

Predicción de daños de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 (Lepidoptera: *Gelechiidae*) en el Ecuador

A. POLLET, A. BARRAGÁN, A. LAGNAOUI, M. PRADO, G. ONORE, I. AVEIGA, X. LERY, J.L. ZEDDAM

La polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 es probablemente la plaga más peligrosa para cultivos de papa en Sudamérica. En el Ecuador el manejo de este insecto resulta muy difícil, ya que los factores bióticos de control natural, prácticamente son inexistentes, las únicas regulaciones naturales encontradas en la provincia del Carchi, son abióticas y están relacionadas a factores climáticos. Se observaron resultados significativos de correlación múltiple entre los tubérculos infestados y las variaciones climáticas medidas durante los primeros meses de inicio del cultivo en las parcelas de investigación. Se registraron correlaciones fuertes entre la infestación de los tubérculos y el vuelo de los machos, capturados en trampas de feromonas, ($R>0.90$) así como también entre el clima que éstos encontraron en el campo. Estos resultados nos dan la posibilidad de predecir en los estados tempranos de la floración, dos meses antes de la cosecha, cual va a ser el porcentaje de infestación de los tubérculos. Necesitamos solamente una combinación de trampas de feromonas, un termohigrógrafo y un pluviómetro.

A. POLLET, X. LERY Y J. L. ZEDDAM: IRD. Institut de recherche pour le développement Wimper 442 y Coruña. Apartado 17.12.857. Quito - Ecuador. pollet@ecnet.ec
A. BARRAGÁN, G. ONORE Y I. AVEIGA: PUCE. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Av. 12 de Octubre entre Patria y Roca. Apartado 17-01-2184 Quito – Ecuador. arbaragan@yahoo.com
M. PRADO: INIAP. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Av. Eloy Alfaro y Amazonas Edificio MAG, Quito - Ecuador.
A. LAGNAOUI: CIP. Centro Internacional de la Papa. Apartado 1558, Lima Perú

Palabras clave: Predicción, polilla guatemalteca, *Tecia solanivora*.

INTRODUCCIÓN

Originaria de Guatemala, la polilla, *Tecia solanivora* es en la actualidad la plaga más peligrosa para la papa en Centro y Sudamérica. Entró accidentalmente a Venezuela en 1982, a través de una importación de papa proveniente de Costa Rica (SALAZAR &

TORRES, 1997). Posteriormente en 1983 Colombia tuvo los primeros registros (DURÁN, 2001). En el Ecuador se la reportó oficialmente en 1996 (INIAP, 1997). Estos tres países tienen prácticamente establecida a la plaga en la mayoría de zonas de producción con pérdidas altas no cuantificadas en su totalidad. Finalmente en los últimos años

se ha reportado la presencia de la plaga incluso en las Islas Canarias (SANINET, 2001). *T. solanivora* fue añadida en Junio 2001 en la lista roja de las plagas peligrosas para Europa (EPPO, 2001)

El manejo de la plaga resulta insuficiente en el Ecuador, los factores naturales bióticos de control son casi inexistentes (Barragán et al., 2000; IRD, 2000; POLLET et al., 2002). La situación es análoga en otros países infestados de Sudamérica (SOTELO, 1996). En nuestro país después de dos años de estudios ininterrumpidos, de 10 024 larvas muestreadas en las parcelas de ensayo y otras miles en varios sitios, ha sido muy difícil encontrar controladores naturales. En muestreos en campo se han encontrado dos larvas parasitadas por braconidos, una por nematodos y otra con síntomas de virosis, que al ser analizada en laboratorio resultó ser afectada por el virus de *Phthorimaea operculella* (RUIZ et al., 2000).

En los muestreos realizados con feromonas sexuales, se ha determinado que cuando empieza el período de floración del cultivo, las hembras de la polilla guatemalteca llegan a las parcelas a depositar los huevecillos. Esto coincide con el inicio de la tuberización que generalmente ocurre de dos a tres meses antes de la cosecha, dependiendo de la variedad. El período de oviposición puede extenderse hasta la cosecha.

En el Ecuador se han registrado por el momento sólo regulaciones abióticas, y éstas relacionadas al clima. En este estudio, se pretende analizar los parámetros climáticos como reguladores naturales de la polilla guatemalteca.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de campo con *T. solanivora*, duró 13 meses continuos de julio del 2000 a julio del 2001, en una finca localizada al norte del país en el sector del Chamizo, cantón San Gabriel, provincia del Carchi.

