

## El problema de la peca en cultivos de aguacate (*Persea americana* Mill.) del norte del Tolima, Colombia

### The Spot Problem in Avocado (*Persea americana* Mill.) Plantations of Northern Tolima, Colombia

Julián Reina-Noreña,<sup>1</sup> Mildred Julieth Mayorga-Cobos,<sup>2</sup> Stefanny Julieth Caldas-Herrera,<sup>3</sup> Jeisson Rodríguez-Valenzuela<sup>4</sup>, Edgar Herney Varón-Devia,<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero agrónomo, Universidad del Tolima. Profesional de Apoyo, Corpoica. El Espinal, Colombia. jareina@corpoica.org.co

<sup>2</sup> Ingeniera agrónoma, Universidad Nacional de Colombia. Estudiante Maestría en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. mjmayorgac@unal.edu.co

<sup>3</sup> Ingeniera agrónoma, Universidad del Tolima. Profesional independiente. Ibagué, Colombia. jaleth325@hotmail.com

<sup>4</sup> Ingeniero Agroforestal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Estudiante Master of Science Tropical Forestry, Technische Universität Dresden. Dresden, Alemania. Jeison.Rodriguez\_Valenzuela@mailbox.tu-dresden.de

<sup>5</sup> PhD, Universidad de Idaho-Catie. Investigador PhD, Corpoica. El Espinal, Colombia. evaron@corpoica.org.co

Fecha de recepción: 28/10/2014

Fecha de aceptación: 08/07/2015

Reina-Noreña J, Mayorga-Cobos MJ, Caldas-Herrera SJ, Rodríguez-Valenzuela J, Varón-Devia EH. El problema de la peca en cultivos de aguacate (*Persea americana* Mill.) del norte del Tolima, Colombia. Corpoica Cienc Tecnol Agropecu. 16(2):265-278

#### Abstract

The spot (common name) is currently the main phytosanitary problem in avocado plantations of northern Tolima. In Colombia, information about its causal agent and the external factors that foster its development is scarce, which lead us to carry on a preliminary research. In three avocado farms of Fresno municipality, the severity of the spot in Lorena cultivar fruits was evaluated by using five types of barriers and a control, from the inflorescence phase to the developed fruit. The symptoms of the “avocado spot” in Lorena’ cultivar were characterized. Samples from different plant organs were sent to four diagnostic laboratories. Besides, in ten farms of Fresno municipality, the severity of the spot was measured on Lorena, Hass and Choquette cultivars by carrying out bi-weekly samplings. Simultaneously, in eleven farms in Fresno, the culture labors, pesticides, production costs and incomes were recorded. The treatment that was significantly different from the control was the fungicide application. The phytopathological diagnosis identified two pathogens, *Glomerella* sp. (Anamorphic: *Colletotrichum* sp.) and *Cercospora* sp. related to the spot symptoms. The Lorena cultivar was the most affected by “the spot”, it caused an increase of 3.65 % of the production costs to growers and the crop incomes decreased 21.65 % due to fruits with “spot” symptoms. An environmental impact was perceived as a result of the grower lack of awareness about the problem.

**Key words:** *Cercospora*, *Colletotrichum*, cv. Lorena, Fungicides, Phytosanitary measures, Production, Tolima-Colombia

#### Resumen

La peca (nombre común) es actualmente el problema fitosanitario de mayor relevancia en los cultivos de aguacate del norte del Tolima. En Colombia existe escasa información sobre el agente causal y los factores externos que lo favorecen, lo que apremió desarrollar una investigación preliminar. En tres fincas del municipio de Fresno (Tolima), se realizó un ensayo para determinar el grado de severidad de la peca en el cultivar Lorena, disponiendo cinco tipos de barreras y un testigo, desde inflorescencia hasta el desarrollo del fruto. Los síntomas en frutos se caracterizaron a través del tiempo. Se enviaron muestras de diferentes órganos de la planta a laboratorios de diagnóstico fitosanitario. Además, en diez fincas, se hicieron muestreos quincenales de severidad de la peca en los cultivares Lorena, Hass y Choquette haciendo muestreos bisemanales y, simultáneamente, en once fincas se registraron las labores del cultivo, insumos utilizados para control, costos de producción, producción por categoría de calidad e ingresos. El tratamiento que presentó menor afección por peca en el fruto fue la aplicación de fungicida. Los patógenos *Glomerella* sp. (Anamorfo: *Colletotrichum* sp.) y *Cercospora* sp. fueron reconocidos al analizar las muestras en laboratorio. El cv. Lorena fue el más afectado por la peca, lo que le ocasionó a los agricultores la disminución del 21,65 % de los ingresos, y el aumento del 3,65 % de los costos de producción. Además, se percibió impacto ambiental negativo por el desconocimiento del problema en la zona.

**Palabras clave:** *Cercospora*, *Colletotrichum*, cv. Lorena, fungicidas, medidas fitosanitarias, producción, Tolima-Colombia

## Introducción

El Tolima es un departamento que se caracteriza por ser gran productor de frutas, especialmente de limón, mango, aguacate, guayaba, banano, tomate de árbol y naranja (Ministerio... et al. 2006). Para el caso del cultivo de aguacate, Yabrudy (2012) documentó que en el año 2010 existían 21.590 ha en Colombia, que, a su vez, se encontraban distribuidas en 21 departamentos, 8 más que en 1992 y aunque los 10 departamentos con mayor área plantada representan el 92,8% del total, el Tolima se destaca como el departamento número uno en producción total, seguido de Antioquia y Bolívar.

El cultivo de aguacate es afectado por un importante complejo de enfermedades. Al respecto, el Instituto Colombiano Agropecuario (2012) alertó sobre la disminución del rendimiento, debido al incremento de la incidencia y severidad de enfermedades causadas por hongos y a la proliferación de focos de infección, a partir de la ocurrencia de la ola invernal presentada durante 2010 y 2011, en la que se presentó un crecimiento atípico de la precipitación y un consecuente aumento de la humedad en el suelo en las áreas de producción.

Como resultado de lo mencionado, en la zona norte del Tolima, los cultivos de aguacate en los últimos tres años han sido afectados por un problema fitosanitario, que los agricultores denominan peca. El daño se caracteriza por presentar en la cáscara del fruto un punteado y manchado color negro, marrón o rojizo, que provoca una desmejora en la calidad del fruto. Derivado de esta situación, los productores han percibido una reducción en sus ingresos por la venta del fruto de baja calidad y el aumento en las aplicaciones de productos agroquímicos empleados para mitigar el impacto del patógeno, lo que ha conllevado un aumento de los costos de producción (Instituto Colombiano Agropecuario 2012). Entre los cultivares de aguacate más representativos que se producen en el Tolima y que han sido afectados por la peca están Lorena, Hass y Choquette.

Tamayo (2008) indicó que *Pseudocercospora purpurea* (= *Cercospora purpurea*) es el agente causal de la mancha angular, enfermedad frecuente en cultivos de aguacate en los departamentos de Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Risaralda y Quindío, la cual se presenta en los frutos como una lesión superficial levemente deprimida de color negro, bordes bien definidos, rojizos, angulosos

o irregulares que no penetra ni compromete la pulpa. No obstante, Zamora et al. (2001) describieron a *Colletotrichum gloeosporioides* como el causante de la infección conocida como viruela, que se inicia con machas pequeñas, de color café claro y después cambian a café oscuro, hundidas, que en condiciones de alta humedad relativa pueden coalescer. Por otra parte, Londoño (2008) hizo referencia a un complejo de insectos plaga que afectan las diferentes partes de la planta, entre ellas el fruto, y que presentan una sintomatología similar a la de los patógenos anteriormente mencionados.

En vista de la falta de certeza sobre la identificación del agente causal de la peca, los factores que posibilitan la presencia del mismo y el efecto que tiene en la zona productora de aguacate del norte del Tolima, se realizó este estudio que estuvo encaminado hacia la identificación del agente causal, el impacto económico y ambiental del daño, la determinación de la incidencia y severidad en los cultivares y los factores externos que favorecen la proliferación del microorganismo.

