

Nivel de daño económico para *Neohydatothrips signifer* (Thysanoptera: Thripidae) en maracuyá en el Huila, Colombia

Economic injury level for *Neohydatothrips signifer* (Thysanoptera: Thripidae) in passion fruit at the Huila region, Colombia

OSCAR SANTOS A.¹, EDGAR HERNEY VARÓN D.², ANDREAS GAIGL³ y ANDREA FLORIANO⁴

Resumen: El cultivo de maracuyá es un importante sistema productivo de la región del Huila en Colombia. Los trips (*Neohydatothrips signifer*) son la plaga más limitante del cultivo, ya que son causantes de enormes daños con consecuentes pérdidas económicas. Una de las formas de racionalizar el uso de insecticidas para su manejo es hacer las aplicaciones basadas en el nivel de daño económico (NDE), lo que permite a su vez establecer un nivel de infestación crítico conocido como umbral de acción (UA). El objetivo de esta investigación fue determinar el NDE para *N. signifer* en maracuyá amarillo. El estudio se realizó en el municipio de Suaza (Huila). Se estableció un diseño de bloques completos al azar para medir la respuesta del rendimiento del maracuyá a tres niveles crecientes de infestación (7, 14 y 21 trips por terminal). Se encontró una relación negativa entre los niveles de infestación y los rendimientos, la cual se ajustó a la ecuación $Y = 6768,4 - 311,34x$. Utilizando la función de pérdida de producción por niveles poblacionales de trips se calculó el NDE en 13 trips por terminal, además, de dos umbrales de acción: el primero para periodos con condiciones de temperatura normales para la zona (22-27°C) de 10 trips por terminal y el segundo para periodos prolongados con temperaturas altas (28-35°C) de 6 trips por terminal. Estos criterios son la primera fase para un manejo racional de trips en el cultivo de maracuyá en Colombia.

Palabras clave: Umbral de acción. Trips. *Passiflora edulis*.

Abstract: Passion fruit is an important agricultural crop for the Huila region in Colombia. The thrips and specifically *Neohydatothrips signifer*, is the most important pest of this crop, causing extensive damage with inherent high economic losses. One of the ways to rationalize the use of insecticides for its control is by treating based on an Economic Injury Level (EIL), using a related criterion, called Action Threshold (AT). The objective of this research was to determine the EIL for *N. signifer*, in a passion fruit crop at the Huila region. This study was carried out at the municipality of Suaza (Huila). A Complete Randomized Blocks design was established in order to measure the response of the passion fruit crop yield to increasing infestation levels (7, 14 and 21 thrips per meristem). A significant negative relationship between the infestation level and the yield was found, with the resulting equation being $Y = 6768.4 - 311.34x$. Using the function: yield loss vs. thrips population levels, an EIL was calculated at 13 thrips/meristem. Also, two ATs were calculated, 10 thrips/meristem for normal temperature periods (22-27°C) and six thrips/meristem for higher temperature periods (28-35°C). These established criteria are the first step to the rational management of thrips in passion fruit in Colombia.

Key words: Action threshold. Thrips. *Passiflora edulis*.

Introducción

El maracuyá (*Passiflora edulis* Degener) es una planta originaria del Brasil y allí se inició su cultivo comercial (Pio *et al.* 2003). Perteneció al orden Passiflorales, familia Passifloraceae y al género *Passiflora* (CENTA 2002). No obstante de ser una especie exótica, dentro del grupo de especies pasifloráceas cultivadas en Colombia, es la más significativa. Se cultiva comercialmente en 19 departamentos del país, siendo Huila, Valle del Cauca, Córdoba y Meta los principales productores, tanto en área como en producción (Jaramillo *et al.* 2009). El departamento del Huila es el primer productor en área a nivel nacional, teniendo sembradas 1.629 has en el año 2010, con un rendimiento promedio de 15,37 t/ha (Secretaría de Agricultura y Minería del Huila 2010).

Neohydatothrips signifer (Priesner, 1932) (Thysanoptera: Thripidae) es la principal plaga del cultivo en el Huila (Varón 2011). Se han registrado daños por esta especie hasta del 95% en terminales vegetativos y del 75% en botones florales (Salamánca *et al.* 2010). De forma general, los trips ocasionan lesiones en el cultivo de maracuyá, al causar deformaciones en las hojas y el sellamiento de los cogollos, impidiendo así,

la formación de nuevas estructuras florales (Jaramillo *et al.* 2009) y con esto, genera pérdidas por la disminución en la producción (Santos 2010).

Estos insectos son catalogados como estrategas “r” lo que los hace acreedores de unas características bioecológicas que dificultan su manejo (Mound y Marullo 1996). Presentan ciclo de vida corto, madurez sexual temprana, alta inversión energética en la reproducción y baja en el cuidado parental y gran número de descendientes (Bournier 1983; Sakimura *et al.* 1986; Waterhouse y Norris 1987). Igualmente, poseen otros atributos como: tamaño pequeño, comportamiento críptico y ovoposición dentro de los tejidos vegetales (Morse y Hoddle 2006). Esto ha ocasionado, que los agricultores y asistentes técnicos en la región del Huila se alarmen con su presencia y tomen medidas aceleradas para su control, basadas fundamentalmente en el uso de productos químicos (García *et al.* 2007). Sin tener en cuenta, que pueden ocasionar problemas de manejo en el futuro, pues los trips generan resistencia a la aplicación de plaguicidas (Chen *et al.* 2011). Es importante anotar que las trazas de estos plaguicidas limitan la comercialización en los mercados internacionales, ya que éstos exigen productos agrícolas más limpios y con

