

Effetto dei campi elettromagnetici artificiali sulla germinazione dei semi comuni di *Brassicaceae Lepidium sativum* (crescione d'Alinois): uno studio preliminare di replicazione

Effetto dei campi magnetici artificiali sulla germinazione del *Lepidium sativum* (*Brassicaceae*): uno studio preliminare

Cammaerts MC1 e O Johansson2

Abstract. In condizioni di alti livelli di radiazione ($70-100 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 175 \text{ mV}/\text{m}$), i semi di *Brassicaceae Lepidium sativum* (crescione d'Alinois) non sono mai germinati. Infatti, il primo passaggio della germinazione dei semi, ovvero l'imbibizione delle cellule germinali, non poteva verificarsi in condizioni di radiazione, mentre all'interno del compost umido tali imbibizioni si verificavano e le radici si sviluppavano leggermente. Quando rimossi dal campo elettromagnetico, i semi germinavano normalmente. La radiazione era, quindi, molto probabilmente la causa della mancata imbibizione e germinazione dei semi.

Parole chiave: Imbibizioni; Semi; Acqua; Onde wireless.

Riassunto. Las semillas de *Lepidium sativum*, *Brassicaceae*, non germinano mai a bassi livelli di radiazione ($70-100 \mu\text{W}/\text{m}^2 = 175 \text{ mV}/\text{m}$). In realtà, il primo passo nella germinazione delle semille - es. l'imbibizione delle cellule germinali non si è verificata con basse radiazioni, mentre l'imbibizione si è verificata all'interno del compost umido e le radici si sono sviluppate un po'. Quando las semillas fue-ron rimovidas del campo magnético, las mismas desarrollaron normalmente. La radiazione è stata ovviamente la causa che non ha avuto luogo l'imbibizione e la germinazione delle semine.

Parole chiave: Inibizione; Semillas; Acqua; Ondas inalámbricas.

1 Faculté des sciences, DBO, CP 160/12, Université Libre de Bruxelles, 50, Av. FD Roosevelt, 1050 Bruxelles, Belgio.

2 Unità di dermatologia sperimentale, Dipartimento di neuroscienze, Istituto Karolinska, SE-171 77 Stoccolma, Svezia.

Indirizzo Corrispondenza a: Marie-Claire Cammaerts, e-mail: mtricot@ulb.ac.be

Recibido / Ricevuto il 27.III.2014. Accettato / Accettato il 19.V.2014.

INTRODUZIONE

Il presente lavoro è stato intrapreso in seguito a quello eseguito da un gruppo di ragazze danesi (Lea Nielson, Mathilde Nielsen, Signe Nielsen, Sisse Coltau e Rikke Holm), presso la Hjallerup Skole, sotto la supervisione del loro insegnante di biologia, il signor Kim Horsevad. Queste ragazze hanno condotto un esperimento come parte di una fiera/competizione scientifica nazionale per studenti delle scuole superiori, su cui maggiori informazioni possono essere trovate sul sito web

www.ungeforskere.dk

Tutto è iniziato quando le ragazze hanno avuto difficoltà a concentrarsi durante le lezioni. "Pensavamo tutte di avere problemi di concentrazione a scuola se dormivamo con i nostri cellulari accanto al letto, e a volte abbiamo anche scoperto di avere difficoltà a dormire". Le cinque ragazze hanno preso 400 semi di crescione e li hanno distribuiti casualmente in 12 vassoi. Hanno poi posizionato i vassoi in due stanze diverse, alla stessa temperatura, sei in ogni stanza.

Hanno dato ai vassoi la stessa quantità di acqua e luce solare per 12 giorni, ma hanno esposto sei dei vassoi alle radiazioni dei telefoni cellulari. In altre parole, sei vassoi di semi sono stati posizionati in una stanza senza radiazioni, mentre sei sono stati posizionati in un'altra stanza accanto a due router attivati che emettevano più o meno lo stesso tipo di radiazioni di un comune telefono cellulare. I risultati sono stati ovvi: i semi di crescione accanto ai router non sono cresciuti affatto e alcuni sono persino apparentemente mutati o morti.

Gli studenti hanno ripetuto il loro esperimento due volte. I risultati in entrambi i casi sono stati ugualmente spettacolari e hanno mostrato un effetto dose-risposta tra i due lotti. La significatività statistica della riduzione della biomassa nei test degli studenti con un valore p (2-coda) di $<0,000005$ è stimolante!

