ENTOMOTROPICA
Vol. 21(3): 161-169. Diciembre 2006.

ISSN 1317-5262

Aplicación del análisis de sendero a la época del incremento poblacional de *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae), en palma aceitera

Gladys Rodríguez González[1], Ramón Silva-Acuña[1], Rafael Cásares Moizant[2], Asdrúbal Díaz Quintana[1]
[1]Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Centro de Investigaciones Agrícolas del estado Monagas. Apdo. Postal 184. Maturín 6201, Monagas, Venezuela. grodriguez@inia.gob.ve.
[2]Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Apdo. Postal 4579. Maracay 2101A, Aragua, Venezuela.

Resumen

Rodríguez González G, Silva-Acuña R, Cásares Moizant R, Díaz Quintana A. 2006. Aplicación del análisis de sendero a la época del incremento poblacional de *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae), en palma aceitera. Entomotropica 23(1): 161-169.

En la Agropecuaria Palorica en el estado Monagas, Venezuela, que posee 289 ha de palma aceitera, sembrada con material genético Deli x Avros, de 1989, se determinó la fluctuación poblacional y se aplicó el análisis de sendero (*path analysis*) a la época de incremento poblacional de *O. cassina* Felder. El área experimental estuvo constituida de 10 ha, donde se cuantificó la captura de mariposas mediante la utilización de 20 trampas, las cuales se cebaron con una suspensión elaborada con 1 l de melaza, 15 g de levadura, 10 g de urea disueltos en ½ litro de agua corriente. Los muestreos se efectuaron semanalmente durante el período comprendido entre febrero de 2001 hasta febrero 2002, en cada evaluación se determinó el total de mariposas en MTD (mariposas/ trampa/día). Los registros de la información climática fueron obtenidos de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, Monagas), en San Agustín de la Pica, municipio Maturín del estado Monagas. El insecto presentó cinco generaciones y media (incompleta) al año, las alzas poblacionales ocurrieron en los meses de enero, marzo, mayo, julio, septiembre y noviembre, dependiendo en gran medida de la biología de la plaga. El análisis de sendero permitió identificar a la precipitación como la variable climática de efecto-causa entre las estudiadas, la cual debe considerarse en un modelo de predicción para estudios de sus poblaciones.

Palabras clave adicionales: Factores climáticos, *Elaeis guineensis*, gusano de las palmeras.

Abstract

Rodríguez González G, Silva-Acuña R, Cásares Moizant R, Díaz Quintana A. 2006. Path analysis application to the seasonal population increase of *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Nymphalidae), in oil palm. Entomotropica 23(1): 161-169.

At the Palorica farm, Monagas State, Venezuela which owns 289 ha of oil Palm, obtained from the genetic material Deli x Avros, 1989, population fluctuation was determined and path analysis was applied to seasonal population increase of *Opsiphanes cassina* Felder (Split-banded owlet). The experimental area comprised 10 ha, moths were quantified through capture using 20 traps, which were prepared with a suspension of 1 L of molasses, 15 g of yeast, and 10 g urea dissolved in ½ L of water. The weekly samplings were made during the period: February/2001 to February/2002. In each evaluation the total moths in MTD (moths/tramp/day) was determined. The records of climate information were obtained from the INIA meteorological station, San Agustín de la Pica, Maturín municipality, Monagas – Venezuela. The insect showed five and a half generations per year; the population raises were during the months January, March, May, July, September, and November, depending, largely on, the pest insect's biology. The path analysis, allowed identifying the rainfall as the climatic variable of effect-cause among the studied variables which should be considered in a prediction model for population studies.

Additional key words: Climatic factors, *Elaeis guineensis,* split-banded owlet.

© 2006, Sociedad Venezolana de Entomología

Introducción

En Venezuela la palma aceitera muestra una serie de ventajas comparativas frente a cultivos tradicionales oleaginosos, incluyendo la soya y girasol, especialmente en lo que se refiere a su alta productividad que alcanza de 4-6 t de aceite/ha, 10 veces superior y a la versatilidad que tiene el aceite para servir como materia prima de la industria nacional; además, debe mencionarse que tanto el aceite de la pulpa como el de la nuez (palmiste) son utilizados ampliamente como insumos en la producción de mantecas y margarinas (Díaz y Barrios 2002, González et al. 1999). En el país, más del 90% la producción de aceites y grasas vegetales, es aportado por la palma aceitera. Por ello representa la primera fuente de materia prima para el abastecimiento nacional (Bustamante 2002, Boada 2002).