## Materiales y métodos

El estudio se adelantó en el municipio de Fresno, ubicado entre las coordenadas 05° 08' 40,1" a 05° 10' 52,1" de latitud norte y 074° 58' 57,0" a 075° 04' 16,2" de longitud oeste, en el norte del departamento del Tolima, Colombia.

### Ensayo de barreras físicas y químicas desde inflorescencia hasta fruto

Se seleccionaron tres fincas a diferentes niveles de altitud: La Chiripa (1.083 msnm), Tulipanes (1.447 msnm) y La Ilusión (1.655 msnm). En el mes de julio de 2013, en cada lugar se seleccionaron cinco árboles del cv. Lorena, que estuvieran en etapa de producción y presentaran síntomas de peca en alguno de sus frutos; para este mes, el cv. Lorena estaba en estado de floración. Por árbol, se escogieron seis inflorescencias en estado D2 (botones florales, visible eje terciario) (Cabezas et al. 2003). A cada inflorescencia, se le aplicó un tratamiento diferente, tal como se indica en la tabla 1.

La aplicación de los tratamientos 2, 3 y 4 se hizo una vez por semana con la ayuda de un aspersor manual, de manera que la estructura reproductiva quedara bien cubierta por el producto, aplicando aproximadamente 15 ml de la solución por estructura.

**Tabla 1.** Tratamientos aplicados a árboles de aguacate cv. Lorena desde inflorescencia hasta el desarrollo del fruto, para evitar la afección del fruto por la peca

Tratamiento	Descripción	Restricción
1	Barrera física (tela tul)	Insectos macroscópicos y objetos que puedan hacer daños mecánicos
2	Aplicación de insecticida (Cipermetrina) 3,5 cm <sup>3</sup> /L	Insectos macro y microscópicos
3	Aplicación de fungicida (Mancozeb) 3 g/L	Hongos
4	Aplicación de acaricida (Abamectina) 1 cm <sup>3</sup> /L	Ácaros
5	Testigo	Ninguno
6	Barrera física (tela muselina)	Insectos macroscópicos y objetos que puedan hacer daños mecánicos

Fuente: Elaboración propia

Las unidades experimentales se recolectaron en el mes de noviembre y a estas se les determinaron dos variables: el número de síntomas en la cara del fruto más afectada por la peca y su severidad que resultó de promediar los porcentajes de área afectada en las dos caras del fruto.

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos al azar, en donde se tomó a cada árbol como un bloque distinto, debido a las diferencias intrínsecas que podía tener cada árbol. Para el análisis se aplicó el programa SAS® versión 9.0 (SAS Institute 2002).

### Desarrollo y caracterización sintomatológica de la peca

En la finca Tulipanes se seleccionaron de manera aleatoria dos frutos de aguacate en un árbol del cv. Lorena, los cuales presentaban algunas lesiones, presumiblemente de peca. Se demarcaron las lesiones y semanalmente se les hizo un seguimiento (registro fotográfico), para evidenciar el desarrollo del síntoma a través del tiempo. El registro se inició el 10 de julio y se terminó el 21 de agosto del año 2013. Al finalizar el periodo mencionado, el síntoma de uno de los frutos, correspondió exactamente con las características iniciales del síntoma del otro fruto, razón por la cual se unieron los dos seguimientos, lo que dio como resultado una descripción del síntoma en 78 días.

### Agente causal

En las tres fincas se tomaron muestras de frutos de aguacate de los cvs. Lorena, Choquette y Hass con síntomas de peca en diferentes estados de desarrollo. Para la toma de

muestras y el envío a laboratorios, se tuvieron en cuenta las recomendaciones del Instituto Colombiano Agropecuario (s. f.). Cada órgano vegetal (muestra) se empacó en una bolsa de papel kraft y dentro de esta se ubicó una toalla de papel para disminuir la humedad dentro de la bolsa. Luego, la bolsa de papel se reembolsó en una bolsa plástica transparente. Cada muestra se marcó con la fecha y el nombre de la finca y el nombre del cultivar. Las muestras se enviaron a cuatro laboratorios de fitopatología (tres de Corpoica en los centros de investigación Nataima, Tibaitatá y La Selva y el del ICA sede Ibagué) para determinar si existía presencia de algún patógeno en el área de los síntomas y efectuar la identificación.

### Diseño de escala diagramática de severidad de la peca en frutos cv. Lorena

En las fincas Tulipanes y Cafetales de Villa María, ubicadas en la vereda Mireya del municipio de Fresno, se recolectaron 70 frutos de aguacate cv. Lorena en estado de madurez fisiológica, que presentaban diferentes niveles de afectación por peca. Se determinó la severidad de cada fruto estimada como el porcentaje de área afectada; posteriormente, con la colaboración de los agricultores y con base en consultas realizadas en centros de comercialización del producto, los frutos recolectados se agruparon en las tres categorías de calidad establecidas en la zona a causa del manchado del fruto (peca); para cada una de las tres categorías, los frutos se agruparon en dos niveles de severidad, y finalmente se obtuvo una escala de seis niveles.

## Severidad e incidencia de peca en los cvs. Lorena, Choquette y Hass

Diez fincas se visitaron con una frecuencia quincenal, para evaluar la incidencia y severidad de la peca en los cvs. Lorena, Hass y Choquette.

Para evaluar la severidad del daño, en cada muestreo se seleccionaron ocho árboles al azar de cada cultivar. En cada árbol se seleccionaron cuatro frutos tomados de diferentes posiciones y estratos del árbol; en estos frutos se estimó visualmente el porcentaje de área afectada en cada una de las dos caras. La infección en el fruto se determinó como el promedio de lo registrado en sus dos caras y, en el árbol, se expresó como el promedio de los cuatro frutos.

La incidencia se estimó como el porcentaje de árboles afectados en la muestra de ocho árboles por cultivar, para lo cual a cada árbol se le dio un valor de 0 o 1, donde 0 indicaba ausencia de peca (severidad promedio árbol igual a cero) y 1 indicaba presencia de peca (severidad  $\geq 0,1$ ). Esta labor se efectuó durante los seis meses del segundo semestre de 2013.

### Impacto económico de la peca

Se visitaron 48 fincas productoras de aguacate y en cada una se diligenció una encuesta dirigida al propietario o administrador del cultivo. La encuesta tenía como objeto conocer las opiniones de los agricultores sobre el problema de la peca, los controles o manejos que han ejecutado y georreferenciar los sitios. Se escogieron 11 fincas que fueran representativas y en donde el administrador tuviera registros de las labores agrícolas realizadas, los costos de producción y los ingresos generados por el cultivo.

Con la información recolectada, se determinaron los costos de producción y del manejo de la peca durante el segundo semestre de 2013, su participación en los costos de producción y el aumento de estos a causa del problema señalado. Además, se determinó la distribución de la producción por categorías de calidad, el ingreso bruto del productor, la disminución en el ingreso bruto a causa de la peca y la rentabilidad del sistema productivo.

