

INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO DE
CASTILLA Y LEÓN

ita^{CYL}

**La polilla del cereal,
(*Cnephasia
pumicana* Zeller)
en Castilla y León.**

AÑOS 2004-2005



Junta de
Castilla y León

**La polilla del cereal,
(*Cnephasia pumicana* Zeller)
en Castilla y León.**

AÑOS 2004-2005

La polilla del cereal, (*Cnephasia pumicana* Zeller) en Castilla y León.

AÑOS 2004-2005

Autores

Ignacio Armendáriz González
Doctorado en Biología. Responsable del Equipo de Protección Vegetal

Yolanda Santiago Calvo
Ingeniero Técnico Agrícola. Técnico

Alberto Pérez-Sanz
Ingeniero Agrónomo. Técnico

Laura de la Iglesia Rodríguez
Ingeniero Técnico Agrícola. Ayudante técnico

Carmen Moreno Vargas
Dra. Ingeniera Agrónoma

Gustavo Campillo Prieto
Ingeniero Agrónomo. Técnico

Francisco Javier Castaño Espinilla
Estudiante E.T.S.II.AA. Universidad de Valladolid. Ayudante técnico

Horacio Peláez Rivera
Dr. Ingeniero Agrónomo

Javier Blázquez Pindado
Ingeniero Técnico Agrícola

DPTO. HORTOFRUTICULTURA Y PROTECCIÓN VEGETAL
INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN



**LA POLILLA DEL CEREAL, (*CNEPHASIA PUMICANA*
ZELLER) EN CASTILLA Y LEÓN. AÑOS 2004-2005**

Edita: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León
Área de Coordinación y Transferencia de Tecnología

© Copyright: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Fotografías: Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León

Realiza e imprime: Gráficas Germinal, S.C.L.

Depósito legal: VA-193/06

Índice

1. Introducción: importancia de <i>Cnephasia pumicana</i> como plaga en el cultivo del cereal	9
2. Descripción de la plaga: estados y ciclo biológico	15
Adulto	17
Huevo	19
Larva	20
Pupa	21
Ciclo biológico de <i>C. pumicana</i>	21
3. Daños ocasionados por <i>Cnephasia pumicana</i>	25
4. Factores que influyen en la plaga	31
Influencia de la variedad	33
Influencia del estado fenológico del cereal	33
Influencia de malas hierbas	33
Influencia de masas arbóreas	33
Influencia de la climatología	34
Influencia de los enemigos naturales	35
Depredadores	35
Parásitos	35
Enfermedades	36
5. Control de la plaga	37
Lucha química	39
Lucha biológica	41
Lucha cultural	42
6. Ensayos realizados en <i>Cnephasia pumicana</i> durante los años 2004-2005	43
6.1. Introducción	45
6.2. Presencia de <i>Cnephasia pumicana</i> en Castilla y León	47
6.3. Estudio del ciclo biológico de <i>Cnephasia pumicana</i>	48
6.4. Estudio de las curvas de vuelo de <i>Cnephasia pumicana</i>	56

6.5. Estudio del factor "viento" en la dispersión de <i>Cnephasia pumicana</i>	72
6.6. Estudio del factor distancia a la vegetación refugio de larvas y su relación con los daños en el cultivo	75
6.7. Estudio de los daños de <i>Cnephasia pumicana</i> en el cultivo del cereal	77
6.8. Estudio de la pérdida de producción en cosecha de <i>Cnephasia pumicana</i>	83
7. Conclusiones	89
8. Recomendaciones para el control de <i>Cnephasia pumicana</i>	93
9. Bibliografía	97
10. Agradecimientos	101

Prólogo

Es para mí un motivo de satisfacción el prologar este trabajo del departamento de Hortofruticultura y Protección Vegetal del ITACyL realizado con, y para los agricultores de Castilla y León. En un lenguaje llano y asequible este libro se centra en la polilla del cereal, *Cnephasia pumicana*.

La nefasia se ha constituido en estos últimos años en un problema serio para la producción cerealista, convirtiéndose en una de las plagas principales de este cultivo. El conocimiento de su ciclo biológico, los distintos factores que lo condicionan como son el clima, el viento y la vegetación cercana a los cultivos, los métodos de control, las técnicas culturales, los tratamientos convenientes, las posibles soluciones y alternativas siempre respetuosas con el medio ambiente se van desgranando en un texto sugerente y ameno para el lector.

El agricultor podrá encontrar aquí la respuesta a sus preguntas y quizás el planteamiento de otras nuevas inquietudes. Con esta publicación el Instituto Tecnológico agrario de Castilla y León cumple con uno de sus objetivos como es el de la divulgación de conocimientos hacia el sector directamente implicado en su aplicación.

Esperamos que este libro no sea el final de una investigación, sino el punto de partida para nuevos trabajos con ésta y otras plagas de nuestros cultivos.

José Manuel Ferreras Navarro

ILMO. SR. DIRECTOR GENERAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN



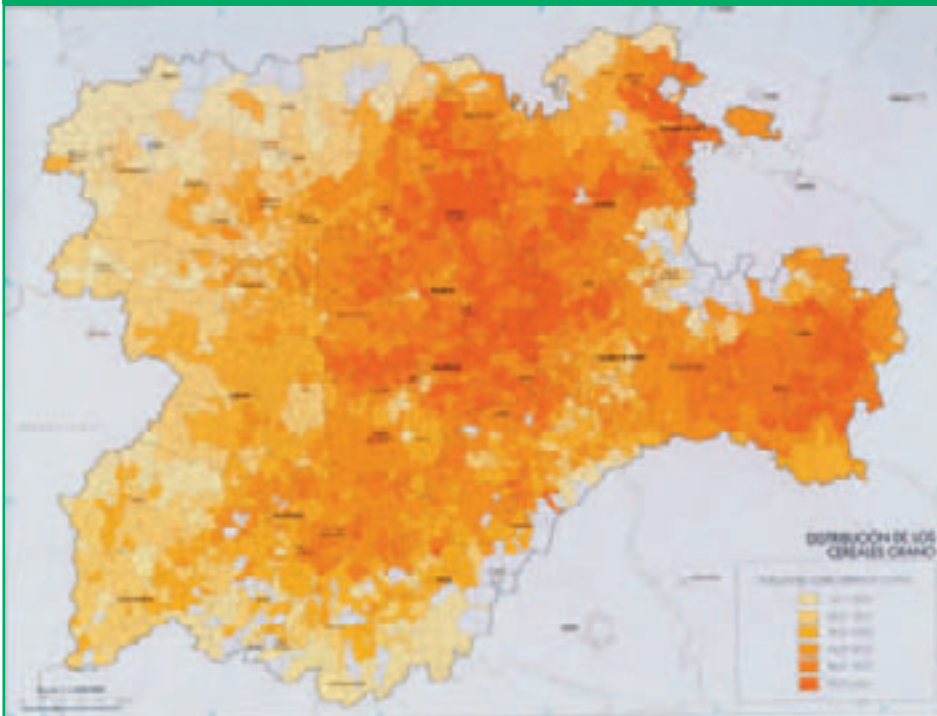
1. Introducción: importancia de *Cnephasia pumicana* como plaga en el cultivo del cereal

1. Introducción: importancia de *Cnephasia pumicana* como plaga en el cultivo del cereal

El cultivo de cereal es el que más superficie agrícola útil ocupa en Castilla y León (Fig. 1), siendo esta región la principal

productora de cereal en España con 2.105,100 ha en 2001 (MAPA, 2005).

FIGURA 1. Mapa de distribución de los cereales grano de Castilla y León.



La polilla del cereal (*Cnephasia pumicana*, Zeller) (Fig.2), conocida también como **nefasia**, minadora del cereal o gusano de la espiga, es en la actualidad un problema serio para la producción

cerealista, pudiendo considerarse como una de las principales plagas agrícolas de Castilla y León. Este insecto, que causó daños considerables en los años 70 en España (García-Calleja, 1976),

había perdido esta consideración para recuperarla con nuevos ánimos en los últimos años, provocando pérdidas serias en la producción del cereal. Esta plaga, de distribución mediterránea, fue detectada en el principio de los años 60 en Francia, siendo Jean Pierre Chambon su principal investigador en este país.



FIGURA 2. Adulto de *Cnephasia pumicana*.

Las larvas de esta plaga viven y se alimentan sobre las hojas y espigas del cereal, disminuyendo notablemente su producción. Los adultos ponen los huevos en el verano, habitualmente en árboles y arbustos, desde donde las larvas se dispersarán en el final del siguiente invierno ayudadas por el viento.

Las oscilaciones de las poblaciones de insectos dependen de las condiciones climáticas, la abundancia de alimento, la presencia de depredadores y otros factores. Por este motivo, las plagas no se mantienen continuamente sobre una zona, sino que presentan alternancias de progresión y regresión.

En algunas plagas, las primaveras frías y lluviosas impiden su desarrollo, mientras que en años favorables pueden alcanzar gran extensión. La existencia de enemigos naturales y su conocimiento y manejo juegan un papel fundamental en el proceso de control de plagas. Igualmente, las modificaciones originadas por el hombre como el cambio de cultivos, la supresión de espacios naturales, la desaparición o cambio de fauna, la introducción de especies exóticas, los cambios en las labores agrícolas, los fenómenos de resistencia a insecticidas, el uso de productos con mayor o menor período de actividad y un largo etcétera, tienen que ver con la desaparición de plagas, la creación de otras nuevas y, en el caso que nos ocupa, la reaparición de antiguas.

En el caso de nefasia, afortunadamente hay muchas causas que impiden o aminoran la incidencia de esta plaga. Por una parte, la diapausa o parón fisiológico invernal explica gran parte de la mortandad, como también lo hacen las condiciones climáticas adversas, especialmente la temperatura y la humedad.

Los métodos actuales de lucha contra las plagas y enfermedades persiguen un uso más racional de los productos fitosanitarios, siendo necesario el conocimiento de la biología de las plagas para establecer los métodos de lucha más eficaces, menos dañinos y más económicos. También hay que conocer aspectos como el potencial productivo del cultivo, el tipo de respuesta y el grado de susceptibilidad de la variedad, la presencia

del agente, el estado fenológico de la planta y las previsiones climáticas, especialmente referidas a la humedad y a la temperatura.

Se busca con todo ello un uso racional de los medios a nuestro alcance para mantener a las poblaciones plaga por debajo del umbral de daño económico.

Es por ello que el departamento de Hortofruticultura y Protección Vegetal del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León comenzó el estudio de este lepidóptero en la campaña 2003-2004 y lo ha continuado en la 2004-2005, años por otra parte con muy distinta climatología.

Dicho de otro modo las preguntas que se plantean son:

- ¿Cómo se comporta esta plaga en su ciclo de vida?
- ¿Cuántas larvas de nefasia puedo permitir por metro cuadrado en un cultivo sin que haya una disminución seria de producción?
- ¿Cuándo, cómo, dónde y con qué debo tratar?
- ¿Cuáles son las medidas de prevención?

En este libro se presentan para su difusión los resultados obtenidos hasta el momento, proporcionando una información actualizada que permita al agricultor contestar a las preguntas anteriores y enfrentar de forma más racional y eficiente este problema.



2. Descripción de la plaga: estados y ciclo biológico

2. Descripción de la plaga: estados y ciclo biológico

La especie *Cnephasia pumicana* Zeller ocupa en la clasificación taxonómica la siguiente posición:

Clase	Insecta (Linnaeus, 1735)
Orden	Lepidoptera (Linnaeus, 1758)
Suborden	Ditrysia (Börner, 1925)
Superfamilia	Tortricoidea (Latreille, 1802)
Familia	Tortricidae (Latreille, 1802)
Subfamilia	Tortricinae (Latreille, 1802)
Tribu	Cnephasiini (Stainton, 1858)
Género	<i>Cnephasia</i> Curtis, 1826
Especie	<i>pumicana</i> (Zeller, 1847)

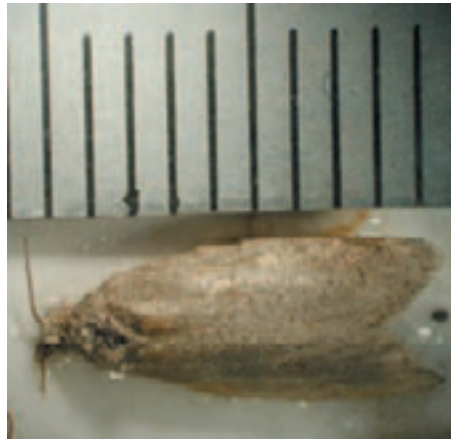


FIGURA 3. Medición del adulto de *C. pumicana*.

A continuación se describen los distintos estados por los que atraviesa esta especie: **adulto, huevo, larva y pupa.**

Adulto

Los adultos o imagos de este lepidóptero tienen un tamaño relativamente pequeño, con una longitud entre 6,2 mm y 11,5 mm, según las mediciones realizadas en laboratorio (Fig. 3).

La cabeza, de forma triangular, está provista de escamas y pelos de diferentes tamaños. Los palpos labiales son de tamaño medio, siendo la junta basal ancha y la junta mediana triangular (García-Calleja, 1976). En el dorso del tórax presentan un conjunto de pelos y escamas con forma romboidal que simulan a un penacho (Fig. 4) y que pierden con mucha facilidad (Fig. 5). Los ojos compuestos que presentan son de gran tamaño y color gris claro. Las antenas son largas con pelos cortos y escamas.



FIGURA 4. Pelos y escamas del dorso del adulto de *C. pumicana*.



FIGURA 5. Pérdida de escamas del adulto de *C. pumicana*.

Las alas anteriores son más largas que el abdomen y tienen el margen costal arqueado y el ápex acuminado. Estas alas pueden presentar una serie de manchas con gran variedad en su distribución de unos adultos a otros, siendo frecuente encontrar en la naturaleza individuos de color gris plateado uniforme. Estas alas, al igual que el dorso del protórax, tienen gran cantidad de escamas que pierden con facilidad.

Las alas posteriores son de forma trapezoidal, más anchas que las primarias y de color gris claro, distinguiéndose bien la

nerviación. El reborde está provisto de flecos más claros que el resto del ala.

El dimorfismo sexual no está muy marcado, siendo las hembras algo más grandes y de color de alas más oscuro. Sin embargo, dada la relativa facilidad con que pierden las escamas, suele ser difícil diferenciarlas. El abdomen es la parte del adulto donde se puede ver más clara la diferencia entre machos y hembras (Fig. 6), ya que es donde portan los órganos genitales, los cuales acaban en bisel en el caso de las hembras (Fig. 7) y redondeados con dos valvas en los machos (Fig. 8).



FIGURA 6. Diferencias entre el abdomen de macho (izquierda) y hembra (derecha) de *C. pumicana*.



FIGURA 7. Abdomen de la hembra de *C. pumicana*.



FIGURA 8. Abdomen del macho de *C. pumicana*.



FIGURA 9. Detalle del huevo de *C. pumicana*.

En la época de la cosecha los adultos son visibles en gran número revoloteando por los campos. Es frecuente verlos en viñedos, otros cultivos y en los lugares de puesta.

Huevo

Los huevos tienen una forma ovoide (Fig. 9) y se adaptan perfectamente a la superficie donde se encuentran (Fig.10). Sus dimensiones son de 0,8 x 0,5 mm (García-Calleja, 1976). Cuando están completamente limpios, presentan un color rojo-anaranjado intenso (Fig. 11). Este color a veces no se aprecia bien por tener en su superficie restos de escamas de la hembra que ha realizado la puesta. Las hembras ovipositan normalmente al atardecer en las rugosidades de las cortezas de la vegetación elegida, quedando los huevos aislados o en pequeños grupos. El número de huevos por hembra puede estar entre 130 (Chambon, 1978) y 200 (García-Calleja, 1976).

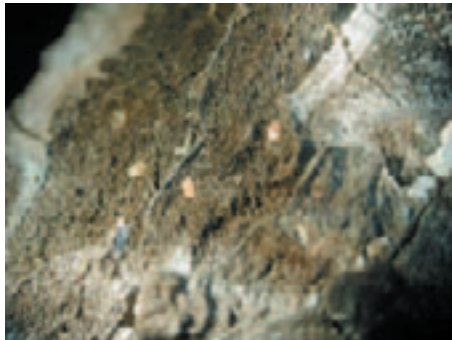


FIGURA 10. Aspecto de los huevos de *C. pumicana* sobre una corteza.

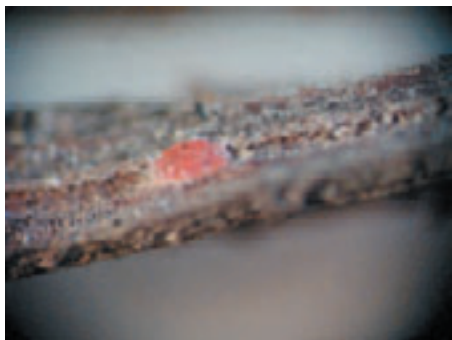


FIGURA 11. Detalle del huevo de *C. pumicana* depositado sobre una rama pequeña de árbol.

Larva

Hacia el mes de agosto las larvas de primer estadio eclosionan de los huevos y realizan una pequeña migración buscando lugares protegidos en la corteza. Posteriormente, se rodean de un capullo sedoso de color blanquecino donde pasarán el invierno, hasta su dispersión en el final de esta estación.

Las larvas de nefasia se desarrollan en 6 estadios larvarios, L₁ a L₆ (Chambon, 1972), con un tamaño que varía (Fig. 12) desde 1 mm en larvas neonatas hasta, aproximadamente, 13 mm en larvas de sexto estadio (Blázquez, 2004). Cada estadio larvario se inicia con una nueva muda.

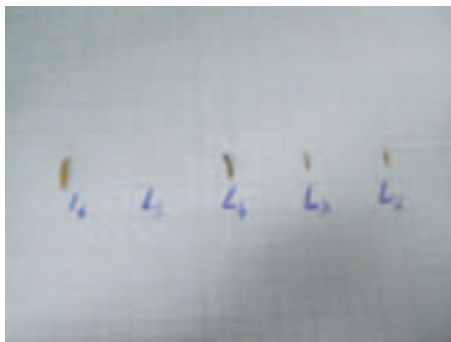


FIGURA 12. Diferentes estadios larvarios de *C. pumicana* (L2 a L6).

Las larvas modifican su color según van pasando por los distintos estadios. Las larvas neonatas (Fig. 13) tienen un color rojizo intenso que conservan hasta el momento de la dispersión. Cuando las larvas se establecen sobre el cultivo toman un color pardo-amarillento (Fig. 14) y del tercer al sexto estadio larvario,

que es cuando se alimentan de la espiga, presentan un color verdoso. Durante estos estadios, en el abdomen se distingue en cada segmento dos tubérculos negros provistos cada uno de ellos de un pelo blanco (Fig. 15). Ya en el sexto estadio, la larva vira su color a amarillo caramelo.



FIGURA 13. Larvas neonatas de *C. pumicana* en el momento de la dispersión.



FIGURA 14. Larva de *C. pumicana* en una hoja de cereal.

Por lo que se refiere a la cabeza, ésta también cambia de color según avanzan los estadios larvarios. En los dos primeros estadios tiene un color negruzco. Según va avanzando su desarrollo la

cabeza se va aclarando hasta alcanzar un color amarillo caramelo (Fig. 16) (Blázquez, 2004).



FIGURA 15. Detalle de los tubérculos del segmento de la larva de *C. pumicana*.



FIGURA 16. Detalle de la cabeza de *C. pumicana* en estado avanzado del desarrollo.

Pupa

La pupa o crisálida (Fig. 17 y 18) presenta la típica forma de los tortricídeos, de color amarillo caramelo al principio, oscureciéndose según avanza su desarrollo (García-Calleja, 1976). Sus dimensiones están en torno a 8 mm de longitud. La parte del exuvio que protege las alas

presenta un color marrón oscuro. Una vez que el adulto ha salido, el color del exuvio cambia a anaranjado. La pupa aparece, mayoritariamente, en la vaina de la última hoja de los cereales, bajo una red de hilos que la recubren (Blázquez, 2004).



FIGURA 17. Parte dorsal de la pupa de *C. pumicana*.



FIGURA 18. Parte ventral de la pupa de *C. pumicana*.

Ciclo biológico de *C. pumicana*

La polilla del cereal presenta una sola generación anual (Chambon, 1968). En las zonas estudiadas de Castilla y León los adultos comienzan a salir entre últi-

mos de mayo y primeros de junio en zonas donde el cereal está más avanza-

do y terminan de salir en el mes de julio (Fig. 19).

FIGURA 19. Cuadro resumen del ciclo biológico de *C. pumicana*.