La producción de aceite crudo de palma para los años 2001, 2002 y 2003 fue de 50 873 t, 54 133 t y 40 272 t, respectivamente, que apenas cubrió el 15 % de la demanda nacional, debido entre otros factores al intenso verano (Acupalma 2002; 2003). En el año 2004 se observó un repunte importante en la producción que ascendió a 60 636 t, registrándose un aumento del 50,57% con relación al 2003. Ese crecimiento se originó a expensas de un aumento proporcional en la cosecha de racimos de frutas frescas. Esta situación es el reflejo de mayores rendimientos y de condiciones climáticas más favorables (Acupalma 2004).

Para el logro del incremento de la productividad del cultivo es necesario desarrollar tecnologías dirigidas básicamente a la zonificación agroecológica, manejo de suelos con fines de fertilidad y conservación, manejo integrado de plagas, selección de alternativas de riego, diversificación del uso de sub-productos, y en general, prácticas de manejo agronómico de las plantaciones (Díaz y Barrios, 2002).

Este rubro, por su condición de cultivo introducido y permanente, ha generado el establecimiento de insectos plagas nativos de importancia económica, destacándose el defoliador, *Opsiphanes cassina* que ha ocasionado severos daños a las plantaciones en las zonas productoras del país (Díaz et al. 2000, Perdomo et al. 1996, Damas 1996, Fonaiap 1991). Este insecto es una especie de importancia económica en palma aceitera que exige monitoreo permanente de sus poblaciones. Los rápidos incrementos poblacionales producen en corto período de tiempo defoliaciones significativas de hasta 90 % en las áreas afectadas. Todos los sectores de la hoja de la palma son atacados, pero la larva muestra preferencia por la región media superior (Aldana et al. 1999, Genty et al. 1978).

Esta situación ha demandado el desarrollo de estudios para determinar el status de los insectos plagas y de sus enemigos naturales en palma aceitera, información esencial para erigir el conocimiento básico y tener mayor dominio del manejo apropiado de sus poblaciones (Mexzon y Chinchilla 1991). Por esta razón, antes de toda intervención, se requiere conocer los niveles de la población (Le Verdier y Genty 1988).

Por otro lado, el análisis de sendero (*path analysis*) constituye una herramienta valiosa para identificar variables de efecto–causa dentro de un modelo general propuesto (Li 1975) que inicialmente fue utilizado en investigaciones sobre caracteres genéticos (Vasconcelos 1982, Castoldi 1991) y posteriormente se aplicó a variables climáticas para explicar las epidemias de enfermedades en las plantas (Bowers et al. 1990, Costa 1993, Silva–Acuña 1996, Silva–Acuña et al. 1998); en estos trabajos resultó evidente la potencialidad que posee esta técnica multivariada para identificar variables causales que influyen sobre la variable dependiente producción o porcentaje de enfermedad. En estudios entomológicos (Rodríguez et al. 1999) constataron la aplicabilidad de este tipo de análisis para determinar el efecto de las variables climáticas sobre el incremento poblacional de *Anastrepha striata* Schiner. En este sentido, Vera (2000) señala que los registros climatológicos son un soporte importante para el manejo integrado de plaga, principalmente en los estudios de dinámica poblacional, constituyendo una de las bases para la toma de decisiones.

La presente investigación tuvo como propósitos estudiar la fluctuación poblacional de *O. cassina*, en la plantación Palorica del estado Monagas, e identificar las variables efecto–causa de la gradación mediante la aplicación del análisis de sendero (*path analysis*).

Materiales y Métodos

Área Experimental

La Agropecuaria Palorica se encuentra ubicada en Vuelta Larga, Municipio Maturín, del estado Monagas, localizada lat 9° 51' 58" N y long 63° 02' 29" O, a la altitud de 24 m. Esta finca posee 289 ha de palma aceitera, sembrada con material genético Deli x Avros, de 1989. Los muestreos se efectuaron durante el período comprendido entre febrero de 2001 y febrero 2002, en el lote experimental de 10 ha seleccionado en la parcela 10.

Cuantificación de la fluctuación poblacional.

La fluctuación poblacional de adultos de *O. cassina* fue cuantificada mediante la captura de las mariposas en la trampa recomendada por Loria et al. (2000 a,b) y Calvache (1998). Se utilizaron 20 trampas cebadas con una suspensión atrayente elaborada con 1 litro de melaza, 15 g de levadura (a base de *Saccharomyces cerevisiae*), 10 g de urea disueltas en ½ litro de agua corriente (Rodríguez 2007). El material capturado se evaluó semanalmente y en cada ocasión se completaba el faltante de la suspensión. Se determinó el total de mariposas y se expresó en MTD (mariposas/ trampa/ día) aplicando la formula: MTD = Nº total de mariposas/ Nº trampas x lapso evaluación (días).