¹ Estudiante Ph. D. Universidad Federal de Viçosa. Brasil. santosamaya@gmail.com. ² Ph. D. Investigador. Corpoica C.I. Nataima. Km. 9 vía Espinal-Ibagué. evaron@corpoica.org.co. ³ Ph. D. Profesor. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. agaigl@bt.unal.edu.co. Autor para correspondencia. ⁴ Ingeniera agroécóloga, independiente. andreafloriano@yahoo.es.

el mínimo impacto ambiental (Guerrero 2003). Igualmente, generan un aumento en los costos de producción, debido a aplicaciones de insecticidas repetitivas y sin ningún criterio técnico, lo que ha disminuido la rentabilidad (Santos 2010).

Una de las formas de reducir el uso de aplicaciones de insecticidas y evitar las aplicaciones por calendario y sus posibles efectos colaterales dentro de un sistema de manejo, es establecer y hacer uso del Nivel de Daño Económico (NDE) (Dent 1991; Higley y Pedigo 1993; Bueno y Cardona 2003). El NDE es un parámetro de decisión para efectuar un manejo económicamente eficiente de la plaga (Peterson y Hunt 2003). La idea de este concepto es convivir con una plaga determinada hasta un punto en que cause el daño suficiente para que el beneficio de reducir su población justifique el costo de hacerlo (French 1989). Este concepto integra el daño y la densidad de la plaga con las pérdidas económicas en la producción o en la calidad de la cosecha de un cultivo (Moreno *et al.* 2002).

La definición clásica del NDE fue dada por Stern *et al.* (1959), quienes lo definieron como “la más baja densidad de población de la plaga que causará daño económico”. Este concepto teóricamente está relacionado con una densidad de plaga que resultará en pérdida económica, y por lo tanto, es una medida con la cual se evalúa el estado destructivo y potencial de una densidad de plaga. Otro término relacionado es el Umbral de Acción (UA) que se define como “la densidad de población de plaga donde debe adelantarse una acción de manejo para evitar que en un futuro la población alcance el NDE” (Hruska y Rossett 1987). El UA es más difícil de estimar porque depende de la dinámica poblacional de la plaga y su proyección en el tiempo, requiriéndose de varios años de investigación para lograr predecir esta dinámica (Moreno *et al.* 2002).

En Colombia el NDE para trips no está establecido para el cultivo de maracuyá. El trabajo más reciente que se conoce sobre trips en este tema en el país es el realizado por Bueno y Cardona (2003), quienes establecieron el UA para *Thrips palmi* en habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Valle del Cauca. Determinar el NDE del trips del maracuyá constituye una investigación de base (básica) para el control exitoso de este insecto plaga. La generación de este conocimiento podría definir con mayor exactitud su peligrosidad como plaga del maracuyá, y orientaría a los agricultores en la toma de decisiones para un buen manejo, ya que el NDE es la base sobre la cual se sustenta el Manejo Integrado de Plagas (MIP) (Pedigo 1996; Peterson y Hunt 2003; Nault y Shelton 2010). Tomando como base estos fundamentos del MIP, se planteó el presente estudio a fin de determinar el Nivel de Daño Económico (NDE) de *N. signifer* en maracuyá en el departamento del Huila (Colombia).

Materiales y Métodos

Determinación del nivel de daño económico. El experimento se desarrolló en el municipio de Suaza (Huila), vereda San Isidro, finca El Lago, situado a 1°57'48,0"N 75°47'20,9"W a una altitud de 900 msnm, con temperatura y humedad relativa promedio de 24°C y 49%, respectivamente.

Para el cálculo del NDE se utilizó la metodología propuesta por Rueda *et al.* (2007) modificada para las características del cultivo de maracuyá. Se establecieron 16 parcelas en campo, de 20m de largo por 10m de ancho, dentro de las cuales se sembraron las plántulas de maracuyá amarillo. Las

parcelas se separaron dos metros entre sí. La distancia entre filas de plantas fue de dos metros, y la distancia entre plantas dentro de las filas fue de seis metros para una densidad de trasplante de aproximadamente 833 plantas por hectárea. Cada parcela contó con 16 plantas.

Previo al ensayo, se realizaron muestreos en cuatro fincas de la zona de estudio. En cada una de ellas se muestrearon diez plantas al azar y se contabilizó el número de trips por terminal para determinar el intervalo promedio en que fluctúan las poblaciones en la zona. Con esta información se estableció el número de clases y la amplitud de los intervalos con lo que se fijaron los UA preestablecidos para cada uno de los tratamientos.

Los tratamientos asignados fueron los siguientes UA: T1: Aplicación cuando el número promedio de trips por terminal fue ≥ 7 , T2: Aplicación cuando el número promedio de trips por terminal fue ≥ 14 , T3: Aplicación cuando el número promedio de trips por terminal fue ≥ 21 , T4: Testigo sin ningún tipo de control. Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con cuatro réplicas cada uno, para un total de 16 unidades experimentales.