Se establecieron 10 parcelas experimentales de 300 m² cada una, las que fueron

sembradas sucesivamente, con más o menos un mes de separación, a partir de marzo del 2001, con la finalidad de mantener al mismo tiempo todos los estados fenológicos del cultivo, desde la siembra hasta la cosecha. Un ciclo de papa dura más o menos de 4,5 a 6 meses. Se tuvo permanentemente ciclos sobrepuestos.

Para estimar la población de adultos de la polilla, se instalaron feromonas sexuales específicas para *T. solanivora* (0.98 mg de (E)-3-Dodecenil acetato y 0.02mg de (Z)-3-Dodecenil acetato) compradas en el CIP (Centro Internacional de la Papa). Las trampas consisten de botellas plásticas con agua jabonosa en el fondo y con aberturas laterales en donde se coloca suspendida el dispensador de la feromona, éstas fueron colocadas a la altura de un metro, con el fin de que sobresalgan del follaje. Se colocaron tres trampas en cultivos cercanos a las parcelas de estudio las que fueron revisadas semanalmente para la obtención de información continua sobre las variaciones poblacionales.

Una pequeña estación meteorológica fue instalada al inicio del mes de junio del 2000 en las parcelas de estudio, ésta nos dio una combinación de datos de temperatura, humedad relativa y precipitación. Con esta información pudimos caracterizar 9 de las 10 parcelas estudiadas.

Desde el inicio del período de floración se empezaron a tomar muestras semanales de tubérculos en cada una de las 10 parcelas, el muestreo continuó hasta la cosecha. Con este procedimiento se pudo garantizar la existencia de tubérculos, en un área determinada, durante los trece meses de estudio, posibilitando de recursos continuos para las poblaciones de *T. solanivora*

En cada parcela se tomaron cinco plantas al azar, de las cuales se recolectaron los tubérculos que fueron llevados al laboratorio para ser analizados bajo el microscopio en busca de larvas de polilla guatemalteca y posibles controladores naturales. Se hicieron de cinco a ocho muestreos en cada parcela, dependiendo de la duración total del ciclo de cultivo. Las siguientes variables fueron cal-

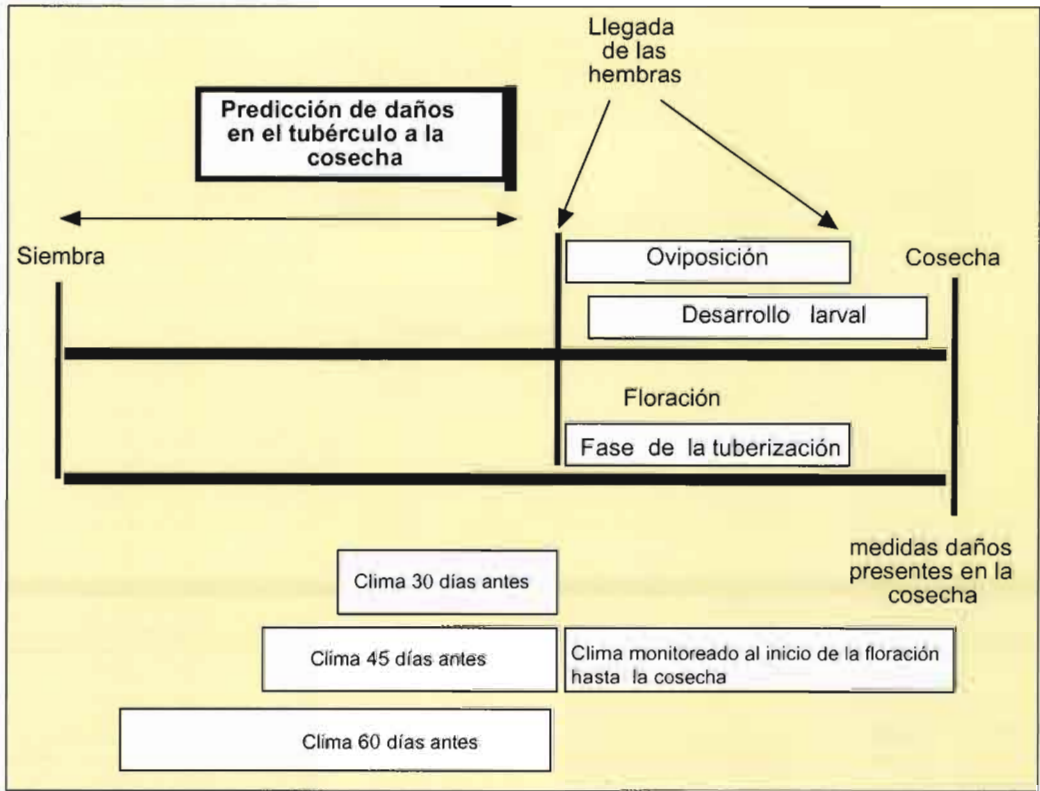


Figura 1. Se presentan los 4 períodos de referencias para los cálculos, además se indican las etapas del cultivo y la llegada de adultos para la infestación.

culadas: Valor acumulado del porcentaje de daño por mes y por ciclo y promedio del número de larvas por tubérculo.

