

**UN MODELLO PER LA PREVISIONE DELLA DISTRIBUZIONE SPAZIALE  
DELL'INFESTAZIONE DA *PHYLLOCNISTIS VITEGENELLA* NEI VIGNETI  
TRENTINI**

F. ZOTTELE, M. BALDESSARI, M. DELAITI, M. CURZEL, C. IORIATTI, G. ANGELI  
Istituto Agrario S. Michele a/Adige – Via E. Mach 1, 38010 San Michele all'Adige (TN)  
mario.baldessari@iasma.it

**RIASSUNTO**

*Phyllocnistis vitegenella* Clemens è un fillominatore della vite osservato per la prima volta in Italia in Veneto (1995) e la cui presenza è stata osservata in Trentino dal 2004. Tale specie sverna come adulto su specie arboree e ricolonizza il vigneto in primavera, con un gradiente di diffusione partendo dai siti di svernamento. Si è inteso validare un modello per la previsione della distribuzione spaziale del minatore fogliare attraverso i rilievi dei sintomi e della dinamica di popolazione in campo. Attraverso questo approccio è possibile individuare l'areale coltivato sul quale eseguire un trattamento insetticida al superamento di una determinata soglia di danno. Mentre relativamente ai dati della popolazione del minatore servono ulteriori approfondimenti, è stato possibile elaborare, calibrare e validare un modello di distribuzione spaziale del danno. Il ruolo di alcune specie vegetali e la parametrizzazione delle condizioni al contorno del vigneto risultano cruciali e saranno l'obiettivo di ulteriori approfondimenti.

**Parole chiave:** *Phyllocnistis vitegenella*, fillominatore, distribuzione spaziale, modello

**SUMMARY**

**A MODEL FOR PREDICTING DAMAGE SPATIAL DISTRIBUTION OF *PHYLLOCNISTIS VITEGENELLA* IN TRENTINO VINEYARDS**

*Phyllocnistis vitegenella* Clemens is a grape leafminer observed for the first time in Italy in the Veneto (1995) and whose presence has been observed since 2004 in Trentino. This species overwinters as an adult on tree species and re-colonize the vineyard in spring, with a diffusion gradient from the overwintering sites. This study aimed at validating a model for predicting the spatial distribution of leafminer through surveys of the damage in the field. Through this approach we estimated a possible distribution area suitable to perform an insecticide treatment when the hypothetical damage threshold was exceeded in order to reduce the environmental and economic impact. Although data on the population dynamics of the leafminer should be further investigated, it was possible to propose, calibrate and validate a model of spatial distribution of damage. New crucial issues arose from the analysis of the data. For example, the role of some tree species on the interface between the vineyards and the woodland must be investigated for the parameterizations of the boundary conditions in the model. A new experiment addressing these issue is currently being carried in the monitoring site.

**Key words:** *Phyllocnistis vitegenella*, leafminer, spatial distribution, model

**INTRODUZIONE**

I minatori fogliari della vite segnalati nelle principali aree viticole in Europee sono due: *Holocacista rivillei* Stainton e *Phyllocnistis vitegenella* Clemens. Nell'estate del 2007 si è rinvenuta per la prima volta in Europa una terza specie, per ora circoscritta al nord-est Italia, appartenente al genere *Antispila* (Baldessari *et al.*, 2009). Sebbene siano considerati fitofagi minori della vite, i minatori stanno manifestando un'aumentata aggressività.

In particolare *P. vitegenella* sta evidenziando negli ultimi anni una recrudescenza, con

infestazioni sempre più diffuse sul territorio e con incidenza, espressa come numero di foglie colpite, decisamente in aumento (Taller, 2010; Duso *et al.*, 2011; Ferrari, 2011). *P. vitegenella* è una specie appartenente all'ordine dei Lepidotteri, originaria dell'America, ed introdotta accidentalmente nel nostro Paese negli anni '90 (Posenato *et al.*, 1997); è una specie polivoltina e può compiere quattro o cinque generazioni annuali. I primi attacchi si notano sulle foglie appena distese ad inizio di maggio; tale generazione si completa in meno di un mese, mentre le successive tendono ad accavallarsi, fino ad arrivare ad agosto, quando inizia la terza generazione, ed è possibile rilevare contemporaneamente la presenza di tutti gli stadi. Nei mesi autunnali gli sfarfallamenti sono continui e abbondanti (Posenato *et al.*, 1997; Marchesini *et al.*, 2000; Villani, 2002; Reggiani e Boselli, 2005). Le larve scavano lunghe e tortuose gallerie, che si sviluppano spesso parallelamente al margine fogliare o alle nervature principali (Villani, 2002). La larva, raggiunta l'ultima età, tesse un bozzolo di seta all'interno della mina, struttura che costituirà il suo riparo finché non avrà raggiunto lo stadio di crisalide (Miotti, 1998). Le foglie di vite possono essere talmente invase da mine di *Ph. vitegenella* da compromettere l'attività fotosintetica. (Vezzadini, 2005).