El muestreo de adultos y ninfas de trips se realizó dos veces por semana durante el segundo semestre del 2009 y el primero del 2010 seleccionando las plantas aleatoriamente. El muestreo de rutina se realizó entre las 7:00 a.m. y 10:00 a.m., para evitar las horas más calurosas del día cuando estos insectos tienden a esconderse dentro de los terminales de las plantas y son más difíciles de ver. Se muestrearon cuatro plantas por parcela (25% de la parcela). Los trips por terminal se contabilizaron examinando tres terminales vegetativos por planta. Se utilizó el método de golpeo (González-Zamora y García-Marí 2003) que consistió en golpear tres veces cada uno de los terminales vegetativos de la planta muestreada sobre una cartulina de color blanca. Para obtener la densidad de trips por terminal, se dividió el número total de individuos encontrados entre el número de terminales muestreados (12) de las cuatro plantas que se revisaron por réplica de tratamiento. De esta forma se determinó cuando cada tratamiento había sobrepasado el UA preestablecido. Cuando el muestreo indicó que el UA se había excedido en alguna réplica, una aplicación de insecticida fue realizada sólo a dicha parcela (réplica) y no necesariamente a las otras del mismo tratamiento.

Los insecticidas que se utilizaron fueron imidacloprid 350 g/l formulado como Imaxi 350 SC (ROTAM AGROCHEMICAL COLOMBIA LTDA), y Spinetoram (Spinexyn J + Spinosyn L) formulado como Exalt 60 SC (DOW AGROSCIENCIAS DE COLOMBIA S.A.). En dosis de 150 y 200 cc/ha, respectivamente. Estos insecticidas se seleccionaron porque presentan diferentes mecanismos de acción. El Spinexyn actúa sobre una subunidad del receptor nicotínico específica para las espinosinas (Nailah *et al.* 2009), mientras que el principio activo del Imidacloprid bloquea los receptores de la acetilcolina en los insectos (Yu *et al.* 2010). Además, en el país tienen registro para el control de los trips y estaban disponibles para el uso de los agricultores en la zona de estudio. Los insecticidas se utilizaron de forma rotativa, para disminuir la probabilidad de producir resistencia en las poblaciones. Las aplicaciones de los insecticidas se realizaron dirigidas al follaje de las plantas, utilizando una bomba de espalda de 20L, con una boquilla de abanico plano.

Para estimar los costos se tuvo en cuenta el valor del producto usado (dosis) y el costo del jornal generado por la

aplicación. La cosecha se realizó en la parte central de cada parcela para descartar el efecto borde; se tomaron en total ocho plantas por parcela y los frutos de cada réplica se empa-caron en bolsas plásticas transparentes y se condujeron a una casa de malla ubicada cerca del lote donde fueron pesados y empacados para su comercialización. El manejo fitosanitario y nutricional del experimento se realizó de acuerdo con las recomendaciones dadas por expertos locales en la producción. Para el control de plagas diferentes a los trips se utilizaron insecticidas que presentan bajo impacto sobre estos. Los siguientes son los factores utilizados para el cálculo de la función de pérdida, el nivel de daño económico y el UA.

Densidad promedio del trips por terminal en cada tratamiento. Se obtuvo al sumar la población registrada en todos los muestreos realizados en las réplicas de cada tratamiento y dividirla en el número de muestreos efectuados durante el ciclo del cultivo.

Costo promedio control por tratamiento. Se obtuvo al dividir el costo registrado en todas las aplicaciones del insecticida entre el número de aplicaciones realizadas en cada tratamiento.

Número promedio de aplicaciones por tratamiento. Se obtuvo al sumar el número total de aplicaciones en las réplicas de cada tratamiento y dividirlo en el número de réplicas de cada tratamiento.

Para determinar diferencias estadísticas en estos tres parámetros se realizó para cada uno de ellos un análisis de varianza (ANAVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey. Para el análisis de los datos se utilizó el procedimiento Glm, disponible en el programa estadístico SAS (SAS Institute 2007).

Precio promedio kilogramo. Como el precio fluctuó debido a la oferta y la demanda, se llevó el registro del precio del kilogramo durante las semanas que duró la cosecha, esto se hizo desde el inicio de la cosecha hasta el final. Estos valores se sumaron y se obtuvo un promedio general.

Diferencia ingreso-costo. Se obtuvo de la diferencia entre los ingresos por ventas de maracuyá y los costos de manejo de trips para cada tratamiento.

Costo de manejo por unidad de producción (\$/ha). (Es el costo teórico que se tendría para bajar la población del trips a cero) Se obtuvo de la regresión lineal del tipo $Y = a + bx$ entre las densidades poblacionales promedio de trips encontradas en cada uno de los tratamientos establecidos (7, 14 y 21 trips por terminal y tratamiento sin aplicación) con el costo promedio de control (\$/ha) obtenido para cada uno de los tratamientos. Se utilizó el procedimiento de regresión lineal Proc Reg, disponible en el programa estadístico SAS (SAS Institute 2007).

