criteria must be applied to maintain phytosanitary conditions for the benefit of producers and consumers.

Keywords: harmful insects, phytosanitary measures, control methods, agricultural practices.

Introducción

Las plagas que afectan el cultivo de la papa diploide producen daños de impacto variable, desde muy bajos e imperceptibles hasta muy altos, que afectan el rendimiento y la calidad en términos económicos para los agricultores. Mientras que las plagas que no generan daños económicos suelen pasar desapercibidas, las más perjudiciales requieren de mayor atención e implementación de medidas de control.



Existen diferentes enfoques para abordar las plagas: el Manejo Integrado de Plagas - MIP (dirigido a problemas fitosanitarios), el Manejo Integrado del Cultivo [MIC] (que involucra sus diversos componentes) y las Buenas Prácticas Agrícolas [BPA] (que incorporan, además, la inocuidad del producto cosechado, la salud del productor (con atención al trabajador) y del consumidor, y la preservación del medio ambiente). Los tres enfoques están muy relacionados y permiten manejar integralmente las plagas de forma que haya menor impacto de las diferentes prácticas sobre el ambiente, la salud de los trabajadores y principalmente la obtención de cosechas de buena calidad, medida en términos de inocuidad, es decir tubérculos sin residuos de plaguicidas.

Por su amplitud, el enfoque BPA es el más integrador y para esto, tanto el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como la Federación Colombiana de Productores de Papa (Fedepapa), han propuesto una serie de prácticas que permiten valorar aspectos administrativos, impacto ambiental, MIC (uso de semillas, fertilización, manejo de suelos y agua, labores culturales, plagas, enfermedades y malezas, manejo de plaguicidas), cosecha, poscosecha, mercadeo y aspectos sociales (Fedepapa et al., 2008; Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2011).

Por consiguiente, se propuso evaluar los posibles ataques de plagas desde la preparación del suelo y durante el ciclo vegetativo, planteando estrategias de manejo y abordando de manera integral la ocurrencia, los hábitos y el manejo de las siguientes especies plaga: el gusano blanco *Premnotrypes vorax* (Hustache) y el tiroteador *Naupactus* sp. (Coleoptera: Curculionidae); las polillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae) incluyendo la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolný 1973) y la palomilla de la papa también conocida como “torimea” o “tomineja” *Phthorimaea operculella* (Zeller 1873); las chisas (Coleoptera: Melolonthidae) también llamadas mojoyoy o morrongo, incluyendo las especies *Ancognatha scarabaeoides* Erichson 1847, *Phyllophaga obsoleta* Blanchard y *Clavipalpus ursinus* Blanchard; los trozadores (Lepidoptera: Noctuidae), con las especies *Agrotis ipsilon* y *Feltia* sp.; el nematodo quiste o nematodo blanco *Glodobera pallida* (Stone) Beherens (Tylenchida: Heteroderidae); la mosca blanca



de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae); el tostón, minador o entretelado *Liriomyza* spp. (Diptera: Agromyzidae); los áfidos o pulgones *Myzus persicae* (Sulzer) y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas 1878) (Hemiptera: Aphididae); la pulguilla *Epitrix* sp. (Coleoptera: Chrysomelidae); el gusano alambre *Agriotes* sp. (Coleoptera: Elateridae); y las babosas *Deroceras reticulatum* (Müller), *Limax marginatus* (Müller), *Milax gagates* (Draparnaud), *Vaginulus* spp. (Gastropoda: Stylommatophora: Limacidae y Veronicelidae).

Estos organismos, en su mayoría insectos, se presentan en diferentes etapas del cultivo, y están favorecidos tanto por las condiciones ambientales como también por el manejo agronómico que se implemente. Esta combinación de efectos determina los niveles de daño y las correspondientes pérdidas producidas en el cultivo.

Metodología

La literatura relacionada con investigación, desarrollo, extensión y transferencia en papa diploide afín a plagas, generada por diferentes fuentes públicas y privadas en Colombia, se revisó y se analizó la importancia de cada tema más su pertinencia para la publicación.

Las principales plagas en cultivo y poscosecha que afectan la papa diploide o criolla se identificaron para priorizar las de mayor impacto económico. Además, el estado del arte sobre la biología y las estrategias de manejo y control se revisó para consolidar información útil y actualizada.

Así mismo, se concertó una presentación novedosa e integral para el capítulo, diferente a la oferta tecnológica tradicional que describe cada plaga, su biología, hábitos y manejo de forma separada. Para ello, se decidió mostrar cada plaga relacionándola con tres fases, así:

- Primera, previa a la siembra.
- Segunda, durante el desarrollo fenológico del cultivo de la papa criolla, con base al estudio realizado por Valbuena et al. (2010).
- Tercera, en la poscosecha.



Y en cada fase se analizaron las estrategias de manejo y control fitosanitario.

Análisis Primera Fase

Preparación del Suelo para la Siembra

La decisión de siembra del tubérculo semilla abarca aspectos de diagnóstico sanitario tanto de la zona como del predio a cultivar. Para tal fin, es necesario hacer un recorrido en la localidad donde se desea establecer el cultivo, con el ánimo de evaluar factores de riesgo asociados a insectos dañinos presentes en lotes vecinos o reportados por los agricultores en cosechas anteriores.

Teniendo en cuenta que las estrategias de Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE) se aplican para que los niveles de organismos dañinos en los cultivos no causen daño económico, la prevención es una de las principales herramientas y las prácticas culturales pueden generar algunas condiciones adversas para las plagas. La planificación e implementación de estas prácticas culturales se deben definir para cada localidad según la ocurrencia de gusano blanco de la papa, tiroteador, polillas de la papa, chisas, trozadores, nematodos y babosas, entre otras. Así mismo, se reportan prácticas como el establecimiento de trampas e inspecciones que permiten confirmar su presencia y ubicar fuentes de infestación.

A nivel de lote, es necesario conocer su historial de uso, en particular, el tiempo entre la última cosecha de papa y la nueva siembra. Si antes del cultivo se han establecido barbechos, descansos prolongados en pastoreo o cultivos diferentes a solanáceas, éstos pueden representar un menor riesgo de encontrar plagas que puedan llegar a atacar el cultivo. En contraste, si el cultivo inmediatamente anterior fue papa, se genera un mayor riesgo de presencia de las plagas, gracias al refugio y al alimento que se encuentra aún enterrado, y a la aparición de toyas³. En caso de presentarse esta última situación, con restos de una

³ Toyas son plantas espontáneas de papa que aparecen en un cultivo, pero no corresponden a las semillas de ese cultivo sino a tubérculos de la cosecha anterior que dan lugar a nuevas plantas.



cosecha que tuvo ataque de plagas y enfermedades, se recomienda hacer una exhaustiva recolección de esos residuos o abstenerse de una nueva siembra de papa, posponerla o hacer rotación de cultivos.

El tiroteador es una de las plagas clave en la fase de preparación para la siembra. Es un insecto coleóptero que tiene metamorfosis completa y sus cuatro estados de desarrollo transcurren en un ciclo de vida que dura, en un promedio, 319 días, bajo condiciones controladas en la Sabana de Bogotá (Colombia). La actividad de los adultos (que darán lugar a las larvas que dañan la cosecha) comienza en el lote incluso semanas antes de la siembra (Garza, 2006). Es un insecto polífago⁴ que ataca plantas de cultivo como la papa, las hortalizas y las gramíneas (Rodríguez y Espitia, 2006). Algunos estados biológicos de este insecto tienen similitudes con el gusano blanco, tanto en su aspecto, como en su comportamiento.

Las posturas (Figura 4.1) se pueden encontrar en grupos protegidos en restos de tallos secos de gramíneas. Las larvas (Figura 4.1) son de tipo curculioniforme⁵ y su apariencia es muy similar a la del gusano blanco, diferenciándose de ésta en que la del tiroteador carece de cápsula cefálica y en cambio tiene las mandíbulas muy desarrolladas. Las larvas no crecen dentro de los tubérculos, sino que tienen vida libre en el suelo, por lo cual pueden dañar diferentes tubérculos. El adulto (Figura 4.1), al igual que el de gusano blanco, tiene actividad nocturna; se alimenta de los folíolos de la planta de papa y produce en el borde de ellos un daño por mordeduras en forma de medialuna (Figura 4.2).

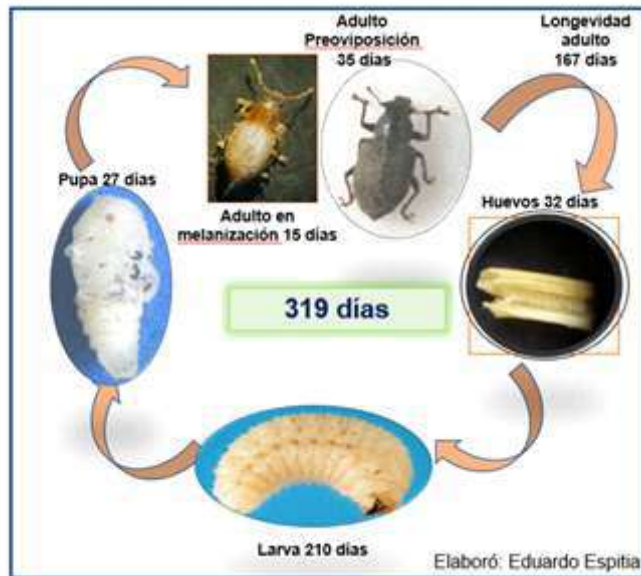
⁴ Insecto polífago es aquel que consume una gran variedad de alimentos.

⁵ Curculioniforme es un tipo de larva ápoda, de aspecto robusto y generalmente curvada, cabeza bien diferenciada y quitinizada, característica de las familias Curculionidae, Bruchidae y de algunas otras familias del orden Coléoptera.



Figura 4.1

Ciclo de vida de tiroteador (*Naupactus sp.*)



Nota. Elaborado por Eduardo Espitia y fotografías tomadas por Maria V. Zuluaga y Jennifer Garza.

Figura 4.2

Daño tiroteador en follaje de plantas de papa



Nota. Fotografía tomada por Jennifer Garza

Si se realizan siembras consecutivas de papa, la recolección de residuos de cosecha (tubérculos de descarte) se constituye en la principal práctica de manejo. La preparación del lote y la remoción del suelo (aradas y pulidas), permite exponer diferentes estados biológicos de las plagas como huevos, larvas y pupas, que son



afectados por la radicación solar, la deshidratación o el consumo por aves. Esta labor permite, además, desenterrar tubérculos y facilita su recolección para evitar que continúen su brotación como toyas y sean refugio y alimento para gusano blanco, tiroteador y polillas de la papa, disminuyendo así las poblaciones iniciales de estas plagas. La exposición de chisas y larvas de gusano alambre o espartillo, con el volteo de los suelos, es una importante estrategia para su manejo (Castellón, 2011; Sánchez et al., 2000).

Esta práctica también contribuye al manejo de los nematodos para mantenerlos en niveles de población tan bajos que hacen imperceptible su daño (Smith et al., 1997) dado que éstos se encuentran en la capa arable del suelo (hasta 15 cm de profundidad) y que las condiciones ambientales de temperatura y humedad, además de la aireación del suelo pueden afectar su supervivencia y movimiento (Evans, 1968).

En esta etapa es importante detectar la presencia de adultos de polilla guatemalteca, mediante el uso de trampas con feromona sexual, que se describe más adelante. Desde el inicio del cultivo (preparación del terreno) se recomienda colocar 4 trampas/ha en los bordes del lote y realizar conteo de adultos capturados semanalmente. Esto permitirá establecer oportunamente la presencia del insecto, identificar posibles fuentes de infestación (papa almacenada, toyas o residuos de cosecha en lotes aledaños, cultivos de papa cercanos en estado de floración o llenado de tubérculos) y así tomar medidas preventivas eficientes.

La rotación de cultivos es muy favorable para el manejo de plagas monófagas⁶ como el gusano blanco o la polilla guatemalteca. Pero no lo es tanto para plagas polífagas como las chisas o el tiroteador. A diferencia del gusano blanco, el tiroteador es un insecto polífago, para el cual se ha confirmado su acción sobre las especies arvenses y cultivadas como: pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinum*), lengüilla (*Rumex acetocella*), haba (*Vicia faba*), trigo (*Triticum aestivum*), arveja (*Pisum sativum*), maíz (*Zea mays*) y avena (*Avena sativa*) (Rodríguez y Espitia, 2006).

⁶ Plagas que se alimentan de un solo tipo de alimento.