Cuatro períodos de referencia han sido especificados para los cálculos de regresión del clima 60, 45 y 30 días antes y el período real de infestación desde la floración hasta la cosecha (Figura 1).

Los parámetros climáticos nos han dado tres series de datos diarios en las hojas de gráficos y en los datos anotados por los campesinos. Se calcularon para cada uno de los cuatro períodos las sumas y promedios diarios de lluvia, temperatura y de humedad relativa (Cuadro 1). Considerando el período verdadero de duración de las parcelas de estudio, hemos podido analizar completamente algunos parámetros: 9 parcelas (desde

floración a cosecha), 8 (de 30 a 45 días antes de la floración) y 7 (para 60 días antes de la floración).

Se hicieron estudios estadísticos sobre las relaciones que pueden existir entre los daños de los tubérculos en campo y las tres series disponibles de factores climáticos (Cuadro 1) las que fueron probadas usando las metodologías de regresión simple y múltiples. Se establecieron los niveles de significación de los coeficientes R con ANOVA

Los datos de infestación fueron transformados usando el arcoseno y han sido analizados con un procedimiento de modelo lineal (STEEL & TORRIE, 1980; POLLET & NASRULLAH, 1994). Todos los cálculos fueron llevados a cabo con tablas interactivas construidas en Excel® Microsoft y poste-

Cuadro 1. Caracterización del clima de los ciclos estudiados. Detalles de los parámetros considerados para los estudios de población

| PARÁMETROS CLIMÁTICOS | | |
|---|---|---|
| Lluvias | Temperatura | Humedad relativa |
| Valores promedios diarios calculados para el período de estudio M.ra: Promedio diario de lluvias. T.ra: Acumulado total de lluvias calculadas para el período de estudio. | Valores promedios diarios calculados para el período de estudio TMAX: Temperatura máxima TMIN: Temperatura mínima TH.Amp: Amplitud térmica MeTmp: Promedio temperatura T Día: Valor promedio aritmético calculado para cuatro medidas diarias a las 6 y 12 a.m. y 6 y 12 p.m. | Valores promedios diarios calculados para el período de estudio RH6: Humedad relativa medida a las 6 a.m. RH12: Humedad relativa medida a las 12 a.m. RH18: Humedad relativa medida a las 6 p.m. RH24: Humedad relativa medida a las 12 p.m. Dif.24/18 diferencia diaria registrada entre las RH18 y RH24 RHDia: Valor promedio aritmético calculado para cuatro medidas RH6, RH12, RH18 y RH24 |

riormente probadas con el software JMP4® (SAS); incluye dos metodologías “Fit Stepwise” para identificar las mejores combinaciones de parámetros y “Standard Least Squares” como base de la solución del modelo de regresión.

Se probaron tres niveles de regresión para la tasa de infestación de los tubérculos

- (X0) = Función (1 parámetro climático);
- (X0) = Función (2 parámetros climáticos);
- (X0) = Función (3 parámetros climáticos).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

T. solanivora y el microclima.

Las acciones de los factores climáticos sobre las poblaciones de la plaga son complejas. Las correlaciones simples significativas entre las tasas de contaminación y los parámetros climáticos prácticamente no existen. De 57 regresiones probadas, sólo cinco de ellas tienen significación a nivel del 5% (Cuadro 2).

Estas cinco regresiones de un factor son todas negativas y también sólo están relacionadas con períodos climáticos ocurridos antes de la floración, o sea, antes de que la población de adultos de *T. solanivora* llegue a los cultivos. Se deduce que el clima anterior al período larval sería más importante que el que sucede mientras ellas se desarrollan en los tubérculos.