Determinación del nivel de daño económico (NDE). El nivel de daño económico (NDE) fue determinado, basado en la relación entre los tratamientos de las densidades promedio de trips por terminal y el rendimiento en frutos (kg/ha). El cálculo se basó en los procedimientos descritos por Pedigo *et al.* (1986), por medio de la siguiente fórmula:

$$NDE = C/VIDK$$

Donde:

NDE= nivel de la plaga donde el daño económico iguala al costo de las medidas de control (número de trips por terminal)

C= costo de manejo por unidad de producción (\$/ha)

I= daño por unidad de plaga

V= valor en el mercado por unidad de producción (\$/kg)

D= pérdida en rendimiento como una función del daño total del cultivo (función de daño) (kg/ha/trips)

K= porcentaje de eficiencia del método de control usado (expresado como fracción de unidad)

Para obtener la función de daño (D) y el daño por unidad de plaga (I) se hizo una regresión lineal simple del tipo $Y = a + bx$, entre las poblaciones promedio de trips encontradas en cada uno de los tratamientos establecidos (T1, T2, T3 y T4) con la producción promedio (kg/ha) que arrojó cada uno de ellos. Se obtuvo la función de rendimiento $Y = a + bx$

Donde:

Y= Rendimiento por área

a= Constante intercepto

b= Pérdida rendimiento por insecto

x= Numero de insectos por área

Nabirye *et al.* (2003), indican que el coeficiente b representa las pérdidas por insecto que es igual a $I \times D$, por tanto:

$NDE = C/VIDK$ es igual a C/VbK

Con esta última fórmula se calculó el NDE final (Nabirye *et al.* 2003).

Determinación del umbral de acción. Después de haber calculado el NDE, la regla final de decisión es el umbral de acción (UA). El UA difiere del NDE en que, en lugar de ser teórico, es una regla práctica o de operación, basándose en el número de insectos plaga por planta o estructura muestreada que causa un daño mayor al costo de control (Pedigo 1996). El UA se calculó teniendo en cuenta los siguientes parámetros: el NDE para el insecto en el cultivo, la eficacia del producto utilizado, los intervalos entre muestreos y la tasa de crecimiento de la población de la plaga. Éste último parámetro se obtuvo del experimento de fluctuación poblacional realizado por Santos (2010), para *N. signifer* en el cultivo de maracuyá en el municipio de Suaza (Huila). A continuación se describe la fórmula que se utilizó para el cálculo del UA:

$$UA = [((NDE) - (TCP \cdot TEM)) \cdot (K)]$$

Donde:

UA: umbral de acción (trips por terminal)

NDE: nivel de daño económico (trips por terminal)

TCP: crecimiento de la población (trips por terminal por día)

TEM: tiempo entre muestreos (días)

K= porcentaje de eficiencia del método de control usado (expresado como fracción de unidad)

Resultados y Discusión

Umbral preestablecidos. Se registraron diferencias significativas entre los tratamientos en relación al número promedio de trips por terminal ($P < 0.0001$) (Tabla 1). Se observó

que los niveles de población promedio del insecto guardaron una relación directa con los diferentes UA preestablecidos, es así, como el nivel mínimo de población ocurrió cuando se aplicó a un UA de siete trips por terminal (T1) y el máximo cuando no se realizó control a los trips (T4). En los otros tratamientos (T2 y T3) el nivel de infestación fue intermedio mostrando la misma tendencia (Tabla 1). Esto quiere decir, que se logró establecer un gradiente de infestación, el cual a su vez permitió medir la respuesta del maracuyá en rendimientos, a diferentes niveles de presión de la plaga.

El número de aplicaciones durante el ensayo varió entre tres y cuatro cuando se realizó con UA de 21 trips por terminal (T3), cuatro y nueve con UA de 14 trips por terminal (T2) y nueve y 11 cuando el control se hizo con UA de siete trips por terminal (T1), registrándose diferencias significativas entre ellos ($P = 0.0007$) (Tabla 1). Como se observa en la tabla 1, existe una relación inversa entre los UA y el número de aplicaciones incurridas en cada uno de éstos, mostrando que a menor número de trips permitidos en el cultivo, mayor es el número de aplicaciones realizadas. Así mismo, los rendimientos en cada tratamiento guardaron proporción con los diferentes niveles de infestación resultantes del control ejercido en los UA para cada tratamiento (Tabla 1). En todos los tratamientos la relación entre infestación y rendimientos fue inversa ($P = 0.0351$, $R^2 = 0.93$), observándose la tendencia a disminuir la producción cuando la densidad de trips es mayor, esto se reflejó en la diferencia de producción que existió entre el tratamiento T1 con el T2, el T2 con el T3 y el T3 con el T4 (Tabla 1).

Teniendo en cuenta los valores de infestación presentados en la tabla 1, la diferencia entre los niveles de población y los rendimientos entre tratamientos no parece ser muy importante, principalmente si se observa que el testigo se encuentra en valores muy cercanos al UA mínimo establecido. Esto se ratifica en el hecho que la comparación estadística no arrojó diferencias significativas, ($P = 0.37$). Igualmente ocurre en la relación ingreso costos donde los valores no presentan diferencias estadísticas ($P = 0.83$) (Tabla 1). Sin embargo, es importante resaltar estas diferencias de producción entre los tratamientos porque en periodos donde el precio del kilogramo es alto, estas cantidades representarían una suma significativa a favor del agricultor y marcarían la diferencia entre aplicar y no aplicar.