Información climática

Los registros de la información climática fueron obtenidos de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA, Monagas), en San Agustín de La Pica, municipio Maturín del estado Monagas, localizada a 10,5 Km al noreste de la Agropecuaria Palorica. Se emplearon los promedios semanales de temperatura (máxima, media y mínima en grados Celsius) y de humedad relativa (en porcentaje); para la precipitación pluvial (en milímetros), el acumulado semanal. Este criterio se adoptó considerando que un promedio de datos generales para el ciclo estudiado sería una suposición muy artificial y que el desarrollo de una plaga va a estar influido por la secuencia de condiciones favorables y desfavorables que se presenten.

Análisis estadístico

Estudio de las correlaciones

En la Agropecuaria Palorica, previo a la aplicación del análisis de sendero, fue necesario realizar un estudio para determinar los valores de las correlaciones entre las variables climáticas y los valores de MTD. Para ello se siguió las metodologías sin desfasar, desfasadas en una, dos, tres, cuatro, cinco y seis semanas los valores climáticos; sumados o no con los valores de la semana anterior de la matriz de datos, y se relacionaron con los valores poblacionales de la plaga (MTD) correspondientes a la etapa de ascenso de la primera generación.

El estudio de las correlaciones entre MTD y las variables climáticas tuvo como objetivo seleccionar dentro de la matriz de datos, el momento más adecuado para obtener las mejores correlaciones entre las mencionadas variables, mediante la significación obtenida al aplicar la prueba de t. Se ha establecido, que los datos observados de MTD en determinada evaluación resultan de las condiciones climáticas – además de otros factores ambientales y del genotipo del insecto – que preceden al incremento poblacional de acuerdo a la biología de la plaga.

La matriz empleada para realizar el estudio de las correlaciones estuvo constituida por variables climáticas (independientes): temperatura (máxima, media y mínima), humedad relativa a las horas 08:00 y 14:00 y precipitación pluvial, y como variable dependiente el número total (hembras + machos) de mariposas por trampa por día (MTD), correspondientes a los valores obtenidos entre la semana 1(01/01/2001) y la semana 10(08/03/2001) punto de máximo MTD para el período del ascenso poblacional analizado.

Análisis de sendero (*path analysis*)

Una vez identificadas las mejores correlaciones, la matriz obtenida fue sometida a prueba de multicolinearidad, utilizando los criterios señalados por Carvalho y Cruz (1996). El estudio de los efectos directos e indirectos de las variables explicativas (climáticas) seleccionadas sobre la variable principal MTD se hizo de acuerdo con el diagrama causal propuesto por Li para el *path analysis* (1975) (Figura 1).

El análisis de sendero permite seleccionar entre las variables climáticas explicativas la(s) de efecto–causa sobre el incremento poblacional de la plaga para ser usadas en un modelo de predicción.

Para la interpretación de los resultados del análisis fueron consideradas las directrices señaladas por Singh y Chaudary (1979), como se indica a continuación:

1. Si el coeficiente de correlación (r) del factor causal del efecto es casi igual a su efecto directo (coeficiente de sendero) y ambos presentan los mismos signos y sus valores son elevados, la correlación explica la relación más apropiada y la selección directa de esta característica será eficiente.
2. Si el coeficiente de correlación (r) es positivo (o negativo) y el efecto directo es negativo (o positivo e insignificante), los efectos indirectos parecen ser la causa de la correlación; en tales situaciones, los factores causales indirectos son considerados simultáneamente.
3. Si el coeficiente de correlación (r) es negativo, aunque el efecto directo sea positivo y de alto valor, debe ser propuesto un modelo de restricción simultáneo para anular los efectos indirectos no deseables y hacer uso de los efectos directos.

Programa estadístico

El manejo del archivo en el estudio de las correlaciones para probar el grado de multicolinearidad de las variables climáticas y ejecutar el análisis de sendero (*path analysis*) fue realizado mediante el programa PROGRESSA desarrollado como auxiliar en el estudio de las epidemias fitopatológicas (Silva-Acuña et al. 1995)

Resultados y Discusión

Fluctuación poblacional

Plantación Palorica

La fluctuación poblacional para el total de adultos de *O. cassina*, durante el período comprendido entre febrero 2001 (semana 6) hasta febrero 2002 (semana 6), se observa en la Figura 2A. El insecto presentó cinco generaciones y media (incompleta) al año.

La primera generación presentó un punto de máxima poblacional de 13,25 MTD, siendo el más importante de acuerdo con su magnitud durante el lapso muestreado; sucedió en la semana calendario diez (08/03/01). La segunda generación con un punto de máxima de 2,52 MTD se presentó en la semana 19(10/05/01). La tercera generación exhibió un punto de máxima poblacional, con un valor de 1,50 MTD, el cual ocurrió en la semana 29(19/07/01). La cuarta generación registró dos puntos de máxima poblacional con similar valor de 1,61 MTD en la semana 38(20/09/01) y 39 (27/09/01). La quinta generación presentó un punto de máxima de 3,16 MTD, en la semana 47(22/11/01). La sexta generación, la cual es compartida con la primera generación del próximo ciclo, en la parte correspondiente a esta generación, para la semana 5(31/01/02) se registró un punto de máxima de 4,51 MTD.