Sono stati fatti grandi sforzi per caratterizzare e misurare i campi elettromagnetici di fondo dei locali e le condizioni climatiche. Non sono stati quindi trovati evidenti fattori confondenti che potessero dare origine - e spiegare - la diversa crescita dei semi irradiati e di quelli non irradiati.

Sarebbe allettante scartare semplicemente tali osservazioni, poiché non sono state eseguite in condizioni controllate, quindi non seguendo tutte le regole della scienza. Ma spesso, le osservazioni effettuate al di fuori dei normali ambienti di laboratorio sono l'inizio di nuove scoperte. Quindi, abbiamo deciso di provare a replicare il lavoro delle ragazze.

È stato in effetti ampiamente dimostrato che le onde elettromagnetiche prodotte dall'uomo hanno effetti negativi sugli organismi viventi. Esse influenzano, ad esempio, i mammiferi (Adang et al., 2006; Benlaidi & Khar-roussi, 2011), gli uccelli (Everaert & Bauwens, 2007), gli anfibi (Balmori, 2006), le api (Kimmel et al., 2007, Sharma & Kumar, 2010; Favre, 2011), le formiche (Cammaerts et al., 2012, 2013), i moscerini della frutta (Panagopoulos et al., 2004; Panagopoulos, 2012) e persino i protozoi (Cammaerts et al., 2011). Infatti, agiscono innanzitutto ed essenzialmente sulla membrana cellulare e quindi influenzano qualsiasi organismo vivente (Cammaerts et al., 2011). È stato dimostrato che tali onde hanno un impatto anche sulle piante (Roux et al., 2008; Haggerty, 2010), a livello fisiologico ed ecologico.

Per apportare nuove informazioni sull'argomento, esaminiamo qui se le onde elettromagnetiche prodotte dall'uomo influiscono sulla germinazione delle piante e, più precisamente, i primi eventi che si verificano all'inizio di tale germinazione. Siamo consapevoli che le nostre osservazioni sono solo preliminari e che ulteriori studi (replicazione, osservazioni citologiche e studi fisiologici) sono necessari per verificare la presente scoperta e per comprendere cosa si verifica effettivamente ed esattamente nelle cellule germinali sottoposte a radiazioni.

MATERIALI E METODI

Quattro serie identiche di semi di Brassicaceae *Lepidium sativum* (crescione d'Alinois) (stessa quantità, qualità, origine, età) sono state depositate su compost identico (stesso campione iniziale), ciascuna in un vassoio identico (20 cm x 15 cm x 4 cm). Il compost è il materiale comunemente utilizzato per ottenere la germinazione dei semi. Il compost è stato umidificato con la stessa quantità (100 ml) della stessa acqua di rubinetto. Due di questi vassoi sono stati posizionati in un luogo in cui il campo elettromagnetico ha raggiunto un'intensità di $70 - 100 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (= circa $175 \text{ mV}/\text{m}$), ciò è dovuto principalmente alla presenza di due antenne di comunicazione a circa 200 metri di distanza (Fig. 1). Gli altri due vassoi sono stati posizionati in un altro luogo in cui il campo elettromagnetico aveva un'intensità di circa $2 - 3 \mu\text{W}/\text{m}^2$ (= $30 \text{ mV}/\text{m}$). Queste due serie di semi, posizionate sotto un basso livello di radiazione, sono state utilizzate come campione di controllo. Poiché i campi elettromagnetici esistenti erano generati da antenne di comunicazione, le frequenze delle onde emesse erano 900 MHz e/o 1.800 MHz. L'intensità dei campi elettromagnetici è stata misurata utilizzando un misuratore di intensità di radiazione HF 35 C per frequenze da 800 MHz a 23 GHz (Gigahertz solutions GmbH, Am Galgenberg 12, D-90579 Langenzenn, Germania). Tutte le altre condizioni ambientali erano quasi identiche per ciascuna delle due doppie serie di semi (temperatura = $20 \text{ }^\circ\text{C}$, umidità = 70%, luminosità \ddot{y} 300 lux). I semi sono stati quindi osservati dopo quattro, sette e dieci giorni e acqua di rubinetto è stata versata sul compost, in egual modo per ciascuna serie di semi, a intervalli regolari. Quando sono state sorprendentemente osservate evidenti differenze tra i semi posti sotto i due diversi livelli di esposizione all'elettromagnetismo, campioni di semi sono stati rimossi, osservati attentamente ed esaminati al microscopio stereoscopico. I semi che erano stati mantenuti sotto due diversi livelli di radiazione sono stati disegnati usando una camera lucida (ingrandimento = 25x) e *tramite* questi disegni, la loro lunghezza e la loro larghezza (due segmenti ortogonali) sono state misurate in mm. Le medie dei valori ottenuti sono state stabilite e le distribuzioni dei valori (per la lunghezza da un lato, per la larghezza dall'altro) corrispondenti a ciascuno dei due tipi di semi sono state confrontate statisticamente usando i test \ddot{y}^2 non parametrici, il livello di probabilità è stato impostato a $p < 0,05$ (Siegel & Castellan, 1989). Dopo queste valutazioni, campioni di ciascun tipo di semi sono stati posti sotto l'esposizione inferiore e osservati ancora una volta dopo due giorni.