Cálculo nivel de daño económico (NDE)

Unidad de daño por insecto por unidad de producción. Se encontró, que el efecto de los trips sobre el rendimiento

del cultivo se ajustó a una regresión lineal ($P = 0.0351$, $R^2 = 0.93$). La función establecida fue: $Y = 6768,4 - 311,34x$. Esta función de rendimiento muestra, que con un potencial de rendimiento teórico de 6768,4 kg/ha del primer ciclo de cosecha obtenido cuando la población del insecto es cero, se corre el riesgo de perder 311,34 kg/ha, cuando el nivel de infestación promedio en el cultivo aumenta en una unidad. Esta pérdida potencial por aumento de unidad de insecto muestra que este insecto, es una plaga clave para el cultivo de maracuyá en esta zona, con un potencial de daño muy grande. Lamentablemente no existe un estudio similar en otra pasiflora, para tomar como punto de comparación, sin embargo, es inferior a la encontrada para *T. palmi* sobre habichuela (*P. vulgaris*) en el Valle del Cauca (Colombia), donde en tres ensayos se obtuvieron disminuciones de 436, 442 y 695 kg/ha cuando el nivel de infestación promedio aumentó en una unidad. En ese trabajo pronosticaron que aun cuando se ejerza un control a un nivel muy bajo de un adulto por foliolo, *T. palmi* puede causar pérdidas hasta de 696 kg/ha por aumento de unidad de insecto (Bueno y Cardona 2003).

Una explicación de que la pérdida potencial de rendimiento en maracuyá sea menor a la registrada en otros estudios, es que esta planta presenta un alto potencial para producir estructuras reproductivas, por su rápido crecimiento y porque a partir de cada hoja se genera un primordio floral que da lugar a una flor y a un fruto (Ambrecht *et al.* 1986). De esta forma puede responder mejor al ataque de los trips que otros cultivos.

Costo de manejo por unidad de producción (\$/ha). Para este caso se tomó como el costo para tener en el cultivo un control total de los trips (No. de trips = 0) y así, obtener el costo teórico potencial para ocasionar la ausencia del insecto (Cardona 1999). El costo incurrido por aplicaciones de insecticidas en relación con la densidad poblacional de los trips se ajustó a una regresión lineal simple ($P = 0,004$) presentando un coeficiente de determinación (R^2) de 0,99 que es excelente para este tipo de estudios. La función establecida fue $Y = 6,9939 - 0,000002x$. Con esta ecuación se obtuvo el costo de manejo teórico por unidad de producción (Tabla 2).

Valor en el mercado por unidad de producción (\$/Kg). Durante las semanas que duró la cosecha, se presentó un precio máximo de \$ 2000 y un mínimo de \$ 400 por kg. Se decidió trabajar con el precio promedio a lo largo de la cosecha, el cual fue de $\$ 977 \pm 76,66$ por kg (Tabla 2).

Tabla 1. Efecto de umbrales de acción preestablecidos para *N. signifer*, sobre el rendimiento de maracuyá y los ingresos del agricultor, en el municipio de Suaza (Huila). Primer ciclo de cosecha Semestres B 2009 y A 2010.

Tratamiento	Densidad poblacional de trips (Trips por terminal) ($\chi \pm EE$)	Rendimiento (kg/ha) ($\chi \pm EE$)	Número de aplicaciones ($\chi \pm EE$)	Costos (\$/ha) ($\chi \pm EE$)	Diferencia ingreso Costo (\$/ha) ($\chi \pm EE$)
T1 = > 7 T/T	4,11 $\pm$ 0,19 c	5.408,51 $\pm$ 315 a	11 $\pm$ 0,64 a	1.241.508 $\pm$ 84.699 a	4.044.669 $\pm$ 239.597 a
T2 > 14 T/T	5,49 $\pm$ 0,29 b	5.122,31 $\pm$ 538 a	5 $\pm$ 1,31 b	583.243 $\pm$ 119.905 b	4.421.013 $\pm$ 404.721 a
T3 > 21 T/T	5,97 $\pm$ 0,36 ab	5.023,25 $\pm$ 232 a	4 $\pm$ 0,28 b	390.507 $\pm$ 27.262 b	4.519.122 $\pm$ 236.627 a
T4 = testigo	7,11 $\pm$ 0,39 a	4.452,90 $\pm$ 560 a	0 $\pm$ 0,00 c	0 $\pm$ 0,00 c	4.352.185 $\pm$ 547.846 a

T/T = Trips por terminal. ($\chi \pm EE$): Promedio $\pm$ Error Estandar.

Tabla 2. Cálculo del NDE y dos UA para *N. signifer* en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*). Municipio de Suaza-Huila (Colombia). Primer ciclo de cosecha. Semestres B 2009 y A 2010.

Parámetro estimado	Costo control total (\$/ha)	Precio (\$/kg)	Índice de daño (I) (kg/ha/unidad de infestación)	Eficacia de control (%)	Resultado (trips/terminal)
NDE	3.496.950*	977	311,34	0,90	12,77 $\approx$ 13
Parámetro estimado	NDE (trips/terminal)	TCP (trips/terminal/día)	TEM (días)	Eficacia de control (%)	Resultado (trips/terminal)
UA**	12,77	0,7	3	0,90	9,60 $\approx$ 10
UA***	12,77	2,0	3	0,90	6,09 $\approx$ 6

* Valor generado utilizando la función $Y = 6,9939 - 0,000002x$, donde Y = Densidad poblacional de los trips (trips por terminal) y x = Costos de control de trips (\$/ha), para Y = 0.

** UA para condiciones de temperatura normales promedio de la zona (22-27°C). *** UA para periodos prolongados con temperaturas altas (28-35°C).

TCP = crecimiento de la población (trips por terminal por día).

TEM = tiempo entre muestreos (días).

