



# L'IMPORTANZA DELL'EARLY WARNING PER UNA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE PIANTAGIONI DI PIOPO

Massimo GENNARO

## Che cos'è l'*early warning*?

Il concetto di ***early warning*** è molto generale e può essere applicato a vari ambiti, dall'economia alla sismologia alla medicina e, ovviamente, all'agrosilvicoltura



# Che cos'è l'*early warning*?

Si compone di quattro elementi o fasi:



# Qual è l'obiettivo dell'*early warning*?

**La riduzione del rischio:**  
nel caso di nostro interesse,

Riduzione del rischio  
di danno economico



Allontanamento  
della minaccia



Riduzione della  
probabilità di incidenza



# Perché la pioppicoltura avrebbe bisogno di *early warning*?

- Perché la defogliazione estiva, sintomo conclamato di stress idrico, cui seguono sensibili perdite di produzione, è preceduta da una serie di segnali fisiologici e spettrali invisibili alla percezione in campo
- Perché l'irrigazione, allo stato attuale uno dei costi maggiori di coltivazione, potrebbe essere modulata in modo tale da fornire acqua solo quando ci si avvicina a determinati valori di parametri-chiave





# Perché la pioppicoltura avrebbe bisogno di *early warning*?

- Perché alberi in buone condizioni fisiologiche risultano anche protetti contro parassiti di debolezza, agenti di danno qualitativo del legno
- Perché il clone 'I-214' è ancora dominante, e ciò comporta l'esposizione a malattie fungine e a infestanti specifici, la difesa chimica dai quali è sempre più sottoposta a stringenti norme d'uso
- Perché anche i cloni MSA, tolleranti alle avversità biotiche specifiche, sono esposti ad attacchi di insetti infestanti a bassa specificità e di elevato potenziale di danno



# Perché la pioppicoltura è praticabile per l'*early warning*?

Piantagioni date  
da uno o al più pochi cloni



Sesto d'impianto regolare



Facile accessibilità alle piantagioni



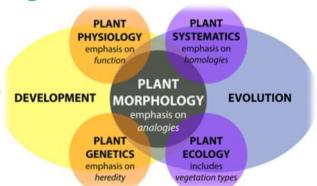
Maggiore efficacia  
dell'*early warning*



Reti di pioppicoltori  
(da implementare?)



Pioppo consolidata  
pianta-modello



## REVIEWS

### Early-warning signals for critical transitions

Marten Scheffer<sup>1</sup>, Jordi Bascompte<sup>2</sup>, William A. Brock<sup>3</sup>, Victor Brovkin<sup>5</sup>, Stephen R. Carpenter<sup>4</sup>, Vasilis Dakos<sup>1</sup>, Hermann Held<sup>6</sup>, Egbert H. van Nes<sup>1</sup>, Max Rietkerk<sup>7</sup> & George Sugihara<sup>8</sup>

Complex dynamical systems, ranging from ecosystems to financial markets and the climate, can have tipping points at which a sudden shift to a contrasting dynamical regime may occur. Although predicting such critical points before they are reached is extremely difficult, work in different scientific fields is now suggesting the existence of generic early-warning signals that may indicate for a wide class of systems if a critical threshold is approaching.

