



## Resumen

La presente investigación, tiene como objetivo evaluar el comportamiento del nivel de incidencia de cuatro problemas fitosanitarios *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Phthorimaea operculella* y nematodos, ante el combate químico que realiza un productor de papa (*Solanum tuberosum*) en una finca productora de papa del sector de Tierra Blanca de Cartago; así como la influencia que tiene el combate de problemas fitosanitarios en el costo productivo. Se realizó una investigación del alcance descriptivo y de campo, donde se midió semanalmente durante el ciclo productivo de la papa la cantidad de plantas sanas y las plantas con síntomas de presencia de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, cantidad de individuos capturados de *Phthorimaea operculella*. Además, se realizaron en semana 0, 10 y 15 del ciclo un diagnóstico de nematodos en suelo, para evaluar el comportamiento poblacional durante el ciclo productivo. Se registraron los tipos de agroquímicos, su concentración y cantidad aplicada en el cultivo, la frecuencia en que se realizaron las aplicaciones y el costo asociado a estas aplicaciones. Los resultados principales obtenidos fueron que establecer el cultivo en época seca favorece a disminuir el nivel de incidencia de las enfermedades fúngicas, pero aumenta la incidencia de *Phthorimaea operculella*; la utilización racional de insecticidas a base de Benzoato de emamectina, Dimetoato, entre otros; determinan una acción curativa rápida y confiable cuando el nivel de incidencia supera el umbral de daño económico. La aplicación de insumos a base de Etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) en la etapa de siembra redujo las poblaciones iniciales de *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp y *Globodera* spp en un 78%, 25% y 86% respectivamente. El combate de los problemas fitosanitarios corresponde a un 15% del costo total productivo del cultivo de la papa.

**Palabras clave:** Nivel de incidencia, Combate fitosanitario, Costos productivos, umbral de acción.

## Abstract

The objective of this research is to evaluate the behavior of the incidence level of four phytosanitary problems *Phytophthora infestans*, *Alternaria solani*, *Phthorimaea operculella* and nematodes, in the face of chemical combat carried out by a potato producer (*Solanum tuberosum*) from the Tierra Blanca sector of Cartago; as well as the influence that the combat of phytosanitary problems has on the productive cost. A descriptive and field investigation was carried out, where the quantity of healthy plants and plants with symptoms of *Phytophthora infestans* and *Alternaria solani* was measured weekly throughout the potato production cycle; and the number of captured individuals of *Phthorimaea operculella*. In addition, in week 0, 10 and 15 of the cycle, a diagnosis of nematodes in the soil was carried out, to evaluate the population behavior during the production cycle. In addition, the types of agrochemicals, their concentration and quantity applied in the crop, the frequency in which the applications were carried out and the cost associated with these applications were recorded. The main results were that establishing the crop in the dry season favors a decrease in the incidence level of fungal diseases but increases the incidence of *Phthorimaea operculella*; the rational use of insecticides based on emamectina benzoate, Dimethoate, among others; determine a fast and reliable healing action when the incidence level exceeds the economic damage threshold. The application of inputs based on Etoprofos (0-ethyl-S-S-dipropylphosphorodithioate) in the sowing stage reduced the initial populations of *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp and *Globodera* spp by 78%, 25% and 86% respectively. The combat of phytosanitary problems corresponds to 15% of the total productive cost of potato cultivation.

**Key words:** Level of incidence, Phytosanitary combat, Productive costs, damage threshold.

## Introducción

La papa es un producto de importancia por su concentración de carbohidratos, proteínas, vitaminas y minerales. El cultivo tiene facilidades de adaptarse a diferentes condiciones ambientales, favoreciendo al desarrollo y economía de diferentes regiones del mundo, por lo que el International Potato Center (2016) menciona que la papa es el tercer cultivo alimenticio más importante del mundo, en términos de consumo humano después del arroz y el trigo.

En Costa Rica la producción de papa es de suma importancia para los costarricenses, pues es componente principal de la dieta alimenticia, con un consumo per cápita de 14.7 kg al año. La principal zona productiva del cultivo de papa en Costa Rica se encuentran en la provincia de Cartago, que contribuye con el 75% de la producción nacional y con el 68.3% del consumo nacional de papa fresca (Caravaca, 2019).

Algunas comunidades, como Tierra Blanca de Cartago, se ha desarrollado económicamente en torno a este cultivo, principalmente por condiciones favorables del clima que permite mejores rendimientos en la producción. Pero, en los últimos años los productores han perdido competitividad en el mercado nacional, principalmente por los altos costos de producción que manejan.

González (2019) indicó que los productores encarecen el producto final por la falta de criterio sobre la aplicación de insumos principalmente en el combate de problemas fitosanitarios, ya que muchos se basan por manejo cultural y no por un análisis científico que les indique el momento en que el cultivo requiere de insumos para combatir los problemas fitosanitarios. Además, con el pasar del tiempo, los agentes patológicos crean resistencia a ciertos insumos, pero los productores realizan la misma aplicación sin examinar la eficiencia de las aplicaciones con la reducción del nivel de incidencia de los problemas fitosanitarios. Según Avilés y Piedra el costo productivo en Costa Rica ronda los \$8 000 USD por hectárea, donde el 13% corresponde al costo por compra de insumos, sin agregar el costo de mano de obra y costos indirectos asociados a la aplicación de los insumos.

La presente investigación pretende brindarles a los productores de la zona de Tierra Blanca de Cartago, un proceso de análisis para determinar el momento indicado del ciclo productivo, en que se debe variar la frecuencia y concentraciones de insumos; según las variables ambientales y del nivel de afectación fitosanitaria que presenta el cultivo. Además, conocer porcentaje correspondiente que incurre el combate fitosanitario en los costos productivos.

## Referente teórico

### *Generalidades del cultivo*

Harris (1992), indicaron que el cultivo de la papa se origina en Suramérica, principalmente los arqueólogos determinan que en zonas de la cordillera de los Andes, entre Perú y Bolivia. También deducen que fue domesticado y distribuido por las culturas autóctonas como los Incas, Moches y Chimú que lo distribuyeron a todo su imperio y por el comercio pudo llegar a regiones en el norte como México y Centroamérica (pág. 11). La papa pertenece a la familia Solanáceas, de la cual también pertenecen, el tomate, el chile dulce, la berenjena y otros cultivares más. Forma parte del género Solanum, que abarca muchas especies cultivadas y no cultivadas (CONABIO, 2010).

Morales, Flores y Serrano (2007), en su ficha técnica del cultivo de la papa, mencionaron que las variedades de consumo tienen la pulpa blanca formada por células pequeñas, son utilizadas tanto en la alimentación humana como en la de algunos animales domésticos, también se emplean para la extracción de fécula, como las variedades Granola y Floresta.

El ciclo fenológico del cultivo de papa se puede dividir en cuatro fases, iniciando en la fase de emergencia o brotación, floración o desarrollo vegetativo; la fase de maduración y cosecha. La duración del ciclo fenológico está determinada por la variedad y las condiciones agroclimáticas de cada una de las regiones productiva (Vignola, Watier, Vargas y Morales, 2017).

En Costa Rica, la siembra se realiza principalmente en surcos, los cuales se trazan con labranza animal tomando en cuenta el contorno del terreno, el trazado de líneas de conservación de suelos que, de no tener codal o clinómetro, son realizadas empíricamente por productor, lo cual a veces redundante en problemas conservación del suelo. La distancia entre cada surco es de 70 centímetros a 1 metro y la distancia de las plantas en los surcos, entre 15 a 30 centímetros de acuerdo con el tamaño de la semilla y la variedad (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

El combate de malezas por lo general no se realiza control químico, las labores como la aporca y la buena preparación del terreno contribuyen a disminuir este problema. Sin embargo, puede realizarse un combate de malezas con herbicidas en dosis recomendadas por un técnico o ingeniero agrónomo. También puede realizarse un combate químico post emergente cuando se efectúe la aporca (Jiménez, 2009).

