ESFORÇO AMOSTRAL PARA ESTIMAR INFESTAÇÃO DE *Gamochaeta coarctata* (Willd.) Kerguélen ATRAVÉS DO BANCO DE SEMENTES

IVANA SANTOS MOISINHO[1], LAIS MARIA BONADIO[2], TAMARA THAIS MUNDT[3], CAIO ANTONIO CARBONARI[4] E EDIVALDO DOMINGUES VELINI[5]

[1]Doutoranda em Proteção de Plantas/Agronomia, UNESP, Botucatu-SP, ivanamoisinho@hotmail.com;
[2]Doutoranda em Agricultura/Agronomia, UNESP, Botucatu-SP, laisbonadio@gmail.com;
[3]Doutoranda em Agricultura/Agronomia, UNESP, Botucatu-SP, tamarathaism@gmail.com;
[4] Dr. Prof., UNESP, Botucatu-SP, caio.carbonari@unesp.br;
[5]Dr. Prof., UNESP, Botucatu-SP, velini@uol.com.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Es~~s~~te trabalho visou o desenvolvimento de metodologias para avaliação do banco de sementes do solo e predição de infestações de *Gamochaeta coarctata* (Willd.) Kerguélen ~~.~~em áreas agrícolas, através do comportamento em relação ao número de amostras de solo, fluxos de emergência e~~,~~ número de plântulas emergidas da espécie. Os experimentos foram conduzidos em condições de campo e de casa de vegetação durante os anos de 2019 e 2020. Nas condições de campo, foram coletadas respectivamente, 200 e 100 amostras de solo na profundidade 0-10 cm em duas áreas agrícolas, para estimativas dos fluxos de germinação do banco de sementes. As amostras foram constituídas de um quilograma de solo, contabilizando todas as plântulas emergentes em casa de vegetação de *G. coarctata* a cada 30±5 dias. As análises estatísticas consistiram na realização de 30 simulações a partir dos dados de amostragem estimando-se a variação de erro padrão à 5% ($\Delta_{5\%}$), número mínimo de amostras e esforço amostral para estimativa do potencial de infestação. O número de amostras de solo favoreceu a estabilidade dos parâmetros e redução do erro associado a estimativa. Devendo ser complementado com número de avaliações dos fluxos de emergência do banco de sementes, evitando estimativas equivocadas.
PALAVRAS-CHAVE: Banco de sementes do solo, flora infestante, plantas daninhas, amostragem.

SAMPLING EFFORT TO ESTIMATE *Gamochaeta coarctata* (Willd.) Kerguélen INFESTATION THROUGH SOIL SEED BANK

ABSTRACT: The aim of this study was develop methodologies for soil seed bank evaluation and prediction of infestations of *Gamochaeta coarctata* (Willd.) Kerguélen in agricultural areas, through the behavior in relation to the number of soil samples, emergence flows~~uxes~~ and~~,~~ number of seedlings emerged ~~fro~~of~~m~~ the specie~~s~~. The experiments were conducted under field and greenhouse conditions during the years 2019 and 2020. Under field conditions, 200 and 100 soil samples were collected, respectively, at a depth of 0-10 cm in two agricultural areas, for estimates ~~of~~ the seed bank germination flows. The samples consisted of one kilogram of soil, counting all seedlings emerging in a greenhouse of *G. coarctata* every 30±5 days. Statistical analyzes consisted of performing 30 simulations based on sampling data, estimating the variation of standard error at 5% (Δ5%), minimum number of samples and sampling effort to estimate the infestation potential. The number of soil samples favored the stability of the parameters and reduced the error associated with the estimate. It should be complemented with a number of evaluations of the seed bank's emergency flows, avoiding erroneous estimates.
KEYWORDS: Seed bank, weedy flora, weeds, sampling.

INTRODUÇÃO

Os requisitos de germinação de sementes das espécies determinam a distribuição de plantas adultas na paisagem (GULMON, 1992). Frequentemente, acredita-se que as espécies que germinam no início da estação de cultivo captam recursos em um trecho e, assim, estabeleçam um domínio competitivo (BAZZAZ, 1996; ROSS; HARPER, 1972). Portanto, os padrões de germinação podem influenciar as interações subsequentes entre plantas.

Segundo Bazzaz (1996), prever mudanças na comunidade de uma única germinação ou resposta de crescimento a mudanças ambientais, como flutuação de umidade e temperatura, não seria um parâmetro útil. No entanto, a resposta fisiológica das espécies ao efeito combinado de temperatura, perturbação do solo e fogo (fumaça) determinaria previsivelmente a composição de uma determinada comunidade.

