Растителна защита

електронно списание за растителна защита
семена, торове и земеделие
ISSN 2815-522X

As mudanças climáticas e os vermes-arame: alterações na distribuição, migração vertical e risco para as culturas agrícolas

доц. д-р Гергана Кунчева, Шуменски университет "Епископ Константин Преславски"

Data 02.11.2026 | **Número** 11/2026 | **ISSN** 2815-522X | **Idioma** PT
www.plant-protection.com/article/2488?lang=pt



Resumo

As alterações climáticas alteram o regime de temperatura e de água do solo e podem afetar significativamente a distribuição, a atividade sazonal e os danos causados pelos vermes-arame (Coleoptera: Elateridae). O desenvolvimento prolongado das larvas no solo torna-as altamente dependentes do microclima do solo, enquanto a migração vertical lhes permite evitar parcialmente condições desfavoráveis. O presente estudo sintetiza os dados quantitativos disponíveis sobre a influência da temperatura e da humidade do solo na distribuição vertical, sobrevivência e desenvolvimento dos vermes-arame e avalia as possíveis consequências das alterações climáticas para o risco para as culturas agrícolas.

Os dados analisados mostram uma dinâmica sazonal claramente expressa. Em condições favoráveis de temperatura e água, as larvas concentram-se nas camadas mais superficiais do solo, enquanto o aquecimento e a secagem da camada superficial desencadeiam geralmente o movimento para a profundidade. Um aumento moderado da temperatura pode acelerar o desenvolvimento e deslocar o momento da atividade sazonal, enquanto temperaturas elevadas e stress térmico prolongado podem reduzir a sobrevivência. As respostas específicas das espécies à temperatura e à humidade sugerem possíveis alterações na distribuição regional e na composição de espécies de Elateridae. Consequentemente, as alterações climáticas podem alterar os padrões espaciais e sazonais do risco de danos, o que deve ser tido em conta na monitorização e gestão dos vermes-arame.

Palavras-chave: Elateridae, *Agriotes*, vermes-arame, alterações climáticas, temperatura do solo, humidade do solo, migração vertical, sobrevivência, distribuição

Introdução

As alterações climáticas alteram o regime de temperatura e de água dos ecossistemas terrestres, com consequências importantes para a produção agrícola e a dinâmica das pragas. O aumento da

concentração de CO_2 atmosférico desde o início da era industrial está entre os principais fatores do aumento das temperaturas globais (Forster et al., 2007; IPCC, 2014). O aquecimento intensifica a evaporação e a transpiração e, em combinação com alterações nos padrões de precipitação, pode levar à redução da humidade do solo e a uma maior frequência, intensidade e duração das secas (Schwalm et al., 2017). Estas alterações afetam tanto a produtividade das culturas agrícolas como o desenvolvimento, a distribuição e a atividade sazonal das suas pragas (Olesen & Bindi, 2002; Shrestha, 2019; Skendžić et al., 2021).

As alterações na temperatura e na humidade do solo são de particular importância para os insetos que vivem no solo, que passam uma parte significativa do seu ciclo de vida diretamente expostos às alterações do microclima do solo (Oishy et al., 2025). O solo representa um ambiente relativamente tamponado, mas altamente heterogéneo, no qual a temperatura e a humidade variam tanto sazonalmente como com a profundidade do perfil do solo (Mondal, 2021). Por conseguinte, as condições a que os organismos que vivem no solo estão expostos podem diferir substancialmente em função da sua posição vertical. Nos organismos móveis do solo, a migração vertical representa um importante mecanismo comportamental para evitar condições desfavoráveis de temperatura e água. Ao mesmo tempo, a exposição prolongada a temperaturas elevadas ou baixas e a falta de humidade do solo podem afetar diretamente a sobrevivência, o desenvolvimento, a diapausa e a atividade sazonal (Skendžić et al., 2021; Nikoukar & Rashed, 2022).

O objetivo do presente estudo é sintetizar e analisar os dados disponíveis sobre a influência da temperatura e da humidade do solo na ecologia dos vermes-arame (Coleoptera: Elateridae), com ênfase na migração vertical, sobrevivência, desenvolvimento e atividade sazonal. Com base nisto, avaliam-se as possíveis consequências das alterações climáticas para a distribuição espacial e a composição de espécies de Elateridae economicamente importantes, bem como para os períodos sazonais de maior risco de danos nas culturas agrícolas. É dada especial atenção à interação entre a temperatura e a humidade do solo como fatores que determinam a posição e a atividade das larvas no perfil do solo e, consequentemente, a probabilidade de contacto com as partes subterrâneas das plantas.