Las arvenses, además de competir con el cultivo por recursos como nutrientes, agua, luz y espacio, pueden ser hospederos alternos tanto de plagas como de enfermedades. Por esta razón, en el manejo integrado de las plagas, la eliminación de estas plantas en presiembra, se convierte en una práctica muy adecuada para el futuro cultivo de la papa. Antes de la siembra es conveniente realizar un control de las arvenses clave: las que son hospederos alternos del tiroteador; y las que son hospederos de la mosca blanca de los invernaderos: lengua de vaca (*Rumex crispus*), corazón herido (*Polygonum nepalense*), barbasco (*Polygonum segetum*), vinca o cortejo (*Catharanthus roseus*), ruda amarilla (*Ruta graveolens perenne*), diente de león (*Taraxacum officinale*), llantén (*Plantago major*), batatilla (*Ipomoea purpurea*), cenizo (*Chenopodium* sp.) y ortiga (*Urtica* sp.), entre otras, y a su vez, del virus del amarillamiento de las venas (PYV) (ICA, 2020a). El manejo de la mosca blanca es determinante para reducir la transmisión horizontal, del virus, la cual se suma a la transmisión vertical, a través del tubérculo-semilla (Salazar et al., 2000). Así mismo, la yerba mora (*Solanum nigrum*) y malva (*Malva* spp.) que son hospederas alternas de áfidos o pulgones transmisores de virus.

Debido principalmente a su largo ciclo de vida y a la sincronía con factores climáticos como las lluvias, las chisas son una importante plaga por considerar desde la etapa de preparación. Estos insectos tienen una amplia distribución en las zonas paperas, pero han suscitado especial atención en los Departamentos de Antioquia y Nariño.

Las chisas son un complejo de especies de escarabajos de la familia *Melolonthidae*. En cada región puede variar el número de especies presentes por lo cual se requiere identificar cuáles de ellas están presentes a nivel local. Según las especies presentes pueden variar las épocas del año en que representan riesgo, la duración de sus ciclos de vida y por ende las medidas de control. Aspectos detallados sobre las chisas más importantes en papa, su descripción, diferenciación, identificación de géneros (a nivel de larvas) y características



diferenciales relacionadas con el manejo se pueden encontrar en Sánchez et al. (2000). Aquí se resaltan las más importantes por los daños ocasionados en el cultivo de papa reportados en el país.

En las zonas productoras en Colombia, las especies que más se han reportado son: *Ancognatha scarabaeoides* Burmeister, *A. ustulata* (Burmeister), *A. vulgaris* Arrow, *Phyllophaga obsoleta* Blanchard y *Clavipalpus ursinus* Blanchard (Sánchez et al., 2000). Los ciclos de vida de varias de las especies corresponden a las condiciones climáticas: los adultos aparecen con la llegada de las lluvias.

Los adultos hembras se valen de sus cuerpos robustos, para penetrar el suelo buscando un sitio para la oviposición (Sánchez et al., 2000). Las larvas recién nacidas tienden a ser de color blanco traslúcido y poseen largas setas; tienen forma de C. Pasan por tres instares a lo largo de los cuales mantienen la forma del cuerpo, aumentando su tamaño y especialmente el del abdomen.

Pueden llegar a medir hasta 50 mm. Tienen patas torácicas largas, y la cápsula cefálica y las mandíbulas, fuertemente esclerotizadas. Los patrones de la disposición de setas y ganchos en su parte anal, son usados para diferenciar entre géneros de este grupo de insectos (Sánchez et al., 2000). Las larvas tienen vida libre y es en este estado en el que pueden causar daño a los tubérculos de papa. Al completar su máximo crecimiento dejan de alimentarse, se profundizan en el suelo, forman una cámara pupal en el cual se transforman en pupa. La pupa es de tipo exarata⁷ (Figura 4.3) y deja ver la disposición que tendrán algunas partes del futuro adulto. Los estados inmaduros que permanecen en el suelo pueden quedar expuestos cuando se hace volteo de éste.

⁷ Exarata es un tipo de pupa en la cual los apéndices no están adheridos al cuerpo pupal. Pueden observarse en algunos de los insectos del orden Coleóptera, Himenóptera y Neuróptera.



Figura 4.3

Ciclo de las chisas (*Ancognatha scarabaeoides*)



Nota. Fotografías tomadas por Martha Londoño, Carolina Díaz y Yuly Sandoval

La diferenciación de especies también se hace evidente en el estado adulto: *A. scarabaeoides* tiene una longitud promedio de 2,5 cm y son de color negro brillante; *A. ustulata* y *A. vulgaris* tienen la misma longitud, pero su coloración es amarillo opaco con manchas negras sobre el protórax⁸ y los élitros⁹. *P. obsoleta* son de color amarillo opaco con el pronoto¹⁰ de color marrón y miden 1,8 cm (Sánchez et al., 2000). Hay un marcado dimorfismo sexual, que se evidencia, en general, con el abdomen de las hembras más desarrollado y con las patas anteriores de los machos adaptadas para agarrar.

Los huevos tienen un período de incubación aproximado de 30 días. Las larvas duran varios meses, por lo que en el caso del cultivo de la papa diploide pueden atacar tubérculos siempre que ellos estén en el suelo. Después de la cosecha, la fase de pupa dura algunos meses más y así el insecto completa un ciclo de vida, que puede ser anual, hasta la llegada de las siguientes lluvias.

⁸Protórax es la porción anterior (hacia la cabeza) del tórax de los insectos.

⁹Élitro es la estructura de protección del cuerpo de los insectos, ubicadas en el tórax. Anatómicamente corresponden a las alas anteriores modificadas en estructuras fuertemente quitinizadas.

¹⁰Pronoto es la zona posterior a la cabeza y la más visible del tórax de un coleóptero.



Los adultos emergen del suelo y buscan actividad para alimentarse y copular principalmente en horas de la noche. Son especialmente atraídos por la luz negra y la amarilla, por lo cual son utilizadas trampas para su captura (descritas más adelante en el apartado uso de trampas). En el cultivo de la papa, los adultos pueden llegar a consumir follaje, sin alcanzar un umbral de daño económico. En altitudes superiores a 2.500 msnm la especie más predominante es *Clavipalpus pos ursinus* (Sánchez et al., 2000).

La larva es el estado que causa el daño directo en los tubérculos, produciéndoles mordeduras amplias en la superficie que dejan expuesta la carne del tubérculo a manera de raspado. Al ser insectos polípagos, la papa no es su alimento preferido y pueden alimentarse de las arvenses presentes en el lote.

Las chisas tienen enemigos naturales entre los que se destacan el hongo *Metharizium anisoplie* y la bacteria *Bacillus popilliae* (Sánchez et al., 2000).

Estrategias de Manejo de Plagas en la Preparación para la Siembra. Se recomienda realizar las siguientes actividades:

- Revisar el historial del lote y de lotes vecinos con respecto a la incidencia de plagas. Esto permite implementar adecuadamente las medidas de manejo.
- Hacer volteo del suelo durante el laboreo con el fin de exponer los estados inmaduros (huevos, larvas o pupas) de plagas presentes como gusanos blancos, chisas, polilla, pulguilla y babosas. De esta manera los individuos quedarán expuestos a elementos climáticos como radiación directa del sol, lluvia y viento; así como a la acción de enemigos naturales especialmente aves.
- Si en la preparación y laboreo del suelo se encuentran individuos afectados por enemigos naturales (larvas de chisas o de gusanos blancos afectados por entomopatógenos, por ejemplo) se debe evitar al máximo la aplicación de fungicidas sobre ellos y procurar hacer labranza de conservación (López-Ávila y Espitia-Malagón, 2000; Sánchez et al., 2000).



- Iniciar el seguimiento de las plagas como chisas y tiroteador mediante el uso de las trampas descritas en este capítulo.
- En áreas húmedas o para épocas de mayor precipitación, realizar preparación profunda que permita hacer surcos más altos.

Siembra

Para el establecimiento del cultivo el productor debe decidir cuál variedad emplear. Esta elección no afecta directamente el manejo fitosanitario del cultivo de papa diploide pues no se ha reportado que exista resistencia a plagas en las variedades registradas en Colombia. Sin embargo, las diferencias en rendimiento y otras bondades agronómicas, pueden compensar de manera diferencial las pérdidas atribuidas a daños de plagas. En Colombia se encuentran registradas ante el ICA, 13 variedades de papa diploide amarilla redonda (ICA, 2020b) que, aunque no reportan resistencia a plagas, sí tienen diferencias en sus rendimientos.

Diversos estudios confirman la susceptibilidad del cultivo de papa diploide a algunos insectos plaga. Cely et al. (2014), Eraso y Echevarría (1998) y Cañon (1999) al evaluar variedades de papa comercial sembradas en Colombia (tanto *S. tuberosum* subsp. *andigena* como *S. phureja*) afirman que estos materiales no exhiben resistencia o tolerancia a la polilla guatemalteca y en cambio resaltan que la papa diploide es de las más susceptibles al ataque del insecto. Igualmente, Bonilla y Pérez (2010), encontraron que la variedad Criolla Colombia es una variedad altamente susceptible al ataque de gusano blanco y relacionan esta característica con el color claro, textura blanda y su alto contenido de azúcares de los tubérculos. La papa diploide en Colombia es altamente susceptible al nematodo quiste *Globodera pallida* (Arciniegas et al., 2012; Vallejo et al., 2021). Así mismo, Arciniegas (2003) evidencia que la papa diploide es uno de los cultivares más susceptibles al virus PVV, por lo que se hace necesario el control de su vector, la mosca blanca de los invernaderos.

La calidad de la semilla es decisiva para alcanzar una óptima productividad. Los tubérculos destinados para semilla deben provenir de cultivos sanos (libres de virus y enfermedades), vigorosos y productivos. La selección es un



proceso determinante para descartar los tubérculos con daños o con presencia de insectos vivos, especialmente larvas de polillas o de gusano blanco, evitando así la infestación en el lote de siembra. Aunque la semilla de papa diploide no tiene reposo o es muy corto en variedades recientemente entregadas a los agricultores en Colombia y no existen prolongados tiempos de almacenamiento en comparación con los tres meses (que requieren como mínimo los genotipos de *S. tuberosum* subsp. *andigena*) la exposición de semilla de papa diploide a plagas como áfidos o polillas de la papa, sea de un mes (o hasta dos, en variedades como Criolla Galeras y Criolla Guaneña), es conveniente tratar los tubérculos con productos químicos o biológicos, con registro ICA, en formulación para espolvoreo (Porras y Herrera, 2015). En la siembra es recomendable tapar la semilla con suficiente suelo que le sirva como una barrera física al ingreso de la plaga lo que contribuye a la protección de los estolones cuando se inicie (más adelante en el ciclo de cultivo) la diferenciación y llenado de los tubérculos.

Para que las plantas estén en mejores condiciones de soportar ataques de plagas se debe fertilizar de manera eficiente, de acuerdo con las recomendaciones del análisis de suelo. Se deben evitar tanto las deficiencias como los excesos. Es importante evitar el exceso de nitrógeno edáfico o foliar que al producir un desarrollo vegetativo exagerado promueve el ataque de plagas del follaje como pulgilla, tostón, mosca blanca y áfidos. Así mismo, el desarrollo excesivo de área foliar impide una adecuada cobertura de los productos para la protección fitosanitaria.

Cuando se hace uso de materia orgánica como suplemento de la fertilización química o mejorador de las condiciones físicas y biológicas del suelo, es necesario que este material se encuentre adecuadamente compostado para evitar la propagación de organismos fitopatógenos o que se induzca la presencia de plagas como nematodos (Herrera et al., 2000). Las toyas de papa que aparecen en el lote son las primeras en verse afectadas: en la parte aérea usualmente por el tostón y la pulgilla y en el tubérculo, por las polillas de la papa.



Esto se debe a que son plantas que no tienen manejo agronómico en fertilización, sanidad o labores culturales y que emergen en tiempo diferentes con lo que las plagas tienen alimento asegurado.

Dentro de las plagas clave, cuyo manejo es importante en la etapa previa a la siembra, está el gusano blanco. De esta plaga, la larva es la que causa el daño de importancia económica (Figura 4.4). El ciclo de vida desde huevo hasta alcanzar el estado de adulto puede durar entre 85 y 170 días (Figura 4.5); los adultos llegan a vivir hasta un año, la duración del ciclo de vida depende de las condiciones de altura sobre el nivel del mar, la humedad del suelo y la disponibilidad de alimento (López-Ávila, 2000; Pérez-Álvarez et al., 2009). Específicamente se ha reportado que, en individuos alimentados con tubérculos de papa diploide, en condiciones de cuartos de cría, se registró una supervivencia de 35,6% y una duración del ciclo de 92,3 ± 9,4 días (Pérez-Álvarez et al., 2009).