La aporca se realiza entre los 50 y 60 días de la siembra, con medios de tracción animal principalmente, consiste en levantar los lomillos hechos en la siembra entre 30 y 35 centímetros sobre el nivel del suelo para evitar en lo posible daños de la polilla. En este momento se aprovecha para realizar la segunda aplicación de abono de fórmula

completa (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2007).

Para el manejo integrado de enfermedades es importante conocer el umbral de acción necesario para realizar las aplicaciones de insumos fitosanitarios, el umbral de acción se define como “la densidad de la población (enfermedad o plaga) en la cual debe realizarse una acción de control para impedir que se alcance el nivel de daño económico perjudicando la rentabilidad de la producción” (CASAFE, 2016).

Una vez cumplido el ciclo vegetativo de la papa (depende de la variedad y altura de siembra), se procede a su recolección, cuando se presentan una serie de características como el amarillamiento y la muerte del follaje. Según datos del International Potato Center (2016), cada planta puede producir como máximo 20 papas. No obstante, lo habitual es que el número sea menor, generalmente entre 8 y 15. Para facilitar su recolección se puede realizar una defoliación utilizando un producto químico (herbicida) como el paraquat. La cosecha puede realizarse mecánica o manual, en nuestro país casi toda se realiza manual (Jiménez, 2009).

La ficha técnica de la papa, según el SIMM (2009), nos describe las enfermedades y plagas más comunes en el cultivo de papa son:

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*): Pérez y Forbes (2011), describieron que los síntomas se presentan en las hojas con manchas necróticas de color marrón claro a oscuro, en el tallo manchas alargadas que los hacen quebradizos y en los tubérculos presencia de manchas irregulares de color marrón rojizo y de apariencia húmeda en la superficie de los tubérculos. Los autores añaden que las condiciones favorables para la propagación de la enfermedad son en los días templados (temperaturas entre 15 – 21°C y alta humedad relativa mayor de 90%), siembras de papa durante todo el año, por lo que las esporas de la plaga están siempre presentes.

Tizón temprano (*Alternaria solani*): Acuña y Sandoval (2017), diagnosticaron que los síntomas se encuentran presentes en las hojas con manchas circulares de color café, rodeadas por un halo clorótico que no sobrepasa las nervaduras de las hojas. En casos severos esta enfermedad puede generar enroscamiento de hojas, necrosis y defoliación; pero si las condiciones ambientales son de alta humedad, las hojas se secarán permaneciendo unidas a los tallos. En los tallos se presentan características muy similares a las mencionadas en hojas pero en menor grado, se forman manchas necróticas marcadas internamente por series de anillos concéntricos. En los tubérculos las lesiones son de color oscuro y se distribuyen de forma irregular sobre la superficie, proyectándose hacia el interior con una apariencia seca y dura.

Los inóculos de *Alternaria solani* y *Phytophthora infestans* suelen transportarse por viento, lluvia y restos de plantas, suelo y tubérculos infectados, coloniza e infecta las hojas inferiores de la planta, ocasionando la liberación y dispersión de más esporas ha-

cia tejido sano, cuando las condiciones ambientales son favorables, conllevando a un aumento progresivo de la infección (Acuña y Cádiz, 2011).

Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*): De la familia de los Golenchiidae, es de origen americano y se encuentra extendido por todo el mundo. Acuña y Castro (2015), aluden que el ciclo biológico de la polilla se caracteriza por el depósito de los huevos en los diferentes órganos de la planta, lo que al eclosionar y desarrollarse, la larva de este insecto se alimenta de distintos órganos de la planta. Aquí se distinguen dos fases principales de ataque de larvas. En el primero, ésta actúa como minadora de hojas, generando galerías en éstas y desencadenando daños, principalmente en tallos y brotes. En una segunda fase, las larvas dañan con mayor intensidad a los tubérculos, ya que las larvas de 1 centímetro y color amarillo sucio entran en hojas o tubérculos, donde excavan galerías, inutilizando las papas para el consumo.

Los muestreos se hacen semanalmente, sobre todo después de la aporca, cuando empieza el período crítico del daño de polilla. El umbral de acción para esta plaga es de 60-100 adultos por trampa por semana. En zonas donde se sabe que las poblaciones de polillas son muy altas se toma un promedio de 60 polillas por trampa por hectárea (Avilés y Piedra, 2017).

Nemátodos: Los nematodos son animales microscópicos no segmentados que constituyen el grupo más abundante de animales multicelulares en la tierra, ocupando la mayoría de los hábitats. Existen nemátodos bacterívoros, fungívoros, predadores de otros nemátodos, parásitos de insectos y herbívoros o parásitos de plantas. Presentan seis etapas en su ciclo de vida: huevo, cuatro estadios juveniles y adultos. (Talavera, 2003)

Núñez (2017), comentó que para el cultivo de la papa (*S. tuberosum*), es sensible a 68 especies de nematodos fitoparásitos de los cuales se pueden encontrar por su mayor grado de daño económico debido a que los endoparásitos se alimentan penetrando la raíz y tienen presencia en el trópico a *Globodera* spp, *Pratylenchus* spp.

*Globodera* (*Globodera* spp): Cid del Prado (2015), expone las dos especies del nematodo formador de quiste en las raíces de la papa: *G. rostochiensis* conocido como el nematodo dorado de la papa y *G. pallida* cuyas hembras son blancas o cremosas; ambas especies tienen como hospedante preferencial a la papa. A bajas densidades poblacionales, las plantas y tubérculos que se producen son de tamaño pequeño, mientras que a densidades poblacionales altas el tamaño de los tubérculos se reduce severamente. Cuando en suelo se tiene de 8 a 64 huevos por gramo, las pérdidas de la producción varían del 20 al 70%. Piedra, Obregón, Vargas, Avilés y Meckbel (2009) indican que para en la variedad floresta el umbral de acción es de 13 larvas y huevos por gramo de suelo seco (pág. 51-58).

*Pratylenchus* (*Pratylenchus spp*): *Pratylenchus penetrans* es la especie más importante de este género, en el cultivo de papa. Otras especies como *P. scriberi* y *P. neglectus* también afectan el cultivo. Ingresan en los tejidos rompiendo paredes celulares y a medida que se alimentan provocan la necrosis de las zonas afectadas. En raíces la penetración de los nemátodos sirve de entrada a otros patógenos (*Verticillium*, *Rhizoctonia*, etc.). El ciclo de vida se completa generalmente en tres o cuatro semanas dependiendo de la temperatura del suelo, por lo que pueden producir varias generaciones por estación (Talavera, 2003).

## Metodología

Para la investigación se seleccionó una finca con un área productiva una hectárea (10.000m<sup>2</sup>), en el distrito de Tierra Blanca de Cartago, ya que como mencionan Avilés y Piedra (2017) y Caravaca (2019), este sector de Cartago es el principal proveedor de papa en el mercado nacional. La finca seleccionada se ubica en Laguna de Tierra Blanca a 2.263 m.s.n.m, tiene un área productiva es 1,01ha, su sistema productivo químico convencional y registra un rendimiento productivo de 14 tn/ha para la variedad de semilla granola.