Análisis estadístico

Estudio de las Correlaciones

En la Figura 2 están representados la población de adultos de *O. cassina* (Figura 2A) y los factores climáticos registrados en la finca Palorica. En relación con los factores climáticos, las precipitaciones (Figura 2B) se distribuyeron bimodalmente con picos en la semana 33 (90,9 mm) y en la semana 45 (35,9 mm). La humedad relativa osciló entre 72,9 y 90,0 % a las 08:00 horas, y entre 45,7 y 88,0 % a las 14:00 h (Figura 2C). En cuanto a las temperaturas, la máxima osciló entre 30,4 y 35,0 °C, la media entre 24,1 y 28,5 °C; y la mínima fluctuó desde 17,2 °C hasta 22,3 °C (Figura 2D).

Al analizar la matriz de correlación entre la variable dependiente MTD (adultos de *O. cassina*) y las seis variables independientes (climáticas) del ciclo estudiado, se constató severa multicolinearidad entre las variables explicativas, según el criterio adoptado para estudiar las correlaciones, las cuales están reflejadas en el Cuadro 1. Considerando los valores de las correlaciones para los datos sin desfasar y sin sumar a la semana anterior (A) en la matriz de datos, se constataron correlaciones significativas para la temperatura máxima y para la humedad relativa a las 14:00 horas; la primera favoreciendo y la segunda desfavoreciendo a MTD.

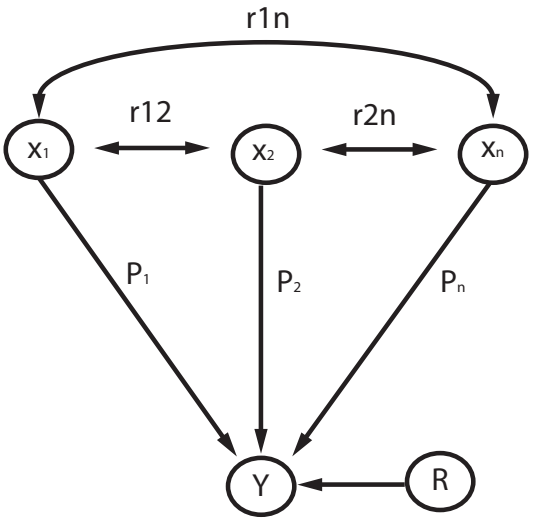

Figura 1. Diagrama mostrando las relaciones de efecto-causa de *n* variables climáticas explicativas (x_1, x_2, …… x_n) sobre la variable básica [MTD (Ŷ)]. Para el diagrama, r_{ij} se refiere al coeficiente de correlación, *P* al coeficiente de sendero y *R* al conjunto de variables residuales (Li 1975).

Para las metodologías desfasadas en una semana (B) y en cinco semanas (F) se constataron correlaciones significativas para la humedad relativa, la precipitación pluvial y la humedad relativa, respectivamente. Para ambas metodologías la humedad relativa a las 08:00 horas desfavorece a MTD, mientras que la precipitación pluvial la favorece. Con la metodología de desfasar en cinco semanas (F) se observaron los mayores valores de correlación para esas dos variables climáticas.

Con las metodologías de desfases de dos (C), tres (D), cuatro (E) y seis (G) semanas no se observó efecto significativo de ninguna de las variables climáticas estudiadas con relación al MTD.

Para la metodología desfasado y sumado a la semana anterior de la matriz de datos para cuatro (K) y cinco (L) semanas, se constató una correlación altamente significativa para la variable climática precipitación pluvial con relación a MTD, aún más, se constató efecto a $P \leq 0,05$ para seis semanas (M) de desfase. No se observaron otros valores significativos para las correlaciones con las metodologías de una (H), dos (I) y tres (J) semanas de desfase y sumada a la semana anterior en la matriz de datos.

Considerando los resultados de las metodologías evaluadas, se decidió realizar el análisis desfasado