Figura 4.4

Daño en tubérculo de gusano blanco de la papa (Premnotrypes vorax)



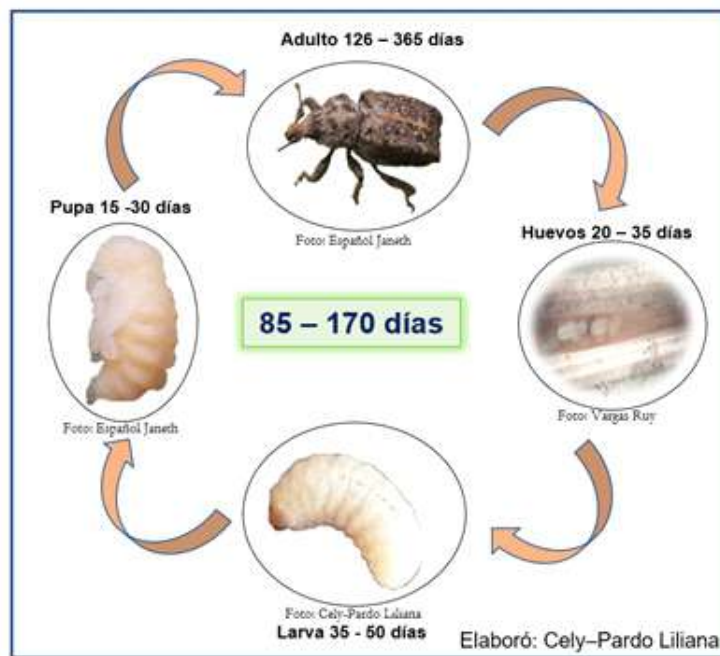
Nota. Fotografías tomadas por Janet Español

La longevidad de las hembras de gusano blanco es de aproximadamente 154 días. Inician la oviposición cerca a los 14 días de emergencia y pueden poner un poco más de 340 huevos en un período de 90 días (Pérez-Álvarez et al., 2009). Lo anterior permite deducir que el cultivo de papa está expuesto a la plaga desde la etapa de formación de los tallos principales hasta la cosecha, suministrando alimento para todos los estados de desarrollo del insecto (Figura 4.26). Por esta razón es importante hacer la detección y seguimiento de las poblaciones de los adultos, mediante el uso de trampas de paso o de caída (más adelante se expone sobre trampas para gusano blanco y tiroteador).



Figura 4.5

Ciclo biológico de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*)



Nota. Elaborado por Liliana Cely-Pardo y fotografías tomadas por Janeth Español, Ruy Vargas y Liliana Cely-Pardo. Basados en Sánchez et al. (2000)

Los adultos del gusano blanco y del tiroteador tienen hábitos de defensa que dificultan la ventana para el control: simulan estar muertos (tanatosis) cuando perciben riesgos y sus posturas están protegidas en tallos secos de gramíneas (Garza, 2006). El adulto de gusano blanco de la papa es de hábitos nocturnos y el ser un gran caminador lo hace muy efectivo en la colonización de nuevos lotes.

Una alta humedad en el suelo puede favorecer la acción de enemigos naturales del gusano blanco de la papa. Varios estudios han reportado microorganismos entomopatógenos que afectan principalmente a las larvas. Naturalmente se han encontrado los hongos *Paecilomyces fumosoroseus*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria brongniartii* y *B. bassiana* (Villamil et al., 2016; Villamil et al., 2015). Estos hongos entomopatógenos afectan larvas y adultos del gusano blanco y se pueden encontrar individuos afectados cuando las condiciones de humedad y de ausencia de fungicidas en el suelo, lo permiten.



Existe una relación entre la planta de papa y el adulto del gusano blanco, el cual se desplaza hacia el cultivo por efecto de las kairomonas¹¹; es por ello que los ataques inician en las orillas gracias a que estos individuos caminan en la noche buscando alimento (en este caso follaje) y asegurar que sus larvas puedan ingerir tubérculo. En los lotes en los que se repite el cultivo con la plaga presente, se tendrá un daño más generalizado que el de focos en orillas en lotes nuevos. El ataque de gusano blanco de la papa está muy relacionado con la temperatura. Su presencia y daño de mayor importancia en zonas altas por encima de 2.900 msnm, y menor impacto en zonas más bajas, con mayor temperatura, por ejemplo, de la Sabana de Bogotá (Colombia).

En el estado adulto e inmaduro también afectan la semilla los áfidos al succionar los brotes y pueden transmitir virus lo que puede afectar su calidad y por ende el futuro cultivo. Los áfidos son insectos chupadores y polífagos. Es una plaga de especial cuidado en zonas dedicadas a la producción de tubérculos semilla por el potencial en la transmisión de virus. Puesto que las poblaciones de áfidos son más frecuentes en zonas bajas, la semilla es generalmente producida en zonas de mayor altitud.

Las especies más comunes son: *Myzus persicae* (Pulgón verde de la papa), *Macrosiphum euphorbiae* y *Rhopalosiphum* sp., conocido también como áfido de la raíz (Fedepapa, 2005).

El principal impacto de los áfidos tiene que ver con la transmisión de virus. Se destaca *Myzus persicae* como la especie más importante como transmisora del virus del enrollamiento de las hojas PLRV (*Potato leafroll virus*)¹², siendo los tubérculos semilla infectados el medio de diseminación de virus en lotes de todas las zonas de Colombia y ocasionando disminución en la producción (Zapata, 2004).

¹¹ Kairomona es un compuesto volátil producido por un organismo (en este caso la planta), que es percibido por otro organismo que se beneficia (el insecto).

¹² Acerca del PLRV se tratará en detalle en el capítulo de enfermedades.



Estrategias de Manejo de Plagas en la Siembra. Para el manejo de estas plagas se sugieren las siguientes acciones:

- Protección de tubérculos semilla mediante tratamiento con plaguicidas registrados para el cultivo de la papa, especialmente contra polillas y áfidos.
- Asegurar las medidas de protección para materiales con mayor tiempo de reposo como las variedades registradas Criolla Guaneña y Criolla Galeras.
- Realizar al momento de la siembra el tapado de la semilla en el menor tiempo posible. Hacer una siembra profunda, con suficiente suelo para un completo cubrimiento que debe ser al menos el triple del diámetro medio de la semilla.
- Permitir la acción de depredadores sobre larvas de chisas si se presentan en esta etapa y, de ser posible, hacer recolección de ellas.
- Colocar trampas de paso o de caída para seguimiento de adultos de gusano blanco.

Análisis Segunda Fase

Las siguientes etapas fenológicas del cultivo de papa diploide, sobre las cuales se continua la descripción de la ocurrencia de plagas y su manejo, corresponden a las descritas por Valbuena et al. (2010), quienes reportan cinco etapas conforme a la escala BBCH.¹³

Etapa Fenológica 1

Esta etapa, de acuerdo con Valbuena et al. (2010), comprende el desarrollo de los brotes del tubérculo-semilla y la emergencia de estos, sobre la superficie del suelo. En esta etapa inicia la diferenciación de raíces y muy temprana de los primeros estolones. La planta aún depende en gran medida de las reservas de la semilla (Figura 4.6).

Después de la siembra, el ambiente condiciona en gran medida el desarrollo del cultivo. Con el despliegue de los primeros folíolos sobre la

¹³ La escala extendida BBCH (Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie) es un sistema decimal de dos dígitos, que codifica los estadios fenológicos de las plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas.



superficie del suelo, se puede iniciar el ataque de plagas del follaje tales como pulguilla, tostón, torimea, áfidos y trozadores (Figura 4.26). El daño de estos insectos se puede ver favorecido por condiciones de sequía y presencia de toyas. Por otra parte, en épocas húmedas y en suelos con alto contenido de materia orgánica, se presentan ataques de babosas en brotes y hojas de plantas recién emergidas (ICA, 2011).

Figura 4.6

Etapa 1. Desarrollo de tallos principales



Nota. Valbuena et al. (2010)

Suelen aparecer en las plantas recién emergidas unas perforaciones profusas que pueden afectar gravemente el desarrollo de las plantas en crecimiento. Este daño es causado por la pulguilla. Los adultos son pequeños cucarrones brillantes de forma casi oval con antenas largas, de color negro a café de 2 a 3 mm de longitud. Los adultos saltan de hoja a hoja a corta distancia. Se alimentan de los tejidos más jóvenes de las plantas. El daño se manifiesta en pequeños orificios redondos de 1 a 1,5 mm de diámetro (Figura 4.7); cuando las hojas atacadas crecen, los orificios crecen en diferentes tamaños –a manera de colador- o cicatrices redondas y claras en el haz de los folíolos (ICA, 2011).



Figura 4.7

Daño de pulguilla (*Epitrix* sp.) en follaje de plantas de papa



Nota. Fotografía tomada por Janeth Español

Poblaciones abundantes del insecto pueden destruir gran parte del área foliar en plantas de hasta 30 días. En este período las inspecciones deben hacerse cada tercer día, especialmente en época seca cuando aumenta la población y el daño (ICA, 2011). Los adultos pueden también ser detectados mediante el uso de la red entomológica o jama.

Otra plaga del follaje y de ocurrencia esporádica es la torimea, que durante esta fase del cultivo puede atacar los brotes recién emergidos (López, 1981), en épocas secas, con lo que también se podría afectar el número de tallos por sitio de siembra.

La palomilla actúa esporádicamente como minador de hojas, como barrenador de tallos o como barrenador de tubérculos (Figura 4.8a y 4.8b) (López, 1981). Es también una especie de la familia *Gelechiidae*. Al igual que la polilla guatemalteca es muy favorecida por épocas secas, pero se diferencia de ella en que tiene varios hospedantes, una amplia distribución geográfica y afecta diferentes cultivos y plantas arvenses. El seguimiento poblacional de adultos machos mediante la captura en trampas con feromona sexual se constituye en una medida de manejo integrado para la toma de decisiones de control (López, 1981).



Figura 4.8

Daño de torimea (*Phthorimaea operculella*), (a) semillas, (b) follaje de plantas de papa



Nota. Fotografías tomadas por Isabel Cusgüen

En condiciones del Departamento de Cundinamarca, la plaga completa una generación cada dos meses (unas ocho generaciones durante un año) (López, 1981). En condiciones de la Sabana de Bogotá (Colombia) el ciclo de este insecto dura entre 45 y 50 días (López, 1981) (Figura 4.9).

Figura 4.9

Ciclo de vida de torimea (*Phthorimaea operculella*)



Nota. Elaborado por Liliana Cely-Pardo y fotografías tomadas por Janeth Español, Liliana Cely Pardo y Maite Santisteban (2011). Basados en López-Ávila (2000)



De acuerdo con la descripción que reportan Sánchez y Giraldo (2001), este insecto completa hasta cuatro generaciones en variedades de papas de *S. tuberosum* subsp. *andigena*. Por lo anterior, en papa diploide se podrían presentar unas tres generaciones en un ciclo de cultivo: la primera, taladrando los brotes tiernos de las plantas de papa recién emergidas; la segunda generación actuando como minador de hojas o como barrenador de tallos y la tercera generación barrenando tubérculos, especialmente los más superficiales.

Los trozadores corresponden a las larvas de polillas de la familia *Noctuidae* (Figura 4.10). Son insectos muy voraces que actúan durante la noche. Cortan los tallos a medida que van emergiendo lo cual retrasa el crecimiento del cultivo, el cual se puede recuperar por la capacidad de rebrote de la planta de papa. Cuando alcanzan su máximo tamaño pueden actuar sobre plantas pequeñas y causar un daño de consumo de follaje que corta tallos o disminuye el área foliar (López-Ávila, 2000). Atacan generalmente en focos y su número se incrementa además en presencia de pastos, malezas gramíneas o residuos de cosechas anteriores (López-Ávila, 2000). Los adultos son pequeñas polillas que en el día se esconden bajo residuos de cosecha, terrones, malezas y hojas secas. En altas poblaciones de trozadores, es crítico el daño que se pueda ocasionar en esta etapa del desarrollo fenológico del cultivo de papa diploide (Figura 4.26).

Figura 4.10

Larva de trozador (Lepidoptera: Noctuidae) en la típica posición de rosquilla



Nota. Fotografía tomada por Tito Bacca



En esta etapa también pueden atacar los áfidos que afectan el área foliar (Figura 4.11), se localizan en los brotes tiernos chupando la savia, producen ligeras deformaciones y entorchamientos de las hojas, lo que afecta el desarrollo normal de la planta. Poblaciones altas producen exudados en los que se desarrolla un hongo denominado Fumagina. Sólo condiciones extremas, principalmente de sequía, permiten la aparición de los áfidos en niveles de importancia económica; sin embargo, hay que recordar que pueden transmitir virus. Colonias abundantes, además de succionar savia, pueden producir deformaciones. Se han reportado enemigos naturales como avispidas, hongos, crisopas, los cuales pueden detener o afectar su desarrollo (Fedepapa, 2005).

Figura 4.11

Colonias de áfidos (Hemiptera: Aphididae) en plantas de papa en el envés de hojas y folíolos en formación



Nota. Fotografía tomada por Janeth Español

Estrategias de Manejo de Plagas en la Etapa Fenológica 1. Para esta etapa es importante considerar:

- Eliminación de toyas que son las plantas más susceptibles al ataque de plagas dado que son las primeras en emerger y no tienen manejo agronómico, así como recoger los demás residuos de cosecha que sirven de refugio y alimento a otros organismos fitopatógenos.