### Porcentaje de incidencia

Se determinó la incidencia de los problemas fitosanitarios por medio de la observación del cultivo. Se realizó un muestreo aleatorio simple, el cual se tomaron las variables del tamaño del terreno que es de 11.030 m<sup>2</sup>, un nivel de error del 10%, nivel de confianza 90% y un 50% de posibilidad de tener o no alguna patología presente. Se utilizó (Ecuación 1) el cual arrojó un resultado de 68 muestras.

$$n = \frac{z^2(p * q * N)}{(e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q)} \quad (1)$$

Donde N fueron los metros cuadrados totales del área terreno, z fue la variable del nivel de confianza, e la variable del porcentaje de error, p la variable de la posibilidad que la planta presente síntomas fitosanitarios, q fue la variable de posibilidad que la planta no presente síntomas fitosanitarios y n la cantidad de muestras a realizar.

El resultado al realizar formula, indicó realizar el conteo de las plantas presentes en 68 m<sup>2</sup>, pero por motivos del tiempo de realización del proyecto, distancia de recorrido a la zona de muestreo, evitar mínimo daño posible al cultivo y las condiciones de época lluviosa presentes en la zona se realizaron 12 unidades muestrales de 2 m lineales cada una.

Utilizando la Ecuación 2, se calculó el porcentaje de incidencia de cada enfermedad

en el cultivo por semana, lo que concordó con la metodología propuesta por Arguedas et al. (2019). Además, se adecuó una sección donde se anotó la cantidad de individuos capturados en la trampa para polilla de papa.

$$\text{Porcentaje de incidencia} = \frac{\text{Cantidad de plantas con presencia de enfermedad}}{\text{Cantidad de plantas en la muestra}} * 100 \quad (2)$$

Desde la semana 0 hasta la semana 16 se visitó el cultivo, en cada semana se registró el comportamiento del nivel de incidencia.

### **Nivel de incidencia de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y con tizón temprano (*Alternaria solani*)**

Con el uso de la herramienta (Cuadro 1), se organizó y tabuló los datos del nivel de incidencia de los problemas fitosanitarios en el cultivo durante el muestreo. Para mejorar la identificación de la unidad muestral se colocó una cuerda de 2 m de longitud contiguo al surco. Lo que permitió identificar las plantas de la muestra como muestra la Figura 1. Una vez identificada la unidad muestral se observaron las condiciones físicas de las plantas empatándolo con la sintomatología descritas por Pérez y Forbes (2011) y Acuña y Sandoval (2017).



**Figura 1.** Identificación de unidad muestral para la determinación del nivel de incidencia de enfermedades fúngicas.

El Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), se identificó por la presencia de manchas necróticas de color marrón claro a oscuro en las hojas y en el tallo manchas alargadas.

El Tizón temprano (*Alternaria solani*), se evidenció por la presencia de manchas circulares de color café, rodeadas por un halo clorótico limitadas por las nervaduras de las hojas y en tallo con características similares a las mencionadas en hojas.

En cada unidad muestral, se contabilizó la cantidad de plantas en total, posteriormente se registró con ayuda de la herramienta (Cuadro 1) las plantas con sintomatología de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*) y las plantas sanas.

El procedimiento se desarrolló durante las 16 semanas del desarrollo del cultivo. Conjuntamente en casa visita, se entrevistó al productor con el fin de recopilar la información sobre las aplicaciones de agroquímicos de la semana en que se realizó la visita. Al completar las 16 semanas, se recolectó los registros correspondientes a la herramienta (Cuadro 1) de las 16 semanas. Utilizando una hoja electrónica con el programa Microsoft Excel, se sistematizó la información recolectada (Cuadro 2), lo que generó una gráfica que permitió visualizar el comportamiento del nivel incidencia de cada enfermedad *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*.

### ***Nivel de incidencia por polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)***

Primeramente para obtener los datos del comportamiento poblacional de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), se construyó una trampa con feromona atractante de la polilla de la papa. Para ello se siguió la recomendación del fabricante ChemTica Internacional (S.f), la estructura de la trampa se elaboró con un envase cerrado de 25 cm de alto y 10 cm de ancho. Al envase se realizaron dos aperturas en los laterales del envase (Figura 2). La feromona se colocó en la parte superior interna, en la parte inferior interna se disolvió jabón neutral para evitar la salida de los insectos. Esta trampa se instaló a 45 cm del nivel del suelo y se colocó en uno de los linderos del terreno.



**Figura 2.** Trampa con feromona atractante para obtención de muestra de población de la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*).

En cada visita en la finca, se contabilizó las polillas (*Phthorimaea operculella*) presentes en la disolución de jabón en la que se encontraban las polillas capturadas que con ayuda de un tamiz, esta disolución se filtró permitiendo el conteo de las polillas capturadas. La cantidad de polillas capturadas se registraron en la sección “Polilla capturada en trampa” de la herramienta (Cuadro 1). Al finalizar el conteo y registró, se desecharon las polillas del tamiz y se renovó la solución de jabón.

Al completar las 16 semanas, se recolectaron los registros correspondientes a la herramienta (Cuadro 1), con ayuda de una hoja electrónica con el programa Microsoft Excel, se sistematizó la información (Cuadro 3), se realizó el análisis estadístico y se creó la gráfica que permitió visualizar el comportamiento poblacional de las polillas (*Phthorimaea operculella*) en desarrollo del ciclo productivo.

### ***Nivel de incidencia por nematodos***

Para el diagnóstico de nematodos, primero se realizó la toma de muestra del suelo, para ello se realizaron según los pasos sugeridos por Schweizer (2011). A continuación se detallan los pasos seguidos:

1. Se corroboró que el lote fuera homogéneo, se utilizó un patrón de muestreo al azar que consistió en tomar 20 submuestras por hectárea en todo el campo. El muestreo se realizó en forma de “zig zag”, obteniendo una muestra representativa de todo el sector del terreno, como se muestra en la figura 2.
2. Con un barreno, balde de recolector de muestras y una cuchilla, se recolectaron las submuestras que se tomaron a los 15cm de profundidad.
3. Al completar el total de las 20 submuestras, se mezclaron para obtener una muestra compuesta de aproximadamente 1 kg.
4. La muestra compuesta se envió al Laboratorio de Fitoprotección y Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), para su debido diagnóstico de nematodos.



**Figura 3** . Distribución al azar de la toma de la muestra de suelo.

Se realizaron tres diagnósticos de nematodos durante las 16 semanas del ciclo productivo de la papa. El primer diagnóstico fue en la semana 0, el segundo diagnóstico fue en la semana 10 y el tercero en la semana 15 después de la siembra. Los diagnósticos de nematodos permitieron observar el comportamiento poblacional de los nematos en el ciclo del cultivo.

Para determinar el resultado del diagnóstico de nematodos se contrató los servicios del Laboratorio de Fitoprotección del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), el cual es el ente gubernamental certificado para el emitir resultados de estos estudios, acorde con la metodología propuesta por Schweizer (2011) y (Talavera, 2003).

Los resultados obtenidos de los diferentes diagnósticos se sistematizaron en una hoja electrónica con el programa Microsoft Excel, lo que generó una gráfica que permitió visualizar el comportamiento de las diferentes poblaciones de nematodos y el umbral de acción teórico descrito por Piedra, Obregón, Vargas, Avilés, y Meckbel (2007).

### **Intervalo de confianza (IC)**

Para estimar el IC del nivel de incidencia de las enfermedades fúngicas y nematodos, primero se determinó el promedio ( $\bar{X}$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ ) de cada muestreo por medio de la Ecuación 3 y Ecuación 4 respectivamente. Seguidamente se estimó el intervalo de confianza de los datos de cada semana con la Ecuación 5, se determinó el coeficiente de error analizando las variables que presentaba cada uno de los mues-

treos. El intervalo de confianza del nivel de incidencia para las enfermedades fúngicas se determinó por medio de asignar un coeficiente de error de 10%, por las dificultades del investigador de identificar la sintomatología correctamente por el método de observación.

$$\bar{X} = \frac{(S_1 + S_2 + S_3 \dots + S_{16})}{N} \approx \frac{S_i}{N} \quad (3)$$

$\bar{X}$ : Promedio.