Las variaciones climáticas ocurridas durante los primeros dos y tres meses del inicio del cultivo, aparentemente, pueden ser los factores más importantes para la determinación del desarrollo larval y el consecuente daño que vamos a encontrar al momento de la cosecha. Tres de los cinco factores observados en las regresiones simples están relacionados a -45 días y los otros dos corresponden a -60 días. (Cuadro 2)

La acción y la importancia de algunos parámetros climáticos varían mucho de un período a otro. Las variaciones de medias diarias de valores temperatura máxima TMAX y de amplitud térmica THAmp, por ejemplo, tienen valores positivos en relación con los daños del tubérculo, durante el período que va de floración a la cosecha y por tanto a una correlación simple positiva. Pero

Cuadro 2. De los 57 factores analizados en regresiones simples, se pueden observar coeficientes de correlación significativos en los caracteres en negrillas. (para DF o grados de libertad)

| 9 ciclos estudiados Ciclo real | | 8 ciclos estudiados en los 30 y 45 días antes del período de floración | | 7 ciclos estudiados en los 60 días antes del período de floración | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| Parámetro estudiado | Coefficiente correlación simple R | Parámetro estudiado | Coefficiente correlación simple R | Parámetro estudiado | Coefficiente correlación simple R |
| M.ra | - 0.556 | M.ra-30 | - 0.484 | M.ra-60 | - 0.617 |
| T.ra | - 0.460 | M.ra-45 | - 0.670 | T.ra-60 | - 0.617 |
| TMAX | 0.279 | T.ra-30 | - 0.484 | TMAX-60 | - 0.864 |
| TMIN | 0.278 | T.ra-45 | - 0.670 | TMIN-60 | 0.328 |
| MeTmp | 0.367 | TMAX-30 | - 0.503 | MeTmp-60 | 0.335 |
| THAmp | 0.157 | TMIN-30 | 0.467 | THAmp-60 | - 0.927 |
| RH6 | - 0.001 | MeTmp-30 | - 0.396 | RH6-60 | - 0.021 |
| RH12 | - 0.109 | THAmp-30 | - 0.535 | RH12-60 | - 0.156 |
| RH18 | - 0.321 | TMAX-45 | - 0.628 | RH18-60 | 0.259 |
| RH24 | - 0.061 | TMIN-45 | 0.213 | RH4-60 | - 0.068 |
| T.Día | - 0.300 | MeTmp-45 | - 0.3798 | RH Día -60 | 0.035 |
| Dif.24/18 | - 0.300 | THAmp-45 | - 0.906 | Dif24/18-60 | 0.471 |
| DF = 8 | | RH6-30 | - 0.254 | DF = 6 | |
| R valor significancia al 5% | | RH12-30 | - 0.101 | R valor significancia al 5% | |
| | | RH18-30 | 0.434 | R = 0.707 | |
| R = 0.614 | | | | | |
| | | RH24-30 | - 0.573 | 13 meses de estudio | |
| | | RHDía-30 | - 0.062 | % daño | |
| | | Dif24/18-30 | 0.505 | T.ra | - 0.0411 |
| | | RH6-45 | - 0.184 | TMAX | - 0.0411 |
| | | RH12-45 | - 0.344 | TMIN | 0.170 |
| | | RH18-45 | - 0.091 | THAmp | - 0.035 |
| | | RH24-45 | - 0.387 | RH6 | - 0.037 |
| | | RHDía-45 | - 0.332 | RH18 | - 0.154 |
| | | Dif24/18-45 | 0.540 | RH24 | - 0.154 |
| | | DF = 7 | | RHDía | - 0.109 |
| | | R valor significancia al 5% | | DF = 12 | |
| | | R = 0.667 | | R valor significancia al 5% | |
| | | | | R = 0.532 | |

si se relacionan en los períodos previos a la floración tenemos una correlación negativa. Es por esto que los incrementos de TMAX y THAmp medidos durante los últimos 60 y 45 días antes de la floración, contribuyen a reducir la población de la plaga y por ende

los daños en los tubérculos. En el caso de THAmp podemos incluso observar que en un intervalo de tiempo antes de la floración, se obtiene la mayor significación, entre el daño de tubérculo y este parámetro, por los -45 y -60 días antes de la floración.

R {X0= F(THAmp ciclo real)}=0.157}

R {X0= F(THAmp-30)} =-0.535

R (X0 = F(THAmp-45)) =-0.906

R (X0 =F (THAmp -60)) =-0.927

: no significativo,

: no significativo,

: altamente significativo,

: altamente significativo.