Materiais e Métodos

Para a análise foram utilizados estudos publicados que contêm dados quantitativos sobre a influência da temperatura e da humidade do solo nas respostas biológicas dos vermes-arame (Coleoptera: Elateridae). De cada estudo foi extraída informação relativa à espécie, estádio de desenvolvimento, condições do estudo, temperatura e humidade do solo, duração da exposição e a resposta biológica registada. Os dados foram sistematizados em três grupos principais: distribuição vertical e migração no perfil do solo, sobrevivência e desenvolvimento.

Devido a diferenças no desenho experimental, nas profundidades do solo estudadas e na forma de apresentação dos resultados nas publicações individuais, os dados foram harmonizados de modo a garantir a comparabilidade. Sempre que possível, os valores apresentados pelos autores foram utilizados diretamente. Indicadores quantitativos adicionais foram calculados apenas quando os dados publicados permitiam a sua determinação inequívoca.

Para avaliar a posição vertical das larvas em estudos que apresentam a sua abundância ou proporção relativa nas camadas individuais do solo, foi determinada uma profundidade média ponderada pela abundância. As alterações na posição vertical entre períodos, estações ou condições experimentais individuais foram avaliadas através da diferença na profundidade média. Quando estavam disponíveis dados sobre a proporção de larvas na camada superior do solo, foi também determinada a sua abundância relativa na zona superficial, o que permite avaliar o período durante o qual os vermes-arame se encontram na zona radicular e são potencialmente prejudiciais para as culturas agrícolas.

A influência da temperatura no desenvolvimento foi avaliada com base em dados publicados sobre a duração dos estádios individuais, sendo a duração mais curta interpretada como uma taxa de desenvolvimento mais elevada. Os dados de sobrevivência foram analisados em relação às condições de temperatura e água em que foram obtidos. Os resultados obtidos foram considerados em conjunto com dados sobre a atividade sazonal e a distribuição vertical, a fim de avaliar as possíveis respostas dos vermes-arame às alterações no regime de temperatura e água do solo.

Resultados e Discussão

Influência da temperatura e da humidade do solo na migração vertical

Os estudos analisados mostram uma dinâmica sazonal claramente expressa na distribuição vertical dos vermes-arame, determinada principalmente pela influência combinada da temperatura e da humidade do solo. Apesar das diferenças entre espécies, condições do solo e métodos utilizados, a tendência geral mostra concentração das larvas nas camadas mais superficiais do solo em condições favoráveis de temperatura e água e o seu movimento para a profundidade aquando do aquecimento e secagem da camada superficial do solo.

Os dados quantitativos mais detalhados sobre a migração vertical sazonal são fornecidos pelos estudos clássicos de Hays (1933) e Jones & Shirck (1942). Em Jones & Shirck (1942), a profundidade média ponderada dos vermes-arame num campo de batata aumentou de 10,44 cm em maio para 21,23 cm em agosto, correspondendo a um deslocamento de 10,79 cm para a profundidade. Uma tendência semelhante foi estabelecida no milho e no pousio, onde o deslocamento sazonal atingiu 9,09 e 10,66 cm, respetivamente. As observações independentes de Hays (1933) mostram uma dinâmica ainda mais pronunciada – de uma profundidade média de 7,87 cm em maio para 19,81 cm em junho e 21,59 cm em julho, ou um deslocamento total de 13,72 cm.

No entanto, esta dinâmica sazonal não representa um movimento unidirecional em direção a camadas mais profundas do solo com o aumento da temperatura. No inverno, os vermes-arame podem encontrar-se a considerável profundidade, após o que, na primavera, migram em direção à superfície à medida que o solo aquece. Kovács et al. (2006) relatam a hibernação a uma profundidade de aproximadamente 50–100 cm e o início do movimento em direção às camadas superiores do solo ao atingir uma temperatura do solo de cerca de 7–8°C. Com a subida subsequente das temperaturas e a secagem no verão, observa-se um movimento inverso em direção a camadas mais profundas. Consequentemente, a relação entre a temperatura e a profundidade de distribuição é não linear e depende da estação e das alterações concomitantes na humidade do solo.