Porcentaje de eficiencia del producto utilizado. Para el presente trabajo se tomó como porcentaje de eficiencia el 90% para el imidacloprid el cual fue el utilizado por Castro (2004) para el control de áfidos.

Realizado el cálculo, se obtuvo que el nivel de daño económico para *N. signifer* sobre el cultivo de maracuyá en el municipio de Suaza fue de 13 trips por terminal (Tabla 2). Esto significa que las pérdidas económicas para ese cultivo por esta plaga empiezan cuando el trip llega a una densidad promedio por terminal de 13 trips. Estudios donde se ha establecido el NDE para trips en otros cultivos muestran valores diversos, por ejemplo, para *Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895) en pepino (*Cucumis sativus* L.) el NDE fue de 20 a 50 adultos por trampa pegajosa o de 3 a 7,5 por flor, en condiciones de invernadero en Ontario, Canadá (Shipp *et al.* 2000). En Corea del Sur, en pimiento rojo (*Cucumis* sp.), el umbral económico se determinó para *F. occidentalis* en un intervalo de 0,7 a 2,1 adultos o ninfas por flor, y de 2,3 a 5,7 adultos por cuatro días en trampa pegajosa (Park *et al.* 2007). En Uganda, en frijol caupí (*Vigna unguiculata* L.), se estimó que siete trips (*Megalurothrips sjostedti* (Trybon 1908)) por inflorescencia alcanzaron el NDE (Nabirye *et al.* 2003).

Por otra parte, el NDE establecido para *N. signifer*, de 13 trips por terminal, es relativamente alto si se tiene en cuenta que la densidad poblacional de este insecto durante los muestreos llegó a estos niveles en pocas ocasiones, lo cual abriría la posibilidad para que los agricultores y asistentes técnicos de la zona tengan un espacio más amplio para intentar incluir dentro de sus opciones de manejo otras herramientas, como el uso de controladores biológicos. Además, podría ser usado como una primera aproximación para establecer el NDE para este cultivo en otras regiones del país.

Igualmente, es importante anotar que el NDE está influenciado en una relación inversa con el precio del producto a comercializar, siendo menor el NDE cuando el precio es alto y mayor cuando el precio decae, además, también puede verse afectado por cambios bruscos en los precios de agroquímicos o de mano de obra o por la reducción en la eficiencia de control como resultado del desarrollo de resistencia en poblaciones de trips (Bueno y Cardona 2003).

Cálculo del umbral de acción. De acuerdo a estudios realizados en la zona la población promedio de *N. signifer* en el cultivo de maracuyá bajo condiciones normales de tempera-

tura (22-27°C) en el municipio de Suaza (Huila) puede crecer diariamente en $0,7 \pm 0,13$ trips por terminal (Santos 2010). Teniendo en cuenta esto y estableciendo que el agricultor debería realizar el muestreo dos veces por semana, es decir cada tres días en promedio, que el NDE es 12,77 trips por terminal y que el insecticida utilizado en campo puede llegar a tener un porcentaje de eficiencia de control del 90% (Castro 2004) se calculó el UA (Tabla 2). Además, se propone un segundo UA, ya que el estudio citado anteriormente también indica que en periodos prolongados con temperaturas altas (28 y 35°C), la tasa de crecimiento diaria de la población de trips en esta zona puede llegar a dos trips por terminal por día (Tabla 2).

Con lo anterior, se proponen dos UA, el primero para condiciones de temperatura normales promedio de la zona (22-27°C) de 10 trips por terminal y el segundo para periodos prolongados con temperaturas altas (28-35°C) de seis trips por terminal (Tabla 2). Se tuvo en cuenta la temperatura para el cálculo del segundo UA porque es el factor climático que se correlacionó positivamente con el aumento de la densidad promedio del trips (Santos 2010). Sin embargo, también es importante tener en cuenta otros efectos climáticos como la precipitación, que naturalmente hace en algunas oportunidades descender la población promedio de trips (Urias *et al.* 2007).

Estudios similares también han planteado diferentes UA dependiendo de las condiciones climáticas. Por ejemplo, Rueda *et al.* (2007) en cebolla (*Allium cepa* L.), encontraron que durante la temporada de lluvias, la infestación por debajo de 1,0 trips (*T. tabaci*) por hoja y por día no parecen influir en el rendimiento. Sin embargo, durante la estación seca, indicaron que se debe actuar entre 0,5 y 1,6 trips por hoja. Así mismo, en cuanto al número de trips, de los dos UA establecidos en este estudio (10 y seis trips por terminal) existen registros similares en otros cultivos. Por ejemplo, en frijol caupí (*V. unguiculata*), se estimó que siete trips (*M. sjostedti*) por inflorescencia causa daño económico y el umbral de acción fue fijado en seis trips por botón floral (Nabirye *et al.* 2003). En habichuela (*P. vulgaris*) en el Valle del Cauca (Colombia), tres ensayos ofrecieron los umbrales de acción de 7,1; 7,2 y siete adultos por foliolo y el umbral de acción final fue fijado en siete adultos por foliolo (Bueno y Cardona 2003).

Es importante anotar, que los UA establecidos en este estudio fueron calculados con base en el control ejercido por un insecticida de síntesis química, el cual, por su naturaleza,

generalmente presenta un efecto de mortalidad mayor y más rápido sobre la plaga que el que pueden ejercer otras medidas de control como lo pueden ser el uso de extractos vegetales o controladores biológicos como parasitoides o depredadores entre otros. Por tanto, si se quiere utilizar algún medio de control diferente al insecticida de síntesis química se debe fijar un umbral de acción con base en la eficacia del producto a utilizar.