## Impacto ambiental de la peca

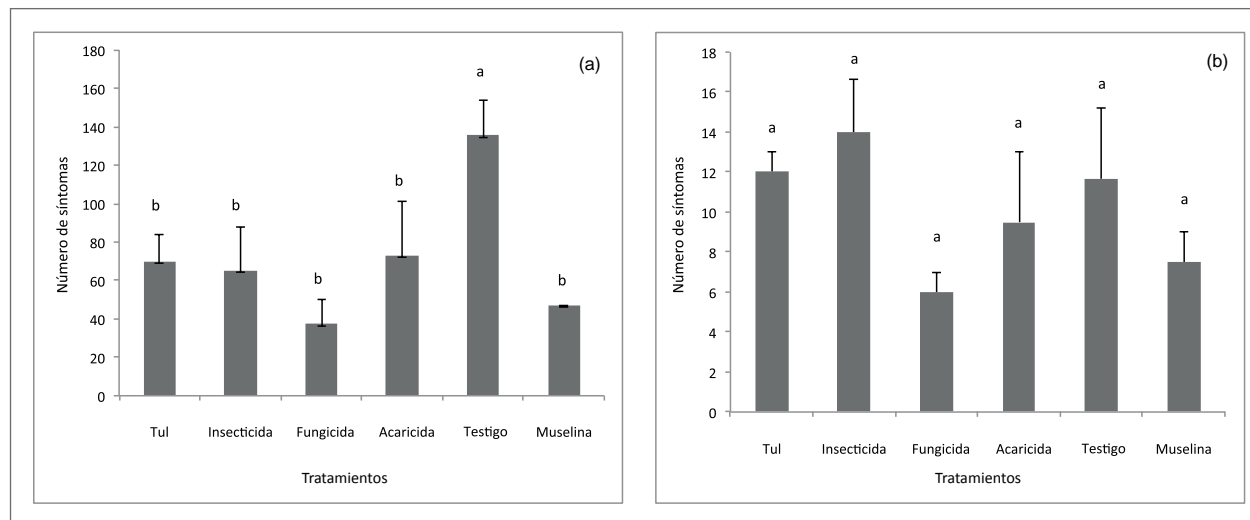
Con la información de las labores realizadas en los 11 cultivos, se listaron los productos aplicados para dar manejo de la peca en cada finca. A estos se les calculó el impacto ambiental en campo por el método desarrollado por Kovach et al. (1992). Los valores del coeficiente de impacto ambiental (CIA) de cada pesticida utilizado se tomaron de la tablas de pesticidas comunes (Kovach et al. 1992, con valores de CIA actualizados a 2007). Los valores del CIA de los ingredientes activos monocrotofos, milbecnock y sulfato de calcio se otorgaron a partir de valores correspondientes a ingredientes activos de la misma familia química. La dosis y el número de aplicaciones de cada producto se obtuvieron de la información recopilada en campo. El impacto ambiental de cada finca se determinó como la suma del impacto en campo de cada uno de los ingredientes activos empleados en el control de la peca.

## Resultados y discusión

### Ensayo de barreras físicas y químicas desde inflorescencia hasta fruto

En la finca La Chiripa no hubo formación de frutos en las inflorescencias sobre las cuales se aplicaron los tratamientos, debido a la alta abscisión floral que se presentó en el lugar, razón por la cual no se pudieron evaluar las variables determinadas. En las otras dos fincas, también se presentó abscisión floral, lo que generó pérdida de unidades experimentales, por lo que se utilizó el diseño experimental de bloques completos al azar desbalanceado en el análisis estadístico de los datos.

**Número de síntomas de la peca.** En la finca Tulipanes, al evaluar el número de síntomas de la peca en la cara más afectada del fruto, se encontró que el tratamiento testigo presentó diferencia significativa ( $p \leq 0,0005$ ) en relación a los demás tratamientos, con un promedio de  $135 \pm 18$  manchas atribuibles a la peca (figura 1a). En la finca La Ilusión no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados (figura 1b). Sin embargo, para esta variable, en la finca Tulipanes, los valores fueron muy superiores a los de La Ilusión, puesto que en la primera oscilaron entre 37 y 135 síntomas, mientras que en la segunda variaron entre 6 y 14 síntomas.



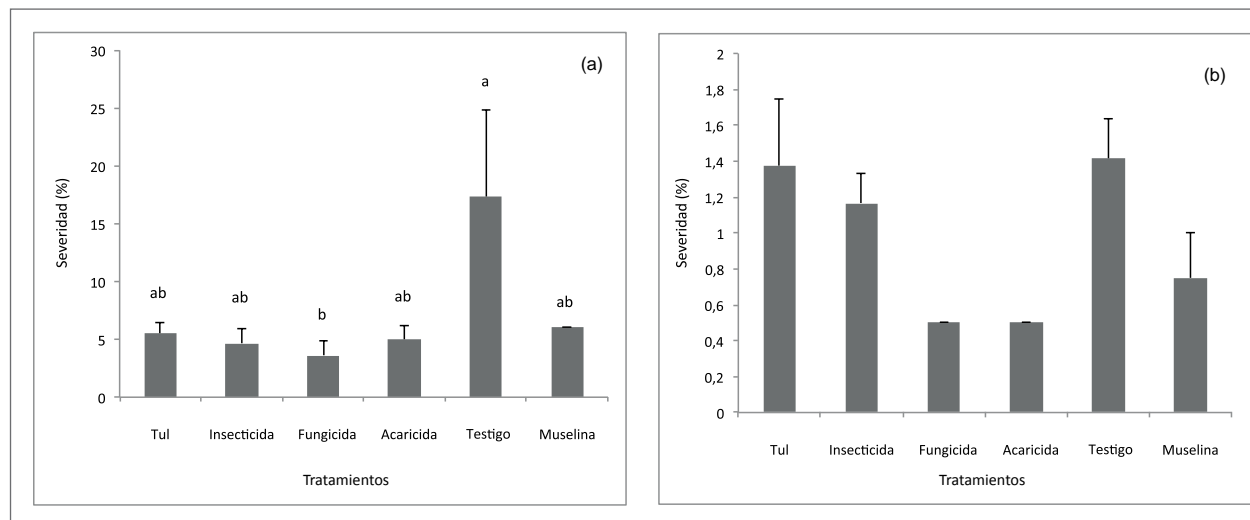
**Figura 1.** Número de síntomas de peca en la cara más afectada del fruto de aguacate cv. Lorena, con diferentes tipos de barreras físicas y químicas desde inflorescencia hasta fruto, en las fincas Tulipanes (a) y La Ilusión (b) del municipio de Fresno, Tolima, Colombia.

Nota: Las barras verticales indican el error estándar de la media. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias estadísticamente significativas con base en comparaciones por la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fuente: Elaboración propia

**Severidad.** En la finca Tulipanes, la severidad de peca presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,0149$ ) entre el tratamiento testigo y el fungicida; los frutos tratados con fungicida presentaron la menor severidad ( $3,6 \pm 1,2\%$ ), mientras que los frutos del testigo presentaron la mayor ( $17,3 \pm 7,1\%$ ) (figura 2a). En la finca La Ilusión los datos de severidad de peca no presentaron normalidad y, por lo tanto, se realizó una prueba no paramétrica, la cual determinó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,0222$ ) entre los

tratamientos. Gráficamente se observa que las medias de los tratamientos acaricida y fungicida presentan la mayor diferencia con respecto al testigo (figura 2b). Una vez más, los frutos de la finca Tulipanes presentaron mayor afectación por peca en comparación con los de la finca La Ilusión, en consideración a que en esta última la máxima severidad ( $1,4 \pm 0,2\%$ , testigo) no superó la severidad mínima obtenida en la finca Tulipanes ( $3,6 \pm 1,2\%$ , fungicida).



**Figura 2.** Severidad de peca en frutos de aguacate cv. Lorena con diferentes tipos de barreras físicas y químicas desde inflorescencia hasta fruto, en las fincas Tulipanes (a) y La Ilusión (b) del municipio de Fresno, Tolima, Colombia.

Nota: Las barras verticales indican el error estándar de la media. Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias estadísticamente significativas con base en comparaciones por la prueba Tukey ( $p < 0,05$ ).

