

---

## DAI SENSORI AL RACCOLTO CON LA MATEMATICA

ANTONELLA BODINI<sup>1</sup>, ENRICO MARCHESINI<sup>2</sup>, SARA PASQUALI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche

<sup>2</sup>AGREA Centro Studi s.r.l.

Ha avuto risonanza persino sui quotidiani nazionali, ad inizio anno, l'invenzione di un drone<sup>1</sup> per svolgere funzioni agronomiche, quali il monitoraggio e lo spargimento di concimi e di fitofarmaci, che tradizionalmente impiegano anche qualche decina di operai. Si tratta dell'ultimo esempio dello sviluppo sempre più massiccio della cosiddetta "agricoltura di precisione", in cui alle macchine tradizionali si affiancano sistemi intelligenti che permettono di svolgere in modo automatico, mirato ed ottimizzato interventi agronomici che, usualmente, richiederebbero un massiccio investimento di tempo e di risorse, economiche ed umane.

L'introduzione delle tecnologie in agricoltura non soltanto rappresenta la risposta alla richiesta del mondo produttivo di innovazioni in grado di apportare sostanziali miglioramenti nella crescita qualitativa e quantitativa dei raccolti, ma fornisce anche la maniera per farlo in accordo con le richieste legislative di riduzione dell'impiego di fertilizzanti, antiparassitari e di energia.

Nel panorama delle coltivazioni, la vite è carica di storia e di simbologia. E tutti conosciamo l'importanza del vino per la nostra economia! Da una conduzione di tipo familiare si è passati alla scala industriale, che ha richiesto l'adozione di attrezzature meccaniche in grado di gestire l'ampliamento delle superfici, dando la priorità ad una

---

<sup>1</sup>Fonte: Il FattoQuotidiano.it, 28.01.2015.

gestione basata sui bisogni dell'azienda e non del singolo vigneto, o addirittura, della singola pianta. La viticoltura di precisione permette di tornare alla cura della singola pianta pur mantenendo come obiettivo finale l'ottimale gestione dell'azienda. È in grado, per esempio, di tener conto della diversa esposizione dei filari, o delle diversità nella composizione dei terreni. Tuttavia essa mette in gioco un gran numero di dati e di informazioni, provenienti dalle fonti più disparate, raccolte direttamente in campo, come in [1], o frutto di elaborazioni informatiche o matematiche. Perché anche la matematica contribuisce a fare il buon vino! E lo fa con modelli matematici in grado di prevedere, per esempio, quando si svilupperanno le larve della tignoletta (*Lobesia botrana*), [2], che arrecano gravi danni al raccolto perché si nutrono degli acini, permettendo al viticoltore di intervenire solo quando serve, risparmiando il tempo ed il denaro necessari per il monitoraggio, ed evitando che vengano somministrati trattamenti non necessari. Ma lo fa anche aiutando il viticoltore o il tecnico ad interpretare la mole di informazioni che può ricevere dai sensori e dai modelli matematici alla luce della sua esperienza e di quello che vede nei suoi filari, [3]. E lo fa in maniera coerente e rigorosa, con la Teoria delle Decisioni, indifferente alla stanchezza o al temporale. Comodamente seduti sul divano, semmai esista un viticoltore capace di star seduto sul divano quando i suoi preziosi grappoli possono essere in pericolo.

## FROM SENSORS TO CROP YIELD BY MATHEMATICS

At the beginning of this year, even national newspapers reported that a drone has been developed to carry out agronomic tasks like monitoring, fertilizer and plant protection products (PPPs) spreading<sup>1</sup>, that usually require a great deal of accuracy and several tens of workers. That drone is the last example of the widely increasing development of the so called “precision farming”, where traditional farming equipment is supported by intelligent systems. These latter allow to carry out expensive, time-consuming processes involving substantial human resources by optimizing results while preserving resources.

The introduction of technologies in agriculture not only represents an answer to the production area requests of innovations improving crop yield (quality and quantity), but also provides the way of obtaining such an improvement in accordance with National and European laws and regulations, especially those concerning fertilizers, PPPs and energy consumption reduction.