Al contrario, algunos parámetros como TMIN nunca cambian sus acciones. En cualquier período analizado, ninguna reducción de TMIN va a reducir las tasas de infestación de los tubérculos. Esta correlación positiva implica que si podemos encontrar valores más bajos de TMIN, conoceremos los valores donde el crecimiento de la población de la plaga se detiene, entonces tendremos una noción del umbral de temperatura mínima.

Estos resultados nos demuestran que los fenómenos estudiados son complejos y las correlaciones simples no son suficientes para entender lo que está pasando. Entonces creemos que usando correlaciones múltiples tendremos la posibilidad de medir las relaciones que existen entre la plaga, los daños y el clima.

Relación entre las tasas de infestación del tubérculo y el clima existente durante el período floración a cosecha

No podemos ignorar el clima que la larva realmente encuentra durante la fase de infestación de los tubérculos en campo. Las variaciones de temperatura, humedad relativa y lluvia, medidas durante este período, tienen acciones complejas en las poblaciones de la plaga. Sin embargo sólo encontramos un regresión significativa al 5% :

$X0 = -1.104 - 0.0827 * M.ra + 0.0213 * RH12$
 $R = 0.776$ (significante al 5%) (Cuadro 3):

Estos dos factores de correlación dan una especial importancia a la media diaria de lluvia (M.ra). Con un coeficiente de 0.0827, este parámetro, pesa cuatro veces más que otros que envuelven en la combinación, RH12. El signo negativo (-), asignado a M.ra, también demuestra que todos los incrementos de lluvia ayudan a reducir la tasa de infestación de daño de tubérculos en

el campo. La combinación de los parámetros (M.ra, RH12) arroja los resultados más significativos cuando consideramos el clima que existe en el campo durante la infestación de la plaga en los tubérculos. Si añadimos al anterior modelo, factores como ThAmp o TMIN, obtendremos nuevas correlaciones con tres factores que ya no son significantes (cuadro 3).

Relación entre las tasas de infestación del tubérculo y el clima existente en los últimos 30, 45 y 60 días antes del período de floración

Las variaciones climáticas ocurridas en el campo, antes del período de floración, definitivamente son mucho más importantes en la determinación del daño del tubérculo. Podemos encontrar muchos datos de correlaciones significativas con dos y tres parámetros en -30 y -45 días antes de la floración. En el caso de -60 días antes de la floración sin embargo las correlaciones parecen debilitarse. Muchas de estas regresiones estudiadas con dos parámetros presentan correlaciones múltiples frecuentemente con valores de 0.85 o incluso mayores.

Relación entre las tasas de infestación del tubérculo y las capturas mensuales de adultos durante los 13 meses del período de estudio.

Hemos encontrado una regresión simple, de significación positiva, entre las capturas mensuales de machos con trampas de feromonas y el daño acumulado que ha sido medido durante el mismo período del mes. La R correspondiente es casi 1 ($R = 0.902$) (Cuadro 4). Un incremento de las capturas de machos en las trampas de feromonas da también un incremento en el porcentaje de tubérculos dañados en la cosecha.

Cuadro 3: Correlación múltiple existente entre el porcentaje de tubérculos dañados a la cosecha y algunos parámetros climáticos medidos durante el ciclo de infestación, o durante los últimos 30, 45 y 60 días antes del inicio de la floración. Valores de correlación múltiple R. Resultados del ANOVA usados para probar la significancia en el estudio de correlación, son también indicados con los modelos detallados