Fig. 1. I due piloni di comunicazione che causano la maggior parte del campo elettromagnetico di 70 – 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ in una delle stanze sperimentali.
 Fig. 1. Los dos mástiles de comunicación causantes de la maggior parte del campo elettromagnetico di 70 – 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ in una delle sale sperimentali.

La germinazione non è avvenuta a livelli inferiori a 70 - 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.
 Dopo quattro giorni, i semi posti sotto le due diverse intensità di campo elettromagnetico erano già diversi: quelli sotto il livello più basso avevano iniziato a germinare mentre quelli sotto il livello più alto di campo elettromagnetico non lo avevano fatto affatto. Dopo sette giorni in totale, molti semi mantenuti sotto un basso livello di esposizione avevano completato la loro germinazione e altri erano in fase di germinazione mentre i semi posti sotto il livello più alto di esposizione apparivano invariati (se li si guarda dall'alto) (Fig. 2 A). L'esperimento è stato continuato fino a un totale di 10 giorni con, a quel punto, gli stessi risultati di cui sopra: germinazione normale per i semi sotto bassa radiazione, apparentemente nessuna germinazione per quelli posti sotto la radiazione più alta.

Nel compost umido si è verificato lo sviluppo delle radici.

Dieci giorni dopo l'inizio dell'esperimento, i semi posti sotto l'esposizione più elevata (non germinati) e i semi mantenuti sotto l'esposizione più bassa (in fase di germinazione) sono stati raccolti, ovvero prelevati utilizzando piccoli spilli e messi in tazze. Per prima cosa, sono stati esaminati visivamente e, in seguito, osservati allo stereomicroscopio.

Innanzitutto, durante questa manipolazione, abbiamo chiaramente rilevato alcune differenze esterne tra i due tipi di semi.

Quelli tenuti sotto radiazioni più elevate erano asciutti e per niente aderenti, mentre quelli tenuti quasi senza radiazioni erano umidi, aderenti e spesso attaccati gli uni agli altri.

In secondo luogo, molto sorprendentemente, all'interno del compost umido si erano sviluppate piccole radici di semi posti sotto radiazione, quasi come per i semi tenuti senza radiazione, con la differenza che, in quest'ultimo caso, le radici erano un po' più sviluppate (Fig. 2B). Potrebbe essere possibile che, all'interno del compost e dell'acqua in esso contenuta, il campo elettromagnetico avesse un'intensità inferiore (attraverso effetti di schermatura) o che i suoi effetti negativi fossero diminuiti o addirittura contrastati (rispetto alla situazione esistente sopra il compost). Naturalmente, se gli effetti che vediamo dipendono solo dalla radiazione, le parti più sensibili della pianta sarebbero quelle sopra il terreno e sarebbero le prime a essere colpite/retrate/non sviluppate.

L'imbibizione dei semi non si è verificata a livelli inferiori a 70 - 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$.