La vida del adulto consta de la eclosión, un periodo de acoplamiento entre macho y hembra, un periodo de preoviposición de 2-3 días y un periodo de oviposición por parte de la hembra, muriendo en los dos días siguientes. Con ello, el total de vida del adulto es de poco más de una semana, tiempo que se puede prolongar hasta 15 - 20 días según las condiciones exteriores (Chambon, 1973).

Los huevos son depositados en la corteza de las masas arbóreas generalmente, aunque también se ha observado que

dicha puesta la realizan en hojas, ramas y vegetación adventicia. La eclosión de éstos tiene lugar aproximadamente en 15 días, quedando el huevo para entonces de un color blanquecino (Blázquez, 2004).

Las larvas neonatas, tras la eclosión del huevo, se desplazan hacia las grietas internas de las cortezas o zonas protegidas de la vegetación y tejen un capullo sedoso en el que se refugian y pasan una larga fase de estivo-hibernación hasta el año siguiente. En los meses de febrero y

marzo, cuando se han alcanzado las condiciones climáticas idóneas, se produce la dispersión (García-Calleja, 1976).

La dispersión se efectúa de la siguiente forma (Chambon, 1969): las larvas salen del capullo sedoso, trepan en la vegetación y se dejan caer suspendidas de unos hilos de seda de 5 a 15 cm de longitud (Fig. 20). Cuando se produce una intensidad de viento suficiente, la larva se suelta alcanzando los cultivos de cereal con un vuelo pasivo. Si el aterrizaje se realiza sobre suelo desnudo, las larvas, después de una búsqueda infructuosa de hasta 7 días, terminan por morir. No obstante, si el cereal está naciendo y hay plántulas diseminadas en el campo, aunque tengan poco desarrollo, suelen ser encontradas por las larvas que han caído en sus proximidades. Por ello, en estas plantas el número de larvas puede ser muy elevado, habiéndose encontrado más de 30 larvas en una hoja de solamente 4 cm. de desarrollo. Estas larvas se muestran muy activas, teniendo un marcado fototactismo positivo (Chambon, 1970) y parecen ser atraídas por el color verde. Los cultivos de hoja ancha y las plantas espontáneas como el trébol, la alfalfa y el lino pueden servir de huéspedes intermediarios (Chambon, 1978), necesitando las larvas trasladarse a los cereales para completar su ciclo (Chambon, 1973). Nefasia presenta así una gran polifagia.



FIGURA 20. Larva de *C. pumicana* suspendida de un hilo sedoso para su dispersión.

Al menos, teóricamente, cabe suponer otro procedimiento de dispersión al adherirse las larvas con sus hilos de seda a diversos objetos (animales, insectos, vehículos, etc.), lo que se conoce con el nombre técnico de **foresia**. De darse esto la distancia de dispersión se aumentaría notablemente, siempre y cuando fueran capaces de desprenderse y encontrar el cereal.

Las larvas de primer y segundo estadio viven como minadoras de las hojas, reduciendo la masa foliar de la planta (García-Calleja, 1976). Según García-Marí (1994) este daño es el más pequeño que ocasiona nefasia al cereal. Las galerías o minas son paralelas a los nervios de las hojas, devorando el parénquima existente entre las dos epidermis. En el caso de otras larvas minadoras como la lema, *Oulema melanopus* L. (Fig. 21), se producen galerías diáfanas al consumir también la epidermis.



FIGURA 21. Larva y galerías de lema (*Oulema melanopus* L.) en cebada.

A partir del tercer estadio ya se puede producir el ataque al zurrón del cereal, donde se encuentra cerrada la espiga en floración, aunque la larva también puede continuar como minadora. Este ataque se inicia generalmente realizando un orificio circular de entrada en las diversas capas en espiral que forman el

zurrón, aunque también puede penetrar por la vaina de la hoja bandera. Es en la vaina donde la larva va a realizar la muda de tercer a cuarto, de cuarto a quinto y de quinto a sexto estadio. Allí se va a alimentar de los granos de la espiga.

Cuando la larva ya se ha alimentado suficientemente de la espiga y ha alcanzado el sexto estadio, prepara su habitáculo de pupación, formando una especie de capullo con hilos de seda donde va a pupar. Este proceso tiene lugar en la vaina de la hoja bandera, realizando un plegamiento en la vaina que es característico de los tortricidos. En una media de 14 días se realiza la metamorfosis saliendo el adulto o imago.

C. pumicana es por tanto un insecto univoltino o de una sola generación al año.



3. Daños ocasionados por *Cnephasia pumicana*





ita *cyL*

3. Daños ocasionados por *Cnephasia pumicana*

Los síntomas más visibles en los primeros estados fenológicos del cereal aparecen sobre las hojas de la planta: son las galerías. El daño que provoca en la hoja es una reducción del área fotosintética, ya que como se ha indicado las larvas se alimentan del parénquima, apreciándose fácilmente unas galerías traslúcidas, paralelas a la nerviación, que destacan en el color verde de la planta (Fig. 22 y 23).



FIGURA 22. Galerías de *C. pumicana* en plantas de cebada.

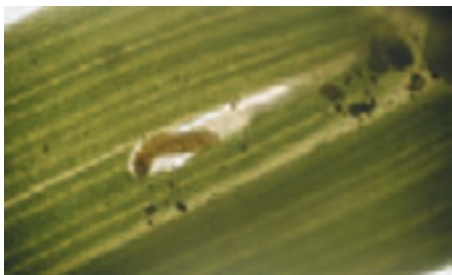


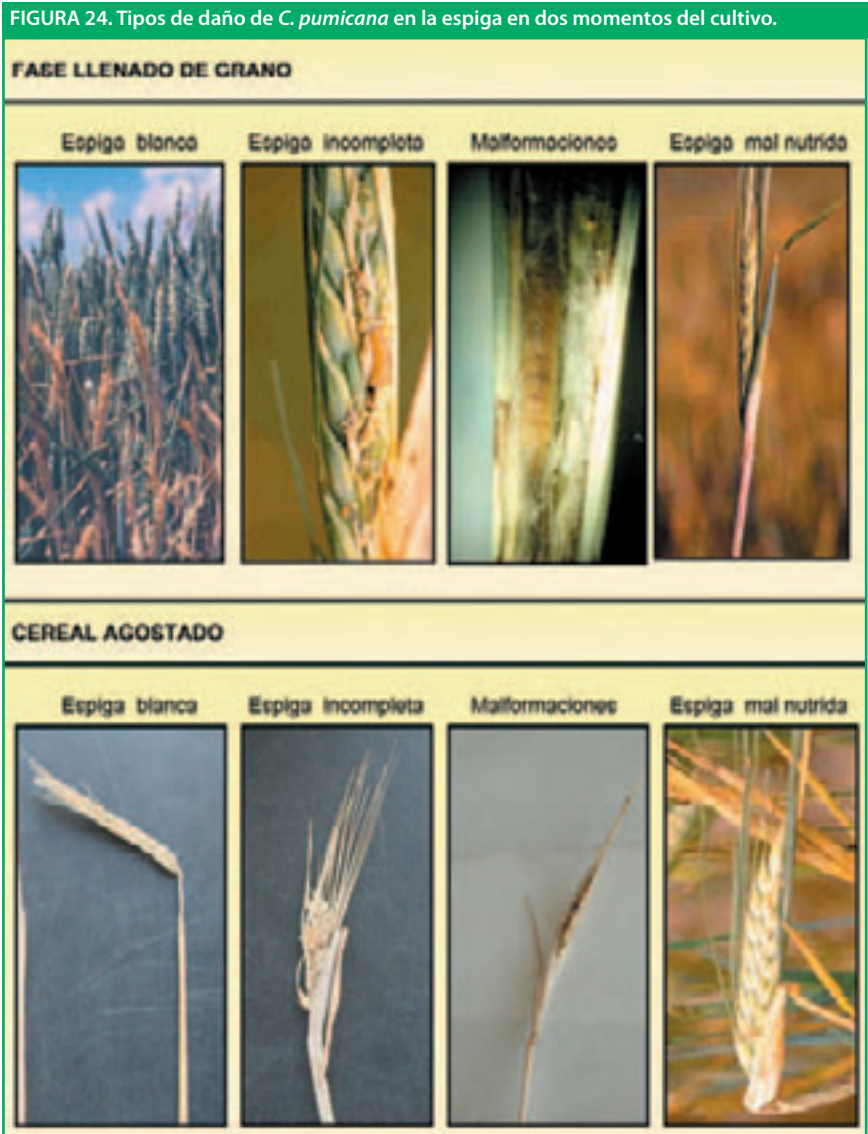
FIGURA 23. Detalle de una larva de *C. pumicana* y su galería.

Pero, sin duda, los daños más importantes van a ser los que produzca, directa o indirectamente, sobre la espiga tanto en la fase de llenado de grano como en la de cereal agostado (Fig. 24). Estos daños se pueden agrupar en cuatro grupos (Chambon, 1970):

- **Espiga blanca:** Las larvas cortan la caña de la espiga normalmente por encima del último nudo. Esto impide que la savia llegue al grano quedando todos los granos vacíos. Estas espigas permanecen erguidas hasta la madurez, desprendiéndose con facilidad cuando se tira de ellas. Se distinguen con facilidad cuando el cereal está aún verde, en fase de llenado de granos, ya que su color es lechoso.
- **Espiga incompleta:** Son aquellas en las que las larvas se han alimentado de los granos y han dejado a la espiga sin parte de éstos. En algunos casos, la espiga se queda totalmente sin granos.
- **Espiga mal nutrida:** Son aquellas en las que la larva secciona parcialmente la caña de la espiga y dificulta la llegada de savia al grano. En este caso, los granos quedan muy reducidos en peso y tamaño, aunque no en número.
- **Malformaciones en la espiga:** Cuando las larvas atacan al zurrón provocan con frecuencia dificultades en la emer-

gencia de la espiga. Éstas son debidas a la soldadura de las aristas y el extremo apical de la espiga con la vaina, por medio del tejido sedoso que produce la larva al preparar su habitáculo

de pupación o crisalidación. Al continuar el desarrollo de la planta, aparecen malformaciones como plegamientos en zig-zag del cuello y raquis de la espiga, y otro tipo de curvaturas.



Como se verá más adelante estos cuatro daños pueden presentarse a la vez en una misma parcela. Cualquiera de estas cuatro afecciones, al igual que la disminución del área fotosintética por las galerías de las larvas, va a originar una reducción en la producción y en la calidad del cereal. Los daños serán proporcionales al número de larvas en planta hasta una determinada cantidad que

Chambon (1970) fija en 185 larvas/m². Esta cifra, como se verá más adelante, se ve ampliamente sobrepasada en las parcelas de cebada de este estudio.

En caso de fuertes infestaciones, esta plaga causa importantes pérdidas de rendimiento, que en algunos casos llegan al 80 por 100 (García-Calleja, 1976).



4. Factores que influyen en la plaga





ita_{CyL}

4. Factores que influyen en la plaga

Influencia de la variedad

La elección de la variedad es un factor que puede reducir considerablemente el daño que produce nefasia (García-Calleja, 1981; García-Marí, 1994; Peláez *et al.*, 2004). Realizar un cambio de variedad que retrase la fecha de siembra, en especial la sustitución de variedades de otoño por variedades de primavera, provoca que la dispersión larvaria se produzca sobre suelo desnudo y que, al menos, las primeras larvas en dispersión puedan morir por inanición. Sin embargo hay que valorar la pérdida de potencial productivo que puedan tener estas variedades de siembra tardía sobre las otoñales. La tendencia general es la vuelta al uso de variedades tempranas que puedan desarrollar su vigor y la adaptación de las variedades tardías a siembras de otoño mediante mejora. Las condiciones climatológicas de la región y en general de España limitan notoriamente las zonas en que esta siembra tardía pueda ser efectiva.

Influencia del estado fenológico del cereal

El ciclo biológico de nefasia está acompasado al desarrollo del cereal. Las larvas ocupan así dos posiciones diferentes, hoja y espiga, dependiendo del desarrollo de la planta y los estadios de la larva:

estadio L₁ a L₃ en hoja y L₃ a pupa en espiga. Los daños producidos por las larvas son diferentes, afectando a la capacidad fotosintética de la planta o a las espigas. Por todo ello el cereal nunca está libre del ataque de nefasia, ya que una vez brotado, nefasia se establece sobre el cultivo en cualquiera de los estados fenológicos del mismo (Blázquez, 2004).

Influencia de malas hierbas

Los cultivos de hoja ancha y las plantas espontáneas pueden servir de huéspedes intermediarios para nefasia, necesitando trasladarse a los cereales para poder completar su ciclo (Chambon, 1973).

Este insecto también puede completar su ciclo en gramíneas adventicias como es el caso de la avena loca. En principio esta capacidad de reubicación de las larvas de nefasia dentro de un ambiente elimina la posibilidad del uso de barreras físicas o de vegetación de confusión.

Influencia de masas arbóreas

La sola presencia de algún árbol, arbusto, matorral o incluso vegetación de menor porte en zonas cercanas al culti-

vo, facilita el ciclo de la plaga, ya que va a ser ahí donde nefasia ponga los huevos e inverte en forma de larva, a la vez que

se facilita su dispersión larvaria (García-Calleja, 1981) (Fig. 25).



FIGURA 25. Aspecto de la zona de estudio con el pinar cercano.

Por ello, si existen pequeños bosques islas o masas forestales en la zona, la probabilidad de que el daño sea más severo es, en principio, más alta. Por otro lado y, afortunadamente, esta vegetación sirve de refugio a otros animales e insectos que ayudan a controlar ésta y otras plagas de los cultivos. De este equilibrio se hablará un poco más adelante.

Influencia de la climatología

Los factores climáticos influyen fundamentalmente sobre las larvas invernantes que van a iniciar la dispersión, condicionando la efectividad de la dispersión e invasión de los campos de cultivo. De

esta forma, cuatro condiciones climáticas limitan en cierto modo la dispersión larvaria (García-Calleja, 1976 y 1981):

1. Temperaturas suaves durante el invierno influyen en el adelantamiento de la salida de las larvas invernantes, produciéndose una dispersión en la que la mayoría de las larvas mueren al caer sobre suelo desnudo.
2. Lluvias frecuentes en el momento de la dispersión dificultan la instalación de las larvas en las plantas.
3. Las heladas, cuando las larvas ya están sobre la planta, también pueden reducir el nivel de población existente.

4. Rachas de viento moderado pueden acortar el radio de dispersión de las larvas. La existencia de una dirección dominante en los vientos puede poner al abrigo una parcela por su situación.

La mortalidad natural de nefasia durante el ciclo completo puede llegar hasta un 60 % (Chambon, 1973; García-Calleja, 1981), destacando la fase inicial o fase L₁ durante el período de dispersión.

Influencia de los enemigos naturales

Dentro de los enemigos de nefasia, pueden distinguirse depredadores, parásitos y enfermedades.

Depredadores

Dado que durante la vida larvaria el insecto se encuentra en cierta forma protegido por la planta huésped, esto le pone a salvo de muchos depredadores. En el caso del adulto, la predación se limita por la brevedad relativa de su vida. Los depredadores de larvas conocidos se reducen a diversos arácnidos y aves (Chambon, 1973), que ejercen su acción cuando las larvas se desplazan entre las hojas. Durante la hibernación de las larvas en las cortezas de los árboles, arácnidos y larvas de carábidos pueden alimentarse de ellas.

Se ha observado alguna captura de adultos por insectos del orden Odonatos

(García-Calleja, 1981), dípteros Asílidos y aves (Chambon, 1973). También se ha visto depredación de adultos en los lugares donde realizan la puesta por parte de diversas especies de arañas, quedando el adulto totalmente momificado (Fig. 26).



FIGURA 26. Adulto de *C. pumicana* momificado junto con la araña depredadora.

Sin embargo, estas acciones de depredación no se han cuantificado y, a falta de datos más precisos, parecen no ser muy importantes.

Parásitos

El papel de los parásitos en la regulación de poblaciones es de gran importancia. Citando a un clásico del Control Biológico «cuando un insecto ha sido muy dañino por dos o tres años y se ha multiplicado hasta el punto de adquirir proporciones de verdadera plaga, y desaparece generalmente de una manera repentina, la experiencia nos ha demostrado que se le debe atribuir casi siempre a la acción de los parásitos» (De Bach, 1964). La fuerte virulencia de nefasia en Castilla y León en

los años 70 y su posterior declive se podría explicar por la inexistencia de enemigos naturales cuando llegó la plaga y la posterior adaptación de éstos que lograron controlar naturalmente la población (García-Marí, 1994). Si esto se aplica, como al parecer ocurre (Chambon, 1973), habría que achacarlo principalmente a la actividad del microhimenóptero braconídeo *Microgaster tiro* Reinh. que parasita hasta un 70 % de larvas L₅ y L₆, ocasionando su muerte (Chambon, 1973; García-Calleja, 1976).

Otras especies parásitas de *C. pumicana* son:

Los trichográmmidos: fundamentalmente parasitan huevos con un nivel aproximado del 50 % (García-Calleja, 1981).

Itopectis maculator F.: Icneumonídeo que parasita larvas y crisálidas con un porcentaje entre el 10 y el 30 % y cuya cría fue puesta a punto por Chambon (1974).

Un calcídido (Hymenóptero) parásito de crisálidas, no identificado.

Enfermedades

Una enfermedad responsable de la muerte de nefasia es según Chambon (1972 y 1973) la coccidiosis. Esta enfermedad se da cuando las larvas están en estadio L₄ y L₅ y coinciden épocas lluviosas. Se desarrolla entonces una epizootia producida por una coccidiosis que puede mantenerse latente hasta el estado de crisálida. García-Marí (1994) cita la existencia de hongos entomopatógenos que atacan a las larvas.



5
C
C
C

5. Control de la plaga

5. Control de la plaga

En la actualidad, para paliar los daños que produce nefasia, se practica mayoritariamente la lucha química. Resulta, en general, efectiva pero presenta varios inconvenientes: destruye la entomofauna y acarofauna útil, origina residuos de plaguicidas en las espigas, puede facilitar la aparición de resistencias por parte de la plaga cuando un producto se aplica de forma reiterada y, también, puede provocar diferentes tipos de contaminación ambiental, así como toxicidades en el hombre y en la fauna silvestre.

Como método alternativo está la lucha biológica, que no presenta los inconvenientes anteriores y que puede alcanzar niveles de efectividad semejantes. Este tipo de lucha utiliza organismos vivos o sus productos para reducir el número de individuos plaga en la fase del ciclo que sea accesible, desde el huevo al adulto. En general, se debe tender a realizar un Control Integrado que tiene en cuenta el cultivo en todos sus aspectos, incluidos los culturales.

Lucha química

Este tipo de lucha se centra fundamentalmente en el control de larvas. Pese a los inconvenientes ya comentados, aplicada razonadamente, la lucha química puede ser eficaz y rentable, con un mínimo de efectos secundarios indeseables. Esta aplicación racional debe basarse en tres puntos:

1. Eficacia, características y efectos secundarios de los insecticidas a emplear.
2. Momento óptimo de aplicación en función del ciclo biológico de la plaga y de las características de los insecticidas.
3. Técnicas de aplicación adecuadas, para que el plaguicida llegue al lugar indicado.

Dentro de los productos autorizados por el registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, debe buscarse el más eficaz. Esta **eficacia** depende de varios criterios:

- Estados de desarrollo a los que afecta: puede tener acción larvicida, ovicida o adulticida.
- La acción de choque: estados del insecto que es capaz de controlar el insecticida.
- La persistencia: días durante los cuales el insecticida permanece activo tras la aplicación.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Favorecer el uso de productos que también actúen contra otras plagas, con el fin de combatirlas simultáneamente y reducir costes.

- Evitar los que son perjudiciales para la fauna útil.
- Tener en cuenta la toxicidad para el aplicador (aguda y crónica) y la toxicidad para la fauna silvestre, acuícola y las abejas.
- Respetar los límites máximos de residuos (L.M.R.s) establecidos.
- Alternar el uso de diferentes productos en sucesivas aplicaciones para evitar la aparición de resistencias.
- Tener en cuenta el coste del plaguicida y de su aplicación.

El momento óptimo de **aplicación** depende del tipo de materia activa y de la evolución del ciclo biológico del insecto. Para determinarlo, en el caso de lucha contra adultos, puede hacerse un seguimiento de curvas de vuelo y en caso de lucha contra larvas, un seguimiento en las plantas de cereal.

La aplicación que se realiza siempre es de carácter curativo ya que en la actualidad no existe ningún tratamiento preventivo. Con un tratamiento curativo bien hecho se consigue eliminar la mayor parte de las larvas presentes sobre el cultivo.