- Detección y monitoreo de pulguilla y tostón mediante la observación del daño y el uso de jama o red entomológica, para la vigilancia de poblaciones. La valoración de adultos se hace con red entomológica preferiblemente en horas de la mañana: en 10 pases dobles de jama, desde la emergencia hasta el comienzo de floración, si se capturan 10 adultos en 10 pases dobles, se justifican medidas de control. Las poblaciones de pulguilla se determinan visualmente en las partes intermedias y más jóvenes de las plantas, mediante conteo de orificios por foliolo y por planta; si se encuentra en promedio, más de una pulguilla por cogollo, se recomienda el uso de riego o el control con insecticidas.
- Instalación de trampas amarillas pegajosas para áfidos, pulguilla y tostón, haciendo lecturas y renovación de éstas, semanalmente (se describen más adelante en trampas amarillas).
- Detección y monitoreo de babosas y trozadores mediante observación de plantas.
- Cebos y trampas para babosas y trozadores (se describen en uso de cebos).
- Uso de riego para disminuir presencia de pulguilla, tostón y ataques tempranos de mosca blanca y áfidos.
- Seguimiento a presencia de gusano blanco y tiroteador mediante trampas de paso y de caída (descritas en la sección: trampas para gusano blanco y tiroteador), así como observación del daño del adulto (mordeduras en forma de medialuna en los foliolos de las plantas), haciendo recorridos en bordes de lotes nuevos o generalizado en lotes de siembra continua.
- Seguimiento de trampas de polilla guatemalteca y de torimea (más adelante se describe en trampas con feromona para polillas de la papa).



- Inspección de toyas y arvenses, como posibles focos de algunas plagas como mosca blanca, gusano blanco, tiroteador, polilla guatemalteca, torimea y áfidos.
- El control químico se debe aplicar bajo recomendaciones de manejo y énfasis en las BPA, utilizando insecticidas de baja categoría toxicológica que tengan registro ICA para su uso en el cultivo de la papa, contra la plaga que se quiere controlar y de acuerdo con los hábitos, comportamiento y niveles de población del insecto.
- Para aplicaciones de plaguicidas dirigidos a la superficie del suelo, se requiere de una adecuada humedad del suelo, favorecida por riego cuando sea posible y que permita la penetración de los ingredientes activos a la zona de tuberización.
- Para el control de los pulgones, existen métodos culturales y químicos. Dentro de las prácticas culturales para evitar o disminuir su aparición, se destaca el uso de semilla de papa certificada libres de virus, y el manejo de malezas con especial atención a las de flores amarillas (Fedepapa, 2005). En caso de aplicar control químico, emplear afidicidas¹⁴ autorizados por el ICA bajo recomendaciones de la etiqueta (Corzo et al., 2003).
- Hacer recolección manual de larvas de chisas y de gusanos blanco si se presentan en esta etapa y permitir la acción de depredadores sobre ellas.

Etapa Fenológica 2

De acuerdo con Valbuena et al. (2010), corresponde al crecimiento vegetativo inicial de la planta con la elongación de tallos principales y secundarios, y el crecimiento de ramas y hojas; simultáneamente, ocurre una mayor diferenciación del gancho de los estolones y de buena parte de los tubérculos. El sistema de raíces permite el anclaje de la planta que se ve favorecido por las prácticas de desyerba-aporque (Figura 4.12).

¹⁴ Los afidicidas son insecticidas sistémicos con acción sobre áfidos.



El desarrollo foliar favorece el ataque de plagas como pulguilla, tostón, áfidos, mosca blanca y en algunas zonas, torimea (Figura 4.26). También es la etapa en la que se comienzan a hacer evidentes en el follaje los daños ocasionados en la raíz por plagas como los nematodos.

Figura 4.12

Etapa 2. Formación de tallos secundarios



Nota. Valbuena et al. (2010)

La mosca blanca es un insecto chupador muy pequeño (Figura 4.13) que puede causar daño directo cuando los adultos y las ninfas succionan la savia del floema de las plantas. Si las colonias del insecto crecen a poblaciones abundantes, el daño se puede reflejar en la reducción de los rendimientos. Produce también un daño indirecto al favorecer la aparición de fumagina como consecuencia de las secreciones azucaradas producto de la alimentación. La fumagina cubre la superficie foliar, reduciendo la capacidad fotosintética de la planta.

Figura 4.13

*Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) en plantas de papa, a) adultos, b) ninfas*



Nota. Fotografías tomadas por a) Yuly Sandoval, b) Carolina Díaz.



El otro daño indirecto, pero el más importante, es la transmisión del virus del amarillamiento de las venas de la papa - PYVV (Franco-Lara et al., 2013; ICA, 2011) (Figura 4.14).

Figura 4.14

Síntomas de la infección causada por el virus del amarillamiento de las venas de la papa (PYVV) en follaje de plantas de papa



Nota. Fotografía tomada por Liliana Cely-Pardo

La mosca blanca no se considera una plaga importante en el cultivo de la papa, ya que el efecto sobre el rendimiento del cultivo no es significativo y no alcanza niveles de daño económico (Rincón et al., 2019); sin embargo, es el único vector reportado del PYVV. El establecimiento de este insecto en los cultivos depende en gran medida de la temperatura, factor que determina su distribución geográfica, metabolismo, ciclo de vida y comportamiento (Rendón et al., 2001).

Regionalmente, la mayor fuente de diseminación del PYVV es el uso de tubérculos infectados (Cuadros et al., 2017). La semilla procedente de plantas enfermas por amarillamiento de venas es semilla infectada que generará plantas enfermas; en presencia de su vector mosca blanca el problema puede aumentar y el rendimiento del cultivo disminuir considerablemente.

En esta etapa también se pueden presentar ataques del nematodo quiste *G. pallida* que causa graves daños en las raíces de las plantas (Talavera, 2003). El nematodo está presente en muchos de los suelos productores de papa en Colombia, en los que puede permanecer por varios años. Sin embargo, los daños



no son fácilmente detectados y los síntomas sólo son evidentes en el follaje hasta que se presenta una alta población en el suelo (Carrión y Rojas, 2013). Según muestreos realizados en zonas productoras de papa en Colombia entre los años 2013 y 2014, las zonas con mayor prevalencia del nematodo quiste fueron los Departamentos de Nariño, Boyacá y Antioquia (72, 63 y 54%) seguidos del Departamento de Cundinamarca (49%) (Vallejo et al., 2021). Estos departamentos son los mayores productores de papa diploide en Colombia.

La presencia del nematodo quiste se manifiesta con los siguientes síntomas en la parte aérea de las plantas: marchitez, amarillamiento de hojas, folíolos con poco desarrollo y más pequeños que en una planta sana (disminuyendo el área y capacidad fotosintética), enanismo, tallos muy delgados y retraso en el desarrollo general de la planta (Figura 4.15) (Ortega, 2008; Vallejo et al., 2021). Por los síntomas en el follaje, los daños causados por el nematodo en las raíces de las plantas de papa se pueden confundir con deficiencias nutricionales o estrés hídrico, se recomienda hacer un exhaustivo diagnóstico visual en las raíces de las plantas para detectar los diferentes estados biológicos del fitoparásito (Arciniegas et al., 2012; Carrión y Rojas, 2013).

En la parte subterránea de las plantas, los estados juveniles del nematodo se adhieren a las raíces (Figura 4.16), crean úlceras en los tejidos, los deterioran y además dan acceso a otros patógenos. Se establecen en la corteza de las raíces creando quistes y se alimentan de las células del sistema radicular, así, disminuyen la absorción de nutrientes (Figura 4.16) (Barriga, 1978; Carrión y Rojas, 2013; Guerrero, 1986; Rosende et al., 2003; Vallejo et al., 2021).



Figura 4.15

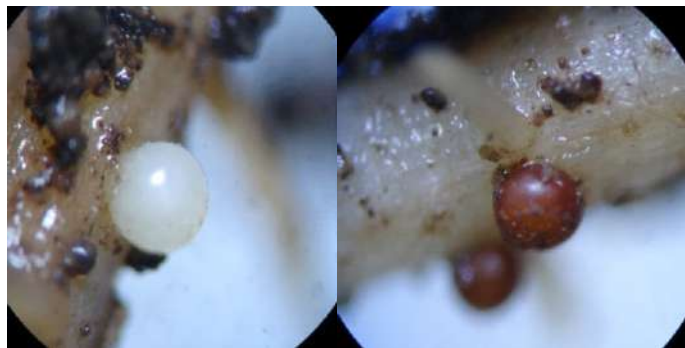
Síntoma de daño por nematodo (*Globodera pallida*) en la parte aérea de la planta de papa



Nota. Fotografía tomada por Diego Rojas

Figura 4.16

Nematodo (*Globodera pallida*) quiste adherido al tejido radicular de la planta de papa



Nota. Fotografías tomadas por Diego Rojas

El follaje también puede ser atacado en esta etapa por el tostón o minador, como un agresivo consumidor de follaje. Este insecto en su estado adulto es una mosca de 2,5 mm de longitud, es de color negro con manchas amarillas en la cabeza y tórax. Tiene una longevidad aproximada de 30 días (Figura 4.17). Las hembras perforan las hojas para alimentarse y ovipositar dentro de la epidermis. Las larvas, después de nacer, se alimentan de los tejidos vegetales. Dañan la lámina foliar y reducen la tasa fotosintética produciendo túneles o galerías que varían de tamaño, hasta llegar a formar ventanas en el foliolo (Figura 4.18).



Al completar 7 a 10 días, la larva hace un agujero en la epidermis, por el envés, abandona la hoja y se deja caer al suelo para pupar. Algunas pupas pueden encontrarse en las hojas o en la base de las plantas (Lopez-Avila, 2000). Épocas prolongadas de lluvia no favorecen el desarrollo de la plaga (Corzo et al., 2003; Fedepapa, 2005).

Figura 4.17

Ciclo de vida de mosca minadora (*Liriomyza* spp.)



Nota. Elaborado por Liliana Cely-Pardo y fotografías tomadas por Janeth Español, Carolina Díaz y Liliana Cely-Pardo. Basados en López-Ávila (2000); Porras y Herrera (2015).



Figura 4.18

Daño ocasionado por minador o por tostón (*Liriomyza* spp.) en plantas de papa



Nota. a) y b) Galerías en foliolos, c) Pupa en foliolo y d) Planta afectada. Fotografías tomadas por Diego Suárez.

Estrategias de Manejo de Plagas en la Etapa Fenológica 2. Otras recomendaciones a tener en cuenta en esta etapa, son:

- Para el manejo de la pulgilla y el tostón, se debe hacer detección y monitoreo mediante la observación del daño y el uso de jama o red entomológica para detectar la presencia de adultos.
- En el caso del tostón, durante el desarrollo de los tallos y hasta la floración, se sugiere hacer monitoreo semanal realizando 10 pases dobles de jama y aplicar un umbral de alerta de 15 adultos capturados (Fedepapa, 2005) para ejercer alguna medida de control. Realizar vigilancia permanente al cultivo para detectar las minas activas que se hayan producido y cuantificar el porcentaje de área foliar con daño. Si se determina que es igual o superior al 20 %, se requiere realizar control. Antes de la floración, el daño no debe superar un tercio del área foliar



afectada por planta. El control debe ser dirigido al follaje que es la parte de la planta donde los adultos colocan los huevos. El manejo de esta plaga se debe hacer en todo el tiempo del cultivo en que haya follaje verde. Por esta amplia ventana de ocurrencia es importante cumplir rigurosamente la rotación de ingredientes activos de insecticidas químicos (Fedepapa, 2005). Para el control de larvas, es recomendable usar insecticidas de acción translaminar y sistémico.

- Uso de trampas amarillas pegajosas para áfidos, mosca blanca, pulguilla y tostón. En el caso de pulguilla, se siguen las mismas recomendaciones de la etapa anterior mediante la vigilancia de poblaciones y la determinación de daño en el cultivo, especialmente bajo condiciones de sequía cuando aumenta la severidad del daño.
- Para la detección y eventual manejo de áfidos se debe continuar la recomendación dada en la etapa anterior.
- Uso de riego por aspersión para manejo de poblaciones de pulguilla, áfidos, tostón y ataques tempranos de mosca blanca.
- La desyerba y el aporque favorecen el desarrollo de estolones y de tubérculos. Se deben formar surcos altos, con aporque apisonado cubriendo la base de la planta alrededor del cuello e induciendo una buena aireación del suelo para favorecer la protección de las raíces y tubérculos frente al ataque de nematodos y polillas de la papa. Desyerbas y aporques deficientes promueven la generación de tallos improductivos y eventualmente una exposición y verdeamiento de los tubérculos que se formarán más adelante.
- El control químico se debe aplicar bajo recomendaciones de manejo y énfasis en las BPA como se mencionó en la etapa anterior. En el caso de mosca blanca, iniciar las aplicaciones dirigidas al envés de las hojas del tercio inferior de la planta cuando aparezcan las primeras ninfas de mosca blanca y evitar las aplicaciones calendario. Se recomienda la



aplicación de insecticidas de baja toxicidad y que estén registrados ante el ICA en el cultivo de la papa. Usar de preferencia las categorías III y II (ICA, 2011).