G. coarctata é uma espécie pertencente à família ~~A~~asteraceae sendo comumente denominada de macela, macela-branca, meloso ou macelinha. É uma planta anual herbácea, e reprodução estritamente sexuada; pioneira e, portanto, constitui o banco persistente do solo (LORENZI, 2014; SILVA, 2014). Portanto, por meio deste trabalho objetiva-se o desenvolvimento de metodologias para avaliação do banco de sementes do solo e predição de infestações de *Gamochaeta coarctata* (Willd.) Kerguélen.em áreas agrícolas, através do comportamento em relação ao número de amostras de solo, fluxos de emergência e~~,~~ número de plântulas emergidas da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento em condições de casa de vegetação foi conduzido no Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM), na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), da Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA), Botucatu-SP durante o ano de 2019 e 2020.

A primeira coleta foi realizada em uma área de 0,6 hectares (22°50'32.7"S 48°25'28.4"W), com cultivo de milho safrinha e histórico de aplicações recentes dos herbicidas glyphosate, 2,4-D e nicos~~s~~ulfuron. Foram amostrados 200 pontos ao longo da área entre os dias 25 e 27 de abril de 2019

A segunda coleta foi realizada em outra área, de 1,4 hectares (22°50'03"S 48°25'40"W), com cultivo de milho no verão e histórico de aplicações recentes de glyphosate, mantida em pousio na entressafra e com realização de gradagens para o controle da flora infestante. Foram coletados 100 amostras de solo no dia 12 de novembro de 2019. As amostras de solo consistiram de 1 quilograma coletados de 0-10 cm de profundidade avaliando-se em intervalos de aproximadamente 30 dias ± 5. Após a identificação e contabilização, as plântulas foram retiradas e o solo revolvido.

Adotou-se a espécie em virtude da maior abundância em ambas as épocas de coleta. As simulações consistiram do somatório acumulado de plântulas emergidas no decorrer das contagens. O somatório em cada amostra foi classificado em tabelas de Excel 2013 por meio da geração de um número aleatório fornecido pela função *=ALEATÓRIO()* no programa. Em cada classificação dos dados, de ordem crescente dos números aleatórios, gerava-se uma nova sequência de números. Cada sequência gerada simula a realização de uma nova amostragem do banco de sementes. Assim, foram geradas 30 sequências diferentes com os resultados das amostragens. Em cada sequência calculou-se a média, desvio padrão e, a variação do erro padrão em relação à média, dada por $\Delta_{5\%}$ (1) acumulado entre as amostras dentro de cada sequência de dados.

$$\Delta_{5\%}(\%) = 100 \times \frac{\left(t \times \frac{S}{\sqrt{n}}\right)}{x} \qquad (1)$$

Onde, $\Delta_{5\%}$= variação do erro padrão relativo (%) em relação à média, t=distribuição de t-Student em *n* graus de liberdade; S= desvio padrão; n=número de amostras avaliadas e x= média do número de plântulas na amostra *i*.

Para obtenção do esforço amostral, o número de plântulas acumulado em cada avaliação foi ordenado de forma crescente no eixo x e o número de amostras no eixo y, sendo representados na forma de gráfico de linhas através do programa SigmaPlot 12.5 (SYSTAT SOFTWARE INC., 2013).

O número mínimo de amostras necessário foi obtido a partir dos resultados provenientes das simulações de erro padrão ($\Delta_{5\%}$) em três níveis de aceitação sendo eles, 20%, 10% e 5%. O número mínimo de amostras para cada nível de erro foi convencionado quando, o primeiro menor número de amostras foi referente ao primeiro valor de erro máximo inferior aos níveis escolhidos como referência.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram necessárias sete e doze avaliações do banco de sementes para obtenção da estabilidade no número de plântulas emergidas, para a primeira e segunda época, respectivamente. Na tabela 1, observa-se que o número mínimo de amostras para GNAPU em cada nível de erro aceitável se reduz conforme as avaliações ocorrem. Não foi possível encontrar estimativas para 5% de erro, sendo necessário um número de amostras superior a 200 unidades.

A partir da quarta avaliação o número mínimo de amostras torna-se constante para 20 e 10% de erro. Nota-se que, uma redução do nível de erro de 20 para 10% a exigência em unidades amostrais é quase triplicada, na 1ª, 3ª, 4ª e 6ª avaliação, e quase quadruplicada nas demais (Tabela 1). A necessidade de amostragem é variável e, portanto, não houve uma relação proporcional quanto ao incremento de avaliações, unidades amostrais ou quanto ao nível de erro desejado.