| Periodo | Rmult | Sign, | Modelos |
|-----------|-------|-------|---|
| ciclo | 0.778 | No | $X0 = -1.117 - 0.082 * M.ra + 0.027 * THamp + 0.0221 * RH12$ |
| ciclo | 0.613 | No | $X0 = +0.573 - 0.0510 * M.ra - 0.019 * THamp$ |
| ciclo | 0.776 | 5% | $X0 = -1.104 - 0.0827 * M.ra + 0.0213 * RH12$ |
| ciclo | 0.715 | No | $X0 = 1.263 - 0.023 * M.ra + 0.099 * TMIN - 0.023 * RH 12$ |
| ciclo | 0.562 | No | $X0 = + 0.480 - 0.041 * M.ra - 0.006 * TMAX$ |
| ciclo | 0.564 | No | $X0 = - 0.056 - 0.043 * M.ra + 0.0006 * RH18$ |
| -30días. | 0.857 | 5% | $X0 = 3.11 - 0.053 * M.ra(-30) + 0.063 * TMIN(-30) - 0.0367 * RH24(-30)$ |
| -30días | 0.924 | 5% | $X0 = 0.34 - 0.065 * M.ra(-30) + 0.064 * TMIN(-30) + 0.018 * Dif24/18(-30)$ |
| -30días | 0.771 | 10% | $X0 = -0.155 - 0.0549 * M.ra(-30) + 0.090 * TMIN(-30)$ |
| -30días | 0.993 | 1% | $X0 = 1.278 - 0.0761 * M.ra(-30) - 0.0499 * TMAX(-30)$ |
| -30días | 0.838 | 5% | $X0 = - 1.926 - 0.063 * M.ra(-30) + 0.0035 * RH18(-30)$ |
| -45días. | 0.826 | no | $X0 = 0.476 - 0.070 * M.ra(-45) + 0.051 * TMIN(-45) - 0.0039 * RH24(45)$ |
| -45días.. | 0.818 | 5% | $X0 = 0.121 - 0.073 * M.ra(-45) + 0.0556 * TMIN(-45)$ |
| -45días. | 0.857 | 5% | $X0 = -1.102 - 0.1043 * M.ra(-45) + 0.0243 * RH18(-45)$ |
| -45días. | 0.892 | 5% | $X0 = 1.499 - 0.055 * M.ra(-45) - 0.067 * TMAX(-45)$ |
| -45días. | 0.913 | 1% | $X0 = -1.169 + 0.017 * M.ra(-45) - 0.093 * THamp(-45)$ |
| -45días. | 0.803 | 10% | $X0 = -0.063 - 0.049 * M.ra(-45) + 0.038 * TpDia(-45)$ |
| -45días.. | 0.857 | 5% | $X0 = -1.102 - 0.104 * M.ra(-45) + 0.024 * RH18(-45)$ |
| -60días | 0.882 | no | $X0 = 2.435 - 0.285 * M.ra(-60) - 0.157 * TMAX(-45) + 0.046 * RH18(60)$ |
| -60días | 0.882 | 5% | $X0 = + 2.523 - 0.026 * M.ra(-60) - 0.137 * TMAX(-60)$ |
| -60días | 0.889 | 5% | $X0 = -1.351 - 0.120 * M.ra(-60) + 0.028 * RH18(-60)$ |
| -45días / | | | |
| -30días | 0.897 | 5% | $X0 = - 1.449 - 0.070 * M.ra(-45) + 0.029 * RH18(-30)$ |
| -30días / | | | |
| -45días | 0.607 | no | $X0 = -0.726 - 0.075 * M.ra(-30) + 0.017 * RH18(-45)$ |

Cuadro 4: Correlación simple entre las capturas mensuales de machos y la tasa de infestación mensual de tubérculos medidos durante el mismo período de tiempo, durante un período de 13 meses

| Período | Simple R | F calculado | Ftab5/1000 | Significancia |
|---------|--|-------------|------------|---------------|
| Captura | 0.902 | 47.82 | 12.23 | a 1/1000 |
| Modelo | $X0 \text{ (numero de adultos)} = - 284.9 + 0.01795 * (\% \text{ daño de tubérculos})$ | | | |

Además, podemos demostrar que también las capturas mensuales de adultos están fuertemente dependientes de las variaciones climáticas medidas durante el vuelo de los mismos. La mejor regresión que nosotros hemos encontrado es de tres factores y esta combinada en el mismo modelo: total de lluvia mensual (**T.ra**) con dos valores mensuales de temperatura máxima diaria (**TMAX**) y de humedad relativa medida a las 12 horas (**RH12**).

$$X0 = -35964 - 134.2 * T.ra - 38.26 * TMAX + 86.68 * RH12; R = 0.802 \text{ (significante al 5\%)}$$

X0 capturas mensuales de machos medidas para los 13 meses del período de estudio

Sin embargo, podemos también preguntarnos que pasa si consideramos la varia-

ción climática de los 30 y 60 días antes del período de vuelo. En el caso de los -30 días todas las relaciones van a desaparecer. Las cinco regresiones probadas pierden totalmente la significación. En oposición si probamos -60 días todas las correlaciones estudiadas van a ser significantes otra vez, pero en este tiempo solo al nivel del 10 % (Cuadro 5).