$S_i$ : Dato recolectado en cada semana.

$N$ : Cantidad de semanas de muestreo.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(S_i - \bar{X})^2}{N - 1}} \quad (4)$$

$\sigma$ : Desviación estándar.

$S_i$ : Dato recolectado en la semana.

$N$ : Cantidad de semanas de muestreo.

$$IC = \left( \bar{X} - \frac{z \cdot \sigma}{\sqrt{n}}; \bar{X} + \frac{z \cdot \sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (5)$$

$\bar{X}$ : Promedio de plantas con la enfermedad

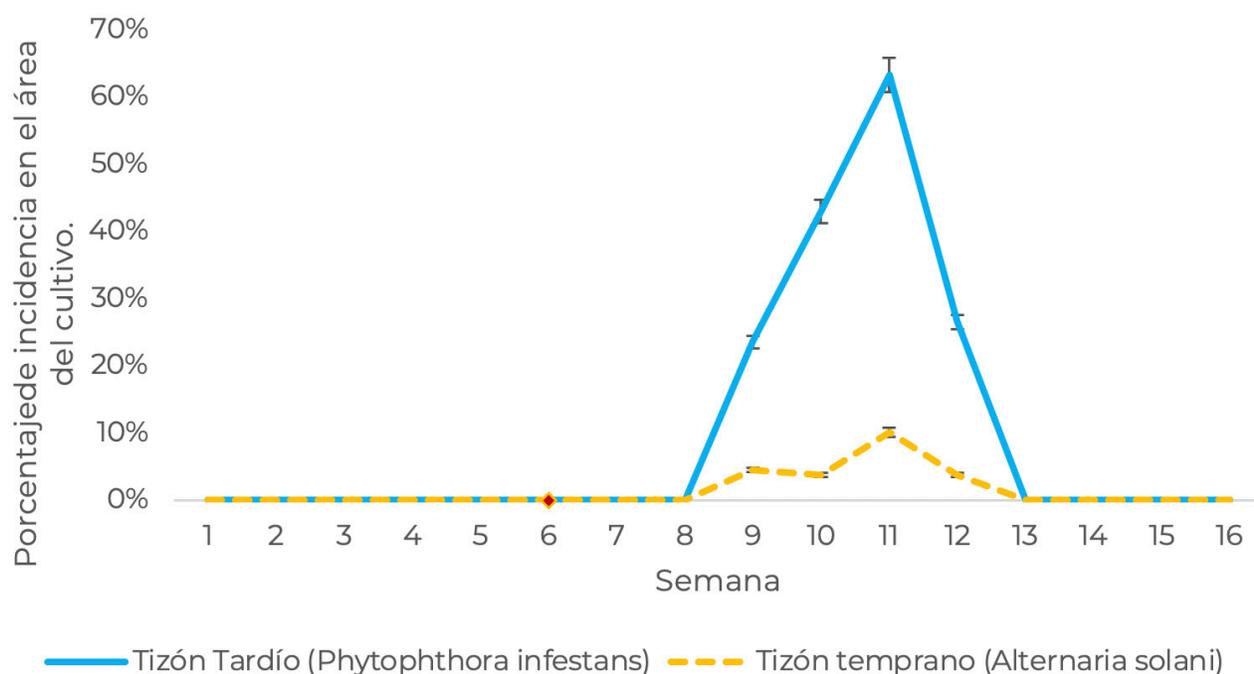
$Z$ : Coeficiente de error.

$\sigma$ : Desviación estándar.

$n$ : Total de plantas en la muestra.

## Resultados y discusión

Angulo (2019), indicó que el Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y Tizón temprano (*Alternaria solani*) son las enfermedades que se desarrollan regularmente en la región, debido a que las condiciones climáticas de Tierra Blanca de Cartago brindan al inóculo la capacidad de desarrollarse y reproducirse. Provocan grandes daños en el desarrollo del cultivo de la papa. En la figura 4, se observa el nivel de incidencia de las enfermedades tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y tizón temprano (*Alternaria solani*) en el cultivo durante el desarrollo del ciclo productivo de papa.



**Figura 4.** Incidencia de Tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y Tizón temprano (*Alternaria solani*) en el ciclo del cultivo.

● Semana 6 a porca.

Muzhinji, Woodhall, Truter y Van der Waals (2018), comentan que los cultivos son más susceptibles a desarrollar estas enfermedades en condiciones climáticas de alta humedad y temperaturas entre 15 – 21°C. El productor estableció su cultivo entre los meses de noviembre-marzo, los cuales presentan características de época seca, por lo que existe un bajo desarrollo y afectación del inóculo.

En los meses de diciembre-enero (semana 7-semana 12), se presentó mayor frecuencia de frentes fríos en el caribe que provocan lluvias frecuentes, fuerte vientos e inestabilidad atmosférica en el sector montañoso del Valle Central; lo que provoca que en este lapso del ciclo productivo el inóculo se desarrolle e infecte los cultivos.

El productor realizó diferentes aplicaciones de fungicidas a base de Cymoxanil, Chlorothalonil, Dithiocarbamate y Mancozeb con función de contacto de manera preventiva y curativa. Antes de la semana 7, se realizaba aplicaciones de fungicida una vez cada semana a bajas concentraciones y sin la ayuda de coadyuvantes como adherentes. Con el aumento de las lluvias nocturnas y condiciones ambientales inestables después de la semana 7, se aplicó un coadyuvante a base de alcohol tridecílico polioxi-etilenado con función de evitar que el producto se precipite y se pierda por escurrimiento. Esto logró aplicaciones más eficientes y duraderos, lo que representa un gran ahorro para el productor.