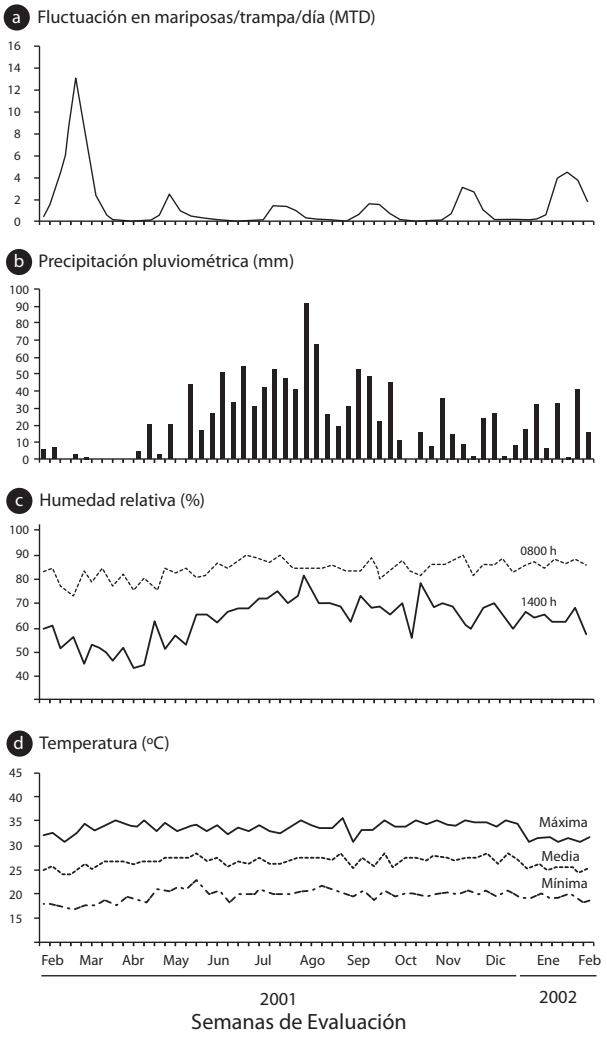

Figura 2. a) Fluctuación poblacional de adultos de *Opsiphanes cassina* Felder, ciclo Febrero 2001 – Febrero 2002. b) Precipitación. c) Humedad relativa. d) Temperatura. Agropecuaria Palorica, Vuelta Larga, Monagas, Venezuela.

con cinco semanas tanto sin sumar (F) como sumado con los valores de la semana anterior (L) en la matriz de datos y no en las obtenidas con la metodología (A) en donde hubo correlación significativa para la temperatura máxima y para la humedad relativa a las 14:00 horas. Tal decisión obedeció a que los procesos biológicos no se presentan de una manera inmediata, ya que cada fase requiere de un período previo, adecuado para su desarrollo.

Análisis de multicolinearidad

Para la metodología con desfase de cinco semanas sin sumar (F) fueron excluidas las variables temperatura media y humedad relativa a las 08:00 horas por

Cuadro 1. Correlaciones obtenidas con el uso de diferentes metodologías entre la variable mariposas/trampa/día (MTD) de *Opsiphanes cassina* Felder y las variables: precipitación pluvial (mm); temperatura (°C) máxima, mínima, media; humedad relativa (%) a las 08:00 y 14:00 h en la Agropecuaria Palorica, Vuelta Larga, Monagas, Venezuela. 2001-2002.

Variables correlacionadas	Metodologías utilizadas para el cálculo de correlaciones						
	A(1)	B(2)	C(3)	D(4)	E(5)	F(6)	G(7)
MTD	..... sin sumar con semana anterior						
Precipitación pluvial	-0,39	-0,33	0,25	0,32	0,77	0,94*	0,72
Temperatura máxima	0,65*	-0,29	-0,62	0,54	0,16	0,03	0,54
Temperatura mínima	-0,20	-0,60	-0,37	0,05	0,03	-0,29	0,10
Temperatura media	0,36	-0,49	-0,53	0,24	0,08	-0,14	0,30
Humedad relativa 08:00 horas	-0,28	-0,73*	-0,57	-0,31	-0,59	-0,94*	-0,83
Humedad relativa 14:00 horas	-0,76**	-0,20	-0,32	0,65	0,45	-0,15	-0,05
		H(2)	I(3)	J(4)	K(5)	L(6)	M(7)
MTD	..... Sumado con semana anterior						
Precipitación pluvial		-0,01	0,37	0,64	0,95**	0,98**	0,97*
Temperatura máxima		0,15	0,21	0,30	0,35	0,46	0,61
Temperatura mínima		0,11	0,21	0,30	0,34	0,45	0,63
Temperatura media		0,14	0,21	0,30	0,35	0,46	0,62
Humedad relativa 08:00 horas		-0,05	0,09	0,15	0,13	0,30	0,57
Humedad relativa 14:00 horas		0,10	0,25	0,38	0,36	0,41	0,63

1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7: Correlación calculada con diez, nueve, ocho, siete, seis, cinco y cuatro datos, respectivamente.
* Significativo al nivel de 5% y ** Significativo al nivel 1%, según la prueba de t.
A: Datos sin desfasar y sin sumar con semana anterior de la matriz de datos.
B, C, D, E, F y G: Datos desfasados en una, dos, tres, cuatro, cinco y seis semanas, respectivamente y sin sumar con la semana anterior de la matriz de datos.
H, I, J, K, L y M: Datos desfasados en una, dos, tres, cuatro, cinco y seis semanas, respectivamente y sumados con la semana anterior de la matriz de datos.

presentarse con los mayores elementos en los últimos autovectores. De manera similar se procedió con la metodología de desfasar cinco semanas y sumar a la semana anterior (L) en la matriz de datos, fue necesario retirar las variables temperaturas máxima, media y mínima, así como también la humedad relativa a las 08:00 horas. Para ambos casos, el retirar las citadas variables climáticas de la matriz de correlación, permitió su adecuación, alcanzando así el nivel tolerable de multicolinearidad, y proceder a realizar el análisis de sendero.