El momento de aplicación debe ser posterior a la finalización de la dispersión de las larvas, ya que una intervención anticipada dejaría al cultivo sin protección para las invasiones posteriores. La determinación del final de la dispersión larvaria se puede realizar por medio de la cap-

tura de larvas con trampas de intercepción. Si se conoce la zona de hibernación una inspección ocular puede dar datos sobre la vigencia de la dispersión, teniendo en cuenta que ésta se prolonga durante varias semanas. También se debe tener en cuenta el estado de desarrollo del cultivo. Si éste se encuentra en desarrollo avanzado (estado H7 en adelante) el tratamiento no debe demorarse, ya que en fase de espigado provocaría una importante pérdida de rendimiento debido a las roderas que deja marcadas el tractor. Además, la protección que brinda la espiga a las larvas condiciona seriamente la efectividad del tratamiento. En este tipo de tratamiento suele bastar con una sola intervención para paliar el problema.

En cuanto a la técnica de aplicación ésta debe efectuarse en toda la planta, ya que las larvas se encuentran indistintamente en todo el vegetal, sin concentrarse en un determinado lugar.

García-Calleja (1976) hace una revisión de los productos más eficaces utilizados en ese momento. Entre ellos estaban:

- Paration
- Metilparation
- Oleo-paration
- Malation
- Oleomalation
- Piction

- DDT
- Lindano
- Fenitrotion
- Fosalone
- Clorpirifos

Los ensayos de Chambon (1973) señalaban el gran interés del Paration, porque a parte de su eficacia contra nefasia presenta una acción complementaria contra otras plagas como el zabro del cereal (*Zabrus tenebrioides* Goeze), la lema o babosilla de la hoja (*O. melanopus* L.), la chicharrita *Macrosteles sexnotatus* Fall. y diversas especies de pulgones, así como acción retardante sobre royas y otras enfermedades criptogámicas.

En el momento actual, por la normativa vigente, ya no existen o no se comercializan algunas de estas materias, entre ellas el DDT, Lindano, Oleo-malation, Paration, Metil-paration y Piction.

Se ha observado eficacia con el resto de materias activas y más concretamente con el **Fenitrotion** 60 %. Este último es actualmente el único producto autorizado en el registro de Productos Fitosanitarios del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación contra esta plaga.

Cuando, por cualquier motivo, no se haya aplicado el plaguicida a tiempo, el problema no tendrá solución ya que no existe ningún insecticida eficaz contra la larva una vez que ha penetrado en el zurrón.

Por lo que se refiere a la lucha contra adultos, los tratamientos debieran efectuarse en varios días, antes de que realicen la puesta, para lo cual, debe tenerse en cuenta el periodo de salida de adultos y el periodo de preoviposición. García-Calleja (1976) cita el empleo de DDT para la lucha contra adultos, siendo además efectivo contra larvas neonatas que hayan salido de las puestas más precoces. Sin embargo, a la prohibición del uso de este producto se une el efecto indeseado sobre otro tipo de insectos habitantes de las masas arbóreas y que ayudan al control natural de las plagas. De todas formas, y dada la gran movilidad de los adultos, un tratamiento efectivo de este tipo debiera abarcar a una gran zona y a todas las múltiples vegetaciones que sirven de puesta a esta especie. Todo ello desaconseja seriamente este tipo de tratamientos masivos contra adultos.

Por otro lado, el uso de herbicidas de hoja ancha en primavera puede cooperar a la eliminación de malas hierbas que sirvan como lugar de aterrizaje y primer establecimiento a las larvas, para su posterior desplazamiento al cereal.

Lucha biológica

Las posibilidades de lucha biológica contra *C. pumicana* pasan por el uso de entomófagos, como especies del género *Trichogramma* (García-Calleja, 1981). También el himenóptero braconídeo *Microgaster tiro* Rhein. o el ichneumónido endoparásito de crisálidas *Itoplectis*

maculator F. La coccidiosis detectada en larvas de nefasia parece tener un efecto significativo en la disminución de eclosiones de adultos (García-Calleja, 1981). García-Marí (1994) habla de hongos entomopatógenos atacando a las larvas. Los bioinsecticidas como *Bacillus thuringiensis* pueden tener efecto igualmente en la plaga. El uso de métodos de confusión sexual, la suelta de machos esterilizados o la búsqueda de variedades más resistentes son también vías posibles de solución. Sin embargo, dada la escasa rentabilidad en cultivos de cereal, este tipo de lucha no ha sido muy investigada y no parece ser a priori viable debido a su elevado coste de aplicación.

Lucha cultural

Como se indicó anteriormente la realización de siembras tardías de cereal es muy aconsejable, ya que en el momento de la dispersión de las larvas de nefasia desde los lugares de hibernación hasta las parcelas de cereal, se encuentran con el suelo desnudo y de esta manera, al no disponer de las plantas de cereal, mueren, reduciéndose notablemente el ataque de la plaga. La eliminación de malas hierbas, como ya se comentó, puede ayudar al control de la plaga. En zonas muy afectadas la alternancia con otros cultivos no susceptibles como las leguminosas está aconsejada.



6. Ensayos realizados en *Cnephasia pumicana* durante los años 2004-2005



ita *CyL*

6. Ensayos realizados en *Cnephasia pumicana* durante los años 2004-2005

6.1. Introducción

Los trabajos realizados en las campañas 2004 y 2005 por el ITACyL tuvieron cuatro objetivos definidos:

1. Estudio del ciclo biológico de *C. pumicana*.
2. Distribución de la plaga en Castilla y León.
3. Estudio de diferentes factores externos en la dispersión de la plaga.
4. Valoración agronómica de los daños producidos por *C. pumicana*.

Se ha trabajado con dos de los principales cultivos cerealistas de la región, cebada y trigo. En ellos se han observado daños provocados por nefasia. Igualmente se ha prestado atención a la vegetación que sirve de lugar de puesta para esta plaga.

En los siete apartados siguientes se detalla la metodología y los resultados obtenidos para los siguientes aspectos:

- Presencia de *C. pumicana* en Castilla y León
- Ciclo biológico

- Curvas de vuelo del adulto
- Influencia del viento en la dispersión de la plaga
- Variación con la distancia del cultivo al foco de dispersión de la plaga
- Valoración de los daños provocados en las hojas del cereal por las larvas
- Estimación de la pérdida de producción causada en cebada

Para ello se empleó la siguiente metodología:

1. **Muestreos aleatorios** de parcelas. Consisten en la prospección aleatoria de parcelas de cereal que se muestrean una vez en campo y son elegidas al azar. Se toman, igualmente al azar, 10 plantas y se anotan los datos de número de larvas y galerías. La información que proporcionan es la presencia o ausencia de nefasia en un área o zona.
2. **Trampas de intercepción** para larvas (Fig. 27). Estas siguen el método de capturas de larvas de primer estadio mediante paneles engomados (Chambón, 1968). Cada panel consta de un

marco de madera sobre el que se tensa una fina tela que permite el paso del aire pero no el de la larva. Cada panel tiene unas dimensiones de 60 x 60 cm en los que se coloca una superficie engomada a lo largo de 3 tiras verticales de 10 x 40 cm centradas en el panel, separadas entre sí 5 cm y con un margen de 10 cm. Estos paneles se colocan verticales sobre soportes a una altura de 30 cm de modo que cubren alturas desde los 30 hasta los 90 cm respecto al suelo. Estas trampas nos van a permitir conocer el momento y la intensidad de la distribución de larvas de nefasia a partir de la vegetación que le sirve de refugio durante el invierno.



FIGURA 27. Trampa de intercepción para larvas de *C. pumicana*.

3. Trampas con feromonas para adultos (Fig. 28).

Las trampas de feromona son un método de captura de adultos de nefasia mediante el uso de las feromonas específicas. Con ello se pretende conocer las curvas de vuelo, destacando las fechas de primeros vuelos, de máximo vuelo y

de fin de los mismos. Cada trampa consiste en una estaca de madera de 150 cm sobre la cual se sitúa una caseta tipo delta con una placa engomada (20 x 20 cm) y una cápsula de feromona en su interior. Sobre la placa quedan adheridos los machos atraídos. Se utilizó la cápsula de feromona de la casa comercial "Econex". La trampa se sitúa clavada sobre la estaca de madera, estando la abertura de la trampa transversal respecto a los vientos dominantes.



FIGURA 28. Detalle de una parcela con la trampa de feromona.

En cada parcela se sitúan dos trampas: una cercana a la vegetación refugio de las formas invernantes y otra separada al menos 50 metros de la anterior, ambas situadas en las lindes de la parcela. No obstante, en algunos casos se ha preferido que la zona geográfica quede representada por trampas situadas en parcelas diferentes y a gran distancia, pero siempre inferior a 2.500 m.

Los conteos se realizan semanalmente retirando las polillas capturadas. El cambio de feromona se realiza cada 4 semanas.

Para la elección de las parcelas se emplearon dos criterios:

- Cultivos que se encuentran en una zona de gran masificación cerealista.
- Zona que rodea a la parcela, teniendo en cuenta la presencia o ausencia de diferentes tipos de arbolado y arbustos.

4. Muestreos sistemáticos de parcelas con zonas de exclusión de tratamientos o testigos, llamadas en adelante **zonas de seguimiento** (Fig. 29).



FIGURA 29. Vista de una de las zonas de seguimiento en la zona de estudio con su marco de no tratamiento.

Las zonas de seguimiento son áreas delimitadas dentro de una parcela de cereal de 10 x 12 m que quedan libres de tratamientos. Con ello se pretende conocer el ciclo biológico, los daños provocados por la plaga y realizar el seguimiento de la plaga.

6.2. Presencia de *Cnephasia pumicana* en Castilla y León

La primera referencia a la presencia de nefasia en Castilla y León corresponde a García-Calleja quien estudia dicha plaga en los años 1974 y 1975 “en la provincia de Valladolid y zonas próximas” y quien fija la aparición de la plaga en el año 1973 en Valladolid y Segovia. Según el mismo autor (García-Calleja, 1981) la incidencia de la plaga fue importante en Castilla y León entre los años 1973 y 1978 con densidades superiores a 1.000 larvas/m², para descender posteriormente de forma brusca en estas fechas a niveles menores de 40 larvas/m², dato utilizado como umbral mínimo de tratamiento.

Diez años antes esta plaga es citada en Francia por Chambon, quien atribuye su aparición al transporte humano (Chambon, 1969).

Este periodo de baja actividad se extiende hasta 2002, año en la que vuelve a presentar importancia. Su incidencia se ha visto reflejada en la actividad parlamentaria de la Región (BOCYLBOCYL, 106 del 16 de noviembre de 2004).

Los ensayos realizados en 74 parcelas aleatorias en 2004 corroboran la extensión de la plaga en al menos seis provincias de la región (Ávila, Burgos, Palencia, Segovia, Valladolid y Zamora). Los datos de 2005 son coincidentes.

Respecto a los cultivos muestreados aparece en cebada y trigo, en una parcela de centeno y en avena loca (*Avena sterilis* L.).

Como vegetación hospedante la nefasia se ha encontrado en pino, roble, encina, almendros, chopo, viña y majuelo, así como en vegetación adventicia.

Cabría plantearse el motivo de esta dinámica a lo largo de los años, cuáles son los factores que han cambiado para facilitar el ciclo de este lepidóptero después de unos años de baja actividad, pero ello queda fuera de los límites de esta publicación.

6.3. Estudio del ciclo biológico de *Cnephasia pumicana*

Introducción

C. pumicana es un insecto que pertenece a la familia Tortricidae del Orden Lepidoptera. Los lepidópteros tienen un ciclo biológico complejo que pasa por cuatro fases: huevo, larva, pupa y adulto.

Las larvas son muy activas y en su mayoría herbívoras. Es la fase del ciclo que tiene como prioridad la alimentación y en el caso de nefasia los seis estadios larvarios (L₁ a L₆) se alimentan de las hojas del cereal y de sus granos.

La pupa está en estado inmóvil. En su interior se producen cambios extraordinarios, la metamorfosis, de manera que cuando se abre aparece una fase del insecto com-

pletamente diferente, la mariposa adulta.

Todas estas fases conforman el ciclo biológico de la plaga. Conociéndolo con más precisión se puede elaborar estrategias en función del estado fenológico de la plaga y del cultivo.

Objetivos

El principal objetivo de este punto es estudiar las diferentes fases del ciclo biológico de nefasia, desde el huevo al adulto, en las condiciones de cultivo de cereal de la zona centro de Castilla y León, relacionándolas con el estado fenológico del cultivo.

Metodología

El conocimiento del ciclo de nefasia se basa en los datos proporcionados por las zonas de seguimiento, las trampas de interceptación y las trampas de feromonas.

Como zonas de seguimiento se utilizaron cinco parcelas de cebada situadas en el municipio de Fompedraza (Valladolid), donde se conocía la existencia cierta de nefasia en años anteriores. Las parcelas rodean a un bosque establecido de *Pinus pinea* L. donde se considera que está la fuente principal de larvas de nefasia. Las características de cada parcela en los dos años de estudio aparecen en las Fig. 30 y 31. En el caso de la parcela 1, la única parcela donde se realizó el ensayo durante los dos años, se especifican las características de la misma para cada año (1/2004: 1/2005):

FIGURA 30. Características de las tres parcelas estudiadas en el año 2004: variedad, orientación, distancia al pinar, fecha de siembra, dosis de siembra (kg/ha), fecha de tratamiento y materia activa (l/ha).

Parcela/Año de ensayo	1/2004	2/2004	1-bis/2004
Variedad	Graphic	Graphic	Hispanic
Orientación	Oeste	Sur	Oeste
Distancia al pinar	40 m	400 m	10 m
Fecha de siembra	22/11/2003	20/01/2004	
Dosis de siembra (kg/ha)	180 kg/ha	180 kg/ha	
Fecha de tratamiento	15/04/2004	15/04/2004	
Materia activa (Dosis: l/ha)	Fenitrotion (0,5 l/ha)	Fenitrotion (0,5 l/ha)	

FIGURA 31. Características de las tres parcelas estudiadas en el año 2005: variedad, orientación, distancia al pinar, fecha de siembra, dosis de siembra (kg/ha), fecha de tratamiento y materia activa (l/ha).

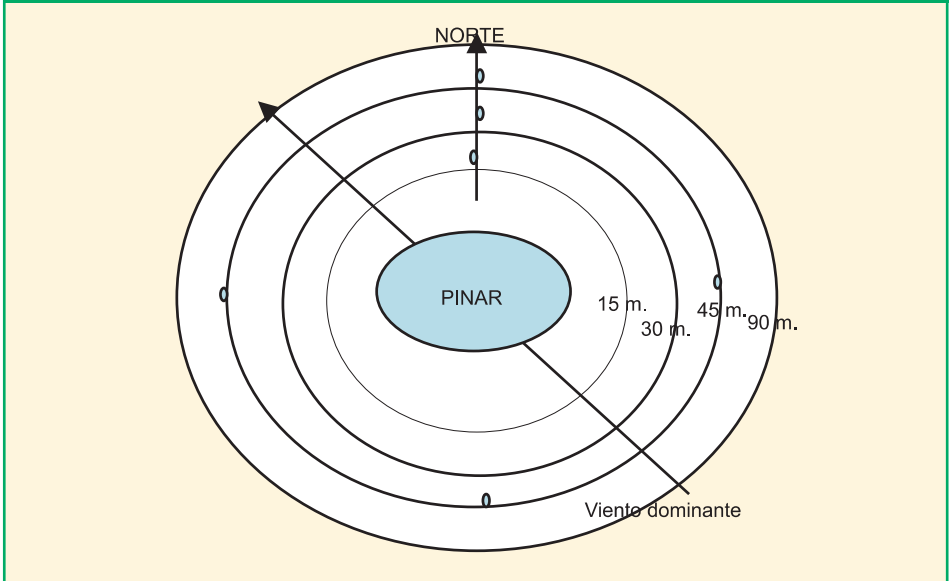
Parcela/Año de ensayo	1/2005	3/2005	4/2005
Variedad	Hispanic	Garbo	Hispanic
Orientación	Oeste	Norte	Sur
Distancia al pinar	40 m	10 m	1000 m.
Fecha de siembra	8/12/2004	3/2/2005	8/12/2005
Dosis de siembra (kg/ha)	180 kg/ha	200 kg/ha	180 kg/ha
Fecha de tratamiento	30/4/2005	30/4/2005	30/4/2005
Materia activa (Dosis: l/ha)	Fenitrotion (1l/ha)	Fenitrotion (0,5 l/ha)	Fenitrotion (1l/ha)

Como se comprueba en las figuras las condiciones de las parcelas empleadas en los dos años son muy diferentes entre sí, lo cual nos proporciona un mayor universo de estudio.

En la campaña 2004 se emplearon las parcelas 1, 1-bis y 2 (Fig. 30). En las parcelas 1 y 2 se dispuso de un testigo o marco de ensayo sin tratamiento, de forma rectangular (10 x 12 m): ello permite comparar zonas tratadas de cereal con otras no tratadas. En la parcela 1-bis/2004 se tomaron muestras de plantas para el estudio del ciclo biológico, no habiendo zona testigo. El comportamiento en las tres parcelas respecto al ciclo biológico de nefasia es básicamente semejante por lo se engloban en una dinámica general, sin tener en cuenta por ahora las diferencias numéricas que presenten.

En la campaña 2005 se mantuvo la zona de estudio en Fompedraza, con tres parcelas 1, 3 y 4 (Fig. 31). Además en relación al pinar se eligió una zona en cada dirección geográfica, Norte, Sur, Este y Oeste. Las orientaciones Norte y Oeste coinciden con las Parcelas 3 y 1, respectivamente (Fig. 32). A partir del borde del pinar se marcaron distancias a 15, 30, 45 y 90 metros para ver posibles efectos de la distancia en la dispersión de las larvas. Además, se instalaron seis trampas adhesivas de intercepción para estimar la dispersión larvaria en las cuatro direcciones cardinales, tres en el Norte y una en cada punto geográfico restante.

FIGURA 32. Diseño de muestreo empleado para el seguimiento de *C. pumicana* en el municipio de Fompedraza (Valladolid) en el año 2005: • Trampas de intercepción



En esas mismas parcelas y a 15, 30, 45 y 90 m. se procedió a la toma semanal de 10 plantas para valoración en laboratorio. A partir del 3 de mayo, fecha inmediatamente posterior al tratamiento, se redujo la toma de plantas a las zonas de tratamiento y testigo de 45 m, Norte y Oeste.

Resultados

Año 2004

Los muestreos comenzaron a mediados de marzo de 2004. El 16 de marzo es la fecha en que se observan por primera vez las larvas de nefasia sobre la corteza de los pinos en plena dispersión. Es en esta fecha cuando se observó una mayor cantidad de larvas formando los hilos para llegar a los cereales.

A partir del 29 de marzo es cuando se comienzan a realizar los muestreos sobre la parcela, recogiendo las diez plantas. En esta fecha se observa un mayor número de larvas L_1 sobre las plantas. Por tanto, se puede considerar esta fecha como el momento en que la dispersión larvaria es mayor.

A partir del 5 de abril, no se observaron más larvas en dispersión sobre los pinos, sin embargo, en laboratorio se continuaban viendo larvas L_1 sobre las plantas que se habían recogido de la parcela, por lo que se podía pensar que la dispersión larvaria continuaba. De hecho, en las plantas que se analizan en el laboratorio semanalmente, se observan larvas L_1 hasta primeros de mayo, momento en el

que se volvió a ver sobre un pino concreto la presencia de larvas en dispersión. Por tanto, la dispersión larvaria es muy escalonada, ya que tiene una duración de entre 4 y 5 semanas.

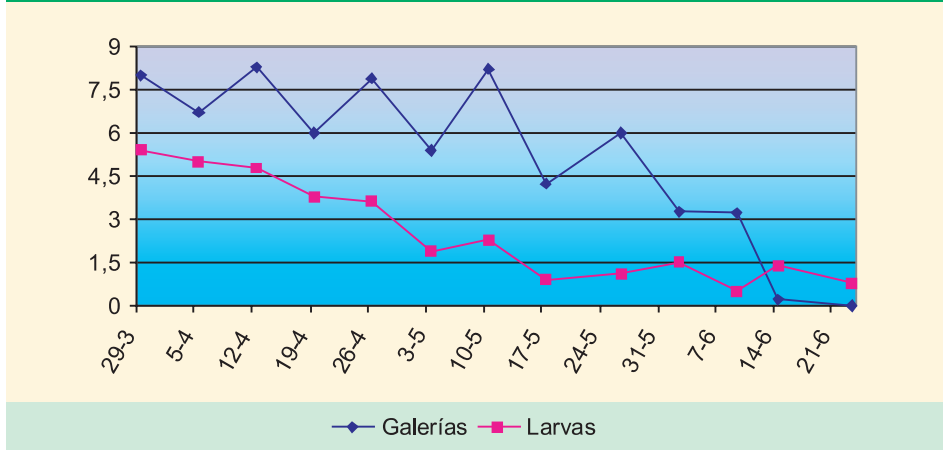
Según van avanzando las fechas los estadios larvarios se van sucediendo. La mayoría de los estadios se superponen con otros diferentes: L_1 llega a coincidir con 3 estadios larvarios diferentes en la planta, L_2 , L_3 y L_4 . L_4 llega a coincidir en una fecha con L_5 . Otra observación es que la aparición de adultos en la parcela se produce sin haber observado ninguna pupa en las espigas de estas parcelas.