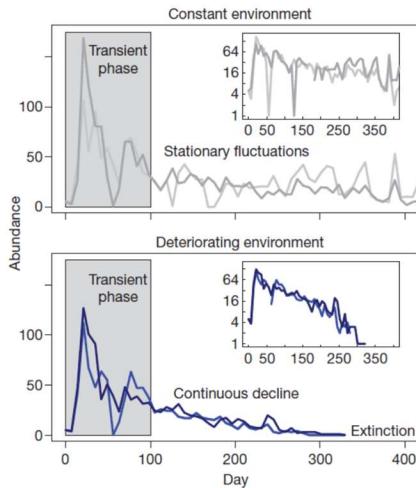
## LETTER

### Early warning signals of extinction in deteriorating environments

John M. Drake<sup>1</sup> & Blaine D. Griffen<sup>2</sup>

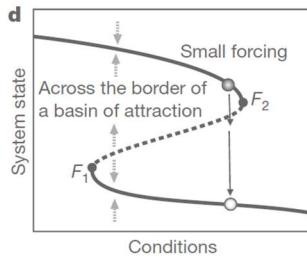
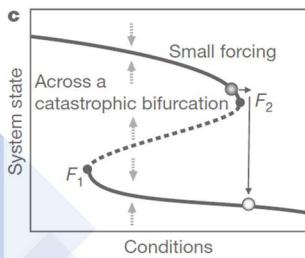
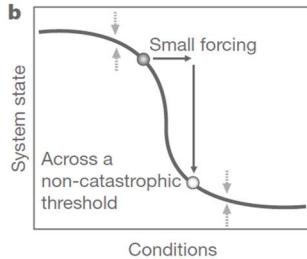
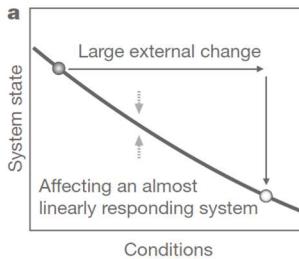
456 | NATURE | VOL 467 | 23 SEPTEMBER 2010

©2010 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved



doi:10.1038/nature09389

# Che cosa sono gli Early Warning Signals (EWS)? Perché si rilevano?



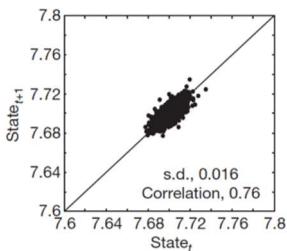
- In origine, nella scienza dei sistemi, gli EWS si riferivano a segni premonitori di un **punto critico**, o **punto di svolta**, oltre il quale un sistema passa bruscamente da uno stato di equilibrio a uno stato di deterioramento non reversibile
- Rilevanti sono in particolari le **biforcazioni catastrofiche**, secondo le quali, superato il punto critico, un sistema non è in grado di tornare allo stato di partenza neanche se vengono meno i fattori che lo hanno portato al punto critico

(da Scheffer et al., 2009; *Nature* 461: 53-59)

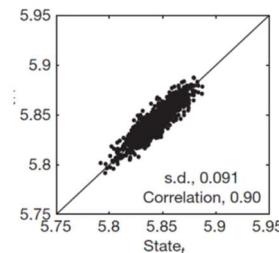
# Che cosa sono gli Early Warning Signals (EWS)? Perché si rilevano?

In questo discorso di sistemi generici, la minaccia da evitare è una drammatica perdita di funzionalità del sistema (ad esempio il tracollo dell'abbondanza di specie in un ecosistema a rischio) e gli EWS sono di natura squisitamente matematica, con riferimento a qualche variabile di stato misurabile, occorrenti assai prima di raggiungere il punto critico:

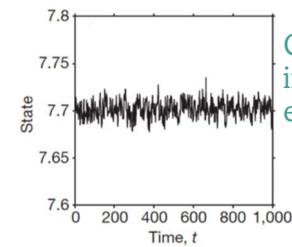
- A. Una minore resilienza rispetto alle perturbazioni
- B. Un incremento di autocorrelazione della variabile rispetto al tempo
- C. Un incremento della varianza



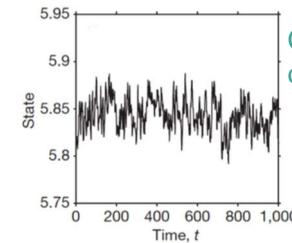
B.  
Autocorrelazione  
in stato di  
equilibrio



B.  
Autocorrelazione  
come EWS



C. Varianza  
in stato di  
equilibrio



C. Varianza  
come EWS

# Gli EWS nella pioppicoltura

- Una piantagione di pioppi coltivati, o anche un insieme di piantagioni, non è in partenza un ecosistema stabile: è un **agrosistema**, e come tale in decaduta entro pochi anni senza l'intervento antropico
- In un pioppeto, non si cerca la funzionalità ecosistemica, bensì la stabilità della massima produzione ottenibile: qui il **punto critico** da cui tenersi lontani sono le **condizioni che aumentano in misura decisiva il rischio di danno economico**
- In pioppicoltura, si considerano come **EWS** tutti i parametri, le stime o gli accorgimenti, rilevati da remoto o in situ, atti a prevedere le perturbazioni di sistema prima del loro arrivo o della loro manifestazione sintomatica: uno stress idrico, una fitopatia, una infestazione di insetti
- *L'early warning* deve consentirci di intervenire in anticipo, senza sprechi di risorse o fitofarmaci, in modo specifico secondo il rischio, con investimenti ragionevoli