Fuente: Elaboración propia

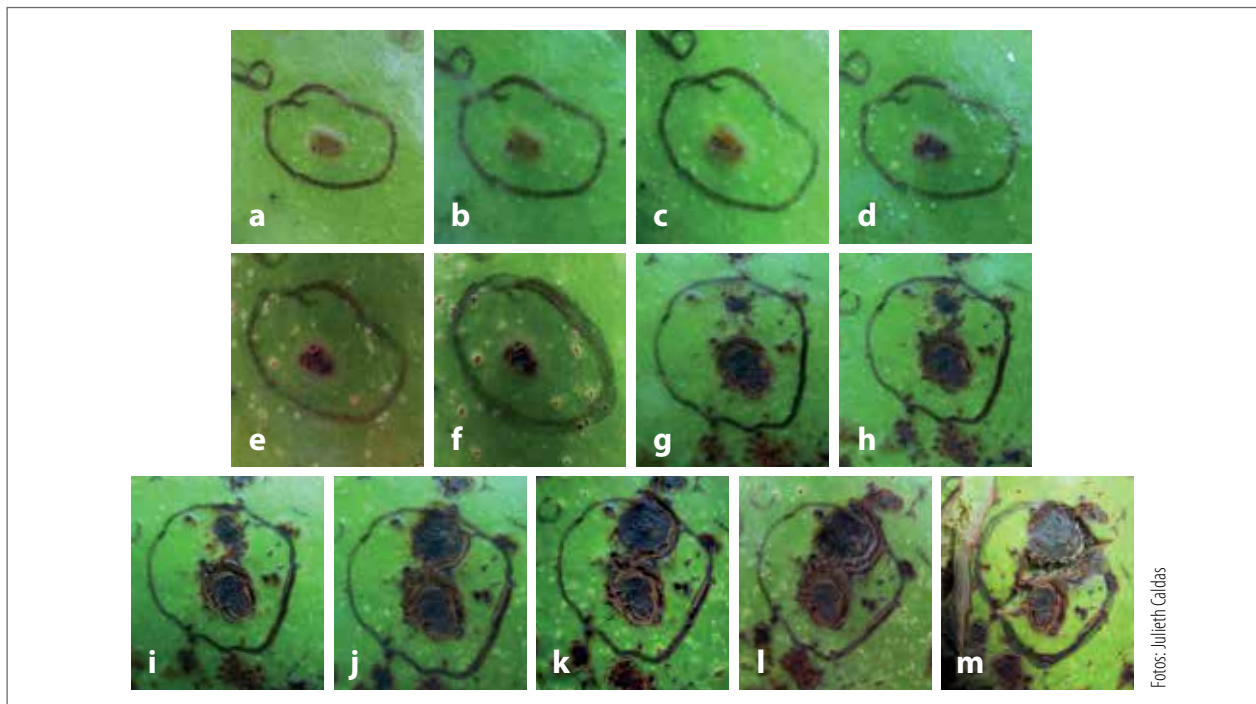
En general, el tratamiento con fungicida fue el menos afectado por la peca, lo cual permite inducir que el agente causal es un hongo; aplicaciones foliares de mancozeb, ingrediente activo del fungicida empleado, son recomendadas en el cultivo de aguacate para el control de la antracnosis (*Glomerella cingulata*) y de la mancha negra del fruto (*Pseudocercospora purpurea*) (Ministerio de la Agricultura 2004).

Se encontró que, entre los bloques (árboles) evaluados en la finca Tulipanes, las variables número de síntomas y severidad de la peca presentaron diferencias estadísticamente significativas, lo que podría llegar a suponer que hay factores propios del árbol como la edad, microclima, genética, fisiología, nutrición, entre otros, que intervienen en el problema de la peca de una forma importante. Acerca de esto, Fiddaman y Rossall (1994) afirmaron que la presencia de algunos nutrientes puede resultar en la producción de compuestos volátiles antifúngicos y antibióticos (Milner et al. 1995), que podrían afectar al patógeno.

### Desarrollo y caracterización sintomatológica de la peca

El síntoma inicial de la peca consistió en una lesión protuberante, acuosa, de forma irregular, color marrón,

con un halo translúcido (figura 3a); una semana después, la lesión empezó a secarse y a tomar un color negro (figura 3b); durante las dos semanas siguientes el nivel de la protuberancia disminuyó y la necrosis continuó avanzando (figuras 3c y d); al cabo de cuatro semanas de observación, la lesión estaba totalmente necrosada y se presentaba un agrietamiento en una pequeña zona del borde (figura 3e); en la quinta semana, el borde de la lesión presentó una textura corchosa color marrón (figura 3f); a partir del síntoma inicial el aumento de tamaño de la lesión fue lento. En el otro fruto observado, a partir del último síntoma descrito y durante las semanas siguientes, el único cambio representativo que se evidenció en la lesión fue un aumento acelerado de tamaño, mientras que las lesiones aledañas continuaban su desarrollo (figuras 3g, h e i); luego de esto, se fusionaron las lesiones cercanas que presentaban crecimiento progresivo, extendiendo así el área afectada en el pericarpio del fruto (figuras 3j, k y l); trascurridas 12 semanas de observación, los agrietamientos de la lesión se profundizaron hasta dejar visible la pulpa del fruto (figura 3m). El síntoma final de la peca se caracterizó por manchas de color negro de forma redonda o irregular, de tamaño variable, con una superficie levemente deprimida, bordes de coloración rojiza o marrón, con apariencia corchosa, que se presentan en el pericarpio, sin afectar la pulpa.



**Figura 3.** Evolución del síntoma de peca en frutos de aguacate cv. Lorena cosechados en el municipio de Fresno. Tolima, Colombia. a) Síntoma inicial, b) 8 días de observación, c) 15 días de observación, d) 20 días de observación, e) 27 días de observación, f) 33 días de observación, g) 39 días de observación, h) 47 días de observación, i) 54 días de observación, j) 59 días de observación, k) 66 días de observación, l) 72 días de observación, m) síntoma final a 78 días de observación.

Algunos de estos síntomas encontrados en los frutos de aguacate, coinciden con los identificados por Tamayo (2007) y Pérez (2008) para la enfermedad de la mancha angular o mancha negra del fruto, causada por el hongo *Pseudocercospora purpurea* (= *Cercospora purpurea*). En los frutos, las lesiones son de tamaño mediano (1 a 2 cm de diámetro), de color negro, bordes angulosos o irregulares, con bordes rojizos bien definidos. Generalmente, la lesión es superficial, levemente deprimida y no penetra ni compromete la pulpa, por lo cual no hay daño interno del fruto, pero sí deteriora la apariencia del mismo. En otras variedades, las lesiones son pequeñas (0,5 a 1 cm de diámetro), de color café oscuro a rojizas, con bordes irregulares (Tamayo 2007; Coleacp 2011; Darvas y Kotzé 1987; Darvas 1977; Ruehle 1938; Pérez 2008).

### Agente causal

En los cuatro laboratorios de fitopatología a los que se enviaron muestras de frutos que presentaban el síntoma de la peca, se realizaron aislamientos y se encontraron estructuras correspondientes al hongo *Glomerella* sp. (anamorfo *Colletotrichum* sp.), agente causal de la antracnosis del fruto. Adicionalmente, el laboratorio de fitopatología del ICA de la ciudad de Ibagué, reportó otro hongo fitopatológico asociado al síntoma de la peca: *Cercospora* sp.; género al cual pertenece la especie *P. purpurea*, agente causal de la mancha negra del fruto en el cultivo de aguacate. Tamayo (2007) afirmó que cuando persisten condiciones de humedad relativa alta en el almacenamiento, el centro de la lesión afectada por *Cercospora* sp. toma una coloración gris a negra, debido a

la esporulación del hongo, el cual puede llegar a agrietar la cáscara y deteriorar la pulpa, lo que facilita la entrada de otros patógenos en poscosecha, como *Colletotrichum gloeosporioides*.

Hay dos especies distintas de *Cercospora*, *C. perseeae* y *C. purpurea* que son capaces de parasitar árboles de aguacate. A partir de estudios preliminares de los hongos implicados en el fruto y la mancha foliar, se indicó que *C. purpurea* Cooke es el patógeno predominante. Esta teoría fue probada por varios experimentos en los que los síntomas típicos fueron inducidos por inoculación de fruto y hojas con suspensión de esporas, seguido del éxito del reaislamiento (Darvas 1977). *C. purpurea* produce conidióforos largos, 1-9 septas, recta a curva, que mide 2-4,5 x 20-100 $\mu$  (Chupp 1953, citado en Darvas 1977).

### Diseño escala diagramática de severidad de peca en frutos cv. Lorena

La severidad de la peca encontrada en campo, se agrupó en seis niveles. El nivel 0 indicaba que el fruto estaba totalmente sano, sin indicios de infección; el nivel 1 indicaba que el fruto tenía menos del 5% de área afectada; el nivel 2, que había entre 5,1% y 10%; el nivel 3, que había entre 10,1% y 25%; el nivel 4, que había entre 25,1% y 50%; y el nivel 6, más del 50,1%. Esta escala estuvo ajustada al valor comercial dado a los frutos en la zona, en la que los del nivel 0 y 1 fueron clasificados en el mercado local como categoría de calidad primera, los del nivel 2 y 3 como segunda y los del nivel 4 y 5 como tercera (figura 4).