El estadio larvario que más tiempo permanece sobre la planta es L_2 , que llegó a verse durante 7 muestreos, es decir, a lo largo de 44 días. El estadio larvario con una menor permanencia sobre las plantas, sin tener en cuenta el estado larvario

L_6 del que no se vio ninguna larva, fue el de pupa, que tan sólo se encontró en la vaina de una espiga. A partir del estadio L_4 no se observa ninguna larva en las hojas o tallos, apareciendo éstas en las espigas de la cebada. El número de larvas va disminuyendo a medida que pasan los estadios debido a la mortalidad.

Durante los muestreos realizados, el número de larvas contadas semanalmente varió de unas semanas a otras. Al principio el número fue muy elevado ya que es cuando se produce la dispersión larvaria. Sin embargo, según avanzan los muestreos se registra un menor número de larvas, debido posiblemente a la acción de los depredadores naturales, parásitos, condiciones meteorológicas o incluso depredación entre larvas. Este suceso se acentúa cuando la larva pasa del tercer al cuarto estadio.

FIGURA 33. Número medio de larvas y galerías de *C. pumicana* por planta observadas en el testigo de la parcela 1, Fompedraza (Valladolid) – Año 2004.



El número de galerías y larvas contadas semanalmente presenta unas oscilaciones características en semanas alternas pero se mantiene la proporción entre ellas. Es a partir de la primera quincena de mayo cuando se produce un pico en el número de galerías y de larvas (Fig. 33), y el número de larvas y galerías vistas en las plantas comienza a disminuir considerablemente. Curiosamente el número de larvas es más persistente; esto es debido al secado de las hojas que impide ver las galerías, mientras que las larvas permanecen en las espigas y son fácilmente cuantificables.

En general, todas las partes de la planta presentan un aumento del número de galerías y de larvas según avanzan las semanas, justamente hasta mediados de mayo. Esto puede ser debido a que en esta fecha se observa la espiga dentro del zurrón, por lo que las larvas se desplazan a las espigas.

El tallo coleóptilo, la primera y la segunda hoja aumentan el número de galerías y de larvas según avanzan las semanas. Una vez que se secan y desaparecen estas partes de la planta, las larvas van ascendiendo. Esto afecta a las siguientes partes de la planta que presentan un número creciente de galerías y larvas.

Según van apareciendo la séptima, octava, novena y décima hoja, van siendo afectadas por las larvas de nefasia, aunque en menor número que en las primeras hojas, cuando era la época de dispersión larvaria.

Por lo que se refiere al número total de larvas encontradas en cada parte de la

planta, en los tallos secundarios es donde más larvas se observan, debido, lógicamente, a que cada tallo presenta mayor masa foliar. Se llegaron a ver 19 larvas y 28 galerías en las hojas de un mismo tallo secundario el 12 de abril. En cuanto a las hojas, la tercera, cuarta y quinta hoja son en las que mayor número de larvas se observa, llegando a contabilizar dentro de la cuarta hoja 19 galerías y 14 larvas el 29 de marzo. En las espigas el número de larvas observadas es considerablemente menor.

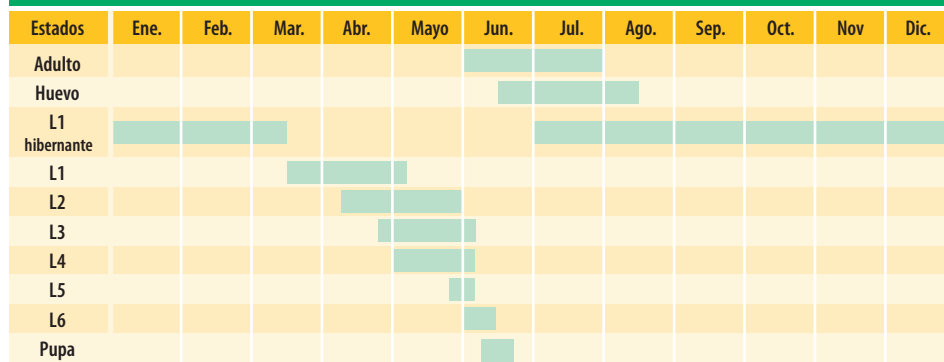
Una vez comprobado que el nivel de población larvaria era suficientemente alto como para producir un daño considerable en la producción final, el agricultor realizó el tratamiento correspondiente. La materia activa utilizada fue el fenitrotion con una dosis de 0,5 l/ha, muy por debajo de la dosis recomendada (1,25-2l/ha con 60% de materia activa).

A partir de este tratamiento se cogen 10 plantas de la superficie tratada y otras 10 del testigo. El tratamiento fue realizado a principios de la tercera decena de abril, a partir de ahí, todas las larvas observadas están muertas, salvo en los testigos.

Según avanzan los muestreos, el número de galerías y larvas va disminuyendo hasta anularse en el mes de junio.

Con todos estos datos se construye un cuadro (Fig. 34) que resume el ciclo biológico en este año. En él viene indicado el tiempo de cada fase en la vida del lepidóptero, tanto en la fase de vida libre como en la fase de permanencia en el cereal:

FIGURA 34. Resumen del ciclo biológico de *C. pumicana* en el año 2004.



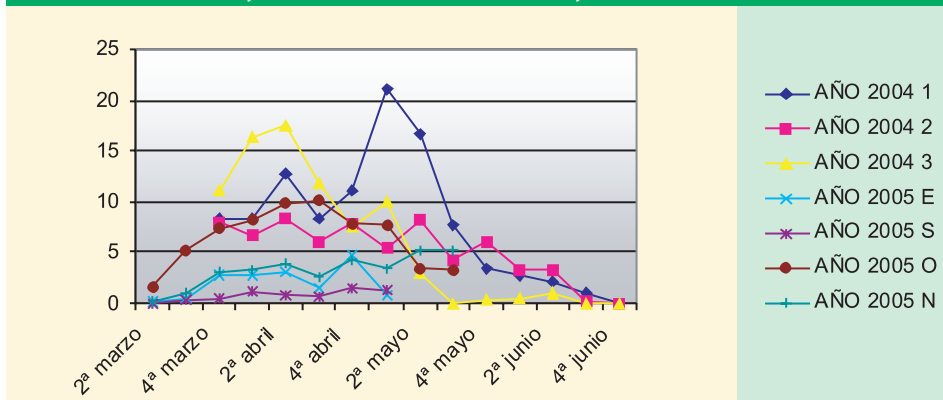
Respecto a los lugares en que realizan los adultos de *C. pumicana* la puesta se han observado, tanto en cortezas como hojas y ramas, en siete especies arbóreas: pinos, robles, encinas, majuelo, almendros, chopos y viña. También se encontraron en vegetación adventicia que aparece en las cunetas de los caminos y en los márgenes de las parcelas. Se ve cómo nefasia es una especie muy versátil en este aspecto, lo cual dificulta la efectividad de los tratamientos preventivos.

Año 2005

El 14 de marzo se colocaron seis trampas de intercepción. El máximo de dispersión de larvas se produce a finales de marzo, coincidiendo con la campaña anterior, y acaba a primeros de abril, ya que a partir del 11 de abril no aparecen larvas adheridas a las trampas.

Este año la presencia de nefasia es significativamente menor en las parcelas como se indica en la Figura 35. En ella se muestra la presencia de galerías/hoja de nefasia por fecha y parcela para cada año. En general sí se observa que durante el año 2004 este dato fue mayor en las tres parcelas de estudio.

FIGURA 35. Número de galerías/hoja por semanas en las siete parcelas de estudio: Parcelas 1, 2 y 3 del Año 2004 y Parcelas Este (E), Sur (S), Oeste (O) y Norte (N) del año 2005.

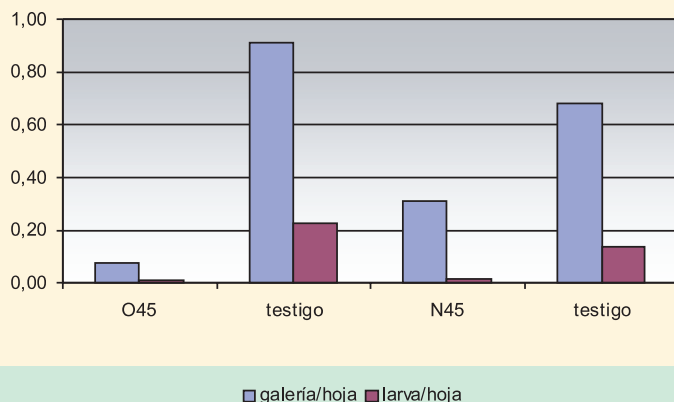


El máximo encontrado en el año 2005 fue de 10,15 galerías/planta para la orientación Oeste a fecha del 18 de abril. Si tenemos en cuenta la relación larva/planta se presenta la misma tendencia que en la campaña anterior con un máximo el 4 de abril y una disminución lenta. Es de destacar que, después del tratamiento, siguen apareciendo algunas larvas vivas en las zonas tratadas. Ello nos hablaría de un problema de aplicación deficiente o, lo que sería más grave, de resistencia al tratamiento en las larvas de nefasia. El índice de galerías/planta alcanza su máximo a partir del 11 de abril, fecha en la que, como se ha indicado anteriormente, se dejaron de observar larvas en los paneles de intercepción.

En esta campaña el tratamiento fue efectuado por los agricultores a primeros de mayo, por lo que a partir de esta fecha se redujeron los muestreos a las zonas Norte y Oeste, a 45 m del pinar. La dosis empleada fue mayor en dos de las parcelas en esta ocasión y más cercana a la recomendada (Fig. 30). En estas fechas el número de larvas en hojas es muy pequeño, siendo significativamente mayor el de galerías, especialmente en la zona testigo (Fig. 36).

A partir de la segunda decena de mayo las larvas están ya en su mayoría en las espigas, al igual que en la campaña anterior.

FIGURA 36. Galerías/hoja y larvas/hoja en el muestreo de 9 de mayo, zona con tratamiento y testigo, orientaciones Norte (N) y Oeste (O) – Año 2005.



Como se puede ver, el ciclo se mantiene significativamente parecido en las dos campañas a pesar de las diferentes condiciones climáticas (Fig. 37). Respecto a la precipitación el año meteorológico 2004-2005 en la estación de Zamadueñas (Valladolid) tuvo el 56,5 % de precipitación respecto al año 2003-2004. En esta última fue muy parecida a la histórica en la zona, aproximadamente 443 litros. Térmicamente el año 2004-2005 presentó un invierno más frío y un verano más caluroso que el 2003-2004, aunque la media de ambos estuvo cerca del valor histórico para la zona (12° C).

FIGURA 37. Precipitación y temperatura en los años meteorológicos 2003-2004 y 2004-2005 en Zamadueñas, Valladolid (Datos proporcionados por Dpto. Producción Vegetal y Agronomía).

	Precipitación		Temperatura	
	2004	2005	2004	2005
septiembre	38	12,12	18,99	18,58
octubre	130,5	67,5	12,12	13,73
noviembre	66,3	40,7	8,93	5,58
diciembre	22	16,6	5,15	3,98
enero	21,2	4,8	5,84	2,07
febrero	14,6	4,6	5,52	2,29
marzo	40,7	9,6	7,29	7,62
abril	17,2	39	9,37	11,48
mayo	42,7	14,3	13,45	15,55
junio	7,1	7,3	20,88	21,35
julio	6	0	21,37	22,03
agosto	25,9	22	20,91	21,66
ANUAL	432,2	238,52	12,49	12,16

6.4. Estudio de las curvas de vuelo de *Cnephasia pumicana*

Introducción

El ciclo biológico de nefasia presenta en Castilla y León una sola generación por año, pero ésta varía en las fechas de unos lugares a otros como consecuencia de las características de cada zona. Por ello se hace necesario un seguimiento particular por zonas.

Objetivos

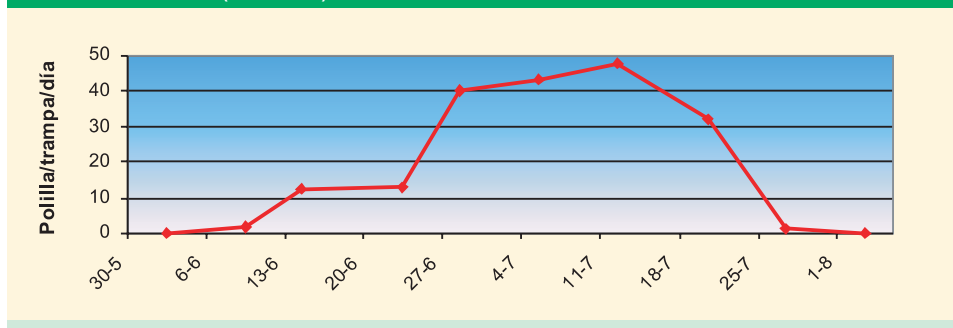
Se pretende determinar las curvas de vuelo de nefasia en distintas zonas cerealistas de Castilla y León para conocer el comportamiento de su ciclo biológico en estado de adulto.

Metodología

El estudio de la curva de vuelo del adulto de *C. pumicana* se hizo a través de las trampas de feromonas, que como ya se ha comentado anteriormente, constan de una trampa tipo delta apoyada sobre una estaca de madera a 1,5 m. En el interior se coloca la feromona de atracción sexual en una placa engomada, en la que quedarán adheridos los adultos. La instalación de las trampas de feromonas se llevó a cabo en la segunda quincena de mayo, tanto en 2004 como en 2005. Los muestreos se realizaron semanalmente.

Con los datos de las capturas de adultos en las trampas de feromonas se puede establecer la gráfica de curva de vuelo para cada lugar (Fig. 38). Con el conteo semanal de adultos, se calcula el dato polilla/trampa/día. Este dato se obtiene al dividir las capturas por parcela entre el número de días transcurridos desde el conteo anterior.

FIGURA 38. Ejemplo de una curva de vuelo de *C. pumicana* obtenida durante el año 2004 en Villabáñez (Valladolid).



En la campaña 2004 se colocaron un total de 25 pares de trampas de feromonas, las cuales aparecen en la Figura 39 representadas por un asterisco (★): en la

campaña del 2005 este número se redujo a 20 estaciones, representadas las que se añadieron respecto al año anterior por un punto azul (●).

FIGURA 39. Localización de las parcelas donde se situaron las estaciones de estudio para *C. pumicana* – Años 2004 (★) – añadidas el 2005 (●).



En la campaña 2004 y en la provincia de Valladolid se situaron un total de 19 trampas de feromonas, 18 de ellas en parcelas de cebada y, tan sólo una de ellas en parcela de trigo. Las especies hospedantes estudiadas en esta provincia fueron: pinos, roble, majuelo, chopos, viñedo y encinas.

En Zamora hubo un total de 2 trampas de feromonas. Las estaciones se colocaron en una parcela de trigo que tenía como planta hospedante un pinar y en una parcela de cebada rodeada de viñedos.

Dentro de la provincia de Palencia se utilizaron 2 trampas de feromonas. Las estaciones se colocaron en dos parcelas de cebada que presentaban como posibles hospedantes chopos y almendros.

En Segovia hubo tan solo una trampa de feromonas, situada en una parcela de cebada rodeada de chopos, pinos y encinas.

Por último, en Ávila se localizó una trampa de feromonas en una parcela de cebada, teniendo como posible planta hospede-

dante el pino. Si atendemos a la altura de las estaciones vemos que éstas varían únicamente en un rango de unos 200 m.

En la campaña 2005 se varió el diseño anterior, quedando el número de tram-

pas de feromonas en 20, de las cuales 7 son nuevas. Se mantuvieron las parcelas más representativas de la zona y se amplió a otras zonas de cultivo de cereal de la región. Las Figuras 40 y 41 reflejan estos datos.

FIGURA 40. Número de trampas de feromonas con su cultivo y parcelas aleatorias, según provincia, año y tipo de cereal.

	Provincia	Trampas de feromonas			Nº parcelas aleatorias
		total	cebada	trigo	
AÑO 2004	Avila	1	1		4
	Segovia	1	1		5
	Palencia	2	2		3
	Valladolid	19	18	1	52
	Zamora	2	1	1	10
	Total	25	23	2	74
AÑO 2005	Avila	0	0		
	Segovia	2	2		
	Palencia	1	1		
	Valladolid	13	13		
	Zamora	4	4		
	Total	20	20		0

FIGURA 41. Situación de las parcelas para el estudio de *C. pumicana*: municipio, altitud y año de muestreo.

ESTACIÓN	MUNICIPIO	PROVINCIA	ALTITUD	2004	2005
NE 01	Fompedraza	Valladolid	897	sí	sí
NE 02	Molpeceres	Valladolid	795	sí	
NE 03	Fompedraza	Valladolid	905	sí	
NE 04	Peñañiel	Valladolid	763	sí	sí
NE 05	Pesquera de Duero	Valladolid	769	sí	
NE 06	Villabañez	Valladolid	751	sí	sí
NE 07	Olivares de Duero	Valladolid	779-795	sí	
NE 08	Castrillo de Tejeriego	Valladolid	879	sí	sí
NE 09	Cogeces del Monte	Valladolid	814-892	sí	sí
NE 10	Campaspero	Valladolid	902	sí	sí
NE11	Encinas de Esgueva	Valladolid	801-872	sí	sí
NE 12	Esguevillas de Esgueva	Valladolid	806	sí	sí
NE 13	Cerecinos de Campos	Zamora	723	sí	
NE 14	Geria	Valladolid	720	sí	sí
NE 15	Torrecilla de la Abadesa	Valladolid	692	sí	

ESTACIÓN	MUNICIPIO	PROVINCIA	ALTITUD	2004	2005
NE 16	Morales de Toro	Zamora	720	sí	sí
NE 17	Finca de Zamadueñas	Valladolid	702	sí	sí
NE 18	Rubí de Bracamonte	Valladolid	727	sí	
NE 19	Fuente el Sol	Valladolid	762	sí	
NE 20	Carpio	Valladolid	760	sí	sí
NE 21	El Oso	Ávila	886	sí	
NE 22	Valoria la Buena	Valladolid	702-736	sí	
NE 23	Dueñas	Palencia	743	sí	sí
NE 24	Lastras del Pozo	Segovia	791	sí	
NE 25	Baltanás	Palencia	790	sí	
NE 26	Aspariegos	Zamora	722		sí
NE 27	Cañizo	Zamora	676		sí
NE 28	Medina de Rioseco	Valladolid	752		sí
NE 29	Villamayor de Campos	Zamora	696		sí
NE 30	Llano de Olmedo	Valladolid	779		sí
NE 31	Olombrada	Segovia	903		sí
NE 32	Melque	Segovia	851-881		sí

A partir de ciertas fechas, cuando la densidad de adultos es muy alta las trampas de placa engomada se saturan de adultos, no siendo capaces de capturar tantos individuos como acuden a la trampa. Para superar este problema, se optó por realizar el conteo mediante polilleros de captura masiva (Fig. 42) a los que se añadió una pastilla de DDVP para matar las polillas. Este sistema de captura se ha utilizado en algunas de las parcelas de ensayo durante el año 2005 y permite estimar más adecuadamente los máximos reales de presencia de la polilla.



FIGURA 42. Polillero para captura masiva con feromona.

La conjunción de las curvas en una zona más amplia permite la confección de mapas de isovuelo (Moral, 2003). En estos mapas se observa la distribución espacial de todas las parcelas dentro de las diferentes zonas cerealistas, dándonos idea de la concentración de las poblaciones en las distintas áreas.

El programa informático utilizado es Surfer (Copyright Golden Software Incorporated, 1993-95).

Resultados

Curvas de vuelo de *C. pumicana*

Para la claridad de la exposición se han agrupado las estaciones por su proximidad geográfica y por su comportamiento en nueve zonas (Fig.43):

FIGURA 43. Zonas cerealistas y parcelas utilizadas para el estudio de *C. pumicana* – Años 2004-2005.