- Como control cultural de la mosca blanca, realizar fertilización sin exceder nitrógeno para evitar hojas más succulentas y, por ende, más atractivas para esta plaga. Utilizar trampas amarillas pegajosas para el monitoreo de la población (ICA, 2011).

Etapa Fenológica 3

Esta etapa comprende la aparición de los botones florales hasta la floración media del cultivo que coincide con el máximo desarrollo foliar, lo que representa la mayor tasa fotosintética del ciclo vegetativo. Se presenta un llenado inicial a intermedio de los tubérculos ya diferenciados, con una baja ganancia de peso de estos (Valbuena et al., 2010) (Figura 4.19).

Figura 4.19

Etapa 3. Floración



Nota. Fotografía tomada por John Alexander Martínez.

La diferenciación de los primeros tubérculos junto a la máxima área foliar es una condición que favorece el ataque de plagas como mosca blanca, polillas de la papa, nematodos y áfidos, entre otros (Figura 4.26). La mosca blanca se presenta en esta etapa del cultivo generando problemas similares a los de la etapa 2.

El máximo desarrollo vegetativo de la papa diploide en la tercera etapa permite daños foliares sin llegar a impactar significativamente el rendimiento, por



lo que estas plagas no tendrían una mayor atención para su manejo. No obstante, se debe prestar especial atención a la mosca blanca y los áfidos por tratarse de vectores de virus, pues ellos podrían comprometer el cultivo, especialmente si su destino es semilla.

En esta etapa comienza a tener mucha relevancia la polilla guatemalteca. Este insecto es un pequeño lepidóptero de la familia Gelechiidae, que agrupa polillas principalmente fitófagas. En Colombia se ha constituido en los últimos 25 años en la plaga más importante de la papa y se conoce que esta especie ha estado relacionada con la planta de papa por largos períodos en su región de origen en Centroamérica.

Varios autores reportan que las plantas poseen sustancias atrayentes (volátiles) para los insectos, en el caso de la polilla guatemalteca los adultos son atraídos al cultivo de papa al inicio de la floración, fase que coincide con el período de tuberización. En estudios realizados por Karlsson et al. (2009), se analizaron esos compuestos volátiles producidos por diferentes órganos de la planta de papa y determinaron que los compuestos liberados en flores y tubérculos atraen a *T. solanivora*. Esto explica, en parte, por qué cuando se hace seguimiento de la población de polilla con trampas de feromona sexual, las capturas semanales de machos aumentan a partir del estado de floración y dependiendo de la precipitación se mantienen en aumento hasta la cosecha.

Al comenzar la tuberización, las hembras buscan ovipositar en la base de las plantas o grietas en el suelo garantizando dejar sus posturas lo más cerca de las raíces. Luego de la eclosión del huevo, las larvas se dirigen directamente a los tubérculos que se están formando. Por esta razón, al realizar un aporque apisonado se forma una barrera física que impide el fácil acceso de las hembras de la polilla guatemalteca de la papa, y sus larvas, a los tubérculos en formación.

Las larvas de *T. solanivora* forman galerías en el tubérculo al alimentarse de éste. Dejan parte de su excremento en el interior, lo cual genera pudriciones secundarias. Esto afecta la apariencia del tubérculo reduciendo su valor comercial y por ende los ingresos de los productores (Figura 4.20).



Adicionalmente, los tubérculos con altos niveles de daño pierden toda calidad y no pueden ser usados como semilla o para consumo humano o animal (ICA, 2011). En condiciones de campo el ciclo de vida de la polilla guatemalteca varía entre 75 y 90 días (Figura 4.21). Esto permite la aparición de, por lo menos, dos generaciones de la plaga en un ciclo de cultivo, teniendo en cuenta que su llegada al lote se puede dar desde el inicio de floración hasta la cosecha, y que es hasta la cosecha cuando se hace evidente el daño.

Figura 4.20

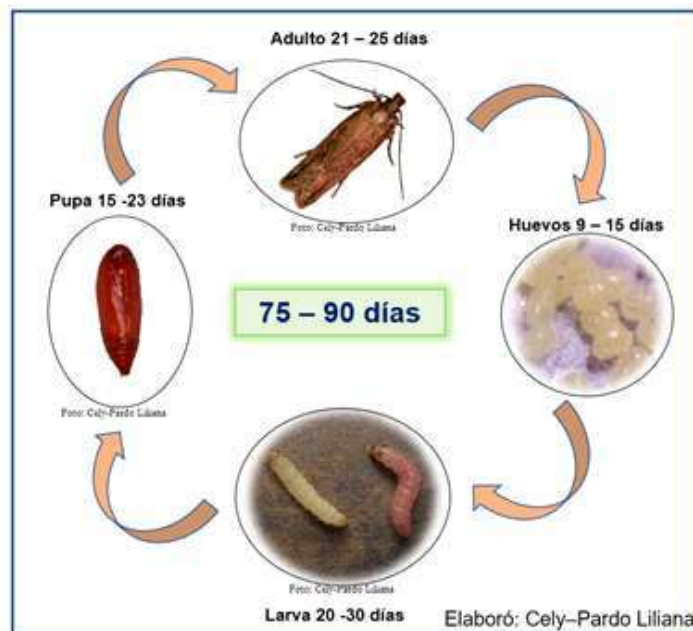
Daño causado por Tecia solanivora en tubérculos de papa diploide



Nota. Fotografías tomadas por Janeth Español

Figura 4.21

Ciclo de vida de polilla guatemalteca (Tecia solanivora)



Nota. Elaborado por Liliana Cely-Pardo y fotografías de Ñustez et al. 2020. Basado en López-Ávila (2000).



La estrategia de control químico de la polilla guatemalteca se desarrolla relacionando el número de capturas de machos en las trampas de feromona, con la tuberización y no se debe usar como control preventivo. Es importante tener en cuenta que recientes investigaciones demuestran resistencia de *T. solanivora* a las moléculas químicas más usadas para su control (Gutiérrez et al., 2019), encontraron resistencia múltiple de polilla guatemalteca al efecto de algunos piretroides (Bacca et al., 2016) a organofosforados y carbamatos. Esos estudios determinaron que las poblaciones resistentes se adaptan a la exposición de los insecticidas, reducen su ciclo de vida, aumentan la mortalidad en larvas y retrasan la oviposición. Es posible que esta adaptación de la plaga haga más corta su exposición a los insecticidas que son aplicados al suelo (Barreto-Triana et al., 2019).

En esta etapa los síntomas por el ataque del nematodo quiste se agudizan. Se disminuye considerablemente el número de botones florales y afecta el número y el tamaño de los tubérculos (Figura 4.22) (Ortega, 2008; Vallejo et al., 2021). Los quistes (hembras adultas) son mayormente visibles en la etapa de floración (Arciniegas et al., 2012; Carrión y Rojas, 2013).

Figura 4.22

Afectación en rendimiento de plantas de papa variedad Criolla Colombia por efecto de Globedera pallida en condiciones experimentales



Nota. a) Con nematodos, b) Sin nematodos. Fotografías tomadas por Diego Rojas



Por su parte, la presencia de tostón después de la floración puede afectar el área foliar y bajar los rendimientos de la planta al disminuir la actividad fotosintética.

Estrategias de Manejo de Plagas en la Etapa Fenológica 3. Las siguientes actividades se recomiendan para llevarlas a cabo en esta etapa:

- En algunas localidades es posible el ataque de torimea como barrenador de tallos. Para su manejo, el control químico se convierte en una alternativa.
- Evitar el uso indiscriminado de insecticidas para el control de mosca blanca, en particular, en altas poblaciones de la plaga.
- Para tostón, entre el desarrollo de los tallos y hasta la floración, se sugiere realizar 10 pases dobles de jama, continuando con el umbral de alerta de 15 adultos capturados. Si se supera el umbral se debe aplicar el control químico con los criterios ya anotados (Fedepapa, 2005).
- Para la detección y eventual manejo de áfidos se debe continuar la recomendación dada en la etapa anterior.
- En el caso de polilla guatemalteca de la papa, desde esta etapa fenológica se deben tener en cuenta, el número de machos capturados en las trampas de feromona según lo recomendado al inicio del capítulo (50 polillas promedio/trampa) para ejercer alguna medida de control. Cuando esta medida es la aplicación de insecticidas de síntesis química se deben aplicar los productos registrados ante el ICA para polilla y para el cultivo de papa.
- Control químico bajo recomendaciones de manejo y énfasis BPA, empleando solo insecticidas registrados y autorizados por el ICA.

Etapa Fenológica 4

Comienza la disminución del área fotosintética, aunque la parte aérea de la planta se mantiene aún verde; los tubérculos demandan materia seca de la parte aérea de la planta con un llenado intermedio rápido (Valbuena et al., 2010) (Figura 4.23).



En esta etapa declina la fotosíntesis, pero inicia el llenado de los tubérculos. Por lo anterior, es un período crítico para el manejo de plagas en papa diploide, dado que el llenado es un fenómeno que se presenta hacia el final del ciclo del cultivo y cualquier afectación en la parte aérea o subterránea, podrían generar grandes pérdidas. La polilla guatemalteca, la mosca blanca, el minador y el gusano blanco pueden generar, en esta etapa, gran impacto en el rendimiento del cultivo y en la calidad de los tubérculos (Figura 4.25).

Figura 4.23

Etapa 4. Inicio de llenado del tubérculo



Nota. Valbuena et al. (2010)

La etapa de madurez de este cultivo es la más crítica frente al ataque de *T. solanivora*, la cual se presenta desde el inicio de tuberización, aunque el insecto no tiene preferencia por un determinado estado de desarrollo de los tubérculos. La polilla no ocasiona disminución en el potencial de rendimiento de la planta, pero sí disminuye la cantidad y el peso de los tubérculos con calidad comercial (Sánchez et al., 2005).

Cuando se presenta ataque del nematodo quiste en la etapa 4 del cultivo, se afecta la producción. Vallejo et al. (2021), en experimentos realizados en condiciones controladas con la variedad Criolla Colombia, observaron pérdidas en rendimiento entre 20 y 70%, según el nivel de infestación de *G. pallida* presente en el suelo.



Estrategias de Manejo de Plagas en la Etapa Fenológica 4.

A continuación se presentan algunas actividades a tener en cuenta:

- Es importante realizar inspecciones de tubérculos para observar cantidad, formación y velocidad de llenado. Las plagas que atacan el tubérculo, especialmente las polillas de la papa deben ser evaluadas de manera permanente para evitar, o por lo menos disminuir, los daños hasta la cosecha. Esta evaluación complementa el registro que se obtenga con las trampas de captura de adultos.
- Si se presenta ataque de tostón después de la floración, se reduce el área foliar, la actividad fotosintética y se afecta el llenado de los tubérculos disminuyendo los rendimientos (Fedepapa, 2005). Por lo anterior es indispensable continuar el monitoreo de la plaga, aunque en esta etapa se ajusta el umbral de acción: después de la floración, realizar 10 pases dobles de jama, con un umbral de alerta de 20 adultos. Si se supera el umbral se debe aplicar el control químico con los criterios ya anotados (Fedepapa, 2005).
- Para la detección y eventual manejo de áfidos se debe continuar la recomendación dada en la etapa anterior.
- Realizar el control químico de acuerdo con los umbrales establecidos para cada plaga y las recomendaciones para su manejo.
- Si se detecta ataque de chisas, hacer aplicación de insecticidas que tengan registro para estas plagas en el cultivo de la papa. Pero sólo en las áreas del lote donde se hayan encontrado.

Etapa Fenológica 5

Comprende la maduración fisiológica del cultivo cuando las hojas se tornan amarillentas (pero no mueren), por el descenso de las tasas de fotosíntesis con una acelerada acumulación de materia seca en los tubérculos, hasta que éstos alcancen la madurez comercial, cuando fijan su epidermis. Esta etapa se considera como crítica para el llenado del tubérculo en papa diploide (Valbuena et al., 2010) (Figura 4.24).



En esta etapa declina el área fotosintética activa y se presenta el máximo llenado de tubérculos llegando a madurez comercial. Por esta razón el control sanitario se concentra en los tubérculos en fase de llenado y maduración. Las plagas que afectan el tubérculo (gusano blanco, polilla guatemalteca, torimea y tiroteador, larvas de pulguilla, gusano alambre, chisas y babosas), se encuentran ya establecidas en los lotes o están siendo atraídas a los tubérculos si no se han realizado prácticas de manejo eficientes (Figura 4.25).