# Qual è l'obiettivo dell'*early warning*?

**La riduzione del rischio:**  
nel caso di nostro interesse,

Riduzione del rischio  
di danno economico



Allontanamento  
della minaccia



Riduzione della  
probabilità di incidenza



# Ipotesi di early warning per la pioppicoltura

Early warning  
da risposte spettrali

Da remoto, satellitari  
o da voli aerei



In campo o  
in laboratorio



# *Early warning da remote sensing in pioppicoltura?*

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{VIS})}{(\text{NIR} + \text{VIS})}$$



Diverse proprietà della curva di distribuzione statistica dell'indice NDVI (varianza, ampiezza, asimmetria ecc.), misurato su ampie serie storiche, si prestano come EWS per forme di deperimento forestale

# *Early warning da rilievi in piantagione*

<i>Melampsora medusae</i> f.sp. <i>deltoidae</i>	Rust	Poplars	NA, SA, ZA, OC, AS, EU	Alien	2018	Air	Low	PCR, qPCR	Boutigny et al. (2013a); Husson et al. (2013)
<i>Melampsora medusae</i> s.l.	Rust	Poplars	NA, SA, ZA, OC AS, EU	Alien	1993	Air	Low	qPCR	Boutigny et al. (2013b)
<i>Phytophthora alni</i>	Alder dieback	<i>Alnus</i> spp.	EU	Alien	1994	Water	High	PCR, qPCR	Husson et al. (2015); Ioos et al.(2005)
<i>Phytophthora lateralis</i>	Port-Orford-Cedarroot disease	<i>Chamaecyparis</i> , <i>Taxus</i> , <i i="" thuja<=""></i>	NA, EU, TW	Alien	2004	Air, water	Moderate	qPCR	Schenck et al. (2016)
<i>Phytophthora ramorum</i>	Sudden oak death; Sudden larch death	Broad range	EU, USA	Alien	1995	Air, water	High	qPCR, LAMP	Aglietti et al. (2019a); Ioos et al. (2006); Migliorini et al. (2019)
<i>Phytophthora</i> spp.	Phytophthora blight	Broad range	Global	Alien/Native	-	Water(mostly)	High	qPCR	Migliorini et al. (2015, 2019)

<sup>1</sup> AS=Asia; CL=Chile; EU=Europe; IL=Israel; NA=North America; OC=Oceania; SA=South America; TR=Turkey; TW=Taiwan; USA= United States of America; ZA=South Africa.

<sup>2</sup> HRMA, High Resolution Melting Analysis; LAMP, Loop-mediated isothermal amplification; PCR, Polymerase chain reaction; qPCR, Real-time quantitative PCR.

(da Luchi et al., 2020; *Applied Microbiology and Biotechnology* 104: 2453-2468)

# *Early warning in piantagione per trattamenti minimi e tempestivi*



Diagnosi precoce in campo con strumenti portatili LAMP



Trattamenti prima di sintomi conclamati della malattia



- La metodica LAMP (*Loop-mediated isothermal AMPlification*) è una nuova tecnica di amplificazione di materiale genetico che, a differenza della PCR, non include l'alternanza di temperature differenti nelle reazioni, quindi non necessita di termociclatoare
- Può quindi essere condotta in campo con strumenti portatili e con bassi costi di esercizio

# Un esempio calzante di applicazione di metodica LAMP in pioppicoltura



*plants*



Article

## Rapid and Specific Detection of the Poplar Black Spot Disease Caused by *Marssonina brunnea* Using Loop-Mediated Isothermal Amplification Assay