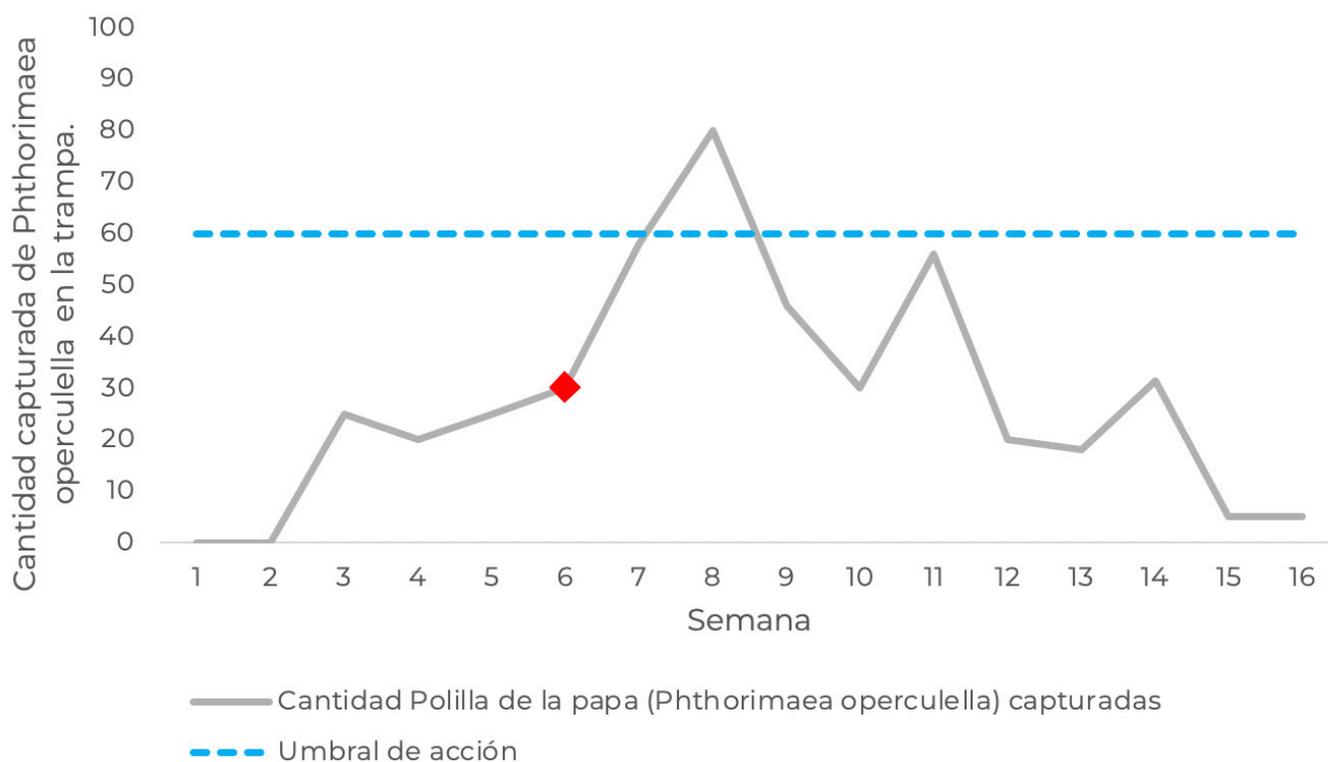
Durante la semana 8 a 12, se realizaron dos aplicaciones fungicidas semanales, a base de Cymoxanil, Chlorothalonil, Dithiocarbamate, Fosetyl Al, Sulfato de Cobre Pentahidratado y Ziram estas aplicaciones son curativas. En esta etapa del cultivo se encontraba en la fase de tuberculización; al ser las enfermedades un patógeno fúngico que afecta las hojas, provoca que la capacidad fotosintética disminuya y la generación de carbohidratos necesarios para el llenado de los tubérculos, tal como lo indicó Rodríguez, Rico, Rodríguez, y Núñez (2010).

De la semana 13 en adelante, la planta se encontró en la fase de senescencia lo que se dificulta la observación y clasificación entre el tejido muerto y los síntomas de patógenos. En esta etapa el tubérculo se encuentra en su estado de madurez, por lo que el inóculo no afecta el rendimiento productivo.

El costo incurrido en la aplicación de los fungicidas para combatir la incidencia de los patógenos fue de \$444.528, de los cuales el 67% del costo fue la compra de los materiales, el 33% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto y 1% los costos indirectos de traslado de los insumos de la casa comercial al área productiva. Mientras que los autores Avilés y Piedra (2017) calculó que el costo de las aplicaciones de fungicidas fue de \$466.087, de los cuales el 79% fue el costo de materiales y 21% fue la mano de obra. La diferencia se presenta por la cantidad de fungicidas que el productor fue menor que el reportado por los autores, pero se coinciden en que los materiales fue el elemento del costo con mayor uso de recursos.

### Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*)

En promedio se capturaron 28 polillas por semana, la semana 8 registró la mayor cantidad de polillas en la trampa con un total de 80 polillas, mientras las semanas 0-2 no hubo polillas capturadas (Ver figura 5).



**Figura 5.** Comportamiento de la población de Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) en el ciclo productivo.

● Semana 6 aporte.

La presencia de la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) se encuentra durante en todo el ciclo productivo, las variaciones de población se ven limitadas por la cantidad de plantas hospederas, condiciones climatológicas como temperaturas entre los 0 - 16°C, presencia de insumos como insecticidas y algunas actividades culturales como indicó Larraín (2001). Se pudo notar este comportamiento en las primeras cuatro semanas, la población de polilla es limitada como muestra la figura 5 debido a que el cultivo se encuentra en fase de brotación y la fuente de alimentación de insectos es limitada.

Una actividad cultural que provoca un aumento en la población de polillas tal como mencionó Larraín (2001), es la aporca. En algunos casos las hembras de la polilla de papa depositan los huevos en el suelo, de modo que cuando se remueve el suelo, genera que las larvas o moscas puedan salir al ambiente fácilmente aumentando la población de polillas, esto se evidencia después de la semana 6.

El umbral teórico de daño es de 60 individuos por hectárea a la semana, entre las semanas 7 y 8 se presenta niveles superiores a este umbral. En este tiempo, el cultivo se encuentra en la fase de floración, como menciona Avilés y Piedra (2017) es donde se presenta mayor captura de polillas. Existe un descenso de la población en semana 9 y 10, debido a las condiciones meteorológicas inestables que causaron lluvias en la zona, impidiendo que la polilla pueda transportarse; pues la polilla se oculta en material vegetativo de manera que el daño en el cultivo puede seguir en desarrollo.

El productor realizó aplicaciones preventivas semanales de insecticidas en dosificación baja con los insumos a base de Clorpirifos etil, Indoxacarb, Lambda cihalotrin, Permetrina, Phorate y Terbufos. Sin embargo, después de la aporca el productor aumenta la dosificación de insecticidas hasta la cosecha, cambiando los insumos por insecticidas a base de Benzoato de emamectina, Dimetoato y Diazinon donde utiliza mayor concentración de ingrediente activo, con el fin de evitar el aumento de la población y disminuir el impacto de depositar los huevos en el tubérculo y dañar el producto. Además, las condiciones de época seca de las semanas 12 hasta la cosecha favorece el crecimiento de la población que fue controlada por acción de los insumos.

El costo incurrido en la aplicación de los insecticidas necesarios para combatir la población de polilla fue de \$258.396, de los cuales el 29% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, 70% del costo fue la compra de los materiales y 1% los costos indirectos de traslado de los insumos de la casa comercial al área productiva. En la cosecha se reportó un 5% de la producción con presencia de daño de polilla en el tubérculo del total de los quintales recolectados; lo que no generó gran afectación a la producción total.

## Nematodos

En el primer y segundo diagnóstico de nematodos, se identificaron larvas de saprofitos o de vida libre, *Criconemella spp*, *Pratylenchus spp* y *Globodera spp* principales nematodos que afectan el cultivo de papa descritos por Fernández y Quesada (2013). En el primer diagnóstico la concentración de nematodos fue de  $175 \pm 1$  saprofitos,  $50 \pm 1$  *Criconemella spp*,  $100 \pm 4$  *Pratylenchus spp* y  $13 \pm 1$  *Globodera spp* larvas en 100g de suelo. Al momento en que se tomaron las muestras de suelo para el primer diagnóstico, el terreno se encontraba con un tiempo de dos meses de reposo y una semana posterior a la labranza del terreno. La concentración inicial de nematodo en el terreno

es baja, tal como indicó Piedra y Avilés (2014), en los momentos en que el terreno se encuentra libre de cultivos los nematodos entran en periodo de latencia o dormancia por las condiciones limitadas de materia orgánica, ya que es su principal fuente de alimento. Además, al momento de realizar la labranza del suelo disminuye la población de nematodos por la exposición al calor y la luz del sol.

En el segundo diagnóstico, las poblaciones de *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp descendieron a  $39 \pm 1$  y  $25 \pm 4$  larvas por 100 g de suelo respectivamente, la acción del nematicida a base de etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) actúa sobre el sistema nervioso de la larva; tiene eficiencia en nematodos de las raíces *Pratylenchus* spp, *Criconemoides* spp. y *Globodera* spp. Además ante el aumento de saprofitos o de vida libre, contribuyeron como biocontroladores poblacionales de los nematodos afectados.