ZONA 1 NORTE VALLADOLID	NE 17 ZAMADUEÑAS
	NE 22 VALORIA
	NE 23 DUEÑAS
ZONA 2 ESTE VALLADOLID	NE 05 PESQUERA
	NE 06 VILLABAÑEZ
	NE 07 OLIVARES
	NE 08 CASTRILLO
	NE 11 ENCINAS
ZONA 3 SUDESTE VALLADOLID	NE 12 ESGUEVILLAS
	NE 01 FOMPEDRAZA
	NE 02 MOLPECERES
	NE 04 PEÑAFIEL
	NE 09 COGECES
	NE 10 CAMPASPERO
ZONA 4 SUR VALLADOLID	NE 25 BALTANAS
	NE 31 OLOMBRADA
	NE 30 LLANO OLMEDO
	NE 32 MELQUE
ZONA 5 MEDINA DEL CAMPO	NE 18 RUBÍ
	NE 19 FUENTE EL SOL
	NE 20 CARPIO
ZONA 6 CENTRO	NE 14 GERIA
	NE 15 TORRECILLA
ZONA 7 ZAMORA	NE 16 MORALES DE TORO
	NE 26 ASPARIEGOS
	NE 27 CAÑIZO
ZONA 8 TIERRA DE CAMPOS	NE 13 CERECINOS
	NE 28 MEDINA DE RIOSECO
	NE 29 VILLAMAYOR
ZONA 9 SUR	NE 21 EL OSO
	NE 24 LASTRAS DEL POZO

Las diferencias geográficas vienen sumadas a las climáticas y van a condicionar tanto el ciclo del cereal como el de la plaga. En este sentido se podría considerar un gradiente noreste-sudoeste, en el mismo sentido del río Duero (Peláez *et al.* 2004), en las que las Zonas 5 y 9 serían las más meridionales y las Zonas 1, 2 y 3 las más septentrionales. Sin embargo y en la práctica vemos que cada parcela tiene un comportamiento particular que incluso varía entre las dos trampas de feromonas, por tanto no se pueden establecer generalizaciones. De nuevo es necesaria la observación particular de cara a la toma de decisiones sobre tratamientos.

Como ejemplos (Figuras 44 a 50) elegimos parcelas extremas en su situación geográfica: NE01 FOMPEDRAZA (Este), NE20 CARPIO (Sur), NE16 MORALES DE TORO (Oeste) y NE23 DUEÑAS (Norte). Es apreciable una gradación de Oeste a Este en la aparición del máximo de vuelo; Morales, Carpio, Fompedraza y Dueñas respectivamente.

FIGURA 44. Curva de vuelo de *C. pumicana* de la parcela NE16 MORALES DE TORO – Año 2004.

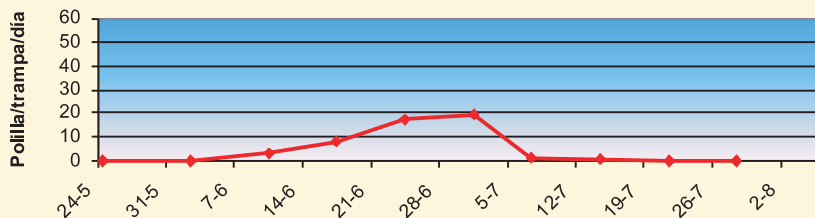


FIGURA 45. Curva de vuelo de *C. pumicana* de la parcela NE01 FOMPEDRAZA – Año 2004.

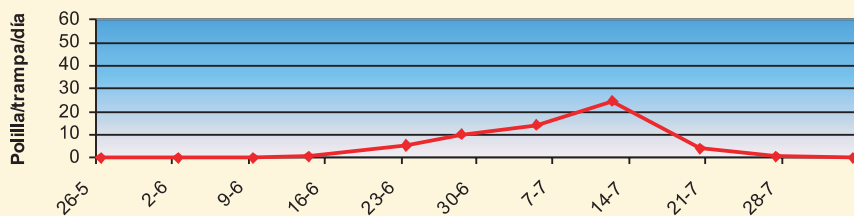


FIGURA 46. Curva de vuelo de *C. pumicana* de la parcela NE23 DUEÑAS – Año 2004.

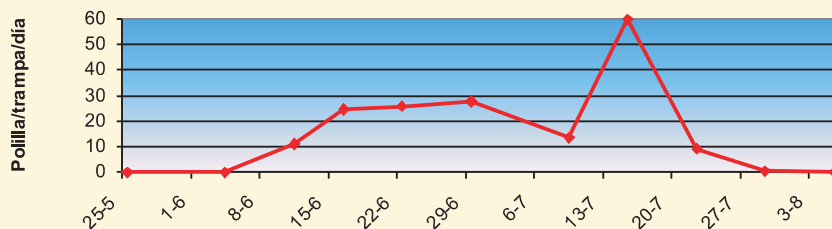


FIGURA 47. Curva de vuelo de *C. pumicana* de la parcela NE16 MORALES MORALES DE TORO – Año 2005.

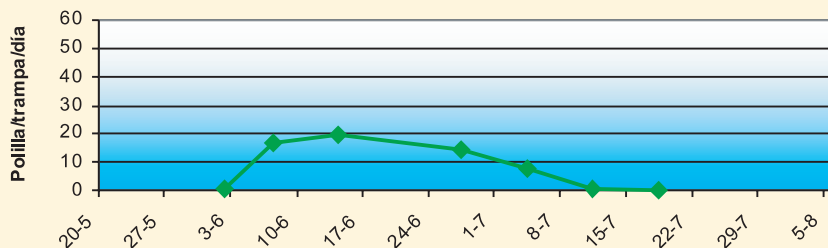


FIGURA 48. Curva de vuelo de *C. pumicana* de la parcela NE20 CARPIO – Año 2005.

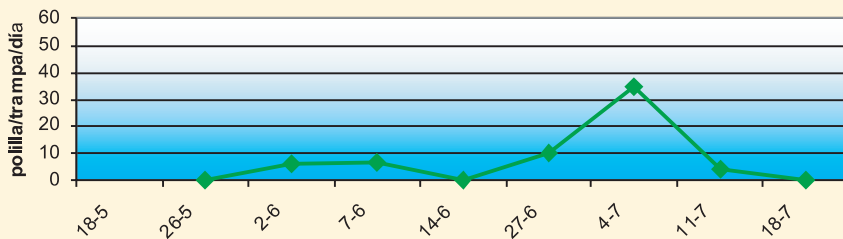


FIGURA 49. Curva de vuelo de *C. pumicana* de la parcela NE101 FOMPEDRAZA – Año 2005.

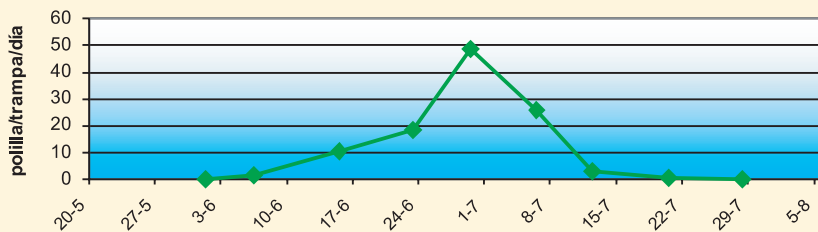
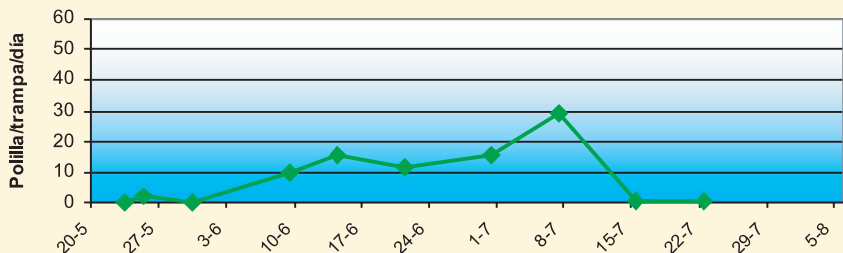


FIGURA 50. Curva de vuelo de *C. pumicana* de la parcela NE23 DUEÑAS – Año 2005.



Las trampas de captura masiva con feromonas colocadas en el 2005 en algunas estaciones proporcionan datos más reales sobre la presencia de adultos de nefa-

sia en las parcelas. En concreto en la estación NE08 CASTRILLO-TEJERIEGO aparecen hasta 7.800 adultos en una trampa el 12 de julio, cifra que se eleva hasta 10800

en NE 23 DUEÑAS el 30 de junio. Cabe suponer que la saturación de este número de adultos en las trampas de caseta no anula la información proporcionada por éstas. Dicho de otro modo nos indican los períodos de vuelo máximo pero no el número de adultos implicados.

Curvas de isovuelo de *C. pumicana*

Las curvas de isovuelo para el año 2004 y 2005 aparecen representadas por zonas en las Figuras 51-64. Estas curvas se elaboran agrupando parcelas en zonas geográficas próximas de modo que se pueda comparar el dato de polilla/trampa/día en el momento puntual de máximo vuelo de *C. pumicana*. En las Figuras 63 y 64 se encuentran representadas todas las parcelas para cada año.

En los gráficos representados los valores de máximo vuelo varían de tonos verdes más claros a más oscuros a medida que aumentan. Se tiene así la distribución típica de curvas de nivel, en la que las líneas unen puntos de igual valor. Las aspas amarillas indican la localización geográfica de las parcelas y de los municipios próximos a las mismas.

Estos mapas nos permiten hacer, a partir de una serie de puntos muestreados, estimaciones en zonas cercanas no muestreadas. Por otro lado, del cálculo aparece una distancia mínima en la cual no hay diferencias. Con este dato podemos conocer cuál es la distancia mínima a la cual colocar trampas para cubrir un área y así optimizar el esfuerzo. Para ello son necesarios los datos de varias campañas, evitando así desviaciones por

datos puntuales de un año ligados a su climatología particular.

Zona 1: Norte de Valladolid

Esta zona comprende los municipios de Valoria, Dueñas y la Finca de Zamadueñas (Valladolid). Durante el año 2005 no se realizó el muestreo en la parcela de Valoria.

Tal y como se muestra en las Figuras 51 y 52 las curvas de isovuelo en esta zona son similares para los dos años, encontrándose una zona de alta concentración de adultos en época de máximo vuelo en la parcela NE17 ZAMADUEÑAS. Los valores de las otras dos parcelas, NE22 VALORIA y NE23 DUEÑAS, fueron similares para el año 2004 y el 2005.

FIGURA 51. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Norte de Valladolid – Año 2004.

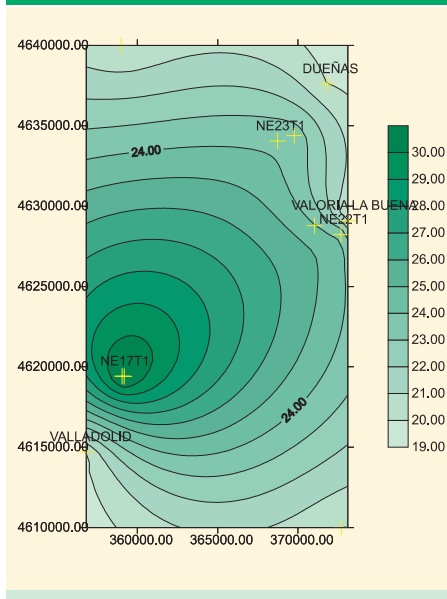
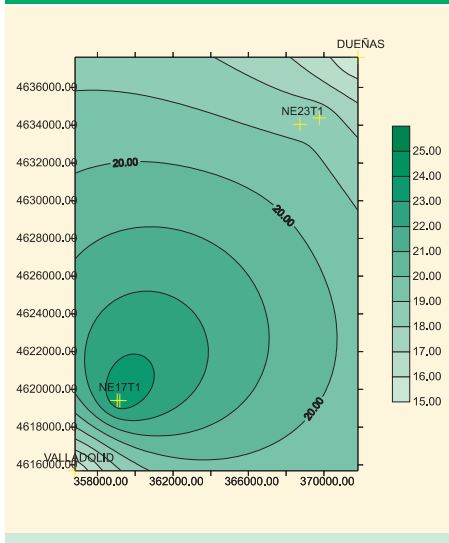


FIGURA 52. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Norte de Valladolid – Año 2005.



Zona 2: Este de Valladolid

Las curvas de isovuelo del año 2004 muestran que la zona próxima al municipio de Castrillo-Tejeriego tiene una mayor población de adultos en el momento de máximo vuelo (Fig. 53 y 54). Esta apreciación se observa con una mayor claridad en el mapa de isovuelo del año 2005 donde este área presenta una zona de gran concentración de adultos.

Las parcelas situadas en la zona del Valle del Esgueva, en los municipios de Encinas de Esgueva y Esguevillas de Esgueva, presentan una menor población de adultos los dos años, siendo algo mayores las capturas registradas durante el año 2004 durante la época del pico de vuelo.

FIGURA 53. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Este de Valladolid – Año 2004.

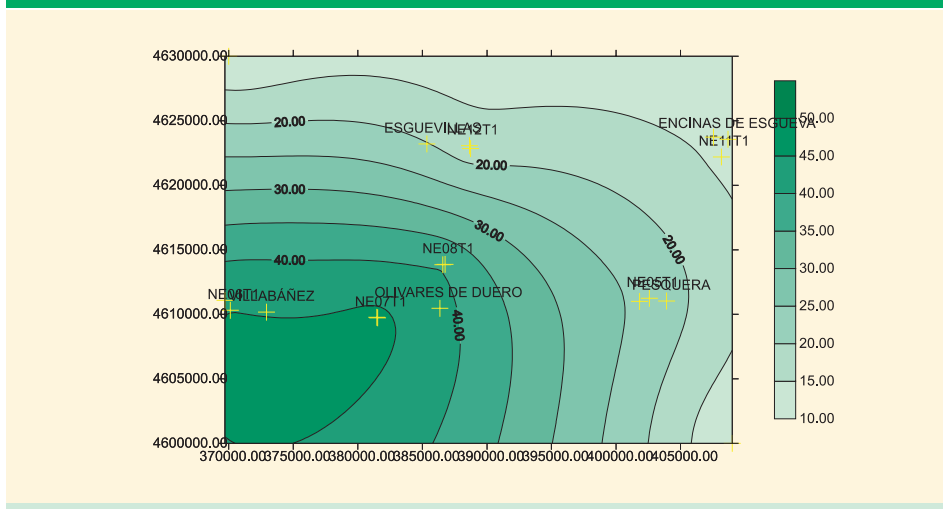
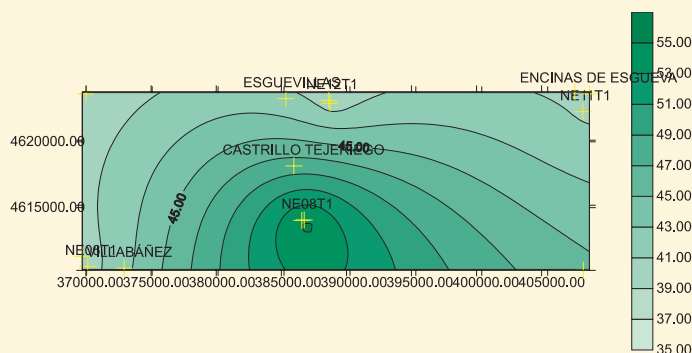


FIGURA 54. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Este de Valladolid – Año 2005.



Zona 3: Sureste de Valladolid

En esta zona (Figs. 55 y 56) se observan áreas de mayor concentración alrededor de los municipios de Fompedraza y de Cogeces del Monte.

Esta diferencia se ve más acentuada en el mapa de isovuelo del 2005. La zona de Campaspero presenta menor concentración en los dos años de estudio respecto a las dos anteriormente comentadas.

Durante el año 2005 se realizó el muestreo en una parcela del municipio de Olombrada (Segovia). La concentración en esta zona, al sur del municipio de Campaspero, fue mayor que en éste pero aún menor que en las zonas de Fompedraza y Cogeces del Monte.

FIGURA 55. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Sudeste de Valladolid – Año 2004.

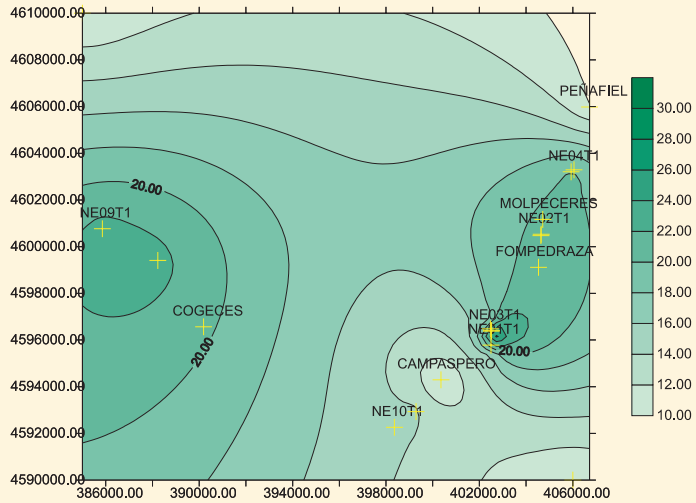
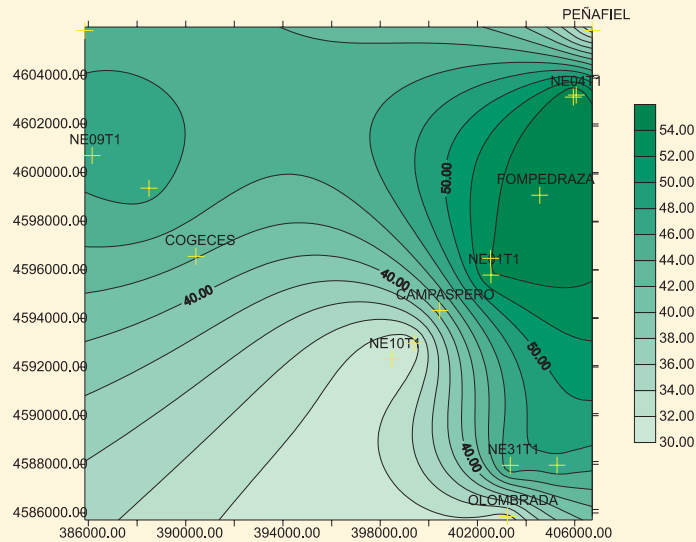


FIGURA 56. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Sudeste de Valladolid – Año 2005.



Zona 4: Sur de Valladolid

Esta zona no se muestreó durante el año 2004. El muestreo se realizó en parcelas situadas en los municipios de Llano de Olmedo (Valladolid) y Melque de Cercos, ya en la provincia de Segovia (Fig. 57).

La zona de Llano de Olmedo presentó altos valores de concentración de adultos en el momento de máximo vuelo, sin embargo en el mapa se ve claramente cómo la parcela de Melque presentó valores muy altos, superando a cualquiera de los registrados hasta el momento. Esta alta concentración se vio claramente reflejada en el cultivo, el cual presentó grandes daños por el insecto.

Zona 5: Zona de Medina del Campo

Durante el año 2004 se muestrearon los municipios próximos a la zona de Medina del Campo: Rubí de Bracamonte, Fuente El Sol y Carpio (Fig. 58 y 59).

Tal y como se observa en la Figura 58 las densidades de población en el momento de máximo vuelo fueron similares para las tres parcelas. Esta zona junto a la próxima al municipio de Castillo-Tejeriego fueron las que registraron valores más altos.

Durante el año 2005 sólo se muestreó la parcela NE20 CARPIO como representativa de esta zona. En la Figura 59 aparece esta parcela junto a la de Geria, única parcela tomada en la Zona Centro para este año. Los valores para este año fueron similares en estas dos parcelas.

FIGURA 57. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Sur de Valladolid – Año 2005.

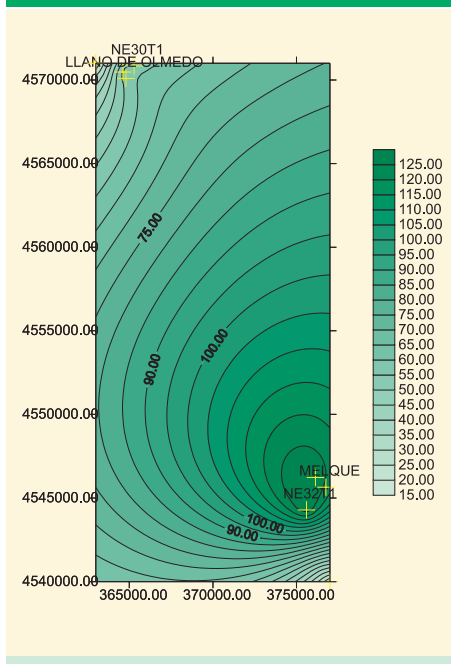


FIGURA 58. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona de Medina del Campo – Año 2004.