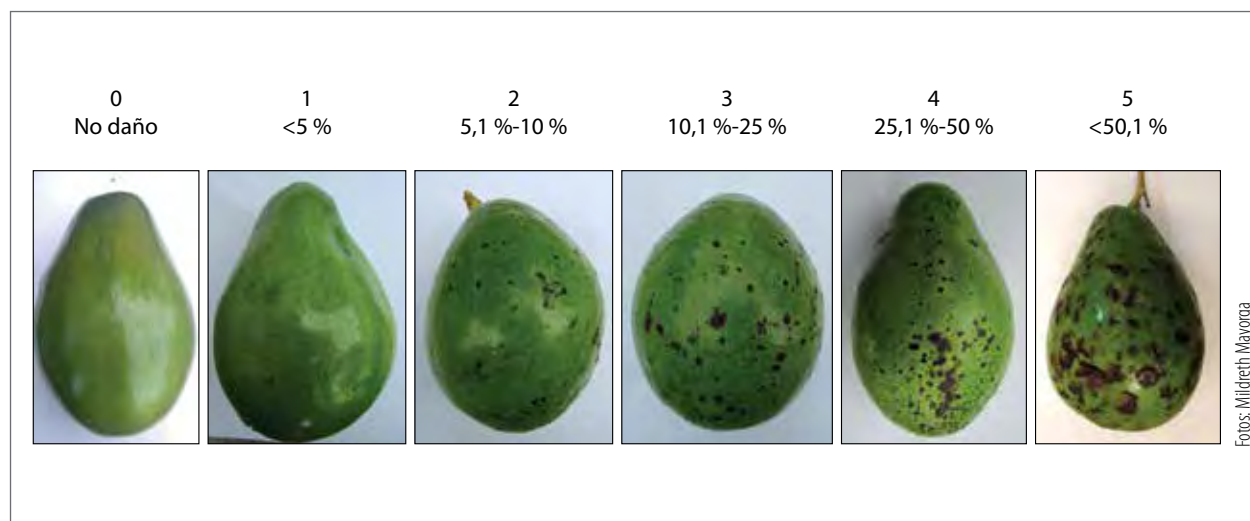
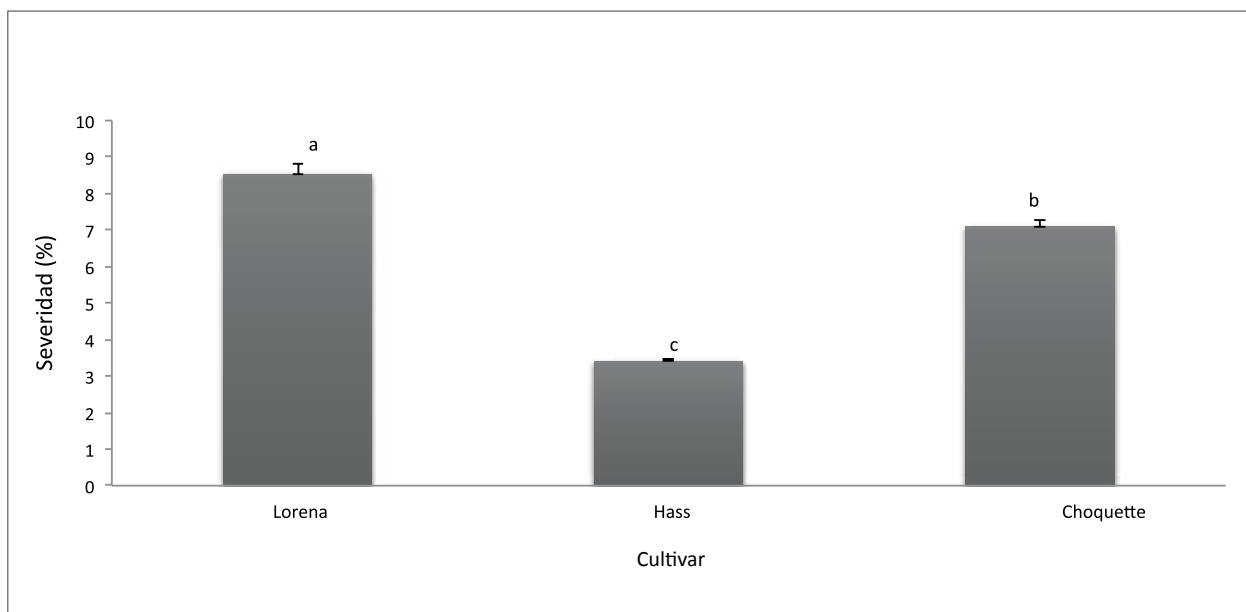


Figura 4. Escala diagramática diseñada para evaluar la severidad de la peca en frutos de aguacate.

## Severidad e incidencia de peca en los cvs. Lorena, Choquette y Hass

El análisis de varianza indicó que hubo diferencias significativas en la severidad de la peca en los tres cultivares evaluados ( $p < 0,0001$ ). Los frutos del cv. Lorena presentaron la mayor severidad de peca con un valor de  $8,53 \pm 0,26\%$  de área afectada; el cv. Choquette

mostró una severidad promedio de  $7,09 \pm 0,21\%$ ; mientras que el cv. Hass fue el menos afectado con  $3,40 \pm 0,07\%$  de severidad promedio (figura 5). Los cvs. Lorena y Choquette se encontraron en el nivel 2 en la escala de severidad (5,1-10%), correspondiendo la mayor parte de su producción a frutos de categoría segunda; el cv. Hass, se encontró en el nivel 1 en la escala de severidad ( $\leq 5\%$ ) correspondiendo a frutos de categoría primera.



**Figura 5.** Severidad de la peca en frutos de aguacate de los cvs. Lorena, Hass y Choquette en el municipio de Fresno, Tolima, Colombia.

Nota: Los valores son el promedio de datos tomados en 11 fincas con una frecuencia quincenal durante el segundo semestre de 2013. Las barras verticales indican el error estándar de la media ( $n=963$ ). Letras diferentes sobre las columnas indican diferencias estadísticamente significativas con base en comparaciones por la prueba Tukey ( $p < 0,05$ )

Fuente: Elaboración propia

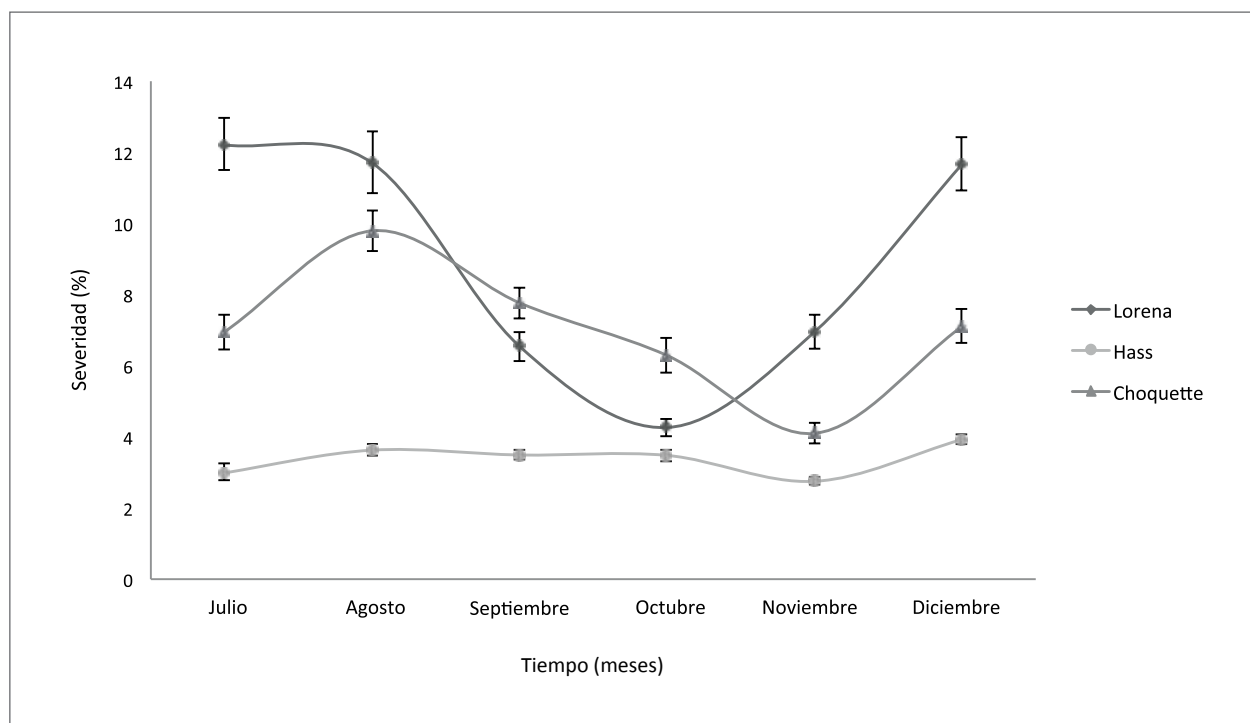
La incidencia de peca fue de 100% para los tres cultivares de aguacate (datos no mostrados), puesto que en los chequeos realizados durante el tiempo de evaluación, para las 11 fincas, los 8 árboles evaluados en cada cultivar presentaron el síntoma de la peca en al menos uno de los frutos observados.