Tabela 1. Número mínimo de amostras necessário para níveis arbitrários de erro ($\Delta_{5\%}$) de 20%, 10% e 5% por avaliação, referente a primeira época de coleta para a espécie *Gamochaeta coarctata*

Avaliação	Nível de erro (%)	Número de plântulas de GNAPU			
		Número mínimo de amostras ($\Delta_{5\%}$)	**Mínimo[1]**	**Média[1]**	**Máximo[1]**
1	20%	62	13,328	15,959	19,849
	10%	167	9,187	9,616	9,974
	5%	> 200	-	-	-
2	20%	42	12,846	16,140	19,445
	10%	132	7,891	8,887	9,997
	5%	> 200	-	-	-
3	20%	33	11,884	16,182	19,708
	10%	97	7,869	9,026	9,990
	5%	> 200	-	-	-
4	20%	37	10,134	13,851	19,947
	10%	91	7,417	8,690	9,902
	5%	> 200	-	-	-
5	20%	26	13,253	15,970	19,522
	10%	92	7,427	8,515	9,954
	5%	> 200	-	-	-
6	20%	37	9,825	13,252	19,454
	10%	86	7,691	8,785	9,986
	5%	> 200	-	-	-
7	20%	31	11,419	14,475	19,879
	10%	85	7,464	8,791	9,928
	5%	> 200	-	-	-

[1]: valores observados no conjunto de 30 simulações.

Observa-se na tabela 2 que não foi possível determinar um número mínimo de repetições de solo para nenhum dos níveis de erro até a sétima avaliação, requerendo um número superior ao utilizado neste estudo. A partir da 8ª avaliação, apenas 10 e 5% de erro não puderam ser determinados, requerendo valores superiores a 100 unidades. Já para 20% de erro, pode-se determinar um valor amostral de cerca de 100 unidades reduzindo-se para 96 ao final das avaliações (Tabela 2).

O esforço amostral de GNAPU, conforme figura 1A demonstra que as quatro primeiras avaliações contribuíram significativamente no acumulado de plântulas, com aumento de quase 80% e 332 plântulas emergidas. As demais contagens não interferiram nas estimativas, sendo que 341 plântulas foram obtidas na última avaliação. Até a quarta avaliação observa-se também, que além de proporcionar incremento no potencial de infestação de GNAPU, os números de repetições de solo não fornecem necessariamente resultados mais confiáveis e representativos do potencial de emergência da

espécie. Onde, nas primeiras avaliações as plântulas de GNAPU não correspondem ao total observado mesmo quando utilizado grande número de amostras de solo (Figura 1A).

Tabela 2. Número mínimo de amostras necessário para níveis arbitrários de erro ($\Delta_{5\%}$) de 20%, 10% e 5% por avaliação, referente a segunda época de coleta para a espécie *Gamochaeta coarctata*

Avaliação	**Nível de erro (%)**	**Número de plântulas de GNAPU**			
		Número mínimo de amostras ($\Delta_{5\%}$)	**Mínimo[1]**	**Média[1]**	**Máximo[1]**
1	20%	> 100	-	-	-
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
2	20%	> 100	-	-	-
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
3	20%	> 100	-	-	-
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
4	20%	> 100	-	-	-
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
5	20%	> 100	-	-	-
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
6	20%	> 100	-	-	-
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
7	20%	> 100	-	-	-
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
8	20%	100	19,981	19,981	19,981
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
9	20%	96	18,759	19,489	19,884
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
10	20%	97	17,348	19,365	19,752
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
11	20%	97	17,605	19,353	19,765
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-
12	20%	96	18,502	19,493	19,954
	10%	> 100	-	-	-
	5%	> 100	-	-	-

[1]: valores observados no conjunto de 30 simulações.