Por otra parte, se debe considerar que los umbrales de acción no son estáticos, varían con los factores que se encuentran involucrados en la producción como lo son: el NDE, la eficiencia del método de control utilizado. Por ejemplo, se han encontrado diferentes UA para *T. tabaci* en cebolla (*A. cepa*) utilizando distintos ingredientes activos de insecticidas (Nault y Shelton 2010). Igualmente, las condiciones agroecológicas del ecosistema receptor y la ecología de la plaga tienen influencia (Memmott *et al.* 1998; Norris *et al.* 2002). Por ello el UA calculado en este estudio puede variar entre regiones, dependiendo de los factores ya mencionados.

Conclusiones

La unidad de daño de *N. signifer* por unidad de producción en el cultivo de maracuyá fue de 311,34 kg/ha, lo que significa teóricamente, que se corre el riesgo de perder 311,34 kg/ha cuando el nivel de infestación promedio de *N. signifer* en el cultivo aumenta en una unidad (trips por terminal), lo que pone de manifiesto la importancia económica de este insecto.

El Nivel de Daño Económico (NDE) encontrado para *N. signifer*, en el cultivo de maracuyá de 13 trips por terminal y sus respectivos Umbrales de Acción (UA) de 10 y 6 trips por terminal, se constituyen en una primera aproximación para racionalizar el manejo de insecticidas de *N. signifer* en maracuyá en Colombia y sirven como base para desarrollar un manejo integrado del insecto en el cultivo.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Ministerio de Agricultura y desarrollo Rural por haber financiado el proyecto “Desarrollo de herramientas para ser incluidas dentro de un manejo integrado de trips (Thysanoptera), en maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*, forma flavicarpa O. Degener) en el departamento del Huila” mediante el convenio No. 054/08 CIAT-MADR del cual se derivó esta investigación. También al agricultor Genaro Cuellar por su colaboración al prestar su finca para el desarrollo de la presente investigación y a los revisores anónimos que ayudaron a mejorar la calidad del presente artículo.

Literatura citada

- AMBRECHT, I.; CHACÓN, P.; ROJAS, M. 1986. Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá (*Dasiops inedulis*, Diptera. Lonchaeidae) en el Valle Del Cauca, Colombia. Revista Colombiana de Entomología 12:1 16-22.
- BOURNIER, J. P. 1983. A polyphagous insect: *Thrips palmi* Karny, an important pest of cotton in the Philippines. Coton et Fibres Tropicales 38: 286-289.
- BUENO, J. M.; CARDONA, C. 2003. Umbral de acción para *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela en el Valle del Cauca, Colombia. Revista Colombiana de Entomología 29:1 51-55.
- CARDONA, C. 1999. Guía de clase “Entomología económica y manejo de plagas”. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. 33 p.
- CASTRO, F. A. 2004. Monitoramento do pulgão-do-pinus e seu controle com aplicação de imidacloprid. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Silvicultura, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 71 p.
- CENTA. 2002. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Guía técnica cultivo de maracuyá amarillo. El Salvador. 30 p.
- CHEN, X.; YUAN, L.; DU, Y.; ZHANG, Y.; WANG, J. 2011. Cross-resistance and biochemical mechanisms of abamectin resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. Pesticide Biochemistry and Physiology 101: 34-38.
- DENT, D. 1991. Insect Pest Management. UK, England. Centre for Agriculture and Biosciences International (CAB INTERNATIONAL). 128-131 p.
- FRENCH, J. B. 1989. Métodos de análisis económico para su aplicación en el Manejo Integrado de Plagas. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) 12: 48-66.
- GARCÍA, J.; OCAMPO, L. A.; FIGUEROA, L.; FORERO, F.; VERA, L. F.; SEGURA, J. D.; GÓMEZ, B. 2007. Generación de un modelo de zonificación edafoclimática y socioeconómica a nivel departamental y municipal, para la producción de mora, lulo, maracuyá, chulupa, granadilla, uva y tomate de árbol en el departamento del Huila. Informe final proyecto. Capítulo 1. Descripción de la tecnología local y costos de producción de los frutales considerados (TUT). Convenio especial de cooperación técnica y científica No. 491/2005. 96 p.
- GONZÁLEZ-ZAMORA, J. E.; GARCÍA-MARÍ, F. 2003. The efficiency of several sampling methods for *Frankliniella occidentalis* (Thysan., Thripidae) in strawberry flowers. Journal of Applied Entomology 127: 516-521.
- GUERRERO, J. 2003. Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. Agronomía Colombiana 21:3 198-209.
- HIGLEY, L. G.; PEDIGO, L. P. 1993. Economic injury level concepts and their use in sustaining environmental quality. Agriculture, Ecosystems and Environment 46: 233-243.
- HRUSKA, A. J.; ROSSETT, P. M. 1987. Estimación de los niveles de daño económico para plagas insectiles. Manejo integrado de plagas (Costa Rica) 5: 30-44.
- JARAMILLO, V.; CARDENAS, R.; OROZCO, A. 2009. Manual sobre el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. 80 p.
- MEMMOTT, J.; FOWLER, S.V.; HILL, R.L. 1998. The effect of release size on the probability of establishment on biological control agents: gorse thrips (*Sericothrips staphylinus*) released against gorse (*Ulex europaeus*) in New Zealand. Biocontrol Science and Technology 8: 103-15.
- MORENO, B.; BARRERA, J. F.; PINZÓN, E.; VALLE, M. J. 2002. Nivel de daño económico del cacahuate. En: Tres plagas del café en Chiapas. Colegio de la frontera del sur. México. 59-68 p.
- MORSE, J. G.; HODDLE, S. M. 2006. Invasion biology of thrips. Annual Review of Entomology 51: 67-89.
- MOUND, L. A.; MARULLO, R. C. 1996. The erythothrips complex of tropical Aeolothripidae (Thysanoptera). Eith a new Australian genus and a new South African species. Entomologica Scandinavica 24: 285-291.
- NABIRYE, J. P.; NAMPALA, S.; KYAMANYWA, M. W.; OREGA, L.; WILSON, H.; ADIPALA, E. 2003. Determination of damage-yield loss relationships and economic injury levels of flower thrips on cowpea in eastern Uganda. Crop Protection 22: 911-915.
- NAILAH, O.; SHAFFNER, A.; RICHEY, K.; CROUSE, G. 2009. Novel mode of action of spinosad: Receptor binding studies de-