La *Globodera* spp nematodo responsable de graves pérdidas económicas se identificaron en el primer diagnóstico una viabilidad promedio de larvas y huevos de  $12,7 \pm 1$  en gramo de suelo, el segundo diagnóstico indicó  $11,7 \pm 1$  y el tercer diagnóstico  $11 \pm 1$ . En el estudio de Piedra, Obregón, Vargas, Avilés y Meckbel (2007) se determinó que el umbral de acción es cuando se presenta una viabilidad 13 larvas y huevos por gramo de suelo para el cultivo de papa, lo que indica que el cultivo no presentó riesgo de pérdida de rendimiento productivo por la población de *Globodera* spp presente en el terreno.

El dato de viabilidad por debajo del umbral de acción teórico no genera la confianza suficiente de que el nematodo no cause daños a la producción en la siguiente cosecha de papa, ya que la cantidad de quistes en el suelo incrementó durante el ciclo de  $38 \pm 1$  a  $81 \pm 1$  quistes en 250 g de suelo. Los quistes son los vestigios de hembras muertas, las cuales contienen en su interior larvas y huevos en periodo de latencia; estos quistes pueden abrirse por acción de la humedad, secreciones radiculares y acción mecánica provocando liberar su contenido e incrementando la población en el suelo. Por lo que al rotar la siembra de papa con cultivos como: zanahoria, avena, brócoli, coliflor, arveja y cebolla ayudan a combatir la población de nematodos en el suelo, tal como indicó Coto (S.F).

Para el combate del nematodo *Globodera* spp se centró en la prevención de infestación del campo, ya que ingresa por medio de semilla, maquinaria e implementos contaminados como indicó Núñez (2007). También, la utilización de insumo a base de etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) en la fase de la siembra provocó una baja de la población presente en suelo, esto se evidenció por el descenso en la viabilidad en el segundo y tercer diagnóstico alejándose del umbral de acción para el próximo cultivo.

El costo incurrido en la aplicación del nematicida y las diferentes actividades culturales necesarias para combatir la población de nematodos fue de \$25.432, de los cuales

el 81% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, 14% del costo fue la compra de los materiales y 4% los costos indirectos de traslado de los insumos de la casa comercial al área productiva.

El productor indica que se determinó el costo productivo del ciclo en \$5.053.097 por hectárea; además, se determina que el costo del combate fitosanitario fue de \$758.521 indicando que este rubro corresponde a un 15% del costo total, este resultado es mayor al dato de 13% mencionado por Avilés y Piedra (2017) por incluir el costo de la mano de obra y costos indirectos que se incurren en la aplicación de los insumos en el cultivo.

## Conclusiones

Para el control de las enfermedades fúngicas en la época de invierno, se debe realizar aplicaciones curativas o erradicante se deben realizar dos veces a la semana con el uso insumos de contacto a base de Cymoxanil, Chlorothalonil, Dithiocarbamate y Mancozeb junto con coadyuvantes adherentes, para evitar la pérdida de por escurrimiento y poder contrarrestar el desarrollo de los inóculos en las plantas. La utilización de insumos sistémicos con ayuda de coadyuvantes penetrantes genera una acción preventiva en la planta en el caso que se presenten las condiciones ambientales idóneas para el desarrollo del inóculo, estas aplicaciones se realizan al menos cada 15 días. El costo incurrido en la aplicación de los fungicidas para el combate de *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani* fue de \$459 611, de los cuales el 66% del costo fue la compra de los materiales, el 33% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, y 1% los costos indirectos.

La aplicación de insecticidas para el combate de la Polilla de papa (*Phthorimaea operculella*), se debe utilizar insumos como el Benzoato de emamectina, Dimetoato y Diazinon; dos veces a la semana cuando condiciones ambientales secas o con bajo nivel de riego, cantidad de individuos capturados a la semana por hectárea (60 Individuos), actividades culturales como la aporca y el manejo de arvenses circundantes al cultivo que provoquen un aumento de la concentración de la plaga. El costo incurrido en la aplicación de los insecticidas necesarios para el combate de la población de polilla fue de \$273.478, de los cuales el 70% del costo fue la compra de los materiales, 29% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto y 1% los costos indirectos. En la cosecha, se reportó un 5% de la producción con presencia de daño de polilla en el tubérculo del total de los quintales recolectados, lo que representó no percibir un monto de \$265.535 en los ingresos.

La aplicación de insumos a base de Etoprofos (0-etil-S-S-dipropilfosforoditioato) en la etapa de siembra, forato en la aporca y la utilización de actividades culturales como la aporca se redujo las poblaciones iniciales de *Criconemella* sp, *Pratylenchus* sp y *Globodera* spp en un 78%, 25% y 86% respectivamente, distanciándose positivamente del

umbral de acción. El costo incurrido en la aplicación del nematicida y las diferentes actividades culturales necesarias para combatir la población de nematodos fue de \$25.432, de los cuales el 81% fue destinado a la mano de obra necesaria para la aplicación del producto, 14% el costo de la compra de los insumos y 4% los costos indirectos.

Establecer el ciclo productivo durante la época seca, favorece a disminuir el nivel de incidencia de las enfermedades fúngicas como *Phytophthora infestans* y *Alternaria solani*, pero aumenta las posibilidades de daño por la polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*). El combate de los problemas fitosanitarios corresponde a un 15% del costo productivo, donde el 10% son los materiales, 4% la mano de obra directa y 1% los costos indirectos.

Se recomienda cambiar el uso de agroquímicos a estrategias más amigables con el ambiente para combate de enfermedades y plagas. El implementar el uso de microorganismos como la *Trichoderma atroviride* o aplicaciones de caldo Bordelés y Sulfocálcico una vez por semana en condiciones que la incidencia de enfermedades fúngicas sean bajas, provoca reducir la cantidad de funguicidas químicos en el cultivo. En el combate de la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*), se debe realizar una serie de actividades culturales como el destruir los tubérculos contaminados, mantener el suelo con una humedad constante o establecer el cultivo en la época de lluvia, y aumentar la cantidad de trampas con feromonas para capturar a los individuos adultos. Para reducir la concentración de nematodos, se recomienda eliminar el material vegetativo infestado, evitar la entrada al cultivo de herramienta y maquinaria contaminada, aplicar al suelo calor por medio de una mecanización que permita el volteo del suelo, rotación de cultivos, entre otros.

Al aplicar estas técnicas amigables con el ambiente se logra enriquecer la estructura y fertilidad del suelo, disminuir la adaptabilidad de las plagas a los agroquímicos, desarrollo de un ecosistema en el suelo que favorece al buen desarrollo radicular de la planta, evita la contaminación de mantos acuíferos, entre otros.