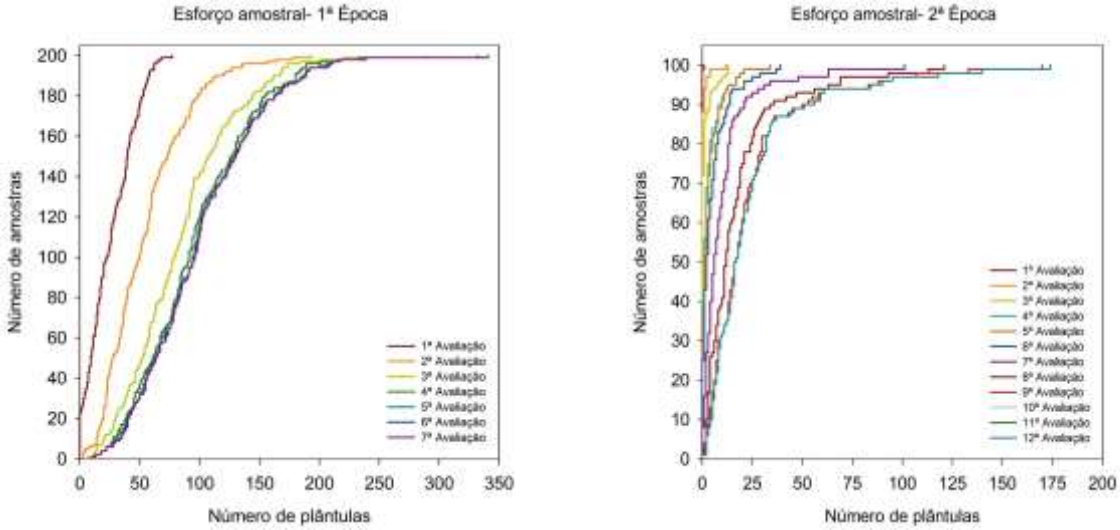
A realização de um levantamento com 10 amostras e uma avaliação não detectou a presença da espécie, sendo que quatro avaliações foram possíveis encontrar 28 plântulas de GNAPU. Com o aumento de 10 para 20 amostras, uma contagem ainda não permite a detecção da espécie no banco de sementes do solo, já na 4ª, podem ser observadas 38 plântulas (Figura 1A).

A respeito da segunda época de coleta, verifica-se também que o número de amostras favorece adição na detecção e plântulas emergidas da espécie, da mesma forma que o número de avaliações. Tendo como exemplo, 20 amostras de solo não são capazes de constatar a presença da espécie no levantamento mesmo que sejam realizadas até seis avaliações. A partir de então, é encontrada

emergência de plântulas nas amostras, aumentando sua incidência até a última avaliação com sete plântulas (Figura 1B).

Figura 1. Esforço amostral em função do acumulado de plântulas emergidas em cada avaliação, referente a primeira (A) e segunda (B) época de coleta.

(A) (B)



Somente uma avaliação detectou uma plântula com 100 repetições, já na segunda e terceira foi possível detectar a presença da espécie com 89 e 73 repetições, respectivamente. A partir da nona contagem, duas unidades amostrais são suficientes para que a presença de *G. coarctata* seja detectada, sendo que em diante o total encontrado é constante não havendo aumento na emergência da espécie, permanecendo com 174 plântulas emergidas (Figura 1B).

Na análise de ambas as épocas se denota que, a estabilidade para a maioria dos parâmetros obtida a partir da 4ª e 9ª avaliação, na primeira e segunda época de coleta, ocorreram na mesma época do ano, ambas no mês de agosto (Tabela 1 e 2). Verifica-se também que, a partir de maio (referente a 1ª e 7ª avaliação, para a primeira e segunda época, respectivamente) a agosto (referente à 4ª e 9ª avaliação, para a primeira e segunda época, respectivamente) ocorreram as menores temperaturas, tanto para a primeira como segunda época. Portanto, é possível inferir que temperaturas inferiores favorecem maior emergência e abundância da espécie e assim é esperado que espécies que compartilhem de mesmas exigências climáticas demonstrem comportamento similar.

CONCLUSÃO

O número de amostras de solo favoreceu a estabilidade dos parâmetros e redução do erro associado a estimativa de *G. coarctata*. Devendo ser complementado com número de avaliações dos fluxos de emergência do banco de sementes.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor, a UNESP-FCA e ao Núcleo de Pesquisas Avançadas em Matologia (NUPAM)

REFERÊNCIAS

Gulmon, S.L. Patterns of seed germination in Californian serpentine grassland species. Oecologia, v. 89, p. 27-31, 1992.

Bazzaz, F.A. Plants in changing environments: linking physiological, population, and community ecology. Cambridge: Cambridge University Press, 1996. 320p.

Ross, M. A.; Harper, J. L. Occupation of biological space during seedling establishment. Journal of Ecology, v. 60, p. 77-88, 1972.

Lorenzi, H. Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas. 7. ed. Nova Odessa: IPSIS, 2014.383p.

Silva, G. H. M. Efeito de diferentes intensidades de pastejo ao banco de sementes do solo em campos no sul do Brasil. 2014.61f. Dissertação (Mestrado em Botânica)

Systat Software Inc. SigmaPlot versão 12.5. San Jose, California, 2013