Il minatore sverna allo stadio di adulto in diapausa, protetto dal ritidoma o dalla corteccia di altre specie arboree o all'interno delle chiome di sempreverdi. A testimonianza di questo comportamento si è osservato che i maggiori attacchi si riscontrano dove la vite è associata a vegetazione arborea o arbustiva. In alcuni lavori di tesi (Miotti, 1998; Taller, 2010) è emerso che la vicinanza ai siti di svernamento influenzava la distribuzione all'interno del vigneto dell'insetto, con un rilevante gradiente del numero di foglie occupate e di mine per foglia sui filari a partire dal bosco. Con il presente lavoro si sono volute approfondire mediante tecniche di statistica e georeferenziazione alcune caratteristiche ecologiche e comportamentali di *P. vitegenella*, in particolare relativamente allo svernamento e conseguentemente ai flussi di popolazione verso il vigneto. I metodi geostatistici, infatti, sono un potente strumento per la comprensione e l'interpretazione di fenomeni biologici correlati spazialmente, come ad esempio la distribuzione di una popolazione di insetti fitofagi e la loro capacità di dispersione. Sfruttando il legame spaziale tra i dati (danno, distanza, ecc.), ci si avvale di un algoritmo per stimare una densità di popolazione in zone non incluse nel campione. Inoltre, questo approccio può contribuire ad una razionalizzazione dell'intervento fitoiatrico secondo i principi IPM, individuando le aree sulle quali andrà effettuato l'intervento fitoiatrico e le aree sulle quali l'intervento non sarà ritenuto giustificato (Brenner *et al.*, 1998). Considerando il rilievo del danno in campo si è inteso validare un modello per la previsione della distribuzione spaziale del minatore fogliare della vite *P. vitegenella*.

## MATERIALI E METODI

### Siti sperimentali

Un primo areale di studio è situato nel comune di Dro (10d55'21.21E 45d58'19.35N), e si estende su totale di 77 ettari. L'area coltivata al suo interno è di circa 40 ettari e la coltura prevalente è la vite, di cui "Chardonnay" e "Pinot grigio" costituiscono le varietà principali. La condizione orografica ed ambientale è varia: l'area è limitata a Est e ad Ovest da boschi con composizione mista di latifoglie e pini a densità variabile. Il paesaggio agricolo appare frammentato (McGarigal *et al.*, 1995), con due formazioni boschive isolate e ben definite (figura 1).

L'area è esposta a Sud-Ovest in clima Csb (clima mediterraneo con estate tiepida) secondo la classificazione di Köppen, sottoposta a regime di brezza proveniente dal lago di Garda, con rischio molto basso di gelate primaverili. La piovosità media annuale è di 900 mm. La quota minima è di 121,5 m s.l.m., e la massima è 224,8 m ( $\Delta=103.3$  m). La caratterizzazione

morfologica è stata ricavata utilizzando il modello digitale del terreno (DEM) derivato da scansione aerea mediante Light Detection and Ranging (LIDAR) fornito dal Sistema Informativo Ambiente e Territorio (SIAT) della Provincia Autonoma di Trento. I limiti delle aree coltivate sono stati digitalizzati mediante interpretazione di ortofoto e dal modello digitale della superficie (DSM) fornite da SIAT.

Il secondo sito di studio, localizzato nel comune di Volano (11d5'27.44E 45d55'6.60N) è servito da validazione del modello. In questo caso l'areale complessivo era di 47 ettari, di cui 27 coltivati a vite. Le caratteristiche generali sono molto simili all'area di Dro, la zona coltivata è limitata da bosco misto di latifoglie e conifere, mentre l'esposizione prevalente è a Sud-Ovest. Tuttavia i due siti sono separati e situati in valli diverse.