## Literatura citada

- Acuña. I., y Cádiz. F. (2011). Reconocimiento y manejo del tizón temprano de la papa. Informativo. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40679.pdf>
- Acuña. I., y Castro. M. P. (2015). Plagas insectiles - lepidóptera. Recuperado de <http://manualinia.papachile.cl/?page=manejojctn=80#polillapapa>
- Acuña. I., y Sandoval. C. (2017). Fitopatología – enfermedades de la papa: Tizón temprano de la papa. Instituto De Investigaciones Agropecuarias – INIA. Recuperado de <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/2018/01/Ficha-49-Tizon-temprano.pdf>
- Angulo, C. (2019). Generalidades del cultivo de la papa. (G. Guevara Gómez, Entrevistador).
- Arguedas, M., Rodríguez, M., Guevara, M., Esquivel, E., Sandoval, S., y Briceño, E., (2019). Incidencia y severidad de *olivea tectonae* y *rhabdopterus* sp. en plantaciones jóvenes de *tectona grandis* l.f. bajo distintas modalidades de control de arvenses. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 9-19
- Piedra, R., y Avilés, J. (2014). Reducción de poblaciones de *Globodera pallida* al cultivar avena después de papa. *Alcances Tecnológicos*, 1(10), 29-33.
- Avilés. J., y Piedra. R. (2017). Cultivo de la papa. San José. Costa Rica: INTA.
- Caravaca. P. (2019). Análisis de mercado PAPA. (No. N°1). San José. Costa Rica: Recuperado de [https://www.cnp.go.cr/sim/sector\\_agricola/raices\\_y\\_tuberculos/papa/2019/A\\_papa\\_01\\_25-02-2019.pdf](https://www.cnp.go.cr/sim/sector_agricola/raices_y_tuberculos/papa/2019/A_papa_01_25-02-2019.pdf)
- CASAFE. (2016). Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes. Obtenido de <https://www.casafe.org/herramientas-de-decision-para-el-control-de-enfermedades-y-plagas/>
- ChemTica Internacional, S. A. Ficha técnica de feromona para polilla de la papa. Recuperado de <http://www.agroproca.com/productos/documentacion/fichas/Phthorimaea%20operculella.pdf>
- CONABIO. (2010). Cultivo de PAPA. (). Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/>

conocimiento/bioseguridad/pdf/20914\_sg7.pdf

Coto, A. El nematodo blanco de la papa (*Globodera pallida* Stone). MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). SFE (Servicio Fitosanitario del Estado). San José, Costa Rica. 7 p

EcuRed. (2011b). Tizón tardío. Recuperado de [https://www.ecured.cu/Tiz%C3%B3n\\_tard%C3%ADo](https://www.ecured.cu/Tiz%C3%B3n_tard%C3%ADo)

Fernández, O. y Quesada, A. (2013). Nematodos asociados a los

cultivos de costa rica. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

González Zúñiga, M. (2019). Situación nacional del precio de productos agrícolas. (G. Guevara Gómez, Entrevistador)

Harris. P. (1992). The potato crop (Second Edition ed.). UK: British Library.

International Potato Center. (2016). Datos y cifras de la papa. Recuperado de <https://cipotato.org/es/potato/potato-facts-and-figures/>

Jiménez. M. F. (2009). Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas para el cultivo de papa en la finca paso ancho S.A.

Larrain, P. (2001). Polilla de la papa y su manejo. (). Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/5015/NR27896.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). Caracterización de la agrocadena de papa. Cartago. Costa Rica (Ministerio de Agricultura y Ganadería ed.). San José. Costa Rica: Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9453.pdf>

Morales-Hernández. J. L., Hernández-Martínez. J., Rebollar-Rebollar. S., y Guzmán-Soria. E. (2011). Costos de producción y competitividad del cultivo de la papa en el estado de México. *Agronomía Mesoamericana*. 22(2). 339. doi:10.15517/am.v22i2.8696

Muzhinji, N., Woodhall, J., Truter, M., & Van der Waals, E. (2018). Variation in

fungicide sensitivity among rhizoctonia isolates recovered from potatoes in south africa. APS Publications, Recuperado de <https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PDIS-09-17-1470-RE>

Núñez (2007). Identificación de nematodos fitoparásitos asociados a las principales malezas en fincas productoras de papa en la provincia de Cartago

Pérez. y Forbes. (2011). Guía de identificación de plagas que afectan a la papa en la zona Andina. Roma: D - FAO. Recuperado de [https://ebookcentral.proquest.com/lib/\[SITE\\_ID\]/detail.action?docID=3201974](https://ebookcentral.proquest.com/lib/[SITE_ID]/detail.action?docID=3201974)

Piedra Naranjo. R., Obregón Gómez. M., Vargas Chacón. C., Avilés Chaves. J., y Meckbel Campos. J. (2007). Determinación del daño del nematodo globodera pálida (stone) en variedad floresta de papa. Alcances Tecnológicos. 7(1). 51-58. doi:10.35486/at.v7i1.58

Rodríguez Caicedo, D., Rico Téllez, M. S., Rodríguez Molano, L. E., & Núñez López, C. E. (2010). Efecto de diferentes niveles y épocas de defoliación sobre el rendimiento de la papa (*solanum tuberosum* cv. parda pastusa) effect of different levels and times of defoliation on the potato yield (*solanum tuberosum* cv. parda pastusa). Revista Facultad Nacional De Agronomía Medellín, 2(63) Recuperado de [https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup\\_wf\\_001::4e1cd76ad5e139f5d921bb5ce0a1bb40](https://explore.openaire.eu/search/publication?articleId=dedup_wf_001::4e1cd76ad5e139f5d921bb5ce0a1bb40)

Schweizer, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. San José, Costa Rica.: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.

Sistema de Información de Mercados Agroalimentarios. (2009). Ficha técnica papa. Recuperado de [https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://www.simacr.go.cr/images/SIIM/sector\\_agricola/Raices\\_y\\_tuberculos/papa/Ficha\\_tecnica/FT\\_papa.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://www.simacr.go.cr/images/SIIM/sector_agricola/Raices_y_tuberculos/papa/Ficha_tecnica/FT_papa.pdf)

Talavera Rubia. M. (2003). Manual de nematología agrícola (Institut de recerca i formació agrària i pesquera ed.) Recuperado de <http://www.caib.es/sacmicrofront/archivopub.do?ctrl=CNTSP722ZI4569yid=4569>

Vignola. R., Watier. W., Vargas. A., y Morales. M. (2017). Ficha técnica cultivo de papa

## Anexos

**Cuadro 1.** Ficha de recolección de incidencia de enfermedad o plaga.

FECHA	MUESTRA	CANTIDAD DE PLANTAS EN UNIDAD MUESTREAL			POLILLA CAPTURADA EN TRAMPA
		Plantas muestreadas	Tizón Tardío	Tizón temprano	
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	11				
	12				
	Total de plantas				
	Porcentaje de incidencia				

**Cuadro 2.** Resumen de los datos recolectados de la incidencia del Tizón tardío y temprano en el ciclo productivo.

Semana	Cantidad de plantas en unidad muestral					Porcentaje de incidencia (%)	
	Plantas promedio muestreadas	Plantas promedio con Tizón Tardío	Intervalo de Confianza (±)	Plantas promedio con Tizón temprano	Intervalo de Confianza (±)	Tizón Tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> ) (± 4%)	Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> ) (± 7%)
1	0	0		0		0	0
2	0	0		0		0	0
3	0	0		0		0	0
4	70	0		0		0	0
5	84	0		0		0	0
6	93	0		0		0	0
7	96	0		0		0	0
8	83	0		0		0	0
9	89	21	1	4	2	24	4
10	79	34		3		43	4
11	78	50		8		63	10
12	79	21		3		27	4
13	84	0		0		0	0
14	0	0		0		0	0
15	0	0		0		0	0
16	0	0		0		0	0
<b>Total</b>	835	126	-	18	-	-	-
$\bar{X}$	52	8	-	1	-	-	-
$\sigma$	42.2	15,4	-	2,3	-	-	-

**Cuadro 3.** Concentración de nematodos por 100g de suelo seco.

Diagnostico	Concentración de nematodos				
	Saprotifos o de vida libre(± 1)	Criconemella sp (± 1)	Pratylenchus sp (± 4)	Globodera spp (± 1)	
				Viabilidad total*	Cantidad quistes*
<b>Semana 0</b>	175	50	100	12,67	12,6
<b>Semana 10</b>	225	39	25	11,76	39
<b>Semana 15</b>	-	-	-	11	31,4
<b>Total</b>	400	89	125	35,4	73
$\bar{X}$	200	44,5	62,5	11,8	24,3
$\sigma$	7,8	7,8	53,03	0,83	10,23

\*Gramo de suelo seco

LF-F27	 Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055	 Versión: 1 Fecha de emisión: 29/5/17

Fecha de informe: 25 Setiembre 2019	Fecha recepción: 19 Setiembre 2019	Nº Registro LAB) (19) 1098
Solicitante: I	Tipo de servicio: Nematología	
Propietario muestra: I	Cultivo: Papa	Material recibido: Suelo
Código actividad INTA:		
Provincia: Cartago.	Cantón: Central	Distrito: Tierra Blanca

**METODOLOGÍA:**

Licuada y tamizado, centrifugado con flotación con solución azucarada, en una densidad de 1.18. Cuento de nematodos en 100g de suelo.