Figura 4.24

Etapa 5. Terminación del llenado del tubérculo



Nota. Valbuena et al. (2010)

Las larvas de gusano blanco y de las polillas que atacan los tubérculos ya están dentro de ellos causando el daño, de manera que éste se hace evidente para el productor sólo al momento de la cosecha; de ahí la importancia de las inspecciones previas. La vida libre de las larvas de tiroteador (por fuera de los tubérculos que atacan) les permite a éstas afectar más de un tubérculo. El daño que produce este insecto es una perforación superficial del tubérculo (Figura 4.25) que afecta la calidad del tubérculo para comercialización.

En esta etapa, que concluye con la cosecha, los quistes del nematodo *G. pallida* se desprenden de la raíz y pueden quedar en el suelo en latencia por más de 20 años, hasta que los exudados radiculares de la planta de papa provoquen la emergencia de juveniles y activen nuevamente su ciclo de vida. Así, una vez los nematodos se han establecido en un terreno de cultivo, es prácticamente imposible erradicarlos (Arciniegas et al., 2012; Carrión y Rojas, 2013).



Figura 4.25

Daño causado por tiroteador (Naupactus sp.) en tubérculo de papa



Nota. Fotografía tomada por Janeth Español

Estrategias de Manejo de Plagas en la Etapa Fenológica 5. Para esta etapa se deben considerar:

- La continuación de las inspecciones de tubérculos para observar cantidad, formación y llenado, así como la presencia de daño de plagas.
- En caso de alcanzar niveles de daño económico en las diferentes evaluaciones a los tubérculos, es posible promover la maduración comercial del cultivo para lograr una cosecha anticipada mediante: eliminación mecánica de la parte aérea de la planta (corte de rama), daño mecánico del follaje mediante prácticas como doblar rama, apaleo o pasar caneca.¹⁵ No se deben emplear desecantes (herbicidas post-emergentes o totales).
- Si ha habido detección de chisas, no eliminar las malezas ya que las chisas se dedicarían exclusivamente a atacar los tubérculos de papa.
- Mantener suficiente humedad en el suelo para prevenir nuevos daños producidos por las larvas de las polillas de la papa, chisas y tiroteador.
- Si se presenta un ataque severo de áfidos, se recomienda acelerar el corte de rama (Corzo et al., 2003).
- Para control cultural de la mosca blanca al final del cultivo es necesario eliminar totalmente los rastrojos y hacer rotación con cultivos no hospederos (maíz, cebolla, pastos, repollo o lechuga) (ICA, 2011).

¹⁵Por pasar caneca se entiende el paso de una caneca rodándola (manualmente o con tracción mecánica o animal) produciendo un volcamiento en las plantas.



- Control químico bajo recomendaciones de manejo y énfasis BPA con especial atención al período de carencia, a las dosis recomendadas, y no hacer mezclas que aumenten la dosis de un mismo ingrediente activo.

En la Figura 4.26 se observan las etapas fenológicas del cultivo de la papa diploide, descritas en la segunda fase y las plagas que se encuentran latentes para sus ataques y afectación tanto de la planta como de los tubérculos destinados para semilla, para consumo o para la industria.

Análisis Tercera Fase

Cosecha y Poscosecha

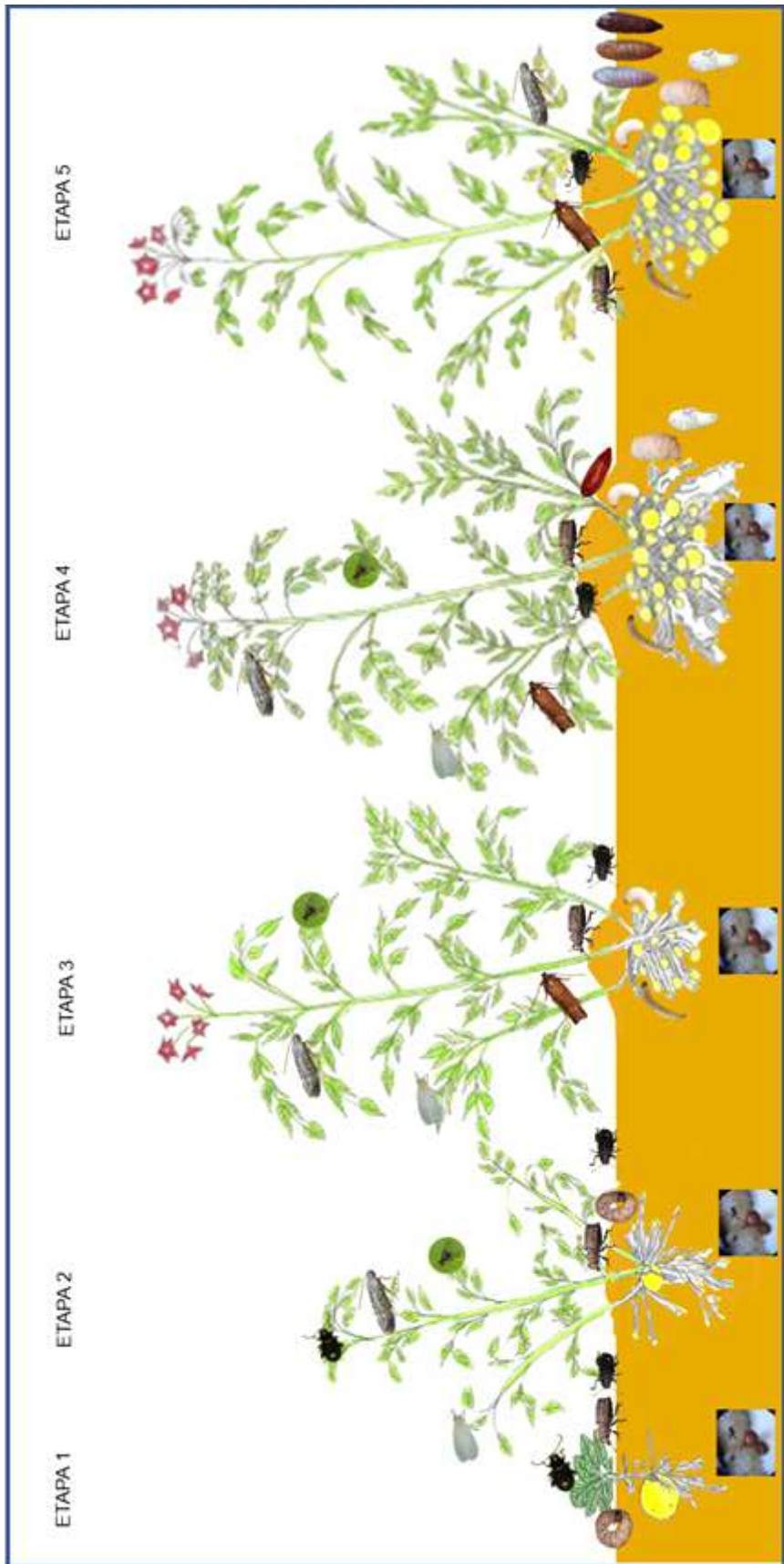
Por último, en la cosecha y poscosecha se presenta una etapa crucial en el manejo de las plagas. Los tubérculos se pueden constituir en medios de propagación de las poblaciones de plagas. Por esto es importante atender las siguientes recomendaciones de manejo fitosanitario:

- Cosechar oportunamente disminuye nuevos focos de infestación de polilla guatemalteca y gusano blanco, y permite cortar los ciclos de vida de estas plagas.
- Durante la recolección de la cosecha, realizar selección rigurosa en campo descartando para comercialización los tubérculos con presencia de daño o de individuos vivos de insectos plaga. Se debe hacer una correcta disposición de los tubérculos afectados, enterrándolos a profundidad o empleándolos en alimentación animal.
- La papa no comercial, pequeña o deforme, con daño leve por plagas, pero no de enfermedades, se puede llegar a utilizar para la alimentación de ganado vacuno (fresca) o para cerdos (cocinada) o en la elaboración de ensilaje (sólido) o en compostaje.
- Los tubérculos de papa infectados con *Spongospora subterranea*, causante de la sarna polvosa de la papa, o camanduleo de la papa, no deben ser usados como semilla ni para la alimentación de los animales. Los tubérculos semilla infectados portan las esporas de este patógeno



Figura 4.26

Ciclo fenológico del cultivo de papa diploide y sus etapas críticas en cuanto a presencia de insectos plaga



Nota. Elaborado por Liliana Cely-Pardo basado en Valbuena et al. (2010)



por lo que es un riesgo para los lotes de producción de papa libres del problema. Las esporas son altamente resistentes y pueden sobrevivir el paso por el tracto digestivo de los animales y estos a su vez, llevan las esporas a lotes que están en pastoreo por medio de sus excrementos o heces. Los tubérculos afectados por esta enfermedad se deben enterrar en una fosa sanitaria. La fosa es como su nombre lo indica, un hueco profundo en el suelo para vaciar ahí todos los tubérculos enfermos.

- Realizar recolección de residuos de tubérculos del suelo.
- No abandonar tubérculos afectados por plagas en campo.
- Hacer rotación de cultivos, especialmente con especies diferentes a solanáceas. O establecer en los lotes, largos períodos de descanso.
- En caso de ser necesario almacenar tubérculos para semilla se recomienda seleccionar sólo los que estén sanos y tratarlos antes de que se cumplan ocho días después de cosechados con un producto registrado en el ICA para el control de polillas de la papa. Así se evita que las hembras ovipositen sobre los tubérculos y que las larvas recién nacidas alcancen a penetrarlos.
- También se recomienda la limpieza del sitio de almacenamiento de la semilla y su revisión periódica; así como utilizar empaques nuevos o canastillas como medida preventiva, ya que los empaques usados pueden llevar huevos o pupas de la plaga (Corzo et al., 2003).
- Por último, es deseable que se almacene bajo luz difusa para favorecer el verdeamiento de la semilla, una brotación vigorosa y una protección natural frente al ataque de plagas.

Recomendaciones Generales

Algunos criterios importantes que aplican para el manejo de las diferentes plagas antes de establecer el cultivo y durante el desarrollo.

Labores Culturales

Se refiere a cada una de las prácticas agronómicas que son requeridas para garantizar el desarrollo del cultivo, entre las que se destacan la remoción del



suelo en las fases de preparación, siembra, desyerba y aporque; manejo de semilla, fertilización, aplicación de medidas de manejo fitosanitario que incluye control etológico mediante el uso de trampas y cebos aplicación de plaguicidas, uso de riego suplementario y la recolección de la cosecha.

Preparación. Seguir las recomendaciones que permiten detectar a tiempo la ocurrencia de plagas. La detección oportuna de plagas como chisas, tiroteador, babosas o gusanos blancos permitirá establecer medidas oportunas o favorecer las prácticas culturales que limitan las poblaciones de las plagas.

Aporques. Esta labor debe permitir, además de cubrir completamente los tubérculos en formación, establecer una barrera efectiva entre las plagas y el tubérculo en formación. Es especialmente efectiva contra las polillas. En el aporque dirigido a proteger, no basta con cubrir los lados del surco con tierra sino colocar tierra en el pie de los tallos.

Riegos. En condiciones de sequía y cuando se están llenando o madurando los tubérculos, el riego es una medida eficaz para ataques como el de la polilla guatemalteca. El agua complementa la barrera física para proteger los tubérculos.

Fertilización. Debe hacerse una fertilización equilibrada de acuerdo con las recomendaciones del análisis de suelo. Se debe evitar el exceso de nitrógeno para no atraer plagas del follaje.

Semilla Sana. Varios insectos plaga pueden ser introducidos al lote de cultivo a través de la semilla, especialmente aquellos cuyas larvas viven dentro del tubérculo. Debe hacerse una selección exhaustiva para evitar que tubérculos infestados pasen al almacén en la semilla y posteriormente al lote.

Rotación. La rotación de cultivos es una práctica que permite cortar los ciclos biológicos de plagas, patógenos y malezas. Específicamente debe considerarse que las poblaciones de nematodo pueden aumentar exponencialmente en lotes donde no se realiza rotación de cultivos (Arciniegas et al., 2012; Carrión y Rojas, 2013); así como de las plagas monófagas (polilla guatemalteca y gusano blanco).



Uso de Trampas

El manejo de plagas de la papa es un proceso complejo pero que se viabiliza al conocer la biología y hábitos de los organismos plaga que la atacan. A partir del comportamiento y hábitos de cada una, es posible conocer cuándo aparecen con mayor actividad (Figura 4.25), qué cambios ocurren en esa dinámica y en qué áreas del lote aparecen. Varios tipos de trampas han sido diseñadas para tal fin. Aquí se describen algunas de ellas, relacionando las plagas para las que se utilizan y cómo aprovechar la información que generan.