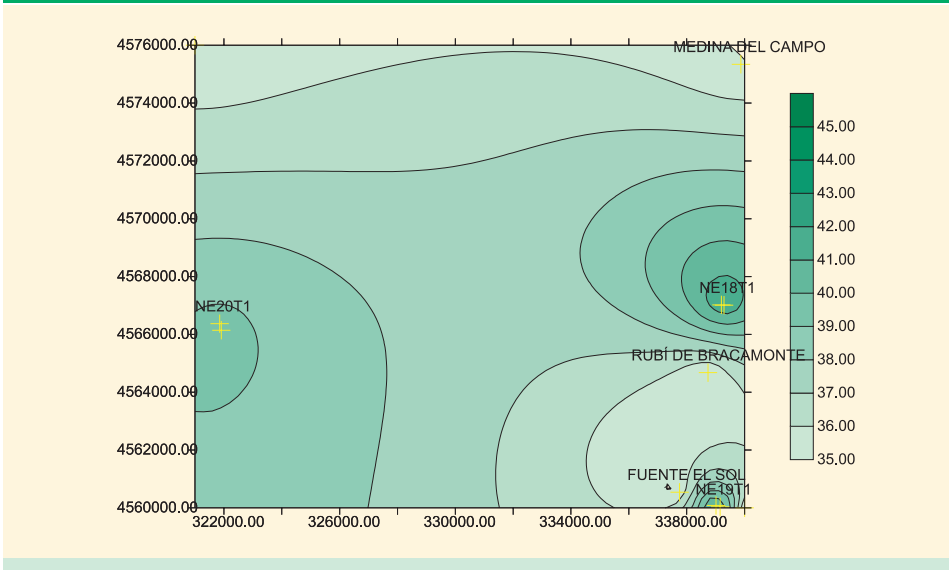
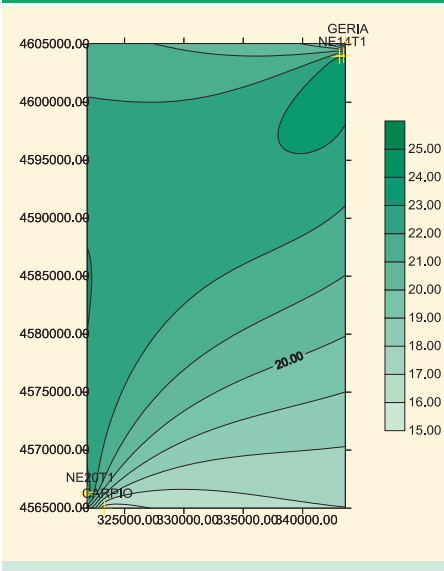


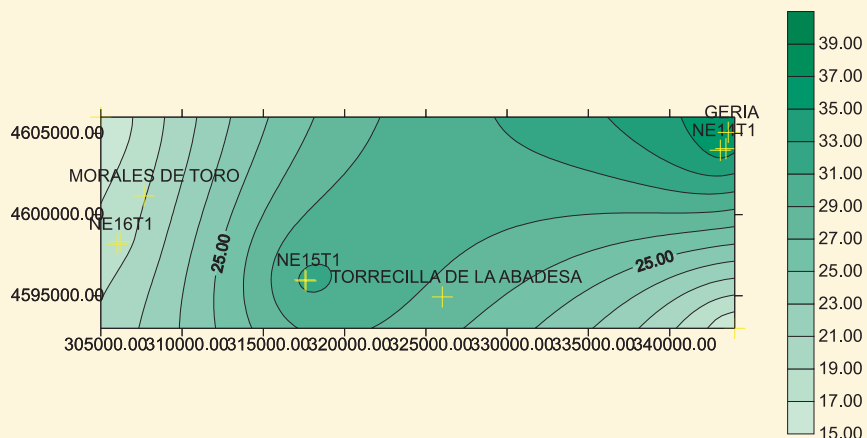
FIGURA 59. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona de Medina del Campo y Zona Centro – Año 2005.



Zona 6: Zona Centro

Durante el año 2004 se muestrearon tres parcelas NE14 GERIA y NE15 TORRECILLA que ocupaban una posición central en la región (Fig. 60). Junto a éstas aparece también representada la parcela NE16 MORALES DE TORO, de la provincia de Zamora, por encontrarse de forma céntrica y ser la única parcela que se muestreó en la zona central de la provincia de Zamora. Tal y como se observa en el mapa los valores fueron mayores en la zona centro, comprendida por las parcelas NE14 y NE15.

FIGURA 60. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Centro y este de la provincia de Zamora – Año 2004.

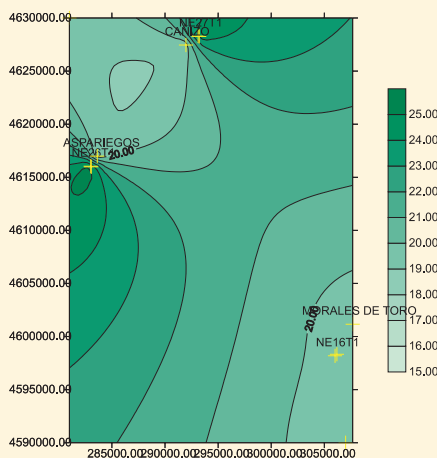


Zona 7: Zona Zamora

Esta zona se amplió durante el año 2005. En el año 2004 sólo se muestrearon las parcelas NE16 MORALES DE TORO y NE13 CERECINOS. La primera aparece en la Figura 61 y la última no se representa en el mapa por tener unos valores bajos.

En el año 2005 se muestreó la zona norte de la provincia de Zamora junto a la zona cercana a Toro. Tal y como se observa en este mapa la concentración de población es mayor es la zona norte de la provincia.

FIGURA 61. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Zamora – Año 2005.

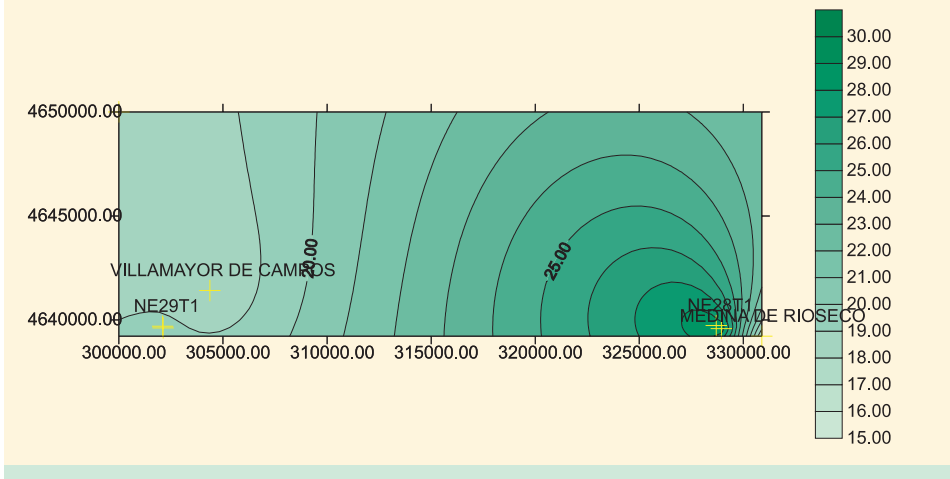


Zona 8: Zona Tierra de Campos

Esta zona se estudió durante el año 2005 (Fig. 62). La zona, ampliamente cerealista, presenta una mayor concentración de

nefasia en el municipio de Medina de Rioseco durante el periodo de máximo vuelo del insecto.

FIGURA 62. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para la Zona Tierra de Campos – Año 2005.

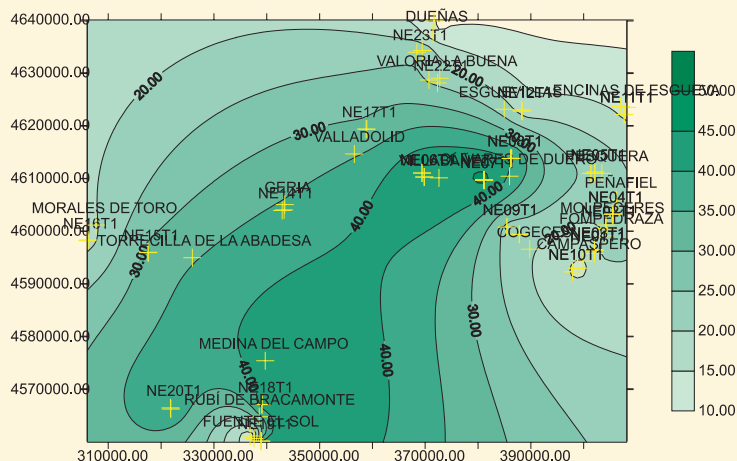


Mapa completo – Año 2004

En la Figura 63 aparece el mapa completo de las parcelas muestreadas durante el año 2004. La concentración máxima durante la época del pico de vuelo del insecto fue de 45 polillas/trampa/día que fue la alcanzada en la zona de

Castrillo-Tejeriego y la zona de Medina del Campo. A medida que nos separamos gradual y concéntricamente de esta zona los valores registrados son menores, exceptuando la zona de Fompedraza (Este) donde existe un núcleo de concentración de vuelo.

FIGURA 63. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para todas las zonas de muestreo – Año 2004.

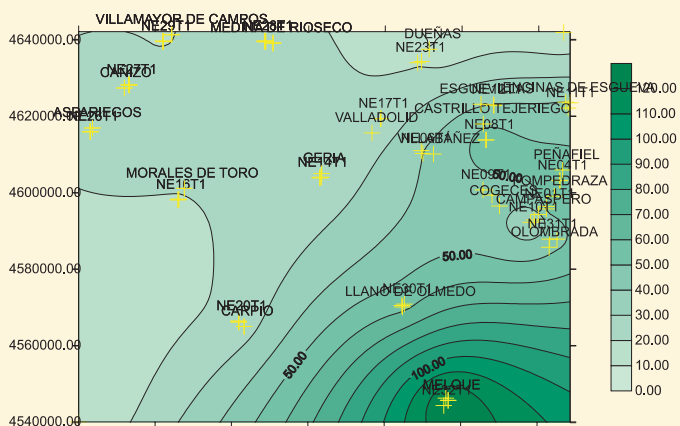


Mapa completo – Año 2005

Gráficamente las curvas de isovuelo del año 2005 (Fig. 64) nos enseñan una mayor concentración de adultos durante la época de máximo vuelo respecto al

año 2004. Existe sobre todo una concentración masiva alrededor del municipio de Melque de Cercos (Segovia) donde la concentración de polilla/trampa/día llegó al valor de 120.

FIGURA 64. Mapa de isovuelo durante el máximo de vuelo de *C. pumicana* para todas las zonas de muestreo – Año 2005.



Sin embargo, sí es visible un comportamiento similar al ocurrido durante el año 2004 en la zona centro, abarcando la zona de Villabáñez y la zona de Medina del Campo, encontrándose en ellas una alta población.

De nuevo alrededor del municipio de Fompedraza se crea un núcleo de población alto durante el periodo de máximo vuelo.

Es destacable la presencia de la plaga en zonas como Tierra de Campos o la zona norte de la provincia de Zamora, donde la vegetación hospedante para el refugio de *C. pumicana* durante el invierno es menor que en el resto de las zonas.

6.5. Estudio del factor “viento” en la dispersión de *Cnephasia pumicana*

Introducción

Como quedó dicho al describir el ciclo biológico de nefasia, el viento es el principal agente conocido en la dispersión de las larvas. Después de invernar en la vegetación donde se realiza la puesta, las larvas L_1 esperan episodios de viento con los que se desplazan en busca del cereal. Por ello, cuanto más fuerte sea la intensidad del viento mayor será la distancia que pueden recorrer las larvas en su dispersión. Igualmente la existencia de vientos dominantes condicionará la dirección principal de dispersión. Los

resultados del año 2004 sugerían la importancia de este factor. Por ello, en el 2005 se tuvo en cuenta de una forma más explícita.

Objetivos

El principal objetivo de este apartado es conocer cómo influyen las direcciones de viento dominante en la dispersión de las larvas de nefasia.

Metodología

Con el objeto de conocer el momento y la intensidad de la distribución de larvas de nefasia desde la vegetación en la que permanecen invernantes hasta los cultivos se siguió el método de capturas mediante trampas de intercepción de Chambón (1968).

Los paneles se situaron alrededor del pinar de Fompedraza en las 4 orientaciones (N, S, E y O) a 45 metros contados a partir de la última copa. En la orientación Norte se situaron también a 15 y a 30 metros.

Cada semana se recogieron las larvas de los paneles de modo que se pueden obtener diferencias entre las 4 orientaciones y entre las distancias en una misma orientación en el Norte.

De modo que se pudieran contrastar los datos obtenidos con el panel con los daños reales cada semana se procedió a la toma de 10 plantas por cada orientación y a distintas distancias.

El viento en la zona tiene una dirección predominante con proveniencia del sureste. Si consideramos el pinar como la fuente principal de larvas de las parcelas estudiadas es lógico esperar que las situadas al Sur y al Este presenten una menor presencia de larvas.

Resultados

El 14 de marzo de 2005 se colocaron las trampas de intercepción, dándonos datos positivos durante tres semanas, hasta el 4 de abril (Fig. 65). A partir de ese momento no aparecen más larvas de nefasia pegadas. Dada la dirección predominante de los vientos con procedencia del sureste se explica un mayor número de larvas en las trampas del Norte y Oeste en las dos primeras semanas. Respecto a la distancia al pinar para la orientación Norte las dos primeras semanas no presentan mayores variaciones pero en la tercera las larvas adheridas aumentan a medida que nos separamos del pinar. El máximo de dispersión se produce a finales de marzo, coincidiendo con el del 2004, y acaba a prime-

ros de abril ya que en el último muestreo realizado el día 11 de abril no aparecen larvas adheridas a las trampas. Las larvas que se adhieren a los paneles en el Sur y el Este están siempre entre los mínimos, salvo en el caso del Este el 4 de abril. En esta semana el Oeste presenta sorprendentemente el mínimo de larvas.

FIGURA 65. Larvas de *C. pumicana* encontradas en los paneles de intercepción según fechas, orientación y distancia.

Posición	21-Mar	28-Mar	04-Abr
Norte 15 m	sin datos	62	12
Norte 30 m	48	51	20
Norte 45 m	48	54	40
Oeste 45 m	28	sin datos	2
Este 45 m	3	1	34
Sur 45 m	8	5	3
TOTAL	135	173	111

Si tenemos en cuenta los valores galerías/hoja y larvas/hoja registrados para cada fecha y orientación, sí se observa que existen diferencias estableciendo dos bloques: por un lado las orientaciones Norte y Oeste y por otro lado Sur y Este (Fig. 66 y 67).

FIGURA 66. Número de larvas/hoja por orientación (Este, Sur, Oeste y Norte) y fechas.

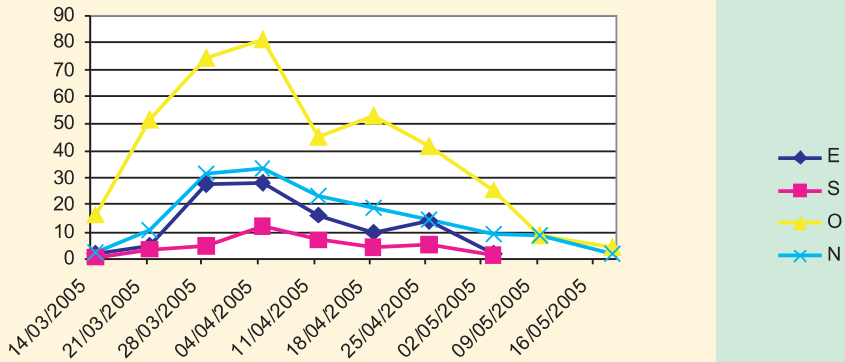
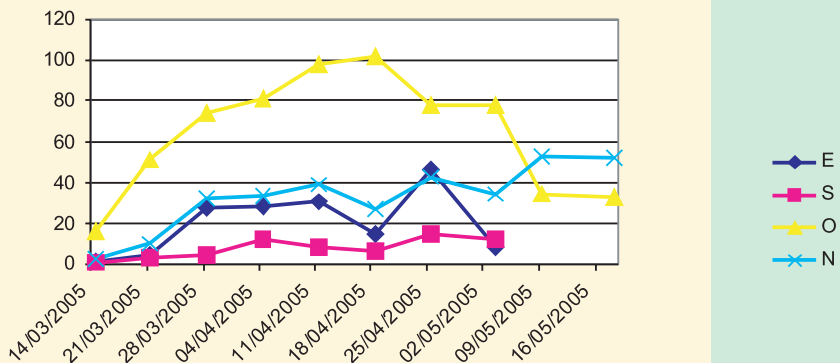


FIGURA 67. Número de galerías/hoja por orientación (Este, Sur, Oeste y Norte) y fechas.



Estadísticamente aparecen dos bloques diferenciados, Este y Sur por un lado y Norte y Oeste por otro, con comportamientos claramente diferentes. Esta aseveración se comprueba también en el apartado 6.7..

La dirección del viento aparece entonces como determinante en la dispersión de

las larvas y consecuentemente en la presencia de larvas y daños en planta.

Chambon (1973) encuentra una correlación muy significativa entre ambos datos: larvas en trampas de intercepción y larvas en hoja. Sorprendentemente, en contra de lo que cabría esperar, en este caso no se encuentra relación significativa

entre los dos grupos de datos. Las cifras de larvas encontradas por Chambon (1969) son con todo superiores a las registradas en Fompedraza, con valores de hasta 180 larvas por trampa.

Desafortunadamente la inexistencia de una estación cercana para el registro del viento, así como la falta de datos en algunas trampas por problemas técnicos limita notablemente las conclusiones que estos datos permiten obtener. Desde el punto de vista práctico el método de trampas de intercepción es bastante laborioso y, como se verá más adelante, hay otros métodos de estimación más sencillos y útiles.

6.6. Estudio del factor distancia a la vegetación refugio de larvas y su relación con los daños en el cultivo

Introducción

Como se vio en el apartado anterior, el viento es la única manera conocida de dispersión de las larvas. Por ello, es lógico suponer que cuanto más cerca estamos de la zona de hibernación, en este caso el pinar, más larvas encontraremos en el cereal, siempre condicionado a la dirección predominante del viento, a su intensidad y a los fenómenos de turbulencia (Chambon, 1978).

Objetivos

Estudiar la importancia de la distancia del cereal a la vegetación hospedante de larvas en invierno.

Metodología

Para ello se emplearon las trampas de intercepción y la valoración de larvas y galerías en hoja.

Resultados

El diseño de las trampas de intercepción (Fig. 65) no arroja mucha luz al respecto ya que únicamente la dirección Norte presentaba tres distancias (15, 30 y 45 m) respecto al pinar. Si comparamos estos datos, en las dos primeras fechas son semejantes y en la tercera hay un aumento a medida que nos separamos del pinar. Este hecho podría ser atribuible a la existencia de episodios de viento fuertes en esos días que provocaran dispersiones mayores.

Más conclusiones sobre la distancia son obtenibles a partir de la valoración de 10 plantas tomadas al azar a 15, 30, 45 y 90 m en las cuatro direcciones y durante 8 semanas. Del estudio de las plantas en laboratorio se obtienen dos parámetros: larvas/hoja y galerías/hoja por fechas.

La Figura 68 indica los valores medios de larvas/hoja en las cuatro distancias y las cuatro orientaciones. Si consideramos la columna de medias, el valor desciende paulatinamente con el alejamiento del

pinar, reduciéndose a la mitad en los 45 metros.

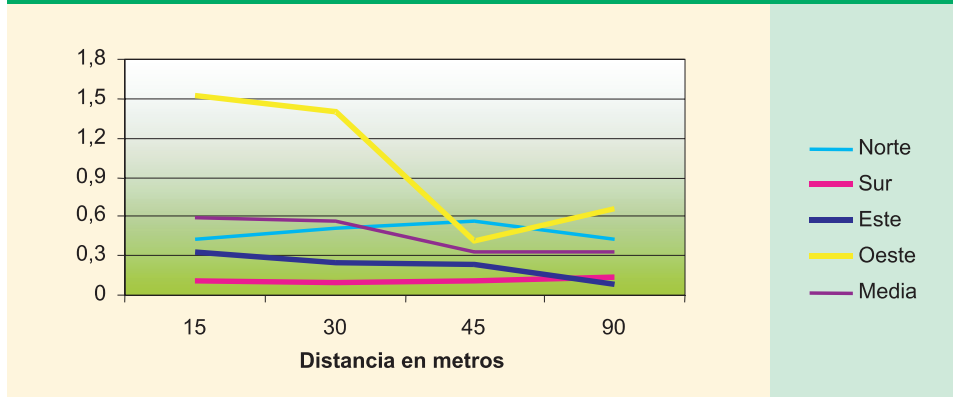
Sin embargo, cada orientación presenta un comportamiento diferente, en consonancia con la dirección predominante de los vientos. Así, el Este y el Sur, además de presentar los mínimos, son distintos. El Este toma el comportamiento general de disminución mientras que el Sur presenta unos valores semejantes en todas sus distancias. Frente a ellos, el Oeste y el Norte presentan los máximos. El Oeste disminuye bruscamente a 45 m para aumentar a 90 m mientras que en el Norte las diferencias son pequeñas y el máximo está a 45 m.