Podemos imaginar que la correlación a -60 días antes de la floración, está relacionada con los padres de machos y hembras que irán a los campos a empezar la infestación. Se puede pensar como hipótesis que la infestación de los tubérculos en el campo, es un reflejo de las complejas acciones del clima en dos niveles: en los adultos que inician el período de infestación, así como dos meses antes en los padres de éstos

Cuadro 5: Algunas correlaciones múltiples entre las capturas mensuales de machos de *Tecia solanivora* en trampas de feromonas y los parámetros climáticos calculados para el mes de trapeo (vuelos de los adultos). Valores de correlación múltiple R son dados al igual que los resultados del ANOVA, estos son usados para calcular la significancia de los estudios de correlación que son indicados con detalle en los modelos de regresión (Sign., es la significancia del calculo de la correlación medido a través de ANOVA)

| Periodo | MultR | Sig | Modelos |
|---------|-------|-----|--|
| vuelo | 0.802 | 5% | $X0 = -3596.4 - 134.2 * T.ra - 38.26 * TMAX + 86.68 * RH12$ |
| vuelo | 0.760 | 5% | $X0 = -8141.8 - 112.1 * T.ra - 80.56 * TMAX + 139.24 * RHDia$ |
| vuelo | 0.723 | 5% | $X0 = + 3218.11 - 86.13 * T.ra - 122.54 * TMAX$ |
| vuelo | 0.795 | 5% | $X0 = -5381.8 - 139.46 * T.ra + 99.91 * RH12$ |
| vuelo | 0.673 | 5% | $X0 = -839.97 - 61.31 * T.ra + 297.2 * TMIN$ |
| -30. | 0.471 | no | $X0 = + 4855.82 - 31.71 * T.ra - 98.08 * TMAX - 34.03 * RH12'$ |
| -30. | 0.454 | no | $X0 = + 3076.2 - 50.20 * T.ra - 70.69 * TMAX - 11.63 * RHDia$ |
| -30. | 0.453 | no | $X0 = + 2130.27 - 52.39 * T.ra - 67.31 * TMAX$ |
| -30. | 0.379 | no | $X0 = -96.51 - 49.99 * T.ra + 16.11 * RH12$ |
| -30. | 0.375 | no | $X0 = + 635.84 - 37.39 * T.ra + 46.93 * TMIN$ |
| -60. | 0.810 | 5% | $X0 = -1342.7 - 103.68 * T.ra + 9.110 * TMAX + 38.04 * RH12$ |
| -60. | 0.678 | no | $X0 = + 1045.9 - 73.36 * T.ra - 19.99 * TMAX + 7.35 * RHDia$ |
| -60. | 0.678 | 10% | $X0 = + 1640.37 - 71.85 * T.ra - 21.97 * TMAX$ |
| -60. | 0.795 | 10% | $X0 = -491.87 - 91.88 * T.ra + 27.67 * RH12$ |
| -60. | 0.676 | 10% | $X0 = + 870.28 - 67.98 * T.ra + 60.37 * TMIN$ |

CONCLUSIONES

En Ecuador como en otros países de Sudamérica que han sido infestados por la polilla guatemalteca, pocos factores son capaces de controlar y limitar las poblaciones de la plaga. Algunos de ellos son abióticos y están relacionados principalmente a parámetros climáticos.

Las variaciones climáticas medidas durante las primeras fases del cultivo son las principales en la determinación de la infestación de los tubérculos. Las larvas responsables de los daños están relacionadas a los eventos ocurridos mucho tiempo atrás, antes de empezar el desarrollo dentro de los tubérculos en el campo.

Con estos resultados podemos conocer tiempos antes de la floración, cuando todavía

la polilla guatemalteca no ha arribado al campo, cuál va a ser la tasa de infestación en la cosecha, simplemente considerando algunas variaciones climáticas. Con esto podremos predecir la contaminación con algún tiempo de anticipación (2 a 3 meses por lo menos) para que el agricultor pueda tomar decisiones sobre que hacer con su cultivo o que medida tomar, para evitar una infestación de polilla guatemalteca.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto PROMSA 103 por el apoyo económico brindado para esta investigación, gracias también al Ing. Julio Sánchez, profesor de Bioestadística de la Escuela de Biología de la PUCE, por la revisión de la metodología utilizada.

ABSTRACT

POLLET A., A. BARRAGÁN, A. LAGNAOUI, M. PRADO, G. ONORE, I. AVEIGA, X. LERY, J. L. ZEDDAM. 2003. Damage prediction of guatemaltecan potato tuber moth *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 (Lepidoptera: Gelechiidae) in Ecuador. *Bol. San. Veg. Plagas*, **29**: 233-242

Guatemaltecan potato tuber moth *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 is probably the most dangerous potatoes' pest that are cultivated in South America. Pest management remains difficult, biotic factors are inexistent, the only natural regulations we found in Carchi, Ecuador, are abiotic and they mainly come from weather. We could observe few highly significant multiple correlations between tuber damage noted at the harvest and climatic variations measured during the first months of plant cycle. Strong correlations were still noted between infestation of tubers and flight of males ($R > 0.90$) as well as between these males and the weather they have met in fields. Such results give us possibility to predict in the early flowering, i.e. two months before the harvest the infestation rate of the next tubers. Combined pheromone traps, thermohygrograph and a daily rain gauge are just needed.