### **Rilievi**

Per la quantificazione della popolazione del minatore fogliare sono stati eseguiti, nei vigneti degli areali di studio, controlli sulla diffusione dei sintomi, espressi come mine/foglia e numero di foglie occupate. Il livello di danno del minatore fogliare è stato rilevato in 52 sottoaree del sito sperimentale di Dro e in 30 nel sito di Volano; il criterio di scelta delle sottoaree puntava al monitoraggio omogeneo di tutto l'areale ed i punti individuati sono stati georeferenziati. Per ogni sottoarea sono stati monitorati 10 germogli, ricercando la densità di mine/foglia per tutte le foglie distese presenti. Da tale valore è stata stabilita l'incidenza dei sintomi di ogni punto.

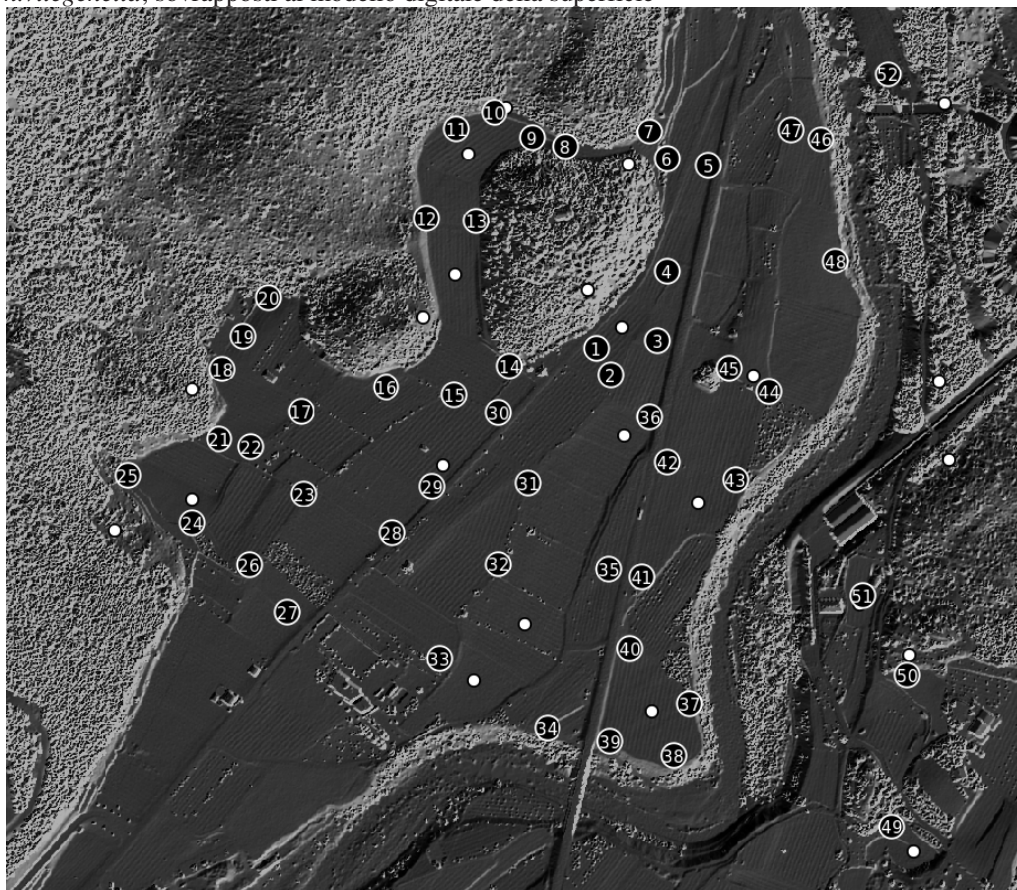
Sebbene nel corso della stagione siano stati eseguiti diversi monitoraggi dell'infestazione, per lo sviluppo del modello è stato considerato il rilievo effettuato in corrispondenza della fine della prima generazione di *Ph.vitegenella*; non vi erano in questa fase sovrapposizioni di sintomi di diverse generazioni, perciò tutte le mine erano relative alla generazione successiva a quella svernante. Peraltro anche il tasso di parassitizzazione riscontrato era minimo (Taller, 2009) inoltre non si ritiene vi fossero altri fattori di interferenza sulla popolazione di *P. vitegenella*, giacché a quella data non erano stati realizzati trattamenti con insetticidi.