- monstrating lack of interaction with known insecticidal target sites. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 95: 1 1-5.
- NAULT, B. A.; SHELTON, A. M. 2010. Impact of insecticide efficacy on developing action thresholds for pest management: A case study of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Onion. *Journal Economic Entomology* 103: 4 1315-1326.
- NORRIS, R. J.; MEMMOT, T. J.; LOVELL, D. J. 2002. The effect of rainfall on the survivorship of a biocontrol agent. *Journal of Applied Ecology* 39: 226-234.
- PARK, H. H.; LEE, J. H.; UHM, K. B. 2007. Economic thresholds of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) for unripe red pepper in greenhouse. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 10: 1 45-53.
- PEDIGO, L. P.; HUTCHINS, S. H.; HIGLEY, L. G. 1986. Economic injury levels in theory and practice. *Annual Review of Entomology* 31: 341-368.
- PEDIGO, L. P. 1996. *Entomology and Pest Management*. Second Edition. Prentice-Hall Pub. Englewood Cliffs, NJ. 679 p.
- PETERSON, R. K. D.; HUNT, T. E. 2003. The probabilistic economic injury level: incorporating uncertainty into pest management decision-making. *Journal Economic Entomology* 96: 536-542.
- PIO, A. V.; SANTANA, T. N.; GONZAGA, M. P.; MAGALHAES, M. S.; MARTÍNEZ J. M.; TEXEIRA, A. J. 2003. Diversidade genética entre genótipos comerciais de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) e entre espécies de passifloras nativas determinada por marcadores RAPD. *Revista Brasileira de fruticultura* 25: 3 489-493.
- RUEDA, A.; FRANCISCO, R.; BADENES, P.; SHELTON, M. A. 2007. Developing economic thresholds for onion thrips in Honduras. *Crop Protection* 26: 1099-1107.
- SAKIMURA, K.; NAKAHARA, L. M.; DENMARK, H. A. 1986. A Thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera:Thripidae). Division of Plant Industry. Florida Department Agriculture and Consumer Services. N° 280.
- SALAMANCA, B. J.; VARÓN, D. E.; SANTOS, A. O. 2010. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla* externa sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11: 1 31-40.
- SANTOS, A. O. 2010. Determinación del nivel de daño económico y la fluctuación poblacional de *Neohydatothrips signifer* (Thysanoptera: Thripidae) en maracuyá (*Passiflora edulis* degen) var. *flavicarpa* en el municipio de Suaza (Huila). Trabajo de grado M. Sc. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. 54 p.
- SAS INSTITUTE, INC. 2007. *SAS user guide: Statistical Analysis System*, version 8.2. Cary, NC, USA.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y MINERÍA DEL HUILA. 2010. Anuario estadístico agropecuario del Huila.
- SHIPP, J. L.; WANG, K.; BINNS, M. R. 2000. Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on Greenhouse Cucumber. *Journal of Economic Entomology* 93 (6): 1732-1740.
- STERN, V. M.; SMITH, R. F.; VAN DEN BOSCH, R.; HAGEN, K.S. 1959. The integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81-101.
- URIAS, L.; SALAZAR, G.; JOHANSEN, N. 2007. Identificación y fluctuación poblacional de especies de trips (Thysanoptera) en aguacate "Hass" en Nayarit, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13:1 49-59.
- VARÓN, E. H. 2011. Quinto informe de avance del proyecto "Desarrollo de herramientas para ser incluidas dentro de un manejo integrado de trips (Thysanoptera), en maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*, forma *flavicarpa* O. Degener) en el departamento del Huila". Corpoica C.I. Nataima. 90 p.
- WATERHOUSE, D. F.; NORRIS, K. R. 1987. Thrips *palmi* Karny. In: *Biological Control. Pacific Prospects*. Inkata Press. Melbourne, Australia. 90-94 p.
- YU, Y.; SHEN, G.; ZHU, H.; LU, Y. 2010. Imidacloprid-induced hormesis on the fecundity and juvenile hormone levels of the green peach aphid *Myzus persicae* (Sulzer). *Pesticide Biochemistry and Physiology* 98: 238-242.

Recibido: 15-mar-2011 • Aceptado: 6-ene-2012