Key words: Guatemaltecan potato tuber moth, prediction, *Tecia solanivora*.

REFERENCIAS

- BARRAGÁN, A. POLLET, G. ONORE, I. AVEIGA, M. PRADO y C. RUIZ, 2000. Distribución de *Tecia solanivora* (Povolny) en el Ecuador. En: *Memorias de las XXIV Jornadas Ecuatorianas de Biología*. PUCE, Quito, Ecuador.
- DURÁN, O. 2001. La polilla guatemalteca de la papa y su manejo. Plagas y enfermedades de la papa. *Boletín de sanidad vegetal*. ICA, Caldas, Colombia.
- EPPO. 2001. European and Mediterranean Plant Protection Organization *Tecia solanivora*. http://www.eppo.org/QUARANTINE/Alert_List/Inoects/scrs-so.html
- INIAP. 1997. Primer Seminario Taller Internacional sobre manejo integrado de Polilla Guatemalteca *Tecia solanivora*. INIAP, Ibarra, Ecuador.

- IRD. 2000. La teigne du guatemala ravage la pomme de terre en Equateur. *Fiche Scientifique IRD* 120:1-3.
- POLLET, A. y NASRULLAH (1994) "Penggunaan Metode Statistika Untuk Ilmu Hayati" (Indonesian) (Ensayos estadísticos y Ciencias Biológicas Co-founded by IRD (ORSTOM DIST), French Foreign Secretary, French Embassy in Jakarta (Indonesia). Planning Ministry of Indonesia (BAPPENAS). *Gadjah Mada University Press (GMUP)*. Yogyakarta, Indonesia.
- POLLET A., A. BARRAGÁN, C. RUIZ, O. GIOVANNI, I. AVEIGA, y M. PRADO, 2002. La Teigne du Guatemala (*Tecia solanivora*), un nouveau ravageur redoutable pour toutes les zones de production de pommes de terre de l'Amérique du Sud.; *Insectes OPIE* , **124(1)** :23-27.
- POLVONY D. 1973. *Scrobipalopsis solanivora* sp. N. A new pest of potato (*Solanum tuberosum*) from Central America. *Acta Universitaris Agriculturae (Czechoslovakia)*, **21(1)**: 33-146.
- RUIZ C., AVEIGA, I., POLLET A., BARRAGÁN A., ONOEG, PRADO, M., GALLEGOS, P. 2000. Caracterización de un virus de la granulosis en la polilla de la papa *Tecia solanivora* (Povolny), plaga de la papa en el Ecuador. *Memorias de las XXIV Jornadas Ecuatorianas de Biología*. PUCE., Quito, Ecuador.
- SANINET. 2001. La polilla *Tecia solanivora* ha sido introducida en las Islas Canarias, España. *Notas de prensa de Sanidad Vegetal*. Website [http:// www.iicasaninet.net/noticias/2001/nov/12-18/espana](http://www.iicasaninet.net/noticias/2001/nov/12-18/espana).
- SOTELO, G. 1996. La polilla guatemalteca de la papa *Tecia solanivora* (Povolny), Lepidoptera Gelechiidae. *Curso de manejo Integrado de las plagas de la Papa*. Paipa, Bogota, Colombia.
- STEEL, R.G.D. y J.H. TORRIE. (1980). Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. *Ed. McGraw-Hill approach*. Ed. McGraw-Hill Kogakusha, LTD. Tokio, Japan
- SALAZAR, J. y TORRES, F. 1997. Adaptabilidad y distribución de la polilla guatemalteca de la papa, *Scrobipalopsis solanivora* En el estado de Táchira. *Agro-nomía tropical* . 36(4-6) :137-146

(Recepción: 24 julio 2002)

(Aceptación: 2 octubre 2002)

Pollet André, Barragán A., Lagnaoui A., Prado M., Onore G., Aveiga I., Léry Xavier, Zeddám Jean-Louis (2003)

Predicción de daños de la polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolny) 1973 (Lepidoptera: Gelechiidae) en el Ecuador. Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas, 29, 233-242

ISSN 0213-6910