El factor de patogenicidad de los hongos del género *Cercospora*, causante de manchas en hojas y frutos en una amplia gama de cultivos de importancia económica, es, al parecer, una toxina conocida como cercosporina, la cual, al absorber energía lumínica, reacciona con oxígeno molecular y produce especies reactivas de oxígeno ROS que causan la peroxidación de lípidos y la ruptura de la membrana celular, lo que da lugar a la salida de nutrientes del interior celular y facilita el crecimiento de hongos (Panagiotis et al. 2007).

Wang et al. (2010), al evaluar la capacidad antioxidante y composición fitoquímica de frutos de diferentes cultivares de aguacate, encontraron que la cáscara y la pulpa del cv. Hass presentó mayor contenido de fenoles y capacidad antioxidante que otros cultivares, esta característica puede mitigar el efecto de la cercosporina producida por hongos como *P. purpurea* (patógeno del aguacate), puesto que los compuestos fenólicos tienen una importante función en los mecanismos de defensa de las plantas ante las infecciones, ya que aumentan la resistencia a la penetración de patógenos, además, muchos de estos compuestos son potentes inhibidores de enzimas hidrolíticas producidas durante la infección. Estas características del aguacate cv. Hass posiblemente contribuyen a que este sea un cultivar poco susceptible a la peca.

La severidad de peca para cada uno de los cultivares evaluados presentó un comportamiento diferente durante los meses del segundo semestre de 2013 (figura 6). Este comportamiento se debió a que para la misma época del año cada cultivar de aguacate se encontraba en una etapa fenológica diferente y se encontró que los puntos de mayor severidad coincidieron con los períodos en que los frutos estaban en la fase de maduración o ya habían completado su madurez fisiológica. Esta etapa del desarrollo es alcanzada por el cv. Lorena en el mes de julio, por el cv. Choquette entre los meses de agosto y septiembre, y por el cv. Hass entre septiembre y octubre.

Pérez (2008) afirmó que en frutos de aguacate inmaduros, la presencia de compuestos antifúngicos (ej. epicatequina) limita el crecimiento de infecciones como la antracnosis, la cual permanece en estado de latencia hasta la maduración del fruto, cuando este madura, los niveles de esos compuestos disminuyen por acción enzimática (ej. Lacasa, enzima del grupo de las oxidasas), lo que favorece la reactivación de la infección latente. Además, Whiley et al. (2002) señalan que la enfermedad de la mancha del fruto en aguacate, causada por *P. purpurea*, es más pronunciada durante la etapa de madurez tardía, que en frutos inmaduros.



**Figura 6.** Evolución de la severidad de la peca en frutos de los cultivares Lorena (u), Hass (l) y Choquette (s) durante el segundo semestre de 2013.

Nota: Los valores son el promedio de datos tomados con una frecuencia quincenal en 11 fincas ubicadas en el municipio de Fresno, Tolima, Colombia. Las barras verticales indican el error estándar de la media ( $n=207$ )

Fuente: Elaboración propia

A pesar de las fluctuaciones de severidad propias de cada cultivar, se destaca que el cv. Lorena presentó el mayor valor, el cual fue de  $12,22 \pm 0,74\%$  en el mes de julio, mientras que el cv. Hass mostró el mínimo deterioro con  $2,75 \pm 0,12\%$  en el mes de noviembre, lo que confirma que, de los tres cultivares estudiados, Lorena fue el más susceptible y Hass el más tolerante. La mancha negra del aguacate es una enfermedad que no tiene cultivares totalmente resistentes (Kenneth 2013).

En el mes de diciembre se observó un aumento en la severidad de peca para los tres cultivares, lo cual pudo

deberse a que en los dos meses anteriores hubo altas precipitaciones (153,4 y 249,65 mm, respectivamente) y altas humedades relativas promedio (87,15 % y 91,75 %, respectivamente). Pérez-Jiménez (2008) afirmó que el hongo *P. purpurea* infecta hojas y frutos de aguacate a través de conidias que se desarrollan bajo condiciones de alta humedad relativa; el agua, el viento y los insectos propagan estas conidias a los puntos de infección. Whiley et al. (2002) coincidieron al afirmar que la esporulación de este patógeno es abundante en condiciones de alta humedad relativa y climas cálidos y lluviosos.

## Impacto económico de la peca

Los costos de producción del cultivo de aguacate en el municipio de Fresno, Tolima, durante el segundo semestre de 2013, oscilaron entre \$672.188 (US\$351,9) y \$5.591.793 (US\$2.927,6) por hectárea, con un valor promedio de \$1.983.388 ± 404.091 (US\$1.038,4 ± 211,6).

En el 72,7 % de las fincas evaluadas se realizó un manejo para el control de la peca, los cuales oscilaron entre \$15.814 (US\$8,3) y \$131.627 (US\$68,9) por hectárea, con un valor promedio de \$69.781 ± 14.469 (US\$36,5 ± 7,6) que representó el 3,52 % de los costos de producción para este período y ocasionó un aumento del 3,65 % en estos (tabla 2).

**Tabla 2.** Costos de producción y de manejo de la peca en aguacate por hectárea en el segundo semestre de 2013, en el municipio de Fresno, Tolima, Colombia

Finca	Costos de producción (millones \$) (US\$)	Costos manejo peca (\$) (US\$)	Costos manejo peca (%)	Aumento en costos de producción (%)	Ingrediente activo (manejo peca)
Arajui	0,672 (351,8)	15.814 (8,3)	2,35	2,41	Carbendazim
La María	1,199 (627,7)	0 (0,0)	0,00	0,00	Ninguno
El Palmito	1,676 (877,5)	53.867 (28,2)	3,21	3,32	Difenoconazole, carbendazim
Tulipanes	1,415 (740,8)	17.264 (9,0)	1,22	1,24	Propiconazole
La Ilusión	3,052 (1.597,7)	112.100 (58,7)	3,67	3,81	Azufre elemental, trifloxystrobin + tebuconazol
La Esmeralda	1,378 (721,5)	69.517 (36,4)	5,04	5,31	Milbemectina, monocrotofos, clorpyrifos
Bellavista	2,150 (1.125,7)	76.446 (40,0)	3,56	3,69	Mancozeb, calcio, azufre
Cafetales	1,656 (867,0)	81.615 (42,7)	4,93	5,18	Myclobutanil, propiconazole
Alhambra	5,591 (2.927,2)	131.627 (68,9)	2,35	2,41	Triforine, sulfato de calcio, sulfato de cobre
Guaduales	1,286 (673,3)	0 (0,0)	0,00	0,00	Ninguno
Chiripa	1,740 (911,0)	0 (0,0)	0,00	0,00	Ninguno
Promedio*	1,983 ± 0,4 (1.038,2 ± 209,4)	69.781 ± 14.470 (36,5 ± 7,6)	3,52	3,65	

\* El promedio de costos del manejo de la peca, se estimó con las fincas en las que se realiza manejo de la enfermedad.