Due tipi di semi, raccolti come sopra descritto, sono stati osservati al microscopio stereoscopico, disegnati (Fig. 2 C) e misurati come spiegato nella sezione "Materiali e metodi". Per i semi posti a 2 - 3 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, le due variabili in media erano pari a 0,51 mm e 0,27 mm, mentre per i semi posti a 70 - 100 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, queste variabili in media erano pari a 0,45 mm e 0,21 mm. Statisticamente, 0,45 mm si è rivelato solo leggermente diverso da 0,51 mm ($\chi^2 = 3,34$; $df = 1$; $p > 0,05$) mentre 0,21 mm differiva fortemente da 0,27 mm ($\chi^2 = 10,77$; $df = 1$; $p < 0,001$). La variabile più influenzata è stata quindi la larghezza dei semi. Di conseguenza, si potrebbe presumere che senza radiazioni i semi normalmente attraversassero il fenomeno di imbibizione previsto (il primo passaggio della germinazione delle piante), mentre sotto radiazioni i semi non fossero più in grado di attraversare questo primo passaggio essenziale della loro germinazione.

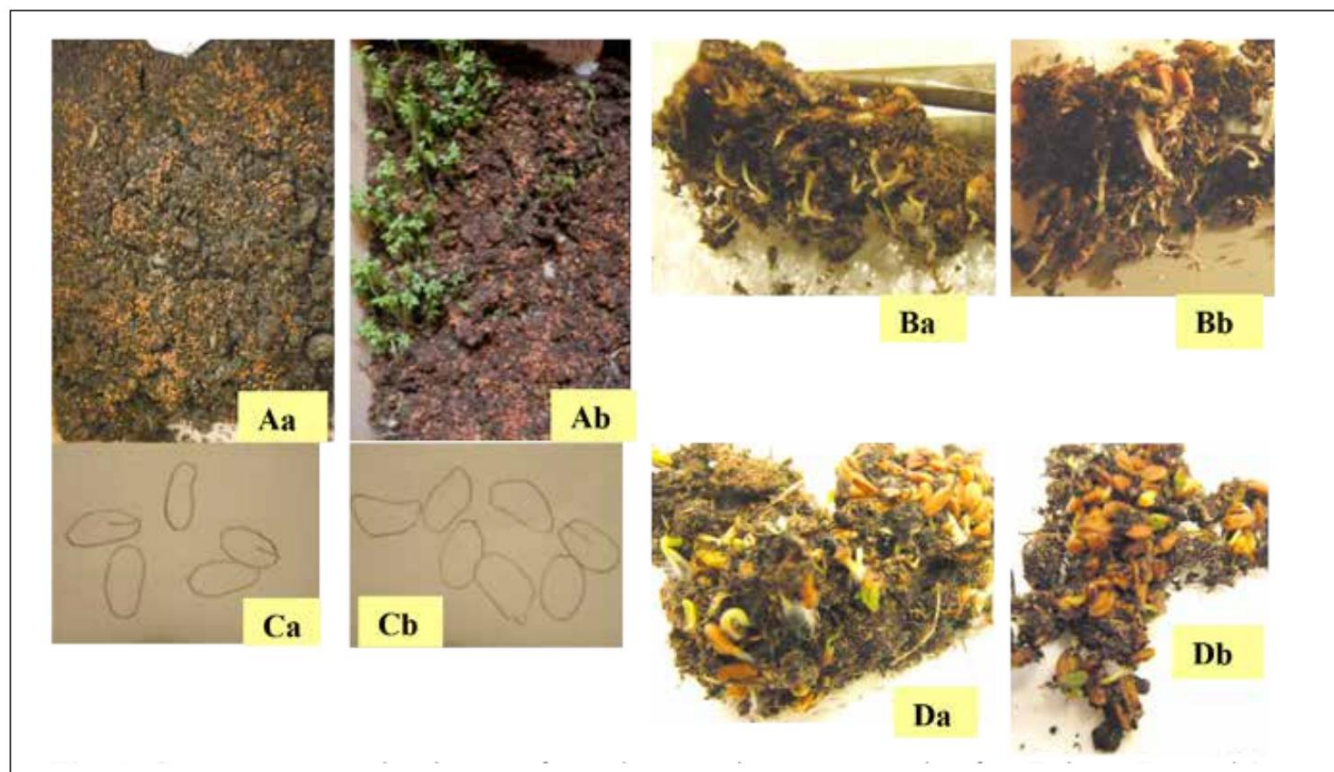


Fig. 2. Alcune immagini rappresentative dell'esperimento. A: semi dopo 7 giorni; B: radici dei semi dopo 10 giorni; C: disegni dei semi dopo 10 giorni; D: semi rimossi dalla loro posizione iniziale e posti sotto $2 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Ogni volta, per ogni immagine: a = semi tenuti sotto $70 - 100 \mu\text{W}/\text{m}^2$, e b: semi tenuti sotto $2 - 3 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Fig. 2. Alcune immagini rappresentative dell'esperimento. A: semillas luego de 7 días. B: raíces de semillas luego de 10 días. C: dibujos de las semillas luego de 10 días. D: Semi rimossi dalla posizione iniziale e posizionati a $2 \mu\text{W}/\text{m}^2$. Ogni volta, per ogni immagine: a = semi di manutenzione a $70 - 100 \mu\text{W}/\text{m}^2$, y b: semi di manutenzione a $2 - 3 \mu\text{W}/\text{m}^2$.

Secondo l'osservazione precedente (vedi paragrafo precedente), si può aggiungere che le cellule germinali delle radici, situate all'interno (circondate da) compost umido, potrebbero realizzare tali imbibizioni.

I semi esposti erano ancora vivi. I due tipi di semi raccolti sono stati quindi tolti dalla loro posizione iniziale e sistemati, ciascuno, in un piccolo vassoio (10 cm x 5 cm x 4 cm), i due vassoi sono stati quindi depositati uno accanto all'altro, in una stanza dove il livello di radiazione era basso ($2 \mu\text{W}/\text{m}^2$). I semi che avevano iniziato la germinazione hanno continuato a farlo e quelli che non avevano germinato hanno iniziato a farlo, cosa che è diventata evidente dopo due giorni (Fig. 2 D).

DISCUSSIONE