Among the cultivations, the vine is rich of both history and symbolism. And all of us know the important role of wine in the Italian economy only too well. The evolution from family business to industrial business has required the introduction of agricultural machines able to deal with enlarged field and, in turn, the focus has switched from the vineyard to the farm. By precision farming, however, different exposures and soil compositions in the same farm can be taken into account. In fact, precision farming allows to take care of every single vineyard, and even of every single vine, while still keeping the optimal farm management as the main purpose. However, within precision farming a lot of data and information, coming from completely different sources, should be pooled. Data can directly come from the vineyard, as in [1], or as out-

---

<sup>1</sup>Fonte: IlFattoQuotidiano.it, 28.01.2015.

put from mathematical models. In fact, Mathematics as well can contribute to make an excellent wine! Mathematical models for instance, can predict the development time of the European grapevine moth (*Lobesia botrana*) larvae, [2], hardly damaging grapevines as they feed inside berries and within bunches, which become contaminated with frass (excrement). These model predictions can allow the vine grower to intervene at the right time only, therefore reducing time and money spent for field monitoring, and pesticide use. Moreover, mathematical tools can be used to support vine growers and technicians for a better understanding of all the available information, from sensors and models, based on their own experience, [3]. Decision Theory makes this possible in a rigorous way, regardless of tiredness or rainstorm, comfortably seated on the sofa. If ever you should meet a vine grower comfortably seated on the sofa while his valuable grapevines could be at risk.



Fig. 1. Studi di semi-campo sulla biologia dei fitofagi della vite per la validazione di modelli matematici di previsione (immagine gentilmente fornita da AGREA Centro Studi s.r.l.)

Fig. 1. Laboratory (semi-field) studies about phytophagous biology to validate predicting mathematical models (kindly provided by AGREA s.r.l)

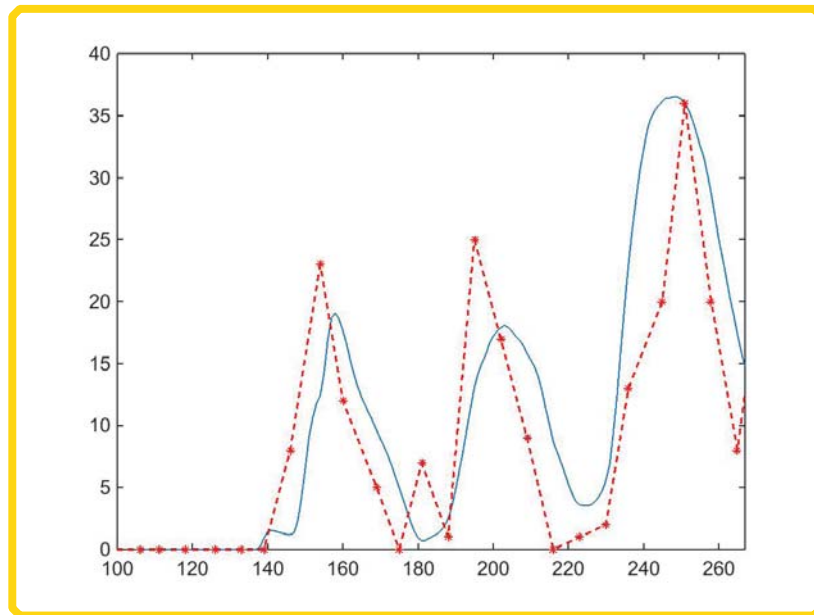


Fig. 2. Numero di larve al mq di *Lobesia botrana* previste dal modello (linea continua nera) a confronto con dati di campo (asterischi).

Fig. 2. Number of larvae/m<sup>2</sup> of *Lobesia botrana* predicted by the model (continuous black line) compared to field-data (red stars).

## References

- [1] Mori N., Marchesini E., 2014. Presenza di *Drosophila suzukii* su uve in fruttai nel Veronese. *L'Informatore Agrario* 27, 53-56 (in Italian).
- [2] Gilioli G., Pasquali S., Marchesini E., 2015. A modelling framework for pest population dynamics and management: An application to the grape berry moth, submitted.
- [3] Gonzalez-Dominguez E., Caffi T., Bodini A. Galbusera L., Rossi V. (2015) Fuzzy control rules for decision-making about fungicide application against grape downy mildew. In Proceedings of International Workshop of Fungal Grapevine Diseases, Eger, Hungary, 29.03/2.04 2015.