Nota: La tasa de cambio utilizada fue de \$1.910 por US\$ 1, correspondiente al semestre B de 2013

Fuente: Elaboración propia

Los frutos de aguacate que se producen y comercializan en el municipio de Fresno, Tolima, se clasifican en tres categorías de calidad en función del peso y de la apariencia externa del fruto. Los agricultores de la zona afirman que el manchado de fruto (peca en la mayoría de los casos), es el principal factor que disminuye el valor comercial del producto. Las tres categorías de calidad son: primera, segunda y tercera, que corresponden en

la escala de severidad para la peca (figura 5) a los niveles 0-1, 2-3 y 4-5, respectivamente. Durante el segundo semestre de 2013, el rendimiento de aguacate fue de 3,1 t/ha, el 49,7 % de la producción de aguacate fue de calidad primera, mientras que el 48,26 % fue de calidad segunda, esta se pagó al productor a la mitad del precio de los frutos de primera, de igual forma, los frutos de tercera, que representaron el 2,04 % de la producción

(tabla 3), se pagaron a la mitad del precio de los frutos de segunda. Con una producción 100% sin problemas de peca (frutos de primera calidad) durante los meses del segundo semestre de 2013, un agricultor tendría un ingreso bruto promedio de \$4.163.269 (US\$2.179,7) por hectárea, sin embargo, se encontró que en ese período el ingreso bruto promedio de una hectárea fue

de \$3.245.529 (US\$1.699,2), lo que representó una disminución del 21,65% en el ingreso bruto del agricultor debido a la producción de fruta de baja calidad (segunda y tercera) (tabla 3), esto es una consecuencia directa de la presencia y desarrollo de la peca en los cultivos de aguacate.

**Tabla 3.** Distribución de la producción de aguacate por categoría de calidad y efecto de la peca en el ingreso bruto en el segundo semestre de 2013, en el municipio de Fresno, Tolima, Colombia.

Finca	Producción (%)			Rendimiento (t/ha)	Ingreso bruto real (millones \$) (US\$)	Ingreso sin presencia de peca (millones \$) (US\$)	Disminución ingreso bruto (%)
	Primera	Segunda	Tercera				
Arajui	72,86	27,14	0,00	0,911	1,108 (580,1)	1,181 (618,3)	6,18
La María	9,36	90,64	0,00	1,183	8,856 (4.636,6)	1,584 (829,3)	45,99
El Palmito	46,91	52,57	0,51	5,520	6,156 (3.223,0)	8,174 (4.279,6)	24,69
Tulipanes	64,87	30,37	4,76	2,354	2,623 (1.373,3)	2,916 (1.526,7)	10,02
La Ilusión	68,07	31,93	0,00	3,455	3,413 (1.786,9)	4,001 (2.094,8)	14,71
La Esmeralda	72,26	27,06	0,68	4,917	4,902 (2.566,5)	5,365 (2.808,9)	8,62
Bellavista	36,54	59,53	3,93	2,619	2,274 (1.190,6)	3,331 (1.744,0)	31,73
Cafetales	72,74	27,26	0,00	2,616	5,269 (2.758,6)	5,269 (2.758,6)	0,00
Alhambra	11,97	84,17	3,87	5,259	3,634 (1.902,6)	6,214 (3.253,4)	41,52
Guadales	68,40	25,45	6,15	1,991	2,351 (1.230,9)	2,889 (1.512,6)	18,61
Chiripa	22,69	74,73	2,58	3,666	3,116 (1.631,4)	4,872 (2.550,8)	36,05
Promedio	49,70	48,26	2,04	3,136	3,246 (1.699,5)	4,163 (2.179,6)	21,65

Nota: La tasa de cambio utilizada fue de \$1.910 por US\$1, correspondiente al semestre B de 2013

Fuente: Elaboración propia

Con las condiciones actuales del cultivo de aguacate en la zona, en las que la presencia de la peca obliga al agricultor a incrementar la inversión para el manejo del cultivo y, a la vez, disminuye la calidad de la producción, este sistema productivo presentó una utilidad de \$1.262.142 (US\$660,9) por hectárea y una rentabilidad

del 64%, durante el semestre evaluado y para cultivos en período de mantenimiento. En contraste, un sistema productivo en el que no se tuviera la presencia de este problema fitosanitario la utilidad hubiera sido de \$2.249.662 (US\$1.177,8) por hectárea y la rentabilidad del 118%.

En este estudio se observó que la peca afectó la calidad del 50,3% de la producción y ocasionó una reducción en el precio del fruto entre el 50% y el 75%. La roña (*Sphaceloma perseae* Jenk) es otra enfermedad del fruto, que afecta la calidad en el 40% de la producción y, en consecuencia, el precio disminuye entre el 27% y el 53% (Vidales et al. 2005); además, la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz), también deteriora la calidad del producto y causa pérdidas en la producción cercanas al 20% (Bernal y Díaz 2008).

### Impacto ambiental de la peca

En las fincas donde se realizó algún manejo agronómico para controlar la peca, que fueron el 72,7% del total muestreado, el 87,5% de los agricultores emplearon fungicidas, mientras que el 12,5% restante utilizó acaricidas e insecticidas. Esto demuestra que, en parte de la zona norte del Tolima, se está generando un impacto

ambiental negativo, debido a las aplicaciones de agroquímicos que realizan los agricultores para el control de la peca sin conocer el agente causal. En la columna IA Campo de la tabla 4 se puede observar el impacto ambiental de cada producto utilizado en la finca para controlar la peca y en la columna IA Finca la sumatoria del impacto ambiental de los productos aplicados para el control de la peca. Este impacto causado por el manejo de la peca para estas fincas fue variable y osciló entre 0,52 y 39,51 (tabla 4), es decir, fue bajo en general; sin embargo, cuando al efecto en el ambiente de estos productos se suma con el de los aplicados en los programas de manejo de otros aspectos fitosanitarios del cultivo, surge la idea de que el sistema productivo de aguacate en esta zona, podría estar ejerciendo una fuerte presión sobre el entorno. Para disminuir este impacto se sugiere emplear productos con bajo CIA, a una dosis adecuada y no exceder el número necesario de aplicaciones en el plan de manejo.

**Tabla 4.** Impacto ambiental de productos empleados en el manejo de peca durante el segundo semestre de 2013, en fincas productoras de aguacate del municipio de Fresno, Tolima, Colombia

Finca	Producto comercial	Ingrediente activo	CIA	Concentración	Dosis (kg-L/ha)	N.º Aplicaciones	IA* Campo	IA* Finca
Arajui	Derosal	Carbendazim	56,17	0,50	0,06	3,00	5,06	<b>5,06</b>
La María	Ninguno	NA	0,00	N.A.	N.A.	N.A.	0,00	<b>0,00</b>
El Palmito	Score	Difenoconazole	48,67	0,25	0,20	1,00	2,43	<b>39,51</b>
	Derosal	Carbendazim	56,17	0,50	0,66	2,00	37,07	
Tulipanes	Held	Propinoconazole	27,51	0,25	0,05	1,50	0,52	<b>0,52</b>
	Elosal	Azufre elemental	45,50	0,72	0,30	1,00	9,83	
La Ilusión	Nativo	Trifloxystrobin	30,90	0,10	0,42	1,50	1,95	<b>16,85</b>
	Nativo	Tebuconazole	40,30	0,20	0,42	1,50	5,08	
La Esmeralda	Milbeknock	Milbemectina	30,40	0,93	0,07	1,00	1,98	
	Monocrotofos	Monocrotofos	23,83	0,60	0,29	1,10	4,56	<b>11,76</b>
	Lorsban	Clorpirifos	43,50	0,48	0,25	1,00	5,22	

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Finca	Producto comercial	Ingrediente activo	CIA	Concentración	Dosis (kg-L/ha)	N.º Aplicaciones	*IA Campo	*IA Finca
Bellavista	Manzate	Mancozeb	14,60	0,80	0,45	1,50	7,88	<b>7,88</b>
Cafetales	Rally	Myclobutanil	33,00	0,40	0,03	2,00	0,79	<b>6,69</b>
	Propital	Propinoconazole	27,51	0,25	0,26	3,30	5,90	
	Saprol	Triforine	41,20	0,19	0,94	1,50	11,04	
Alhambra	Antrasine	Sulfato de calcio	35,20	0,18	1,00	1,00	6,34	<b>27,41</b>
	Antrasine	Sulfato de cobre	47,80	0,21	1,00	1,00	10,04	
Guadales	Ninguno	NA	0,00	NA	NA	NA	0,00	<b>0,00</b>
Chiripa	Ninguno	NA	0,00	NA	NA	NA	0,00	<b>0,00</b>

\*IA: impacto ambiental

Fuente: Elaboración propia

## Conclusiones y recomendaciones

En una de las fincas donde se realizó el ensayo de barreras físicas y químicas desde inflorescencia hasta el desarrollo del fruto, se presentó una diferencia significativa de la severidad de la peca en fruto al utilizar la barrera química fungicida (IA: mancozeb) en comparación al testigo.