Trampas para Gusano Blanco de la Papa y Tiroteador. En la época de preparación del suelo es recomendable realizar las primeras instalaciones de trampas para el seguimiento de tiroteador y de gusano blanco. Mediante captura de adultos en trampas de paso, se ha podido determinar que la actividad de los adultos de tiroteador se presenta desde antes de la siembra en un lote de papa (Espitia y Zuluaga, 2006). Su ciclo de vida largo hace coincidir la actividad de los adultos anticipadamente a la aparición de tubérculos (Garza, 2006). Igualmente, estas trampas se utilizan para detectar poblaciones de adultos de gusano blanco en zonas productoras de papa en Colombia (Argüelles et al., 2012; Pérez-Álvarez et al., 2010).

Los adultos de estos insectos, durante el día prefieren ocultarse en lugares frescos oscuros y húmedos, en la base de plantas de papa o debajo de terrones, y durante la noche recorrer el campo en busca de alimento (Gallegos et al., 1997; Garza, 2006), estos cucarrones colonizan el cultivo de papa por los bordes aledaños a las fuentes potenciales de infestación (Pérez-Álvarez et al., 2010), así, se presenta mayor infestación en los bordes de cultivos de papa en lotes que vienen de barbecho; mientras que en lotes que provienen de cultivos de papa, el insecto se distribuye también al interior del mismo (Porrás y Herrera, 2015; Garza, 2006).

Teniendo en cuenta el comportamiento de estos insectos se recomienda el uso de dos tipos de trampas, de caída y de paso.



- Las trampas de caída consisten en recipientes plásticos que se entierran a nivel del suelo, se ubican a una distancia de 10 m entre una y otra por todo el borde del lote, se llenan hasta la mitad con agua jabonosa, se protege con una cubierta de cartón o madera elevada a 2 ó 3 cm del suelo (Figura 4.27a).
- Las trampas de paso consisten en piezas de cartón o empaques de fique viejos de aproximadamente 40 x 40 cm que se colocan en el suelo en los bordes del lote, debajo de estos se disponen hojas de papa o tubérculos impregnados de insecticida (Figura 4.27b)

Las trampas se revisan una vez por semana y se cuentan los adultos capturados, cuando las lecturas arrojen datos superiores a 15 adultos/trampa, se recomienda la aplicación de control de síntesis química haciendo énfasis en los lugares por donde se registran mayores capturas y solamente en una franja a lo largo de los 4 ó 5 primeros metros del borde del lote (Pérez-Álvarez et al., 2010).

Figura 4.27

*Trampas para captura de adultos de gusano blanco (*Premnotrypes vorax*) y tiroteador (*Naupactus* sp.)*



Nota. a) Trampas de caída y b) Trampas de paso. Fotografías de a) Liliana Cely-Pardo, b) Ñustez et al. 2020.

Las trampas permiten iniciar oportunamente el manejo preventivo y orientan la toma de decisiones. Al permitir identificar los focos facilitan un manejo oportuno y posibilitan hacer aplicaciones de insecticidas de manera localizada y con mayor eficacia.



Trampas con Feromona para Polillas de la Papa *Tecia solanivora* y *Phthorimaea operculella*. El método de seguimiento de las polillas de la papa en campo más recomendado es el uso de trampas con feromona sexual, que permiten registrar exclusivamente la presencia y la fluctuación de adultos machos de la plaga en el lote.

La trampa con feromona consiste en un tarro o garrafón plástico de galón con tapa, al que se le abren dos ventanas laterales. De la tapa, y sujeto a un alambre se suspende un dedal de caucho impregnado con la feromona comercial sintética. En el fondo del tarro se dispone agua jabonosa con el fin de atrapar los adultos machos, sin que la cantidad de agua se aproxime a las ventanas del tarro. A su vez, el tarro se fija en un soporte a una altura del suelo entre 1-1,2 m con las ventanas a favor de la dirección del viento, con el fin de que la pluma de olor de la feromona se distribuya en el ambiente de una mejor manera (Figura 4.28). La trampa se revisa una vez por semana, se registra el número de adultos capturados y se reemplaza el agua jabonosa. Se deben instalar inicialmente 4 trampas/ha en las orillas del lote. Cuando las capturas en promedio sean superiores a 50 adultos/trampa, se debe duplicar el número y seguir este incremento hasta llegar a máximo 16, y tener en cuenta que, a partir de inicio de tuberización y floración, si se supera este umbral, se debe aplicar un insecticida para su control (Corzo et al., 2003; Porras y Herrera, 2015). La trampa también se utiliza en almacenamiento para detectar polillas que estén acechando el tubérculo almacenado. En este caso, el registro de capturas en la trampa llama a extremar las medidas preventivas de protección.



Figura 4.28

Trampas con feromona sexual para seguimiento y monitoreo de polillas



Nota. Fotografías tomadas por Liliana Cely-Pardo

Trampas con Atrayentes para Babosas. Estos dispositivos se instalan en el suelo para eliminar babosas y reducir su impacto al cultivo. Consisten en un recipiente sin tapa dentro del cual se coloca un cebo como hojas de lechuga embebidas en cerveza. Las babosas son atraídas por el olor y caen dentro del recipiente donde pueden ser colectadas y eliminadas (ICA, 2011).

Trampas de Luz. Para el cultivo de papa se pueden emplear trampas de luz negra del espectro ultravioleta o amarilla, de bombillo, para la captura de adultos de chisas. Esta luz se ha reconocido por su atracción a estos insectos. El monitoreo de la plaga se efectúa en la época de lluvias cuando se presenta el vuelo nupcial (Fedepapa, 2005; López-Ávila, 2000). Estas trampas son muy útiles para el reconocimiento de especies y para determinar la época de aparición de los adultos y los días de pico de vuelo. Estas capturas disminuyen las poblaciones de adultos con lo que se reducirán las larvas que ataquen en el siguiente cultivo. Su efecto se potencia con la implementación de este método por parte de grupos de agricultores en una determinada zona (Sánchez et al., 2000).

Uso de Cebos. Para el manejo de babosas y trozadores se pueden emplear cebos tóxicos. Para el caso de babosas la sustancia tóxica es metaldehído y el cebo se emplea en una dosis de 3 g/m² (Bonilla y Pérez, 2010), en las zonas del lote afectadas. Los cebos se deben aplicar en las horas de la tarde para que tengan acción durante la noche (Cabezas, 2001). Así su acción se optimiza por los hábitos



nocturnos de los insectos tierreros, a los cuales van dirigidos los cebos. Sin embargo, los cebos peletizados para babosas tienen corta residualidad por su fácil lavado y destrucción por efecto de la humedad y la lluvia (ICA, 2011).

En el caso de trozadores, durante los primeros días después de emergencia del cultivo, se recomienda hacer observaciones permanentes de los surcos para detectar plantas trozadas. Para este caso se debe aplicar 1 g/planta de cebo tóxico en las áreas afectadas del lote. La preparación del cebo para una hectárea de cultivo se hace con 50 kg de salvado de maíz o trigo, 12 L de agua, 12 L de melaza, 600 g de insecticida comercial de ingestión. Los cebos aplican en corona alrededor de las plantas y de preferencia al final del día (Martínez et al., 1999).

Trampas Amarillas. Son piezas de plástico de color amarillo que se disponen en los lotes a la altura del follaje de las plantas. Este color ha sido determinado como especialmente efectivo para la atracción de áfidos, minadores y moscas blancas. Se impregnan de pegante (pegante para insectos o aceites). Según su tamaño se fijan en estacas o postes en el lote, o pueden ser portátiles (Figura 4.29).

Permiten la captura masiva de adultos de mosca blanca, minador y áfidos. Se pueden emplear como captura masiva de adultos empleando trampas de gran tamaño, incluso varios metros (Mujica, 1999) o trampas pequeñas, de 8 x 12 cm, como indicador de presencia y cambios en la densidad de población (Espitia et al., 2017). Utilizar trampas amarillas pegajosas de 30 x 40 cm, ubicadas a la altura del follaje (60 cm aproximadamente) en diferentes sitios del lote, a una distancia de 10 m para observar presencia de adultos.



Figura 4.29

Trampas amarillas con pegante para captura y seguimiento de poblaciones de minador en cultivos de papa



Nota. Fotografías de a) Yeny Peña, b) Ñustez et al. 2020.

El uso de las diferentes trampas para el seguimiento de las plagas que ocurren en un cultivo en condiciones comerciales se ha validado de manera integrada en parcelas de papa de otras variedades y en localidades del Altiplano Cundiboyacense, siendo la base de modelos demostrativos de MIP. Esta estrategia ha permitido reducir los costos de producción, generar tubérculos de mejor calidad y reducir el impacto ambiental del cultivo (Espitia et al., 2017).

Uso de Plaguicidas

La aplicación de umbrales de acción de los plaguicidas permite tener una acción efectiva y racional frente a la presencia de plagas y da la oportunidad de que factores ambientales y agronómicos ejerzan su acción cuando las poblaciones de plagas están por debajo del umbral. Son un criterio de decisión basado en el nivel de población o de daño de la plaga. Deben seguir la aplicación de otras medidas de control. En el cultivo de la papa, aunque faltan estudios que precisen umbrales para todas las plagas, se ha avanzado en el uso de umbrales para las polillas con base en el conteo en trampas con feromona, para gusano blanco y tiroteador con trampas de caída y de paso, y para minadores y pulguilla con la observación de plantas con daño y captura de adultos. Para estas plagas se ha indicado en cada etapa del cultivo, cómo se deben aplicar los umbrales.



Adicionalmente se recomienda:

- Mantener humedad en el suelo, en particular para aplicaciones de insecticidas dirigidos a la base de la planta.
- No hacer aplicaciones sin haber verificado la presencia de la plaga.
- Usar plaguicidas de categoría toxicológica II y III según la Norma Andina, registrado ante el ICA para el cultivo y la plaga. Entre menor sea la categoría toxicológica se reduce el riesgo para aplicadores y consumidores del tubérculo.

Rotación

La rotación de cultivos es una práctica que permite cortar los ciclos biológicos de plagas, patógenos y arvenses. Específicamente debe considerarse que las poblaciones de nematodo pueden aumentar exponencialmente en lotes donde no se realiza rotación de cultivos (Arciniegas et al., 2012; Carrión y Rojas, 2013); así como de las plagas monófagas (polilla guatemalteca y gusano blanco).

Conclusiones

El manejo de las plagas continúa siendo un componente crucial en el cultivo de la papa diploide. El seguimiento de las recomendaciones con enfoque de Buenas Prácticas Agrícolas y Manejo Integrado de Plagas permiten la obtención de un producto de calidad e inocuo para los consumidores. Las variedades de papa diploide que se producen en Colombia son todas susceptibles al ataque de las diferentes plagas reportadas. Los ciclos biológicos de las plagas en interacción con las condiciones ambientales determinan la dinámica con que estos organismos interactúan con el cultivo. La variación de condiciones ambientales según las zonas de producción y las agronómicas según las decisiones que tomen los agricultores, definen la aparición y severidad con que las plagas atacan el cultivo.

En cada zona de Colombia se puede requerir un ajuste particular a las recomendaciones dadas, según las plagas que sean más prevalentes.



El conocimiento de la diversidad de organismos plaga y de su comportamiento permite implementar las recomendaciones con un máximo de eficiencia en el control de las poblaciones de plagas y la completa ejecución de un manejo integrado con los beneficios que este enfoque trae para los productores, trabajadores y consumidores. Las regulaciones nacionales en cuanto al uso seguro y eficaz de los plaguicidas permiten tener un soporte técnicamente fundamentado para la seguridad y confianza que requieren los productores en el uso de los insumos del control de las plagas.

Referencias

- Arciniegas, N., Caicedo, R. y Arévalo, E. (2012). Nematodo dorado presente. *Revista papa*, 26, 33-36.
- Arciniegas, N. (2003). *Técnicas de diagnóstico y evaluación de resistencia al virus del amarillamiento de las nervaduras de la papa (PVY) en accesiones de la Colección Central Colombiana de Solanum phureja* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Argüelles, J. H., Pérez, R., Barreto-Triana, N. y Espitia, E. (2012). *La vigilancia de las poblaciones de gusano blanco *Pemnotrypes vorax* y polilla guatemalteca *Tecia solanivora*: una herramienta útil para su manejo en el cultivo de la papa*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Bacca, T., Haddi K., Pineda, M., Carvalho, R. y Oliveira, E. (2016). Pyrethroid resistance is associated with a kdr-type mutation (L1014F) in the potato tuber moth *Tecia solanivora*. *Pest Management Science*, 73(2), 397–403. <https://doi.org/10.1002/ps.4414>
- Barreto-Triana, N., Bacca, T., Espitia, E., Espinel, C. y Cely-Pardo, L. (2019). Aportes al desarrollo de componentes para manejo integrado de la polilla guatemalteca en Colombia. En Centro Internacional de la Papa [CIP], Dirección General de Agricultura del Gobierno de Canarias, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias [ICIA] y Cabildo Insular de Tenerife (Eds.), *Libro resúmenes IV Taller Internacional de la Polilla Guatemalteca de la Papa, Tecia solanivora* (pp 46-51).