Il fatto che le onde elettromagnetiche prodotte dall'uomo abbiano probabilmente effetti negativi sugli organismi viventi è in realtà sempre più riconosciuto e ammesso. Esistono recensioni sull'argomento (Pakhomov & Murphy, 2000; Fragopoulou et al., 2010; Siv-ani & Sudarsanam, 2012; Cucurachi et al., 2013). Tuttavia,

in primo luogo, il meccanismo alla base di tali effetti avversi non è ancora pienamente compreso, quindi è difficile contrastarli continuando a utilizzare qualsiasi tecnologia wireless. In secondo luogo, gli effetti avversi rivelati apparentemente non preoccupano le autorità sanitarie pubbliche, i parlamenti, i governi e, quindi, non il pubblico in generale che non è pienamente informato. In effetti, la tecnologia wireless è in realtà sempre più utilizzata, sia per le attività lavorative umane che per gli hobby. Gli utenti non sono preoccupati probabilmente perché gli effetti avversi rivelati non sembrano essere emergenti per gli esseri umani, vale a dire effetti sulla locomozione dei protozoi (Cammaerts et al., 2011), sulla riproduzione della *Drosophila* (Panagopoulos, 2012, Panagopoulos et al., 2004), sulla memoria delle formiche (Cammaerts et al., 2012) e sulla risposta ai feromoni (Cammaerts et al., 2013), sulla raccolta del polline delle api (Sharma & Kumar, 2010), sull'embriogenesi degli anfibi (Balmori, 2006), sulla memoria dei ratti (Adang et al., 2006), e così via, anche se -ovviamente- lo sono! Qui, riveliamo ancora un impatto delle onde elettromagnetiche artificiali su un fenomeno molto importante: la germinazione dei semi delle piante. Dimostriamo che il primo passaggio essenziale della germinazione (= l'imbibizione) apparentemente non avviene sotto radiazione e che le onde elettromagnetiche sono l'unica probabile causa di tale non-

occorrenza. Supponiamo che l'organizzazione della membrana cellulare, il trasferimento di acqua e ioni attraverso quella membrana siano perturbati. In effetti, abbiamo precedentemente dimostrato che la membrana cellulare è fortemente influenzata dall'elettromagnetismo (Cam-maerts et al., 2011), il che spiega, nella nostra mente, l'impatto di tale elettromagnetismo sulle cellule nervose, sulla riproduzione e sul comportamento. Anche altri dati sono a favore di tale ipotesi (vedere la revisione di Marino e Carrubba, 2009). Aggiungiamo che i semi vengono spesso depositati sul terreno e non inseriti all'interno della terra, e sono quindi potenzialmente esposti al massimo all'elettromagnetismo. D'altra parte, è stato dimostrato che tale elettromagnetismo ha un impatto, tra gli altri, sulla salute delle piante (Belyavskaya, 2004; Roux et al., 2008; Haggerty, 2010; e quattro siti Web nell'elenco dei riferimenti). Le piante sono veramente e molto necessarie per la vita sulla terra; le persone dovrebbero ora essere molto consapevoli di questo problema potenzialmente emergente!