Análisis de sendero (*Path analysis*)

En el análisis de sendero (Cuadros 2 y 3) se evidenció que las variables empleadas explicaron satisfactoriamente la variación de la plaga en el pico analizado (primera semana de febrero), toda vez que proporcionaron unos coeficientes de determinación de 1,00 y 0,99, respectivamente, para las dos metodologías de desfase de las correlaciones. Entre las variables explicativas se constató que la precipitación para ambos casos fue de efecto– causa, porque presentó la mejor combinación entre el efecto directo sobre MTD (coeficiente de sendero) y el total (correlación). Esta relación se traduce como consecuencia de los altos efectos directos en el mismo sentido de la correlación. Para las variables temperatura máxima, temperatura mínima y humedad relativa a las 14:00 horas (Cuadro 2) el análisis de sendero les atribuyó poca importancia en razón de la baja correlación con MTD y por efecto directo de baja magnitud, aún siendo de signos similares.

La correlación entre humedad relativa 14:00 y MTD (Cuadro 3) no se tradujo en una relación efecto–causa ya que los coeficientes de sendero y de correlación presentaron signos contrarios y de baja magnitud.

En la literatura existe muy poca disponibilidad de información sobre el efecto de los factores climáticos y las poblaciones de *O. cassina*. En esta investigación fue identificada la precipitación como la variable climática de mayor importancia (efecto–causa) entre

Cuadro 2. Análisis de Sendero para las variables explicativas: precipitación pluvial (mm); temperatura (°C) máxima, mínima, y humedad relativa (%) a las 14:00 h desfasados en cinco semanas, y sin sumar con la semana anterior de la matriz de datos sobre la variable principal mariposas/trampa/día (MTD) de *Opsiphanes cassina* Felder, en la plantación Palorica, Vuelta Larga, Monagas, Venezuela. 2001-2002.

Variable climática	Efecto	Estimación Coeficiente de Sendero
Precipitación pluvial	Directo sobre MTD	0,889466
	Indirecto vía temperatura máxima	-0,065206
	Indirecto vía temperatura mínima	0,131065
	Indirecto vía humedad relativa 14:00	-0,007026
	Total (Coeficiente de correlación)	0,948300
Temperatura máxima	Directo sobre MTD	0,495484
	Indirecto vía precipitación pluvial	-0,117054
	Indirecto vía temperatura mínima	-0,366921
	Indirecto vía humedad relativa 14:00	0,021591
	Total (Coeficiente de correlación)	0,033100
Temperatura mínima	Directo sobre MTD	-0,440852
	Indirecto vía precipitación pluvial	-0,264438
	Indirecto vía temperatura máxima	0,412391
	Indirecto vía humedad relativa 14:00	-0,002801
	Total (Coeficiente de correlación)	-0,295700
Humedad relativa 14:00	Directo sobre MTD	-0,067493
	Indirecto vía precipitación pluvial	0,092593
	Indirecto vía temperatura máxima	-0,158505
	Indirecto vía temperatura mínima	-0,018295
	Total (Coeficiente de correlación)	-0,151700
	Coeficiente de determinación	1,000000

Cuadro 3. Análisis de sendero para las variables explicativas: precipitación pluvial (mm), y humedad relativa (%) a las 14:00 h desfasados en cinco semanas, y sumados con la semana anterior de la matriz de datos sobre la variable principal mariposas/trampa/día (MTD) de *Opsiphanes cassina* Felder, en la plantación Palorica, Vuelta Larga, Monagas, Venezuela. 2001-2002.

Variable climática	Efecto	Estimación Coeficiente de Sendero
Precipitación pluvial	Directo sobre MTD	1,056568
	Indirecto vía humedad relativa 14:00	-0,067568
	Total (Coeficiente de correlación)	0,989000
Humedad relativa 14:00	Directo sobre MTD	-0,130491
	Indirecto vía precipitación pluvial	0,547091
	Total (Coeficiente de correlación)	0,416600
	Coeficiente de determinación	0,990583

las variables estudiadas, que debe considerarse en un modelo para estudios de predicción de crecimiento de sus poblaciones; sin embargo, de manera general se señala que en los ambientes naturales donde se explota la palma aceitera, el factor precipitación puede ser limitante y, su distribución durante el año, es la responsable de la presencia de las distintas respuestas vegetales (Palmonagas- Cofor 1990). Tal comportamiento involucra a todo el agroecosistema, entre ellas el comportamiento de las plagas, incluyendo a *O. cassina*.