FIGURA 68. Valor medio del parámetro larvas/hoja por distancias (15, 30, 45 y 90 m) y orientaciones (Norte, Sur, Este y Oeste).

LARVA/HOJA	E	S	O	N	MEDIA
15 m	0,27	0,09	1,28	0,38	0,50
30 m	0,17	0,06	1,18	0,34	0,44
45 m	0,17	0,08	0,34	0,43	0,26
90 m	0,09	0,08	0,50	0,35	0,25
MEDIA	0,17	0,08	0,83	0,37	0,36

Si consideramos el valor medio del parámetro galería/hoja (Fig. 69) la dinámica es semejante, sólo que con valores más elevados, percibiéndose de nuevo la disminución del valor medio con la distancia al pinar.

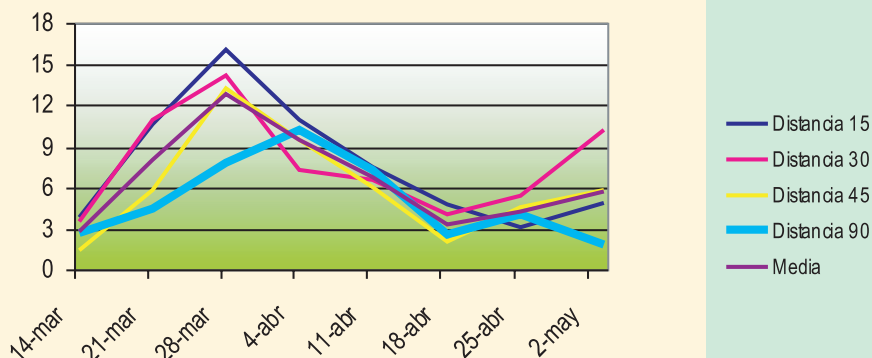
FIGURA 69. Valor medio del parámetro galerías/hoja por distancias (15, 30, 45 y 90 m) y orientaciones (Norte, Sur, Este, Oeste y Media).



Si ahora consideramos esta variación en el tiempo, durante las ocho semanas de experimentación, se obtiene la Figura 70. Se observa cómo en todas las distancias aumenta el número de galerías/hoja

hasta el 28 de marzo, (en 90 m sigue aumentando una semana más) y luego disminuye con un repunte en la segunda quincena de abril, más marcado en la distancia de 30 metros.

FIGURA 70. Número medio de galerías/hoja a lo largo del tiempo y por distancias al pinar.



Estadísticamente aparecen de nuevo dos bloques diferentes, Este y Sur por un lado y Norte y Oeste por otro. Respecto a las distancias se repite la existencia de dos bloques, 15 y 30 metros frente a 45 y 90 m. El número de galerías en planta decrece con la distancia pero a partir de la quinta semana no hay diferencias significativas.

6.7. Estudio de los daños de *Cnephasia pumicana* en el cultivo del cereal

Introducción

En cuanto las larvas de nefasia llegan a los cereales comienzan a hacer galerías, alimentándose del parénquima de las hojas. Una misma larva puede hacer varias galerías en una hoja. Conforme el cereal se va desarrollando y sus primeras

hojas se secan, las larvas van cambiando a hojas nuevas para finalmente penetrar en la espiga. Durante este tiempo las larvas van cambiando de estadio y nuevas larvas pueden llegar en estadios más jóvenes a la planta. Por ello conviene determinar la existencia de las larvas en el cultivo y qué grado de ataque hay de las mismas, dato que por otra parte será definitivo a la hora de realizar un tratamiento.

Objetivos

Comprobar la presencia de larvas de *C. pumicana* y sus galerías a lo largo del ciclo del cultivo.

Metodología

Durante los años 2004 y 2005 se procedió a valorar la presencia de larvas de nefasia en hojas y tallos de cereal en distintas

parcelas. Estos muestreos consistieron en la observación de 10 plantas, anotando la presencia/ausencia de daños por nefasia. Los daños dependerán de la época en que se realice el muestreo de acuerdo con el desarrollo de la planta.

En los primeros estados del cereal se puede anotar la presencia o no de galerías, el número de ellas y la presencia o ausencia de larvas en las mismas. Esto se hace de forma precisa para cada hoja y para cada uno de los distintos tallos formados.

A medida que va avanzando el ciclo del cultivo se pueden ir observando los distintos tipos de daños que presenta la espiga.

Durante el espigado, aparte de lo reseñado anteriormente, se anota si existen orificios de entrada en el tallo y el número de larvas dentro del zurrón.

Por último, en la fase de llenado de granos, además de todo lo anterior, se anota el tipo de daño que presenta la espiga.

Aparte de estas anotaciones, se apunta cualquier incidencia de relevancia que presenta la planta: otras enfermedades, otros insectos como la larva de lema y el estado fenológico de la planta.

Se realizaron un total de 13 muestreos semanales entre el 29 de marzo y el 21 de junio, durante el año 2004, y 10 muestreos entre el 14 de marzo y el 18 de mayo, durante el año 2005.

Durante el año 2004 estos muestreos semanales se realizaron en las parcelas 1 y 2 que contaban con zonas de exclusión de tratamientos y en una tercera parcela, 1-bis, situada en la proximidad de la parcela 1, en la que únicamente se tomaron plantas para su valoración (Fig. 30).

Durante el año 2005 los muestreos se hicieron de forma más extensiva, considerando las cuatro orientaciones y cuatro distancias respecto al mismo pinar (Fig. 31). En esta campaña el tratamiento contra nefasia fue efectuado por los agricultores a finales de abril, por tanto a partir de las semanas 9 y 10 se redujeron los muestreos a las zonas Norte y Oeste a la distancia de 45 m en zona tratada y no tratada.

Resultados

Año 2004

El número de larvas contadas semanalmente siempre fue menor al de galerías. A medida que avanzan los muestreos el número de larvas registradas es menor debido a la acción de los predadores naturales, parásitos, meteorología, mortandad natural y a que, como se explicó anteriormente, una larva puede realizar varias galerías en una misma hoja.

En las Figuras 71-73 aparecen representados el número de galerías y larvas por planta a medida que se avanza en el ciclo del cultivo.

FIGURA 71. Galerías por planta (azul) y larvas por planta (rosa) encontradas a lo largo del ciclo del cultivo en la zona sin tratamiento de la Parcela 1 de Fompedraza, año 2004.

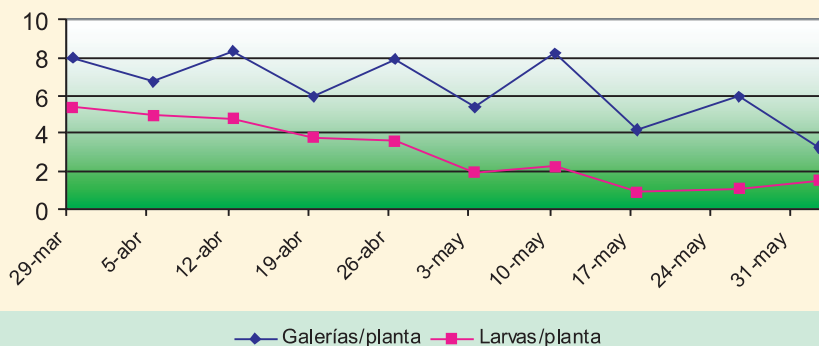


FIGURA 72. Galerías por planta (azul) y larvas por planta (rosa) encontradas a lo largo del ciclo del cultivo en la zona sin tratamiento de la Parcela 2 de Fompedraza, año 2004.

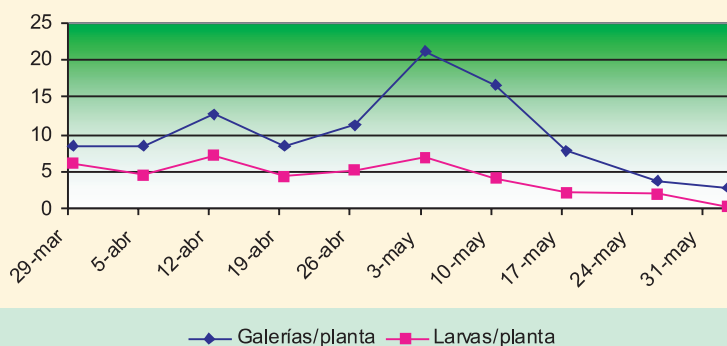
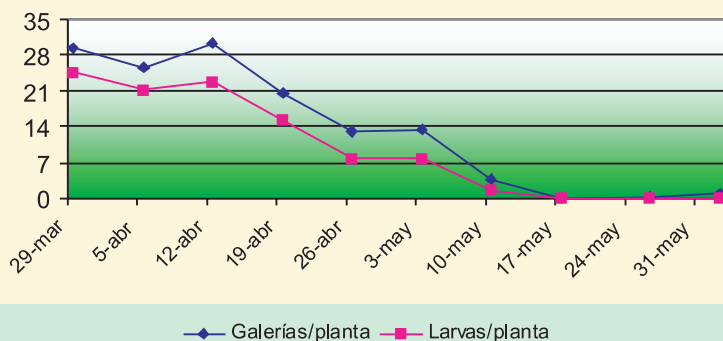


FIGURA 73. Galerías por planta (azul) y larvas por planta (rosa) encontradas a lo largo del ciclo del cultivo en la zona sin tratamiento de la Parcela 1-bis de Fompedraza, año 2004



Se observan diferencias entre las tres parcelas, encontrando mayor número de galerías y larvas en la Parcela 1-bis, parcela situada junto al pinar. Frente a ella, el mínimo aparece en la parcela 1 (40 m) y un valor intermedio en la parcela 2, ésta más distante (400 m) y por su orientación Sur supuestamente no atacada por las poblaciones de larvas del pinar. En este año ya se observó que la distancia al foco influye en el número de daños encontrados en las hojas.

Existe un momento de pico o máximo en el número de galerías y larvas a partir de primeros de mayo, excepto en la parcela 1-bis que es algo antes. A partir de esta fecha las larvas se desplazan hasta las espigas, de ahí el descenso.

Año 2005

En las Figuras 74 y 75 se muestran los gráficos que indican el número de larvas y galerías por planta durante las 10 semanas de muestreo por orientaciones. Una vez más se observa que la presencia de galerías por planta es mayor que el de larvas.

Si tenemos en cuenta la relación larva/planta se presenta la misma tendencia que en 2004 con un máximo el 4 de abril y una disminución lenta. Es de destacar que, después del tratamiento, siguen apareciendo algunas larvas vivas tanto en la zona de tratamiento como en la testigo. Hasta el cuarto muestreo (4 de abril) no se anotó la existencia de galerías sin larva. El índice de galerías/planta sigue una dinámica semejante y alcanza su máximo a partir del 11 de abril, dependiendo de la orientación. El secado de las hojas más viejas del cereal hace que este valor no sea acumulable con el tiempo.

FIGURA 74. Galerías por planta encontradas en las cuatro orientaciones Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (O) a lo largo del ciclo del cultivo - Año 2005.

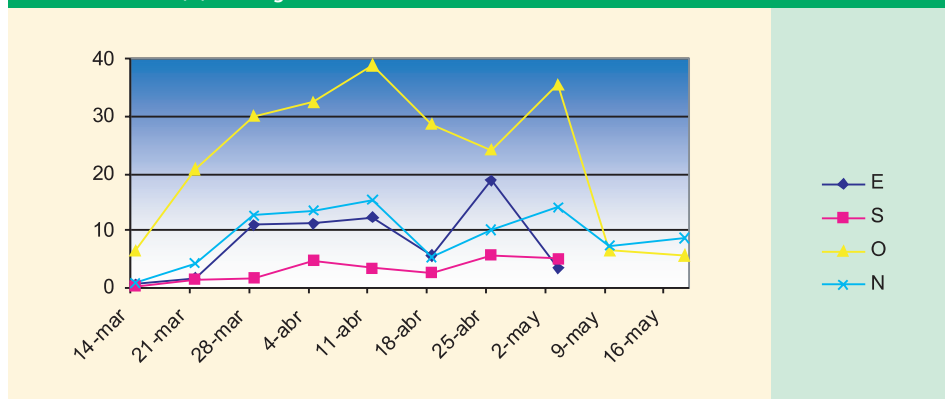
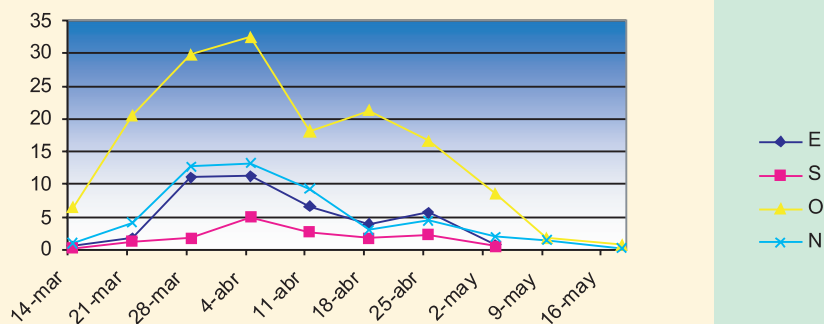


FIGURA 75. Larvas por planta encontradas en las cuatro orientaciones Norte (N), Sur (S), Este (E) y Oeste (O) a lo largo del ciclo del cultivo – Año 2005.

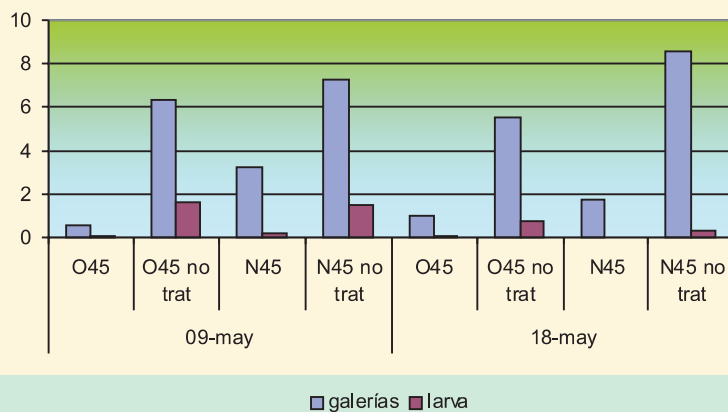


A partir de la segunda decena de mayo las larvas están ya en su mayoría en las espigas, al igual que en la campaña anterior.

Los dos últimos muestreos, a partir del tratamiento de las parcelas, se limitaron

a las zonas Norte y Oeste y a 45 m. En la Figura 76 se pueden ver las diferencias en ambos parámetros. Incluso en las zonas tratadas siguen apareciendo algunas larvas vivas, pero siempre su número, como el de galerías, es sensiblemente menor al de la zona testigo.

FIGURA 76. Galerías/hoja (Azul) y Larvas/hoja (Rojo) en las zonas Oeste y Norte tratada y no tratada durante el mes de mayo de 2005.



El ciclo se mantiene significativamente parecido en las dos campañas a pesar de las diferentes condiciones climáticas.

Si tenemos en cuenta el factor distancia al pinar (Apartado 6.6.) se encuentra una relación inversa entre el número de larvas por hoja y la distancia. A medida que nos alejamos del pinar el número de larvas disminuye y esta diferencia se acentúa más en las parcelas más afectadas. Es el caso de la parcela 1 con orientación Oeste, al estar en una situación más propicia para la dispersión de las larvas según los vientos dominantes.

Estimación del umbral de tratamiento

Hasta ahora todos los resultados obtenidos se han representado con los dos valores: número de galerías y larvas por hoja o por planta. Si se quieren estable-

cer las diferencias entre las distintas parcelas de forma más objetiva se pueden representar los daños con el valor de larvas por m^2 . En el momento de la cosecha se hizo el cálculo del número de plantas por m^2 en las distintas parcelas (Fig. 77), de modo que podamos estimar la densidad de plantas por m^2 .

FIGURA 77. Número de plantas por m^2 en las cuatro orientaciones.

OESTE	80 plantas/ m^2
NORTE	292 plantas/ m^2
ESTE	138 plantas/ m^2
SUR	168 plantas/ m^2

Aplicando esta transformación a todas las fechas en las que se realizó el ensayo se puede observar para cada parcela la densidad de larvas/ m^2 (Fig. 78).

FIGURA 78. Larvas de nefasia por m^2 en las cuatro orientaciones y en el tiempo. Año 2005.

Orientación	14-mar	21-mar	28-mar	04-abr	11-abr	18-abr	25-abr	03-may	9-may	18-may
E	82,8	248,4	1518	1546	897	538,2	772,8	96,6		
S	50,4	218,4	302,4	806,4	470,4	268,8	352,8	67,2		
O	1024	3296	4768	5200	2880	3408	2672	1376	256	112
N	262,8	1197	3708,4	3884	2716	876	1256	572,3	438	87,6

Chambon (1973) indica que el umbral de tratamiento es de 40 larvas/ m^2 , criterio que es mantenido por García-Calleja (1976 y 1981). Se constata cómo ninguna parcela durante todo el ciclo ha estado por debajo del umbral mínimo de daños, llegándose a valores de más de 5.000 larvas/ m^2 . Si tenemos en cuenta que la cifra

de 185 larvas/ m^2 es considerada el límite a partir de la cual el daño es máximo (Chambon, 1970), se ve cómo todas las orientaciones superan este valor. Sin embargo, como se indica en el apartado siguiente, la disminución de producción no fue igual en todos los casos.

6.8. Estudio de la pérdida de producción en cosecha de *Cnephasia pumicana*

Introducción

Al hablar del ciclo biológico de nefasia se comentó cómo los daños causados en el cultivo pueden deberse a dos causas:

1. Reducción del área fotosintética por las larvas de los primeros estadios. Esto provoca una disminución de la producción final.
2. Pérdida directa de granos debido a la alimentación de la larva en sus últimos estadios larvarios.

Estas dos causas se traducen en una menor producción final y calidad en la cosecha, generando una pérdida económica al agricultor.

Objetivos

El objetivo de este apartado es estudiar y evaluar los tipos de daño en la espiga y la pérdida de producción que causa la larva de nefasia en dos años con condiciones climáticas muy distintas.

Metodología

Se utilizaron dos parcelas de cebada situadas en el municipio de Fompedraza (Valladolid) en el año 2004 (Parcelas 1 y 2) y tres parcelas en el año 2005 (Parcelas

1, 3 y 4). Cada parcela tenía una superficie de 12 x 10 m como zona testigo donde no se realizó el tratamiento (Fig. 79). En el resto de la superficie de cada parcela se realizó el tratamiento especificado en las Fig. 30 y 31.



FIGURA 79. Marco de la zona testigo (Obsérvese la diferencia de coloración entre la zona de tratamiento y la testigo).

La cosecha en las parcelas del año 2004 se realizó el 2 de julio y en el año 2005 se adelantó al 23 de junio. Por cada tratamiento y parcela se recogieron 16 repeticiones de 0,5 m² de superficie en las que se cortaron todos los tallos (Fig. 80).



Figura 80. Bolsas conteniendo las repeticiones de la cosecha de 0,5m².

En el laboratorio se contó el total de espigas por repetición y tratamiento separando las espigas sanas de las dañadas, diferenciando en estas últimas los daños en las siguientes categorías:

1. Espiga blanca (Fig. 81).
2. Espiga con vaina sin abrir (Fig. 82).
3. Espiga con granos dañados (Fig. 83).



Figura 81. Espiga blanca



Figura 82. Espiga con vaina sin abrir



Figura 83. Espiga con granos dañados

Además, para cada repetición de ambos tratamientos se pesó la producción y el peso de 1.000 granos.