As observações modernas sobre Agriotes confirmam a importância desta dinâmica vertical sazonal. Wechselberger et al. (2026) estabeleceram alterações significativas na proporção de larvas ativas nos primeiros 0–15 cm do perfil do solo durante diferentes períodos do ano. Estes resultados são de particular importância prática, uma vez que é precisamente a presença de vermes-arame na camada superior do solo que determina a probabilidade de contacto com as sementes, raízes e órgãos subterrâneos das plantas cultivadas.

A humidade do solo modifica ainda mais a distribuição vertical. Em Agriotes lineatus, Staley et al. (2007) estabeleceram diferenças na distribuição das larvas sob um regime de precipitação de verão experimentalmente alterado. A profundidade média ponderada calculada foi de 6,65 cm sob precipitação aumentada, 4,19 cm em condições de controlo e 3,80 cm sob seca. No entanto, estes resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que as alterações na abundância nas camadas individuais do solo podem refletir não apenas a migração vertical, mas também alterações na atividade, na sobrevivência e na probabilidade de detetar larvas durante a amostragem.

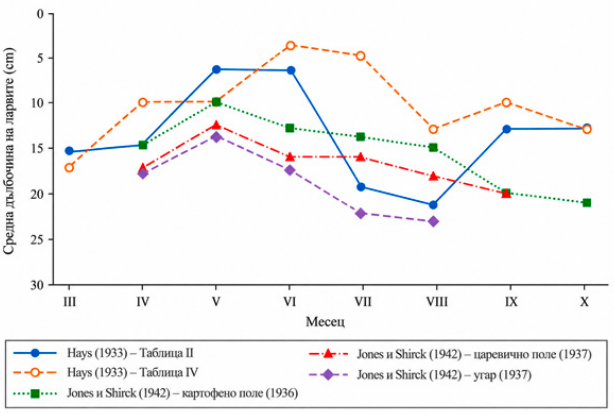

Figura 1. Dinâmica sazonal da distribuição vertical das larvas de Elateridae no perfil do solo segundo dados de Hays (1933) e Jones & Shirck (1942).

Em síntese, a migração vertical representa um importante mecanismo comportamental através do qual os vermes-arame podem explorar a heterogeneidade espacial do solo e limitar a sua exposição a condições desfavoráveis de temperatura e água. Este comportamento é particularmente importante na avaliação das consequências das alterações climáticas. Períodos mais frequentes de temperaturas elevadas e seca podem limitar temporariamente a atividade das larvas na camada superficial do solo sem necessariamente conduzir a uma redução correspondente da população. Por outro lado, períodos com uma combinação favorável de temperatura e humidade do solo podem desencadear a

reconcentração das larvas nas camadas superiores e, consequentemente, um aumento do risco para as culturas agrícolas.

Fonte	Espécie/táxon	Fator	Resposta estudada	Principais resultados quantitativos	Principal conclusão
Hays (1933)	Elateridae	Estação, temperatura	Migração vertical	7,87 cm em maio → 19,81 cm em junho → 21,59 cm em julho; Δ = +13,72 cm	Movimento para camadas mais profundas com o início das condições de verão
Jones & Shirck (1942)	*Limonius spp.*	Temperatura, humidade, estação	Migração vertical	Batata: 10,44 → 21,23 cm; milho: 12,10 → 21,19 cm; pousio: 13,56 → 24,22 cm	Deslocamento sazonal consistente da superfície para camadas mais profundas
Kovács et al. (2006)	Elateridae	Temperatura, seca	Migração vertical	Hibernação a 50–100 cm; migração primaveril ascendente a cerca de 7–8°C	A temperatura determina a posição vertical sazonal; condições quentes e secas estimulam o movimento para a profundidade
Staley et al. (2007)	*Agriotes lineatus*	Solo, humidade, precipitação	Distribuição vertical	Profundidade média: 4,19 cm – controlo; 6,65 cm – precipitação aumentada; 3,80 cm – seca	O regime hídrico altera a distribuição vertical, mas o efeito está confundido com alterações na abundância
Wechselberger et al. (2026)	*Agriotes* spp.	Estação, temperatura e condições do solo	Atividade na camada superior do solo	Fortes alterações sazonais na proporção de larvas nos primeiros 0–15 cm	Os períodos de atividade na camada superficial determinam o potencial contacto com as culturas
Van Herk & Vernon (2006)					