In conclusione, la presente indagine, sebbene preliminare nel suo carattere, indica che la prodigiosa tecnologia wireless può avere un impatto efficace e serio sulla natura e dovrebbe essere utilizzata con urgenza e molta più cautela (vedere anche il lavoro pubblicato di Doyon (2008)). Il presente studio apporta anche alcune nuove informazioni sull'argomento, l'effetto dell'elettromagnetismo sulle piante, ma deve essere replicato su diverse specie di piante, in diversi laboratori indipendenti, nonché ulteriormente sviluppato a livello citologico e fisiologico da botanici, istologi e fisiologi. Infine, in sostanza, supporta chiaramente i risultati iniziali di Lea Nielson, Mathil-de Nielsen, Signe Nielsen, Sisse Coltau e Rikke Holm, presso Hjallerup Skole, sotto la supervisione del loro insegnante di biologia, il signor Kim Horsevad.

Dichiarazione di conflitto di interessi

Gli autori non sono a conoscenza di alcun conflitto di interessi correlato al presente lavoro.

RINGRAZIAMENTI

Olle Johansson ha ricevuto il sostegno per questo studio dal Karolinska Institute, mentre Einar Rasmussen, Kristiansand S, Norvegia, Brian Stein, Melton Mowbray, Leicestershire, Regno Unito, The Irish Campaign against Microwave Pollution e l'Irish Doctors Environmental Association (IDEA; Cumann Com-hshaoil Dhochtuir na hEireann) sono sentiti ringraziamenti per il loro sostegno generale.

RIFERIMENTI

Adang, D., B. Campo e A. Vander Vorst (2006). L'esposizione pulsata a 970 MHz ha un effetto sul comportamento correlato alla memoria dei ratti? *Tecnologia wireless* 135-138.
 Balmori, A. (2006). L'incidenza dell'inquinamento elettromagnetico sul declino degli anfibi: è un pezzo importante del puzzle? *Tossicologia e chimica ambientale* 88: 287-299.