- Barriga, R. (1978). *Nemátodos Fitoparásitos en Papa*. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Colombia.
- Bonilla, C.R. y Pérez, Y.M. (2010). *Papa criolla (Solanum phureja) producción y manejo poscosecha*. Universidad Nacional de Colombia.
- Cabezas, M. (2001). Algunos aportes sobre el manejo integrado de babosas en cultivos hortícolas. En Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica] y Sociedad Colombiana de Entomología [Socolen] (Eds.), *Hortalizas, plagas y enfermedades* (Compendio de eventos, pp. 30-34).
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17815>
- Cañón, L. (1999). *Rendimiento de papa criolla Solanum phureja y arveja Pisum sativum L. e incidencia y severidad del daño causado por la polilla guatemalteca Tecia solanivora (Povolny) en dos sistemas de cultivo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Colombia].
- Castellón, M.C. (2011). *Estudios biológicos y elementos para el manejo de Typophorus nigrinus Fabricius (Coleoptera: Chrysomelidae) en plantaciones de boniato (Ipomoea batatas (L.) Lam.)* [Tesis Doctorado, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas].
- Carrión, Y.A. y Rojas, D. (2013). *Distribución poblacional del nemátodo quiste de la papa (Globodera spp) en dos zonas productoras de los Municipios de Tausa (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá)* [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios].
- Cely, L., Barreto, N. y Pérez, O. (2014). Evaluación de materiales genéticos promisorios de la Colección Central Colombiana de papa (CCC) para mejoramiento por resistencia a *Tecia solanivora* Lepídoptera.: Gelechiidae. En C.E. Ñustez y L.E. Rodríguez (Eds.), *Memorias XXVI Congreso de la Asociación Latinoamericana de la papa [ALAP]* (pp. 176).
<http://anyflip.com/xrvf/hnmj>
- Corzo, P., Moreno, J., Franco, B. y Fierro, H. (2003). *Manual de papa para productores*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).



- Cuadros, D.F., Hernández, A., Torres, M.F., Torres, D.M., Branscum, A. J. y Rincón, D.F. (2017). Vector transmission alone fails to explain the potato yellow vein virus epidemic among potato crops in Colombia. *Frontiers in plant science*, 8, 1654. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01654>
- Eraso, L. y Echeverría, C. (1998). Apetencia de *Tecia solanivora* (Povolny) (Lepidóptera: Gelechiidae) a seis variedades de papa en el Municipio de Pasto. En Universidad Nacional de Colombia (Ed.), *Conclusiones y memorias, Taller Planeación estratégica para el manejo de Tecia solanivora en Colombia* (p. 46).
- Espitia, E., Barreto, N., Cely, L., Wilches, W., Ospina, C., Sosa, C. y Mesa, P. (2017). *Insectos plaga en el cultivo de papa y su manejo* (Informe componente sanidad en proyecto: contribuyendo con la sostenibilidad del cultivo de papa de Cundinamarca para Colombia. Corredor Tecnológico Agroindustrial). Universidad Nacional de Colombia y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Espitia, E.M. y Zuluaga, M.V. (2006). *Conozcamos el tiroteador de la papa*. (Material divulgativo para agricultores). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Evans, K. (1968). *The Influence of some factors on the Reproduction of Heterodera rostochiensis* [Tesis Doctorado, Universidad de Londres, Reino Unido].
- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa], Secretaría de Agricultura y Desarrollo Económico y Gobernación de Cundinamarca. (2008). *Manual de protocolo interno de buenas prácticas agrícolas para el sistema productivo papa criolla*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa (Cevipapa) y Alianza por el Tesoro Dorado.
- Federación Colombiana de productores de papa [Fedepapa]. (2005). *Guía para el cultivo de papa*. Fedepapa.



- Franco-Lara, L., Rodríguez, D. y Guzmán, M. (2013). Prevalence of potato yellow vein virus (PVV) in *Solanum tuberosum* Group Phureja Fields in Three States of Colombia. *American Journal of Potato Research* 90, 324–330. <https://doi.org/10.1007/s12230-013-9308-1>
- Gallegos, P., Ávalos, G. y Castillo, C. (1997). *Gusano blanco (Premnotrypes vorax) en el Ecuador: comportamiento y control*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP].
- Garza, J. (2006). *Estudios biológicos del tiroteador de la papa Naupactus sp. (Coleoptera; Curculionidae)* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Javeriana].
- Guerrero, O. (1986). *Nematológicas para trabajos con el nematodo quiste de la papa*. (Manual 033). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Gutiérrez, Y., Bacca, T., Zambrano, L., Pineda, M. y Guedes, R. (2019). Trade-off and adaptive cost in a multiple-resistant strain of the invasive potato tuber moth *Tecia solanivora*. *Pest management science*, 75(6), 1655-1662. <https://doi.org/10.1002/ps.5283>
- Herrera, C., Fierro, L. y Moreno, J. (2000). *Manejo integrado del cultivo de la papa*. (Manual técnico). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34707>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2011). *Manejo fitosanitario del cultivo de la papa (Solanum tuberosum subsp. andigena y S. phureja): medidas para la temporada invernal*. Produmedios. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/2281>
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2020a). *Virus del amarillamiento de las venas de las hojas de la papa y su vector la Mosca Blanca*. MADR. <https://www.ica.gov.co/getattachment/47f58d3d-93e7-4e6f-bfd4-75d59319bb1f/Virus->
- Instituto Colombiano Agropecuario [ICA]. (2020b). *Registro Nacional de Cultivares. Pruebas de Evaluación Agronómica*. <https://n9.cl/har8>



- Karlsson, M., Birgersson, G., Cotes, A., Bosa, F., Bengtsson, M. y Witzgall, P. (2009). Plant odor analysis of potato: Response of Guatemalan moth to above and belowground potato volatiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(13), 5903-5909. <https://doi.org/10.1021/jf803730h>
- López, A. (1981). Biología y ecología de la palomilla de la papa, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). En Sociedad Colombiana de Entomología [Socolen] (Ed.) *Seminario palomilla de la papa (Bogota y Tunja)* (pp. 14-22).
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/33220/4123_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López-Ávila, A. (2000). Insectos plaga del cultivo de la papa en Colombia y su manejo. En Federación Colombiana de productores de papa (Fedepapa) (Ed.) *Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental, Capítulo III: Plagas y enfermedades* (pp.146-154).
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/32476/39480_23368.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López-Ávila, A. y Espitia-Malagón, E. (2000). *Plagas y benéficos en el cultivo de la papa en Colombia* (Boletín Técnico Divulgativo). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Programa Nacional de Transferencia de Tecnología (Pronatta), Programa Nacional de Manejo Integrado de Plagas (MIP).
- Martínez, R., Rodríguez, D. y Borrero, F. (1999). *Manejo de plagas en hortalizas de clima frío* (Boletín de sanidad vegetal 28). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), División de Sanidad Vegetal.
- Mujica, N. (1999). *Uso de trampas amarillas en el control de adultos de mosca minadora y mosca blanca: Trampas amarillas pegajosas* (Hoja Divulgativa No. 1). Centro Internacional de la papa (CIP).



- Ñústez, C.E., Delgado, M.C., Alba, A.F., Duque, L.D., Mosquera, T., Rodríguez, L.E., García, C., Cotes, A.M., Beltrán, C.R., Espitia, E., Barreto, N., Cely, L., Wilches, W. y Ospina, C.E. (2020). *Papa de año (Solanum tuberosum Grupo Andigenum): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Corredor Tecnológico Agroindustrial, CTA-2.
- Ortega, E. (2008). El nematodo quiste de la papa: origen, disseminación, biología e importancia económica. *Inia hoy*, 1, 1-18
- Pérez-Álvarez, R., Argüelles-Cárdenas, J. y Aguilera-Garramuño, E. (2010). Distribución espacial de *Premnotrypes vorax* (Hustache) (Coleoptera: Curculionidae) en cultivos de papa. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1), 11-20. https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:190
- Pérez-Álvarez, R., Garza, J. y Argüelles-Cárdenas, J. (2009). Método de cría en laboratorio del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* (Coleoptera: Curculionidae). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(1), 16-23.
- Porras, P.D. y Herrera C.A. (2015). *Modelo productivo de la papa criolla para los departamentos de Cundinamarca y Boyacá*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Rendón, F., Cardona, C. y Bueno, J. (2001). Pérdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera Aleyrodidae) y *Thrips palmi* (Thysanoptera Thripidae) en habichuela en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 27(1-2), 39-43.
<https://www.researchgate.net/publication/313204217>
- Rincón, D.F., Vásquez, D.F., Rivera-Trujillo, H.F., Beltrán, C. y Borrero-Echeverría, F. (2019). Economic injury levels for the potato yellow vein disease and its vector, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), affecting potato crops in the Andes. *Crop Protection* 119, 52-58. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.002>



- Rodríguez, T. y Espitia, E. (2006). Evaluación de hospederos alternos del Tiroteador de la papa en el altiplano Cundiboyacense. En Sociedad Colombiana de Entomología [Socolen] (Ed.) *Resúmenes XXXIII Congreso de Entomología* (p. 84). Socolen.
- Rosende, O., García, L. y Cabaleiro, C. (2003). Nematodos del género *Globodera* y alternativas de control en Galicia. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, 29, 63-69.
- Salazar, L.F., Müller, G., Querci, M., Zapata, J.L. y Owens, R.A. (2000). Potato yellow vein virus: its host range, distribution in South America and identification as a crinivirus transmitted by *Trialeurodes vaporariorum*. *Annals of Applied Biology*, 137(1), 7–19. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2000.tb00052.x>
- Sánchez, G., Londoño, M., Peña, L. y Espitia, E. (2000). Manejo integrado de plagas. En C.A. Herrera, L. H. Fierro y J.D. Moreno (Eds), *Manejo integrado del cultivo de la papa* (Manual técnico, pp 111-128). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). <http://hdl.handle.net/20.500.12324/34707>
- Sánchez, J., López-Ávila, A. y Rodríguez, L. (2005). Determinación de las etapas críticas en el desarrollo fenológico del cultivo de la papa *Solanum phureja*, frente al ataque de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Lepidóptera: Gelechiidae). *Agronomía Colombiana*, 23(2), 230-238.
- Sánchez, C. y Giraldo, R. (2001). *Plagas y enfermedades de la papa*. En J. Alarcón, y J. Galindo (Eds.) (Boletín de sanidad vegetal 32, pp. 45-50). Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), División de sanidad vegetal.
- Santisteban, M. (2011). *Phthorimaea operculella* 2/3 [Fotografía]. <https://www.biodiversidadvirtual.org/insectarium/Phthorimaea-operculella-2-3-img267656.html>
- Smith, I.M., McNamara, D.G., Scott, P.R. y Holderness, M. (1997). *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida* Data Sheets on Quarantine Pest. En CAB International y EPPO (Eds.) *Quarantine Pest for Europe* (2a Ed., pp. 601-606).



- Talavera, M. (2003). *Manual de Nematología Agrícola. Introducción al análisis y al control nematológico para agricultores y técnicos de agrupaciones de defensa vegetal*. Institut de Recerca i Formació agraria i pesquera. Conselleria d'Agricultura i Pesca de les illes Balears.
<http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CONTSP722ZI4569&id=4569>
- Valbuena, R.I., Roveda, G., Bolaños, A., Zapata, J.L., Medina, C.I., Almanza, P. y 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 Antioquía*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Vallejo, D., Rojas, D.A., Martínez, J.A., Marchant, S., Holguin, C.M., & Pérez, O.Y. (2021). Occurrence and molecular characterization of cyst nematode species (*Globodera* spp.) associated with potato crops in Colombia. *PLoS one*, 16(7), e0241256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241256>
- Villamil, J., Martínez, J. y Pinzón, E. (2016). Actividad biológica de hongos entomopatógenos sobre *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 33(1), 34 - 42. <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163301.4>
- Villamil, J., Martínez, J. y Pinzón, E. (2015). Actividad entomopatógena de aislamientos autóctonos de *Beauveria* spp. sobre *Premnotrypes vorax* (Hustache) *In vitro*. *Temas Agrarios*, 20(1), 21 - 35.
- Zapata, J. (2004). Algunos aspectos sobre virus de la papa en Colombia. En Centro Virtual de Investigación de la Cadena Agroalimentaria de la Papa [Cevipapa], Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] y Consejo Nacional de la Papa (Eds.). *Taller Nacional sobre patógenos del suelo, virus e insectos plaga diferentes a Tectia solanivora* (pp.24 – 40). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