### **Modello**

L'assunto alla base del modello di distribuzione spaziale dell'infestazione di *Ph. vitegenella* nel vigneto è che l'incidenza (mine/foglia) diminuisca all'aumentare della distanza della sottoarea dal bosco (Taller, 2010). Per validare questa ipotesi sono stati considerati due modelli: il primo, con cinetica di decadimento costante ( $d[M]/dD = -k_1$ ) ha una soluzione di tipo lineare  $M_1(D) = M0_1 - k_1D$ . Il secondo modello ( $d[M]/dD = -k_2[M]$ ) è di tipo non lineare con soluzione  $M_2 = M0_2 e^{-k_2D}$ . Nelle formule, M è il numero di mine e D è la distanza euclidea tra una sottoarea del vigneto e la sua proiezione più vicina all'interfaccia bosco-vigneto.

Le analisi di modello sono state effettuate accoppiando il software GIS GRASS (GRASS, 2010) con il software statistico R (R Devel, 2011). L'autocorrelazione spaziale dei residui del modello sono stati analizzati utilizzando il pacchetto R gstat (Pebesma, 2004) e spdep (Bivand, 2011).

Figura 1. Areale di Dro e sottoaree sottoposte al monitoraggio del danno fogliare di *Ph.vitegenella*, sovrapposti al modello digitale della superficie



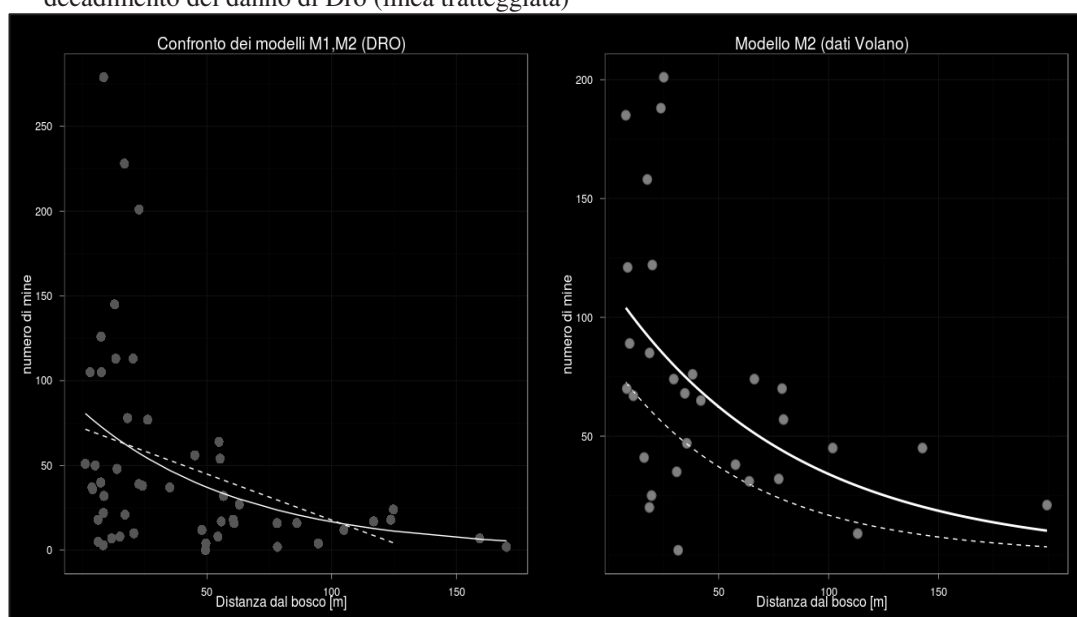
### RISULTATI E DISCUSSIONE

Entrambi i modelli di distribuzione sono significativi ( $M_1$ :  $p = 0,005455$ ,  $M_2$ :  $p = 0,0522$ ). Sebbene l' Akaike Information Criterion (AIC) indichi una qualità della stima di  $M_1$  superiore a  $M_2$ , si è scelto il modello non lineare come modello di distribuzione del danno nello spazio.

Il modello  $M_1$  predirebbe un'infestazione negativa ad una distanza dal bosco di 133 m, mentre per  $M_2$  decresce asintoticamente, ma non si annulla.