Belyavskaya, NA (2004). Effetti biologici dovuti al campo magnetico debole sulle piante. *Advances in Space Research* 34: 1566-1574.
 Benlaidi, FZ e M. El Kharroussi (2011). Effetti delle onde elettromagnetiche generate dal GSM sulla memoria e sul portello del ratto. <http://sites.google.com/site/9drineuro/r%C3%A9sum%C3%A9s6>.
 Cammaerts, M.-C., O. Debeir & R. Cammaerts (2011). Cambiamenti in *Paramecium caudatum* (Protozoa) vicino a un telefono GSM acceso. *Electromagnetic Biology and Medicine* 30: 57-66.
 Cammaerts, M.-C., P. De Doncker, X. Patris, F. Bellens, Z. Ra-chidi & D. Cammaerts (2012). Le radiazioni GSM 900 MHz inibiscono l'associazione delle formiche tra i siti alimentari e i segnali incontrati. *Biologia e medicina elettromagnetica* 31: 151-165. DOI: 10.3109/15368378.2011.624661.
 Cammaerts, M.-C., Z. Rachidi, F. Bellens & P. De Doncker (2013). Raccolta di cibo e risposte ai feromoni in una specie di formica esposta a radiazioni elettromagnetiche. *Biologia e medicina elettromagnetica* 1-18, Q Informa UK Ltd ISSN 1536-8378 versione cartacea/ISSN 1536-8386 versione online DOI: 10.3109/15368378.2012.712877.
 Cucurachi, S., WL Tamis, MG Vijver et al. (2013). Una revisione degli effetti ecologici dei campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF-EMF). *Environnement International Journal* 51: 116-140. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>
 Italiano:
 Doyon, PR (2008). Le microonde stanno uccidendo insetti, rane e uccelli? E noi saremo i prossimi? <http://www.thenhf.com/article>.
 Italiano:
 Everaert, J. & D. Bauwens (2007). Un possibile effetto delle radiazioni elettromagnetiche delle stazioni base della telefonia mobile sul numero di passerotti domestici nidificanti (*Passer domesticus*). *Electromagnetic Biology and Medicine* 26: 63-72.
 Favre, D. (2011). Tubazioni delle api operaie indotte dal telefono cellulare. *Apidologie*, Springlink.com DOI: 10.1007/s13592-011-0016-x.
 Fragopoulou, A., Y. Grigoriev, O. Johansson et al. (2010). Scientific panel on electromagnetic field health risks: Consensus points, recommendations, and rationales. Riunione scientifica: Seletun, Norvegia, 17-21 novembre 2009. *Review of Environment and Health* 25: 307-317.
 Haggerty, K. (2010). Influenza negativa dello sfondo di radiofrequenza sulle piantine di pioppo tremolante: osservazioni preliminari. *International Journal of Forestry Research*, DOI: 10.1155/2010/836278. ID articolo 836278, 7 p.
 Kimmel, S., J. Kuhn, W. Harst et al. (2007). Radiazione elettromagnetica: influenze sulle api mellifere (*Apis mellifera*). www.hese-proj-ect.org/hese-uk/en/papers/kimmel_iaas_pdf
 Marino, AA e A. Carrubba (2009). Gli effetti dei campi elettromagnetici dei telefoni cellulari sull'attività elettrica del cervello: una revisione critica della letteratura. *Electromagnetic Biology and Medicine* 28: 250-274. <http://andrewamarino.com/PDFs/CellphoneEMFs-Review.pdf>.
 Pakhomov, AG e MB Murphy (2000). Revisione completa della ricerca sugli effetti biologici della radiofrequenza pulsata. *Progressi nei campi elettromagnetici nei sistemi viventi* 3: 265-290. www.mtt-serbia.org.rs/microwave_review/pdf/Vol11No2-03-Belyaev.pdf.
 Panagopoulos, DJ (2012). Gametogenesi, sviluppo embrionale e post-embriale di *Drosophila melanogaster*, come sistema modello per la valutazione della genotossicità da radiazioni e ambientale. *Drosophila melanogaster*, ciclo di vita, genetica... Ed M. Italiano: Spindler-Barth, Nova Science Publishers, Inc, 1-38.

Panagopoulos, DJ, A. Karabarbounis e LH Margaritis (2004). Effetto della radiazione del telefono cellulare GSM 900-MHz sulla capacità riproduttiva di *Drosophila melanogaster*. *Biologia e medicina elettromagnetica* 23: 29-43.

Roux, D., A. Vian., S. Girard, P. Bonnet, F. Paladian, E. Davies & G. Ledoigt (2008). Campo elettromagnetico ad alta frequenza (900 MHz) e bassa ampiezza (5 V/m): un autentico stimolo ambientale che influenza la trascrizione, la traduzione, il calcio e la carica energetica nel pomodoro. *Planta* 227: 883-891.

Sharma, VP e NR Kumar (2010). Cambiamenti nel comportamento e nella biologia delle api mellifere sotto l'influenza delle radiazioni dei cellulari. *Current Science* 98: 1376-1378.

Siegel, S. & NJ Castellan (1989). Statistica non parametrica per le scienze comportamentali. - McGraw-Hill Book Company, Singapore, 396 p.

Sivani, S. & D. Sudarsanam (2012). Impatti del campo elettromagnetico a radiofrequenza (RF-EMF) da torri di telefonia mobile e dispositivi wireless sul biosistema e l'ecosistema - una revisione. *Biologia e medicina* 4: 202-21.

<http://www.wageningenuniversity.nl/NL/nieuwsagenda/nieuws/Bomen101120.htm>

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1332310/Is-Wi-Fi-killing-trees-Dutch-study-shows-leaves-dying-exposure-Wi-Fi-radiation.html>

<http://readwriteweb.com/cloud/2010/11/study-wi-fi-is-making-our-tree.php>

<http://www.greenpeace.org/canada/fr/Blog/le-wi-fi-tuerait-les-ar-bres/blog/33569/>