**Resultado:**

En la muestra analizada se encontraron nematodos fitoparásitos *Criconemella* sp y *Pratylenchus* sp y Positiva para *Globodera* spp. Se observaron nematodos de vida libre o saprófitos; estos son considerados benéficos y no hacen daño en cultivos agrícolas, equilibran el suelo de otros microorganismos y transportan nutrientes a la planta.

**Larvas de nematodos en 100g de suelo**

No. De muestra	Saprófitos o de vida libre	<i>Criconemella</i> sp	<i>Pratylenchus</i> sp
(19) 1098	175	50	100

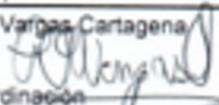
**Quistes de *Globodera* spp en suelo seco.**

No. De muestra	Suelo seco en g.	Cantidad de quistes	Viabilidad total (Larvas y huevos)	Viabilidad en g. de suelo seco
(19) 1098	300	38	3.800	12.67

**Sugerencias:**

Es sugerible aplicar un nematocida organofosforado a la siembra y un carbamato, a la aporca (45 dds). Importante llevar un manejo agronómico adecuado (Fertilización) del cultivo en la prevención de plagas y enfermedades.

Si utiliza químicos como organofosforados, tener presente el efecto residual y el ciclo del cultivo con la cosecha.

Análisis por:		Aprobación:		
Nombre: Ricardo Piedra Naranjo	Firma: 	Nombre: Luis Vargas Cartagena	Firma: 	
Función: Encargado área Nematología		Función: Coordinación		

**Figura 6.** Imagen del primer diagnóstico semana 0

LF-F27	 Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055		Versión: 1
			Fecha de emisión: 29/5/17
INFORME DE RESULTADO			Página 1 de 1

Fecha de informe: 03 de marzo 2020	Fecha recepción: 26 Febrero 2020	Nº Registro LAB) (20) 0285
Solicitante: AEA/ Tierra Blanca		Tipo de servicio: Nematología
Propietario muestra:	Cultivo: Papa	Material recibido: Suelo
Código actividad INTA:		
Provincia: Cartago	Cantón: Central	Distrito: Tierra Blanca

**METODOLOGÍA:**

Fenwick Modificado y fotación de quistes. Coteo y prueba de viabilidad de larvas y huevos por quistes en 50cc de agua.

**Resultado:**

En la muestra analizada se encontró quistes y huevos y larvas de nematodo fitoparásito *Globodera* spp. Por tanto, la muestra es positiva para *Globodera* spp, plaga cuarentenaria.

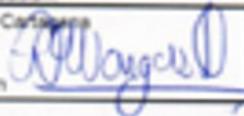
Quistes, larvas y huevos de nematodos en 258g de suelo seco.

No. De muestra.	Suelo seco en g.	Cantidad de Quistes	Total larvas/huevos	Larvas y huevos/g de suelo seco
(20) 0285 Papa	258	81	2,734	11.00

**Sugerencias:**

El resultados, reflejó un dato larvas y huevos/g de suelo seco de 11.00, el mismo está por debajo del umbral de daño establecido (13). Sin embargo es sugerible aplicar un nematocida organofosforado a la siembra y un Oxamil a la aponca de papa. Importante un análisis de suelo de fertilidad y llevar durante el desarrollo fenológico del cultivo una buena fertilización de acuerdo al resultado. Si utiliza químicos como organofosforados, tener presente el efecto residual y el ciclo del cultivo con la cosecha. Para efectos del manejo de la plaga la cantidad de quistes, no es tan importante como la viabilidad de los mismos.

**Nota:** Los umbrales de daño en *Globodera* spp, se dan, a nivel internacional, en larvas y huevos por g. de suelo seco. En Costa Rica el estudio se realizó en el año 2009 (13 larvas y huevos/g de suelo seco comienza el daño en variedad foresta) y fue publicado y se ha mencionado en diferentes charlas y difusión de información de esta plaga en papa. Se sabe que hay variedades más susceptibles y otras más tolerantes. Cualquier duda puede llamar al 6164-1875.

Análisis por:		Aprobación:	
Nombre: Orlando Piedra Naranjo		Nombre: Luis Vargas Carrizosa	
Firma: 		Firma: 	
Función: Encargado área Nematología		Función: Coordinación	



LF-F27	 Departamento de Servicios Técnicos. Laboratorio Servicios de Fitoprotección. Mata Redonda, San José. Tel: 2231-5055		Versión: 1
			Fecha de emisión: 29/5/17
<b>INFORME DE RESULTADO</b>			Página 1 de 1

Fecha de informe: 23 enero 2020	Fecha recepción: 20 Enero 2020	Nº Registro LAB) (20) 0105
Solicitante: AEA Tierra Blanca		Tipo de servicio: Nematología
Propietario muestra:	Cultivo: PAPA	Material recibido: Suelo
Código actividad INTA:		
Provincia: Cartago	Cantón: Central	Distrito: Tierra Blanca

**METODOLOGÍA:**

Licuada y tamizado, centrifugado con flotación con solución azucarada, en una densidad de 1.18. Cuento de larvas de nematodos en 100g de suelo.

**Resultado:**

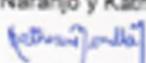
En la muestra analizada se encontró los nematodos fitoparásitos: *Globodera* spp y *Pratylenchus* sp. También se observaron nematodos de vida libre o saprófitos; estos son considerados benéficos y no hacen daño en cultivos agrícolas como la cebolla, equilibran el suelo de otros microorganismos y transportan nutrientes a la planta.

**Larvas de nematodos en 100g de suelo**

No. De muestra	Sapófitos o de vida libre	<i>Globodera</i> spp	<i>Pratylenchus</i> sp
(20) 0105	225	75	25

**Sugerencias:**

Las poblaciones del género *Globodera* spp afectan al cultivo de papa y es una plaga cuarentenario para este cultivo. No obstante, respecto al cultivo de cebolla ocurre un efecto contrario, según experiencias en la rotación de cultivos en suelos donde se siembra papa, y posterior sembrar cebolla; las poblaciones de *Globodera* spp tienden a bajar. En el caso de *Pratylenchus* sp este género si puede incrementar sus poblaciones y afectar al cultivos de Cebolla en el desarrollo fenológico. Por lo tanto; se sugiere aplicar un nematocida organofosforado a la siembra y otra a los 45 días después de la misma, con un Carbamato (Oxamil). Importante llevar un manejo agronómico adecuado del cultivo (la fertilización), en la prevención de plagas y enfermedades. Si utiliza químicos como organofosforados, tener presente el efecto residual y el ciclo del cultivo con la cosecha.

Análisis por:		Aprobación:	
Nombre: Ricardo Piedra Naranjo y Katherine Bonilla Mora		Nombre: Luis Vargas Cartagena	
Firma:  		Firma: 	
Función: Encargado área Nematología		Función: Coordinación	



**Figura 8.** Imagen del tercer diagnóstico semana 15