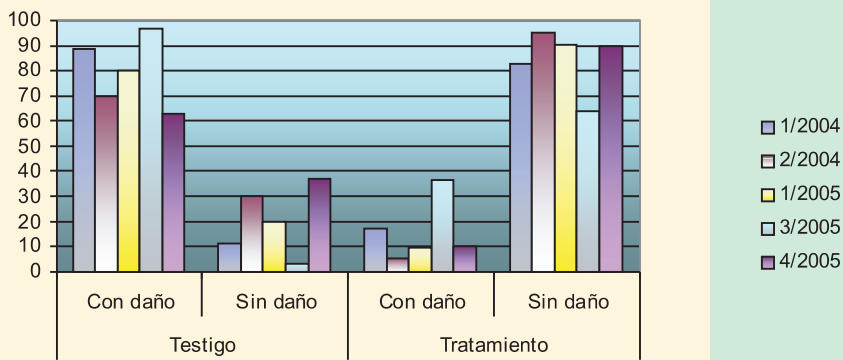
Resultados y discusión

Tipo de daño

En la Figura 84 se observa el porcentaje de espigas afectado (con daño y sin daño) en cada parcela y para las zonas de tratamiento y las zonas testigo. Es evi-

dente que el porcentaje de espigas con daño es mayor en la zona testigo que en la tratada. La razón por la que aparecen espigas dañadas aunque se haya realizado aplicación de control en la parcela tratada es debida, principalmente, a la proximidad entre los dos tratamientos y a la capacidad de dispersión de las larvas en estadios larvarios avanzados. Por ello después del tratamiento se encuentran algunas larvas vivas.

FIGURA 84. Porcentaje de espigas con y sin daños de *C. pumicana* en la zona testigo y de tratamiento para cada parcela de estudio – Años 2004-2005.

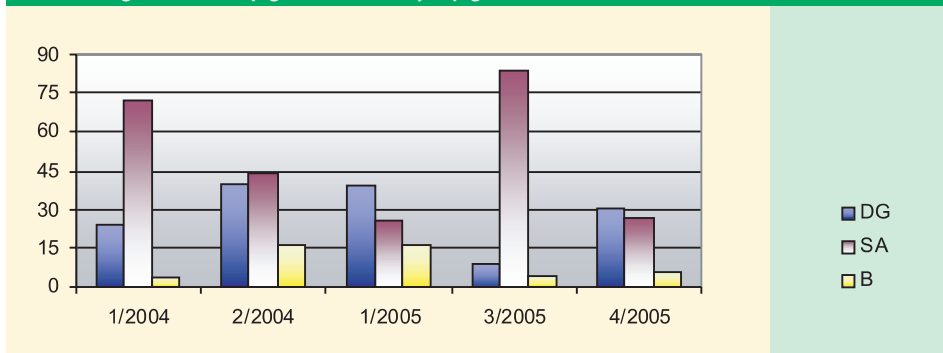


La parcela 3 fue la que presentó un mayor porcentaje de espigas con daño, tanto en la zona tratada (> 36 %) como en la zona sin tratar (>96 %).

Si dentro de la zona testigo, que es la que presenta un mayor número de espigas

dañadas, nos fijamos en el mayor tipo de daño observado (Fig. 85) se ve que se trata de espigas sin abrir. Como excepción aparecen la parcela 1 y 4 del año 2005, que por otra parte fueron las parcelas menos afectadas durante ese año, cuyo daño más visible fue el de daños en grano.

FIGURA 85. Porcentaje de espigas con los diferentes daños realizados por *C. pumicana*: daños en grano (DG), espiga sin abrir (SA) y espiga blanca (B) – Años 2004-2005.



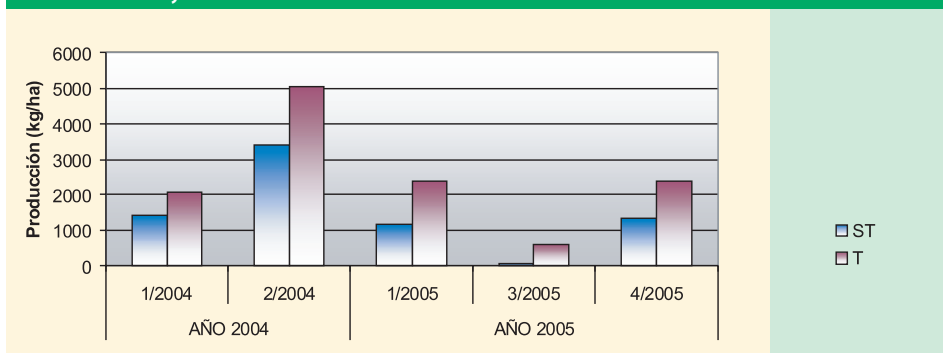
El daño espiga blanca, el más visible y llamativo en el campo, fue el que menos se observó en ambos años.

Producción

La Figura 86 muestra la producción (kg/ha) en las parcelas en los dos años, tanto en zonas de tratamiento (color rojo) como en las sin tratamiento (color azul).

Hay que destacar que existe una diferencia de producción estimada entre ambos años achacable a la marcada sequía que se produjo durante el año 2005. Especialmente baja fue la productividad de la parcela 3 en correspondencia a su mayor daño. Sin embargo, la parcela 1 presenta una mayor producción en 2005 respecto al año anterior en la zona de tratamiento y algo menor en la sin tratamiento.

FIGURA 86. Producción (kg/ha) de la cosecha de la zona tratada (T) y sin tratar (ST) durante los años 2004 y 2005.



La zona de tratamiento presenta siempre una mayor producción que la sin tratamiento, con diferencias significativas con los porcentajes que se indican en la Figura 87.

FIGURA 87. Porcentaje de disminución de la producción de la cosecha (kg/ha) de la zona sin tratar respecto a la zona tratada durante los años 2004 y 2005.

Parcela	% Pérdida producción
1/2004	31.72
2/2004	32.45
1/2005	50.72
3/2005	89.70
4/2005	43.99

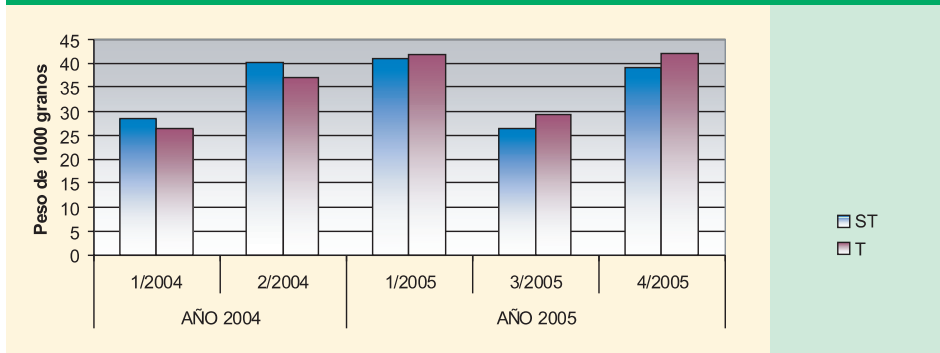
Durante el año 2004 la pérdida de producción en las parcelas sin tratar fue lige-

ramente superior al 30 %. En el año 2005, en el que la producción de cereal fue en general menor, esta pérdida aumentó hasta llegar hasta casi un 90 % en la parcela 3. Esta parcela fue la que tuvo mayor daño de nefasia tanto en la zona tratada como en la zona sin tratar debido a su cercanía al pinar y a su óptima exposición a las larvas procedentes del pinar, ya que su orientación es claramente favorable a los vientos dominantes.

Peso de 1.000 granos

Para estudiar si la pérdida de producción, debida a los daños realizados en los granos por nefasia, era compensable con un aumento de peso del resto de granos, por una menor competencia, se procedió a pesar 1.000 granos de las distintas repeticiones para cada tratamiento.

FIGURA 88. Peso de mil granos en la zona tratada (T), representada en rojo, y la zona sin tratamiento (ST), representada en azul. Años 2004-2005.



Tal y como se representa en la Figura 88, durante el año 2004 la zona sin tratamiento obtuvo un mayor peso de los granos. Sin embargo, durante el año 2005 esta situación se invierte, obtenien-

do un mayor peso en el caso de la zona tratada de cada parcela.

A excepción de la parcela 1, que durante el año 2005 no presentó diferencias sig-

nificativas en el peso de 1000 granos, en el resto de parcelas las diferencias en el peso entre los dos tratamientos fueron significativas.

¿Cómo puede ser explicada esta diferencia entre los dos años? Durante el año 2004 la presencia de galerías por planta fue mayor y consecuentemen la pérdida de producción estimada debería ser mayor que en el año 2005. Al contrario en el año 2005 la presencia de galerías por planta fue menor y la pérdida de producción con respecto al año anterior superior. Esta diferencia entre ambos años sería atribuible a la sequía acontecida durante el año 2005 que provocó pérdidas cuantiosas en el cereal en toda la región.

En el año 2004 las pérdidas que causó nefasia en algunos de los granos de las espigas fueron compensadas con el aumento de peso de los granos restantes. Esto sería atribuible a unas condiciones favorables para el desarrollo de la planta durante el ataque del insecto. Sin embargo durante el año 2005, una vez que los daños de nefasia eran patentes

en los granos, la sequía habría impedido que la planta se recuperase, encontrándose muy limitada por este factor y no pudiendo compensar estas pérdidas.

Tal y como se observa en los resultados obtenidos en los dos años, la pérdida de producción debida a nefasia en las parcelas sin tratar no es únicamente proporcional al daño causado por la misma. Otros factores, como las condiciones meteorológicas, pueden condicionar que este ataque tenga una mayor o menor repercusión en la cosecha, produciendo cuantiosas pérdidas que pueden llegar hasta el 90 % en el peor de los casos.

Chambon (1970 y 1978) obtuvo unos porcentajes de pérdidas en la recolección de cebada entre el 10 % y el 21 % usando zonas de no tratamiento, utilizando diferentes insecticidas y con unos rendimientos por hectárea que duplican o triplican a los obtenidos en nuestras condiciones de cultivo. García-Calleja (1976) habla de pérdidas de hasta un 80 % en Castilla y León entre los años 1973 y 1978, cifras más semejantes a los resultados presentes.

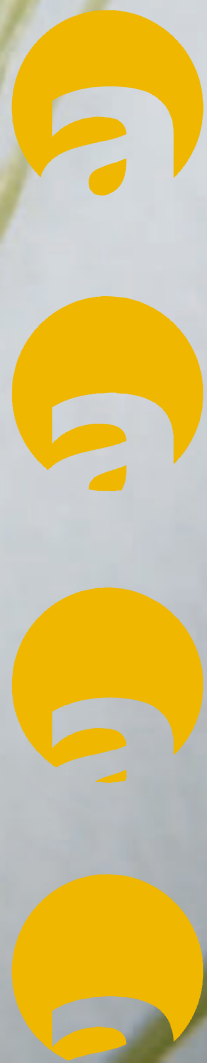


7
7
7
7

7. Conclusiones

7. Conclusiones

1. *Cnephasia pumicana* es, en la actualidad, la plaga principal del cereal en Castilla y León. Está presente durante los años 2004 y 2005 en al menos seis provincias de la región (Ávila, Burgos, Palencia, Segovia, Valladolid y Zamora).
2. Nefasia presenta un solo ciclo anual en Castilla y León. Las larvas comienzan su dispersión en el mes de marzo y están en el cultivo hasta la cosecha.
3. La vegetación que sirve de zona de puesta y de refugio invernal de larvas de nefasia es pino, roble, encina, almendros, chopo, viña y majuelo, así como en vegetación adventicia.
4. Existen varios factores externos que afectan al desarrollo de la plaga. Entre ellos están la variedad de cereal empleada con siembra temprana o tardía, el estado fenológico del cereal, las malas hierbas, la vegetación circundante, la climatología, los enemigos naturales (depredadores y parásitos) y las enfermedades que sufre nefasia.
5. La dirección del viento dominante y la distancia al foco de larvas invernantes condiciona la presencia de larvas y su daño en el cultivo.
6. El daño más importante lo causa en las espigas (espiga blanca, espiga mal nutrida, espiga incompleta, malformaciones en espiga). Los daños por galerías en hoja son, en general, recuperables por la planta.
7. El único control posible en la actualidad es el curativo, usando fenitrotion en larvas, aplicado antes del espigado, a las dosis indicadas en prospecto. Sin embargo este aspecto queda por clarificar ya que en el 2004 la dosis de 0,5 l se mostró muy efectiva.
8. El criterio para el tratamiento es la estimación del número de larvas de nefasia en planta por m², una vez que la dispersión esté acabada (mes de abril) y antes del espigado.
9. Nefasia no presenta la misma densidad en las distintas áreas estudiadas. A través de trampeo con feromonas podemos conocer las fechas de máximo vuelo de los adultos.
10. La pérdida de producción estimada en cebada en las parcelas estudiadas es de un mínimo del 30 % y hasta casi un 90 %. Las condiciones climáticas van a condicionar la capacidad de recuperación de la planta ante el ataque de nefasia.



8. Recomendaciones para el control de *Cnephasia pumicana*

8. Recomendaciones para el control de *Cnephasia pumicana*

De todo lo anteriormente expuesto cabe deducir una serie de consejos prácticos a la hora de combatir a nefasia:

1. El uso de **variedades tardías**, con siembra en invierno, puede reducir el ataque de nefasia al producirse las primeras dispersiones de larvas en campos desnudos. Si a ello se une un invierno suave, el adelantamiento en el desplazamiento de las larvas, puede ayudar al control de la plaga con esta medida. Sin embargo estas variedades presentan a priori un menor potencial productivo dadas las condiciones climatológicas imperantes.
2. En caso de fuertes infestaciones la **rotación de cultivo** puede ser una alternativa. La disminución de cereal en un área amplia debe provocar una disminución del número de adultos y, en consecuencia, de las larvas en dispersión el año próximo.
3. El control de la **vegetación secundaria** con el uso de herbicidas de hoja ancha disminuye la presencia de huéspedes intermediarios para la larva de nefasia durante su dispersión.
4. La economía en los **tratamientos insecticidas** favorecerá la permanencia de la fauna auxiliar (desde ácaros, insectos a aves) encargada de reducir ésta y otras plagas. Recordemos que un tratamiento realizado en el tiempo correcto y dosis adecuada sirve para controlar el ataque y que los tratamientos preventivos contra adultos no son por ahora factibles.
5. El **momento oportuno** del tratamiento depende de que se ajuste al final de la dispersión larvaria y que no se acerque demasiado al espigado. Una inspección ocular nos informará de la presencia de larvas en el cultivo y, si conocemos la fuente de las mismas, de la vigencia de su dispersión.
6. Al final el criterio definitivo es la dispersión de las larvas y la valoración de **larvas en planta**, expresada en un número/m². La barrera de 40 larvas/m² con los niveles actuales parece ser demasiado estricta.
7. Las **condiciones climáticas** van a influir en el daño de nefasia en el cultivo, siendo especialmente adversas en años secos.

9. Bibliografía

- **BLÁZQUEZ PINDADO, J. (2004).**
Distribución e importancia de la minadora de los cereales Cnephasia pumicana Zell (Lepidoptera: Tortricidae) en diferentes zonas cerealistas de Castilla y León.
Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia. Universidad de Valladolid. 224 pp.
- **BLÁZQUEZ, J., SANTIAGO, Y., MORENO, C., MANZANO, R., PÉREZ-SANZ, A. y PELÁEZ H. (2004).**
Daños causados por el gusano de la espiga de los cereales, Cnephasia pumicana Zeller.
Rev. Tierras de Castilla y León, N.108: 6-11.
- **CHAMBON, J.P. (1968).**
Mise au point d'avertissements agricoles contre la tordeuse des Céréals (Cnephasia pumicana Zell.,Lép. Tortricidae).
Revue Zool. Agric. Appl. 67, Nº 7-9. Pp. 95-102.
- **CHAMBON, J.P., GOIX, J. y PFEIFFER, C. (1968).**
Cnephasia pumicana Zell. nouvelles observations biologiques et essais de lutte.
Phytiatrie-Phitopharmacie. Nº 2 : 119-128.
- **CHAMBON, J.P. (1969).**
Extension d'un foyer et dispersion des population d'une tordeuse (Cnephasia pumicana Zeller. Lépidoptère Tortricidae).
Ann. Zool. Ecol. anim. 1, (4): 433-444.
- **CHAMBON, J.P. (1970).**
Incidence des populations de Cnephasia pumicana (Lep.Tortricidae) sur les rendements des cultures d'orge.
Ann. Zool. Ecol. Anim. 1970, 2 (4): 555-557.
- **CHAMBON, J.P. y GANDON, J.L. (1971).**
L'action de la tordeuse Cnephasia pumicana sur les rendements du blé en Beauce chartraine.
Phytoma 23, 228: 30-32.
- **CHAMBON, J.P. (1972).**
Contribution a l'étude de la biologie de Microgaster tiro Reihn. Hyménoptère Braconidae) parasite de la tordeuse des céréales: Cnephasia pumicana Zeller Lépidoptère Tortricidae.
Ann. Zool. Ecol. Anim. 4 (1): 65-82.

- **CHAMBON, J.P. (1973).**
Contribution à l'étiologie de la récente pullulation de Cnephasia pumicana Zell. (Lep. Tortricidae) à la suite de l'extention des céréalières dan le Gatinais.
Ann. Zool. Ecol. Anim. 5 (2): 207-230.

- **CHAMBON, J.P. (1974).**
Mise ou point d'un élevage permanent en laboratoire d'Itopectis maculator F. (Hyménoptère. Icheumonidae) parasite de Cnephasia pumicana Zell. (Lépidoptère Tortricidae) sur Anagasta kühniella Zell. (Lépidoptère Pyralidae).
Revue de Zool. Agric. et Path. Vég., 73(4):117-128.

- **CHAMBON, J.P. (1978).**
Biologie comparée et systématique de tordeuses nuisibles du genre Cnephasia.
Tesis Doctoral, Université Pierre et Marie Curie, Paris. 208 pp.

- **DE BACH (1964).**
Control biológico de las plagas e insectos y malas hierbas.
Editorial Continental, S. A. México-España-Argentina. 1 a. Edición en español. 949 pp.

- **GARCÍA CALLEJA, A. (1976).**
Nuevas observaciones acerca de Cnephasia pumicana Zell. (Lepidóptera Tortricidae) en Valladolid.
Bol. Serv. Plagas, 2: 205-233.

- **GARCÍA CALLEJA, A. (1981).**
Estudio de las variaciones de la población de Cnephasia pumicana Zell (Lep. Tortricidae) en el valle del Duero.
Bol. Serv. Plagas, 7:79-85.

- **GARCÍA MARÍ, F., COSTA COMELLES, J., FERRAGUT PÉREZ, F. (1994).**
Plagas agrícolas.
2ª Edición. Phytoma España. 376 pp.

- **MAPA, 2005.**
En: <http://www.mapa.es/ministerio/pags/hechoscifras/espanol/pdf/09.pdf>

- **MORAL, F.J. (2003).**
La representación Gráfica de las Variables Regionalizadas. Geoestadística Lineal.
Ed. Universidad de Extremadura. 157 pp.

- **PELÁEZ, H., BLÁZQUEZ, J., MORENO, C.M. y SANTIAGO, Y. (2004).**
Situación actual de Cnephasia pumicana Zelll. en las áreas cerealistas de la Cuenca del Duero.
Actas del XI Congreso Ibérico de Entomología, Funchal, Madeira, 13-17 septiembre de 2004. Poster 205.

- **RUBIO, J., ESTEBAN, J., LLAMAS, S. (1990).**
Tratamiento, diferenciación y control de las capturas realizadas en trampas cebadas con feromonas sexuales sintéticas de lepidópteros potencialmente nocivos a las plantas cultivadas.
Boletín de Sanidad Vegetal Plagas. Nº 16, Pp. 371-379.

10. Agradecimientos

Este libro no estaría en tus manos sin la ayuda y cooperación desinteresada de muchas personas. Aún a riesgo de dejarnos a alguien en el tintero vaya nuestro sincero agradecimiento:

- A Francisco González Rupérez y Baltasar Mayo González, del Servicio Territorial de Agricultura y Ganadería de Valladolid, por facilitarnos el trabajo con sus conocimientos y recomendaciones.
- Al grupo de Producción Vegetal y Agronomía del ITACyL por sus conocimientos del cultivo, en las personas de Aurora Sombrero y Francisco Ciudad. A Avelino De Benito por los datos climáticos.
- A la familia Benito Hernando de Fompedraza (Valladolid) y a Lauro por su colaboración plena al brindarnos sus parcelas y conocimientos para realizar parte de este trabajo.
- A los alumnos en prácticas Juan Mayor Rueda y Almudena Díez Escribano.
- Al personal del Centro de Avisos de Segovia y Cuéllar por su colaboración en los muestreos del año 2005.
- A Santiago Cepeda, de la Estación de Avisos de Toro y a Álvaro Puras, del C.R.D.O. Rueda por su ayuda en la realización de los muestreos.

INSTITUTO TECNOLÓGICO AGRARIO DE CASTILLA Y LEÓN



www.jcyl.es/itacyl

*Te ayudamos a mejorar
la calidad y el rendimiento*

INSTITUTO
TECNOLÓGICO
AGRARIO DE
CASTILLA Y LEÓN

ita_{CYL}

Agricultura

Ganadería

Calidad agroalimentaria

Tesis doctorales

Congresos y jornadas

Otros