Il modello  $M_2$  applicato nello studio di Volano si adatta bene ai dati ( $p = 0,0407$ ,  $SSR=47,43$ ) con  $k_2$  simile a  $k_1$ . Il test di Kolmogorov Smirnov sui residui non è significativo ( $D=0,1431$ ,  $p=0,7729$ ), e la distribuzione degli errori di predizione risulta equivalente per le due simulazioni. Come per Dro, anche a Volano si è verificata una forte dispersione dei valori nei primi nei primi 25 metri di vigneto a ridosso del bosco (figura 2).

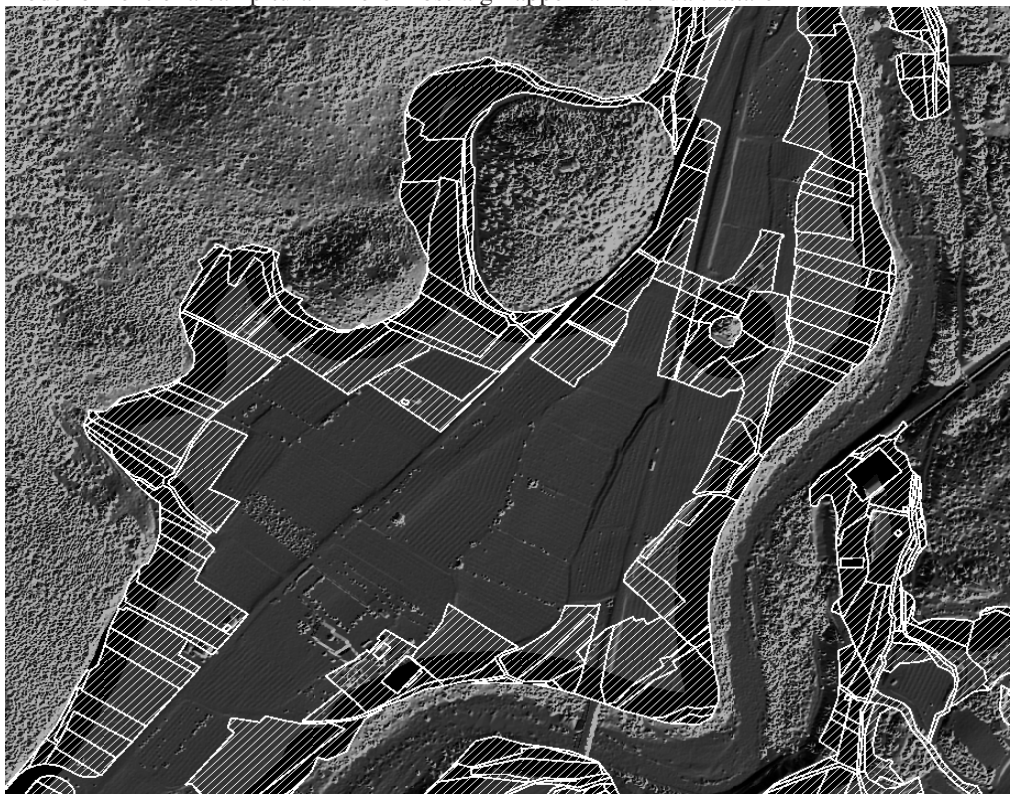
Figura 2. Il grafico a sinistra rappresenta l'adattamento del modello  $M_1$  (linea tratteggiata) e il modello definitivo  $M_2$  (linea continua) adattato ai dati di Dro. A destra è riportato l'adattamento del modello  $M_2$  (linea continua) applicato ai dati di Volano. In entrambi i casi il dato si riferisce al numero di mine per sottoarea (dieci germogli). E' riportata la curva di decadimento del danno di Dro (linea tratteggiata)



Come esempio di applicazione del modello, in un'ottica di gestione IPM, è stata calcolata l'area a vigneto potenzialmente interessata da un danno maggiore di 5 mine/foglia, soglia ipotetica di riferimento per la scelta dell'intervento insetticida.

Dal calcolo di modellizzazione emerge che l'area oltre tale soglia è di 14 ettari, ovvero un terzo dell'intera superficie coltivata a vigneto. Considerando però che i trattamenti vengono effettuati a scala di appezzamento, tale area andrebbe estesa ad un 56% della superficie vitata, ciononostante si otterrebbe una significativa riduzione degli interventi con insetticida per la gestione del fitofago (figura 3).