Con relación a otros lepidópteros, Delgado y Fedre (2003) determinaron que la abundancia poblacional de *Helicoverpa* (= *Heliothis*) *virescens* (Fabricius) en tabaco en el noreste argentino, tiene una estrecha relación con el depredador *Cosmoclopius* spp. y las temperaturas diarias medidas en grados - día - individuos acumulados. En el caso de la "mosca de la guayaba" *Anastrepha striata* Schiner donde se utilizó la metodología del análisis de sendero, se detectó que la temperatura máxima y la humedad relativa a las ocho de la mañana resultaron como variables efecto–causa favorables a la variable moscas/trampa/día, que pueden ser incluidas en un modelo de predicción de sus poblaciones (Rodríguez et al. 1999). En el caso de ácaros, González et al. (1985) señalan que para *Phyllocoptruta oleivora* "ácaro tostador de los cítricos", altas precipitaciones y humedades relativas, así como también, la presencia de ácaros depredadores Phytoseiidae son factores que regulan sus poblaciones.

Agradecimientos

Los autores deseamos agradecer: Al Fondo de Investigación en Palma (Foninpal) por el auspicio financiero. Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) y a la Universidad Central de Venezuela (UCV), como soportes para realizar esta investigación. Al personal directivo de la plantación Palmeras de Oriente C.A (Palorica), por el apoyo logístico, al Sr. Edgar Ruiz por la elaboración de las figuras, y finalmente al Inv. Ursulino Manrique por su siempre oportuna ayuda en las traducciones.

Referencias

[ACUPALMA] Asociación Venezolana de Cultivadores de Palma Aceitera. 2002. Boletín Estadístico Año 2002. 84 p.

[ACUPALMA] Asociación Venezolana de Cultivadores de Palma Aceitera. 2003. Boletín Estadístico Año 2003. 84 p.

[ACUPALMA] Asociación Venezolana de Cultivadores de Palma Aceitera. 2004. Boletín Estadístico Año 2004. 87 p.

Aldana JA, Fajardo J, Calvache H. 1999. Evaluación de dos diseños de trampas para la captura de adultos de *Opsiphanes cassina* Felder (Lepidoptera: Brassolidae) en una plantación de palma de aceite. Palmas (Colombia) 20(2):23 - 29.

Boada C. 2002. La palma aceitera: Un rubro bandera. En: Comisión de Estudios Interdisciplinarios – Rectorado UCV. Seminario Palma Aceitera e Industria Oleoquímica, Industrialización, Aplicaciones y Mercado. Caracas – Venezuela. p 71-84.

Bowers H, Sonoda RM, Mitchel DJ. 1990. Path coefficient analysis of the effect of rainfall variables on the epidemiology of *Phytophthora* blight of pepper caused by *Phytophthora capsici*. Phytopathology 80: 1439-1446.

Bustamante A. 2002. Estudio de la cadena agroalimentaria de las oleaginosas. En: Comisión de Estudios Interdisciplinarios-Rectorado UCV. Seminario Palma Aceitera e Industria Oleoquímica, Industrialización, Aplicaciones y Mercado. Caracas-Venezuela. p 11-28.

Calvache H, Franco PN, Aldana JA. 1998. *Opsiphanes cassina* (Felder). Ceniavances 51. 8p.

Carvalho SM, Cruz CD. 1996. Diagnosis of multicollinearity: Assessment of the condition of correlation matrices used in genetic studies. Brazilian J Genetics 19 (3): 479 –484.

Castoldi LF. 1991. Analises das interrelações entre rendimiento e diversas características agronômicas do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) [Tesis Maestría]. Viçosa (Brasil): Universidade Federal Viçosa. 37p.

Cayon D. 1996. Ecofisiología de la palma aceitera. En: I Curso Internacional de palma de aceite. Cenipalma, Colombia. p 38 - 54.

Costa JCB. 1993. Progresso da vassoura de bruxa en órgãos vegetativos do cacaueiro em Altamira e Tomé-Açu. PA. [Tesis Maestria]. Viçosa (Brasil): Universidade Federal Viçosa. 122 p.

Damas D. 1996. Metodologia de evaluación y control de insectos defoliadores de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) utilizados por palmeras Diana del Lago, C.A., estado Zulia, Venezuela. En: Memórias I Encuentro Nacional de Palmicultores. Aculpalma, Fundesol, Est. Exp. Monagas, Fonaiap. p 33.

Delgado H, Fedre D. 2003. Factores que afectan la abundancia poblacional de *Helicoverpa* (*Heliothis*) *virescens* en tabaco en el noreste argentino. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) 70: 36-45.