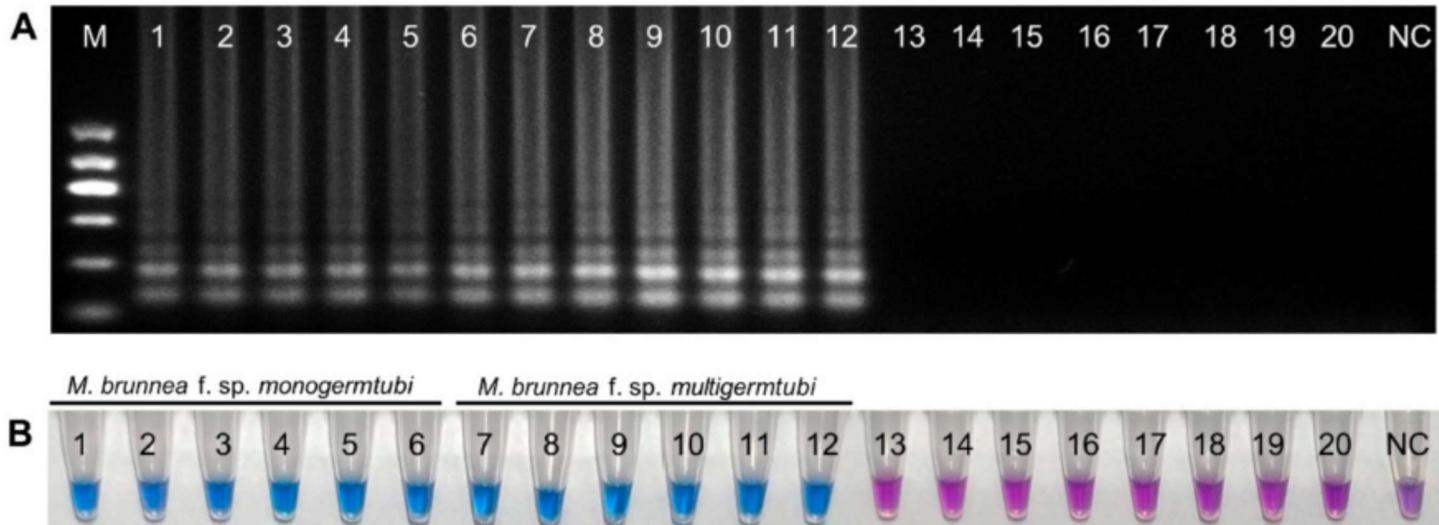
Qin Xiong <sup>1</sup>, Linlin Zhang <sup>1</sup>, Xinyue Zheng <sup>1</sup>, Yulin Qian <sup>1</sup>, Yixin Zhang <sup>1</sup>, Lijuan Zhao <sup>2</sup> and Qiang Cheng <sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup> Co-Innovation Center for Sustainable Forestry in Southern China, College of Biology and the Environment, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; xiongqin@njfu.edu.cn (Q.X.); lindazllxs@163.com (L.Z.); zhengxinyue5806@126.com (X.Z.); qly\_1998@126.com (Y.Q.); zyx2545382526@163.com (Y.Z.)

<sup>2</sup> The Southern Modern Forestry Collaborative Innovation Center, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; zhaolijuan@njfu.edu.cn

\* Correspondence: chengqiang@njfu.edu.cn

# Un esempio calzante di applicazione di metodica LAMP in pioppicoltura



- A. Prodotti di amplificazione LAMP visualizzati con elettroforesi in gel di agarosio
- B. Prodotti di amplificazione LAMP visualizzati con reazione in blu-idrossinaftolo

## La conoscenza della biologia di un insetto infestante può essere utile per l'*early warning*?

- L'ifantria americana (*Hyphantria cunea*) è un infestante polifago, quindi aspecifico, che talvolta si presenta con incidenza drammatica anche nei pioppetti
- Non può quindi essere oggetto di difesa per miglioramento genetico
- Colpisce piante in buono stato vegetativo, dunque eventuali deperimenti da altra causa non possono essere considerati preferenziali per i suoi attacchi
- Svolge due generazioni annuali, la prima ad aprile-maggio la seconda verso la fine dell'estate
- **EWS: monitorare attentamente l'entità della prima generazione.** Se questa è già su livelli quantitativi elevati, probabilisticamente la seconda avrà una incidenza tale da giustificare un trattamento preventivo



**GRAZIE  
A  
TUTTI**