Figura 3. Simulazione di intervento con insetticida ipotizzando una soglia di “danno grave” pari a 5 mine/foglia. In bianco è indicata l’area teorica esclusa dal trattamento, simulata dal modello mentre la campitura in nero mostra gli appezzamenti da trattare



### CONCLUSIONI

Lo studio qui presentato ha inteso validare un modello per la previsione della distribuzione spaziale del minatore fogliare *P. vitegenella* attraverso i rilievi dell'infestazione in campo. I due modelli testati descrivono soddisfacentemente la propagazione del danno (mine/foglia) dal margine del bosco al vigneto, in entrambe i siti di studio. Utilizzando il modello non lineare si è proposta una simulazione, dalla quale è emersa una potenziale riduzione dell'area trattata con insetticida pari al 44 % delle superfici complessive, con indubbi benefici ambientali ed economici. Sebbene il modello sia robusto, dalle elaborazioni realizzate si evidenziano alcuni punti che necessitano un ulteriore approfondimento. In particolare emerge che il ruolo di alcune specie vegetali di margine e la parametrizzazione delle condizioni al contorno del vigneto risultano cruciali e sono l'obiettivo degli ulteriori esperimenti in corso. L'approccio geostatistico utilizzato nella presente sperimentazione può sicuramente essere ritenuto uno studio pilota estendibile alla comprensione dell'ecologia, del comportamento e della gestione fitoiatrica di altri insetti.

#### LAVORI CITATI

- Baldessari M., Angeli G., Girolami V., Mazzon L., van Nieukerken E.J., Duso C., 2009a. Antispila sp. minatore fogliare segnalato in Italia su vite. *L'Informatore Agrario*, 15, 68-70.
- Bivand R., 2011. spdep: Spatial dependence: weighting schemes, statistics and models. <http://CRAN.R-project.org/package=spdep>
- Brenner J., Focks D.A., Arbogast R.T., Weaver D., Shuman, D., 1998. Practical use of spatial analysis in precision targeting for integrated pest management. *American Entomologist*, 44, 79-101.
- Duso C., Pozzebon A., Baldessari M., Angeli G., 2011. Current status of grapevine leafminers in north-eastern Italy. Integrated protection and production in viticulture *IOBC/ wprs Bulletin*, 67, 203-206.
- Ferrari E., 2011. Indagini sui minatori fogliari della vite nell'area collinare di Treviso. Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria, Istituto di Entomologia Agraria, a.a. 2010-2011, *Tesi di laurea*.
- GRASS Development Team, 2010. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS GIS) Software, Open Source Geospatial Foundation, USA.
- Marchesini E., Posenato G., Sancassani G.P., 2000. Parassitoidi indigeni della minatrice americana della vite. *L'Informatore Agrario*, 10, 93-96.
- McGarigal, K., B. J. Marks., 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. USDA For. Serv. Gen. *Tech. Rep. PNW-351*
- Miotti G., 1998. Indagini su Phyllocnistis vitegenella Clemens nuovo fillominatore della vite. Università degli studi di Padova, Facoltà di Agraria, Istituto di Entomologia Agraria, a.a. 1997-1998, *Tesi di laurea*.
- Moran, P. A. P. 1950. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika* 37, 17-23.
- Pebesma, E.J., 2004. Multivariable geostatistics in S: the gstat package. *Computers & Geosciences*, 30, 683-691.
- Posenato G., Girolami V., Zangheri S., 1997. La minatrice americana un nuovo fillominatore della vite. *L'informatore agrario*, 15, 75-77.
- R Development Core Team, 2011. R: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Reggiani A., Boselli M., 2005. Espansione nel Nord Italia della minatrice americana della vite. *L'informatore Agrario*, 2, 71-72.
- Susat M., 2011. Analisi spaziale applicata al minatore fogliare Phyllocnistis vitegenella Clemens: utilizzo di tecniche geostatistiche. Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria, Istituto di Entomologia Agraria, a.a. 2010-2011, *Tesi di laurea*
- Taller M., 2010. Indagine sui minatori fogliari della vite in Trentino. Università degli Studi di Padova, Facoltà di Agraria, Istituto di Entomologia Agraria, a.a. 2010-2011, *Tesi di laurea*
- Vezzadini S., 2005. Phyllocnistis vitegenella. *Notiziario Fitopatologico*, Consorzio Fitosanitario Provinciale di Reggio Emilia, 2, 12-13.
- Villani A., 2002. La minatrice americana della vite in Friuli Venezia Giulia. Centro Servizi Agrometeorologici per il Friuli Venezia Giulia, *Notiziario ERSA*.