Díaz A, Barrios R. 2002. Tecnologías y experiencias del cultivo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq). En: Comisión de Estudios Interdisciplinarios-Rectorado UCV. Seminario Palma aceitera e Industria Oleoquímica, Industrialización, Aplicaciones y Mercado. Caracas-Venezuela. p 29-48.

Díaz A, González C, Villalba V, Rodríguez G. 2000. Evaluación de insectos defoliadores y de sus enemigos naturales en plantaciones de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) del oriente de Venezuela. Palmas 21:195 - 200. (N° especial, tomo I).

[FONAIAP] Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 1991. El cultivo de la Palma Aceitera. Maracay. Ven. Fonaiap/ Fundesol. Serie paquetes tecnológicos 9. 240 p.

Genty PH, Desmier de Chenon R, Morin JP. 1978. Las plagas de la palma aceitera en América Latina. Oleagineux (número especial) 33 (7): 326-420.

González M, Salas L, Hernández R. 1985. Factores bióticos y abióticos que regulan la población de *Phyllocoptruta oleivora* (Asmead) (Acari: Eriophyidae) en naranja. Agron Costarr 9(2): 205- 211.

González V, Ortiz E, Sandoval A, Olivera de los Santos A, Dominguez E, Avila L, Alejo A, Palacios A, Coutiño M. 1999. Tecnología para la producción de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. México: Inifap, Libro técnico 4. 177 p.

Le Verdier A, Genty P. 1988. Daños y control de *Hispoleptis subfasciata* Pic.; Hispinae filófago de la palma aceitera en América Latina. Oleagineux 43(11): 404 – 407.

Li CC. 1975. Path analysis: a primer. California Boxwood, Pacific Grove. 346 p.

Loria R, Chinchilla C, Domínguez J, Mexzon R. 2000a. Una trampa sencilla y efectiva para capturar los adultos de *Opsiphanes cassina* F. (Lepidoptera: Nymphalidae) en palma aceitera. En: Memorias, 2do Cong. Lat. de Palma Aceitera. p 106 - 112.

Loria R, Chinchilla C, Domínguez J, Mexzon R. 2000b. Observations on the behavior of the pest in oil palm. ASD Oil Palm Papers 21: 1-8.

Mexzon R, Chinchilla C. 1991. An inventory of the oil palm pests and their natural enemies in Central America. Palm Oil Research Institute of Malaysia (Porim) Palm Oil Conference – Agriculture. p 443 – 450.

[PALMONAGAS – COFOR] Palmas de Monagas – Consultores Forestales. 1990. Evaluación de impacto ambiental del proyecto de plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) Municipio Maturín, Edo. Monagas. Informe final. TOMO II. 210 p.

Perdomo A, Matheus L, Jiménez C, Sánchez R. 1996. Experiencia del control integrado de *Opsiphanes cassina* p 43. En: Memorias I Encuentro Nacional de Palmicultores. Acupalma, Fundesol, Est. Exp. Monagas, Fonaiap.

Rodríguez G. 2007. Biología, Fluctuación poblacional y estrategias de control de *Opsiphanes cassina* Felder, defoliador de la palma aceitera, *Elaeis guineensis* Jacq., en el estado Monagas, Venezuela. [Tesis Doctoral]. Maracay (Venezuela): Universidad Central de Venezuela. 123 p.

Rodríguez G, Mark D, Silva-Acuña R. 1999. Fluctuación poblacional y aplicación del análisis de sendero a la época de incremento de *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) afectando a *Psidium guajava* L. en el estado Monagas, Venezuela. Bol Entomol Venez 14(1):63-76.

Silva-Acuña R, Cruz CD, Vale FXR, Zambolim L. 1995. PROGRESSA: Um programa para estudo das epidemias de doenças de plantas. Fitopatol Bras 20:368 (Resumen N° 558).

Silva-Acuña R, Zambolim L, Cruz CD, Vale FXR. 1998. Estudo epidemiologico da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*) utilizando a analise de trilha. Fitopatol Bras 23: 425-430.

Silva-Acuña R. 1996. Epidemiologia e controle quimico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk. & Br) do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). [Tesis Doctoral]. Viçosa (Brasil): Universidade Federal Viçosa. 140 p.

Singh RK, Chaudary BD. 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. Kalyani. 304 p.

Vasconcelos ME. 1982. Analise do coeficiente de caminhamento ("Path coeficient") (*Hevea* spp.). [Tesis Maestría]. Piracicaba (Brasil): Escola Superior Agricultura Luiz Queiroz/Universidade São Paulo. 77 p.

Vera J. 2000. Avances preliminares sobre el establecimiento de un programa de manejo integrado de plagas en Palmas del Espino S.A - Perú. Palmas 21(N° especial), Tomo 1. 227-233.