El síntoma de la peca en fruto se inicia como un punto protuberante café oscuro, su crecimiento es lento y se vuelve progresivo a medida que avanza el desarrollo del fruto. Este proceso se puede evidenciar en la cáscara del fruto durante dos meses aproximadamente. Existe una relación estrecha entre los patógenos *Glomerella* sp. y *Cercospora* sp. con el síntoma de la peca.

Durante el transcurso del segundo semestre de 2013, los cultivares de aguacate Lorena, Choquette y Hass presentaron una respuesta diferencial a la severidad de la peca. El cv. Lorena fue el más susceptible seguido de los cvs. Choquette y Hass.

La incidencia de la peca fue del 100% en los tres cultivares evaluados, lo que indica que en ninguno de ellos hay resistencia total.

Durante el seguimiento de los costos de producción del cultivo de aguacate, en el segundo semestre del año 2013, en 11 fincas de Fresno, la peca disminuyó la rentabilidad promedio del agricultor del 118% al 64%

por el aumento del 3,65% en los costos de producción implicados en el control del problema y por la disminución del 21,65% en el ingreso bruto a causa de la producción de frutos de baja calidad. El manejo de la peca representó en promedio el 3,52% de los costos totales de producción.

Debido a que en el cultivo de aguacate se presenta alta abscisión de estructuras reproductivas, es recomendable utilizar mayor número de unidades experimentales para culminar el ensayo con un número apropiado de datos. Por otra parte, en el caso de las barreras químicas, se recomienda utilizar coadyuvante que genere mayor eficiencia en la aplicación.

Para valorar la enfermedad de la peca es importante generar escalas de medición, como es el caso de la escala diagramática de fruto, diseñada en este estudio con seis grados de afección. Esta puede ser utilizada en próximas investigaciones en Colombia.

Los productos empleados para el control de la peca tuvieron un bajo impacto ambiental negativo, la mayor parte de los productores aplicaron fungicidas para mitigar el daño.

Se recomienda realizar investigaciones encaminadas a plantear estrategias de manejo integrales para este problema con base en el conocimiento del ciclo de vida del patógeno y los factores que favorecen su propagación y desarrollo.

## Referencias

- Bernal JA, Díaz CA. 2008. Tecnología para el cultivo de aguacate. Rionegro: Corpoica.
- Cabezas C, Hueso JJ, Cuevas J. 2003. Identificación y descripción de los estados fenológicos-tipo del aguacate (*Persea americana* Mill.). Ponencia presentada en: V Congreso Mundial del Aguacate. Granada-Málaga, España.
- Coleacp. 2011. Guide to good crop protection practices for avocado (*Persea americana*) in organic farming in ACP countries. Bruselas: Coleacp.
- Darvas JM. 1977. *Cercospora* spot. South African avocado growers' association proceeding of the technical committee. 1:3-6 p.
- Darvas JM, Kotzé JM. 1987. Avocado fruit diseases and their control in South Africa. South African avocado growers' association yearbook. 10:117-119.
- Fiddaman PJ, Rossall S. 1994. Effect of substrate on the production of antifungal volatiles from *Bacillus subtilis*. J Appl Bacteriol. 74(4):395-405.
- Instituto Colombiano Agropecuario. s. f. Guía para tomar, conservar y enviar muestras vegetales para el diagnóstico fitosanitario. ICA; [consultado 2013 sep 4]. [http://www.ica.gov.co/getdoc/3e6b53e5-e004-4861-a5a5-1f9740e2710a/Guia\\_para\\_toma\\_envio\\_muestras.aspx](http://www.ica.gov.co/getdoc/3e6b53e5-e004-4861-a5a5-1f9740e2710a/Guia_para_toma_envio_muestras.aspx).
- Instituto Colombiano Agropecuario. 2012. Manejo fitosanitario del cultivo del aguacate Hass (*Persea americana* Mill.). Medidas para la temporada invernal. ICA; [consultado 2014 jun]. <http://www.ica.gov.co/getattachment/4b5b9b6f-ecfc-46e1-b9ca-b35cc1cefee2/-nbs;Manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-Aguacate.aspx>.
- Kenneth R. 2013. Westcott's Plant Disease Handbook. 8.<sup>a</sup> edición. Nueva York: Springer Netherlands. Blotch Diseases. p. 143-146.
- Kovach J, Petzoldt C, Degnil J, Tette J. 1992. A method to measure the environmental impact of pesticides. New York's Food and Life Sciences Bulletin. 139:1-8.
- Londoño ME. 2008. Insectos. En: Bernal JA, Díaz CA. 2008. Tecnología para el cultivo de aguacate. Rionegro: Corpoica.
- Milner JL, Raffel SJ, Lethbridge BJ, Handelsman J. 1995. Culture conditions that influence accumulation of zwittermicin A by *Bacillus cereus* UW85. Appl Microbiol Biotechnol. 43(4): 685-691.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernación de Tolima, Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola, Asociación Hortifrutícola de Colombia, Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca. 2006. Plan Frutícola Nacional. Desarrollo de la fruticultura en Tolima. Asohofrucol; [consultado 2014 jun] [http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca\\_116\\_FRUTALES%20TOLIMA.pdf](http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_116_FRUTALES%20TOLIMA.pdf).
- Ministerio de la Agricultura, Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. 2011. Instructivo técnico para el cultivo del aguacate. 1.<sup>a</sup> edición. La Habana: ACTAF.
- Panagiotis M, Kritonas K, Irini NO, Kiriaki C, Nicolaos P, Athanasios T. 2007. Expression of the yeast cpd1 gene in tobacco confers resistance to the fungal toxin cercosporin. Biomol Eng. 24(2):245-251.
- Pérez-Jiménez RM. 2008. Significant avocado diseases caused by fungi and oomycetes. Eur J Plant Sci Biotech. 2(1):1-24.
- Ruehle GD. 1938. Experiments for the control of fruit spots of the avocado. Fla State Hort Soc. 52:73-78.
- SAS Institute. 2002. User's Guide: Statistical Analysis System. Version 9.0. Cary: SAS.
- Tamayo PJ. 2007. Enfermedades del aguacate. Politécnica. (4):51-70.
- Tamayo PJ. 2008. Enfermedades y desórdenes abióticos. En: Bernal JA, Díaz CA. 2008. Tecnología para el cultivo de aguacate. Rionegro: Corpoica.
- Vidales JA, Contreras JA, Coria VM, Alcántar JJ. 2005. Control de la roña del aguacate. Uruapan: Sagarpa.
- Wang W, Bostic TR, Gu L. 2010. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. Food Chem. 122(4):1193-1198.
- Whiley A, Schaffer B, Wolstenholme BN. 2002. The avocado: botany, production and uses. 4.<sup>a</sup> edición. Cambridge: CABI Publishing.
- Yabrudy J. 2012. El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe colombiano. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos CEER; [consultado 2014 jun]. [http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser\\_171.pdf](http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/dtser_171.pdf).
- Zamora MT, Cárdenas E, Cajuste JF, Colinas MT. 2001. Anatomía del daño por rozamiento y por *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. en frutos de aguacate Hass. Agrociencia. 35(2):237-244.