



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS COCAL
CURSO TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

GILVANA DA SILVA RIBEIRO

AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO E DESEMPENHO DE MINHOCAS
VERMELHAS CALIFORNIANAS (*Eisenia foetida*) SUBMETIDAS A DOSES
CRESCENTES DE CÁLCIO E CICLOS DE DESIDRATAÇÃO

COCAL

2022

GILVANA DA SILVA RIBEIRO

**AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO E DESEMPENHO DE MINHOCAS
VERMELHAS CALIFORNIANAS (*Eisenia foetida*) SUBMETIDAS A DOSES
CRESCENTES DE CÁLCIO E CICLOS DE DESIDRATAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em
Agroecologia do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Cocal.

Orientador: Prof. Me. Sandro Alexandre Marinho de
Araujo.

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Elenice Monte
Alvarenga.

COCAL

2022

AVALIAÇÃO DE CRESCIMENTO E DESEMPENHO DE MINHOCAS VERMELHAS CALIFORNIANAS (*Eisenia foetida*) SUBMETIDAS A DOSES CRESCENTES DE CÁLCIO E CICLOS DE DESIDRATAÇÃO

Gilvana da Silva Ribeiro¹

Sandro Alexandre Marinho de Araujo²

RESUMO

As minhocas são consideradas engenheiras do ecossistema, pois atuam nos processos de decomposição da matéria orgânica, disponibilizando nutrientes ao solo e às plantas. O presente trabalho teve como objetivo analisar aspectos relativos ao crescimento e desenvolvimento de minhocas submetidas a tratamento com cálcio, avaliando aspectos como biomassa, quantidade de casulos, pH do chorume, condutividade elétrica do chorume, além de avaliar a resistência na sobrevivência das minhocas mediante ciclos de desidratação. Utilizou-se o delineamento experimental em bloco inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos com oito repetições cada. Ao final das aplicações das cinco parcelas de cálcio, as minhocas foram submetidas a dois ciclos de desidratação. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) *campus* Cocal por 67 dias, utilizando-se o galpão de criação do *campus* e em condições de laboratório. Encontrou-se que as minhocas demonstraram resposta positiva quanto à biomassa a partir da alimentação de pó de cascas de ovos na dosagem de 5% (T2) havendo um incremento de biomassa (17%), embora não tenha havido diferença estatística em relação ao T0. Por fim, em relação aos testes de desidratação, neste trabalho o cálcio não funcionou como um elemento indutor de resistência nas minhocas, revelando uma resposta inversa ao que se esperava, causando um efeito de toxicidade dos indivíduos e consequentemente, sua mortalidade.

Palavras-chave: Cálcio; Resistência; Biomassa; Desidratação; Crescimento.

ABSTRACT

Earthworms are ecosystem engineers, as they act in the decomposition of organic matter, providing nutrients to the soil and plants. The present work had as objective to analyze aspects related to the growth and development of earthworms submitted to calcium treatment, evaluating aspects such as biomass, amount of cocoons, slurry pH, electrical conductivity of slurry, in addition to evaluating the resistance in the survival of earthworms through dehydration cycles. A completely randomized block design consisted of six treatments with eight replications each. The earthworms were submitted to two dehydration cycles at the end of applying the five calcium plots. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí-Cocal campus for 67 days, using the campus breeding shed and under laboratory conditions. Results showed that the earthworms showed a positive response regarding biomass from feeding eggshell powder at a dosage of 5% (T2) with an increase in biomass. However, there was no statistical difference concerning T0. Finally, concerning the dehydration tests, calcium did not work as a resistance-inducing element in earthworms, revealing an inverse response to what was expected, causing a toxicity effect on individuals and, consequently, their mortality.

¹ Graduanda do curso Tecnologia em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI). gilvanaribeiro17@gmail.com

² Prof. Me. em Solos e Nutrição de Plantas (UFC). sandro.araujo@ifpi.edu.br

Keywords: Calcium; Resistance; Biomass; Dehydration; Growth.

Data de aprovação: 26/07/2022

1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso ambiental indispensável à vida e a manutenção de seus atributos depende do uso adequado, do manejo e da adoção de práticas sustentáveis. Como recurso natural, o solo sofre a ação humana e pode perder qualidade em função do mau uso (CROSSLEY *et al.*, 1992). Nesse sentido, as minhocas têm uma grande capacidade de modificar seus habitats (BRAGA *et al.*, 2016). Assim, de acordo com Steffen *et al.*, (2013) são consideradas um dos mais importantes engenheiros de ecossistemas, pois são reguladores da disponibilidade de recursos a outras espécies, além de alterar as características químicas dos solos, como pH e disponibilidade de nutrientes.

A *Eisenia foetida* (Savigny, 1826) é uma espécie de minhoca que se caracteriza por sua grande eficiência na decomposição de materiais vegetais e é amplamente utilizada na compostagem e vermicompostagem, devido às funções que possuem em seu trato digestivo, convertendo grande parte da matéria orgânica e esterco em húmus. Por sua vez, esse subproduto gerado pela degradação dos materiais é altamente rico em nutrientes que agem na fertilidade dos solos.

Desse modo, Schlödt (2005), diz que as minhocas da espécie *E. foetida* possuem algumas vantagens acerca da sua produção, estando relacionada à sua indisposição em fugir da zona de criação, têm-se facilidade em identificar o órgão reprodutor (clitelo) por ser mais visível nessas espécies, são boas reprodutoras e suas ótimas condições de adaptabilidade sob diferentes tipos de substratos facilitam seu cultivo.

Além disso, a *E. foetida* alimenta-se de resíduos semicrus podendo acelerar o seu processo de decomposição, tanto pelo revolvimento dos resíduos, favorecendo sua aeração e homogeneização, como pelos processamentos químicos que ocorrem em seu trato digestivo (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Os processos químicos por sua vez, ocorrem devido a um órgão presente em algumas espécies de minhocas, chamado glândulas calcíferas. Silva (2019) afirma que uma característica importante do intestino é a presença de glândulas calcíferas no esôfago, que secretam carbonato de cálcio para o interior do intestino, não para serem reabsorvidos, mas atuando de forma alternativa a eliminar o CO₂ proveniente da respiração cuticular.

Portanto, nesse viés Ferreira (2020) consolida que o acréscimo no teor de Ca²⁺ pode estar relacionado com a liberação de carbonato de cálcio pelas glândulas calcíferas, ocasionando aumento de pH e na disponibilidade de Ca²⁺ nos coprólitos. Com efeito, essa ideia pode ser explicada em estudos realizados por Darwin (1881), em que houve vários pressupostos acerca da produção de carbonato de cálcio (CaCO₃) nas glândulas calcíferas presentes em minhocas. Por conseguinte, além do efeito da liberação de carbonato de cálcio nos teores de Ca²⁺ dos coprólitos, as minhocas podem aumentar o teor do elemento nos coprólitos devido essencialmente ao processo de concentração da fertilidade (FERREIRA, 2020).

Diante disso, objetivou-se avaliar o crescimento e desempenho das minhocas da espécie *E. foetida* quando submetidas a doses crescentes de cálcio proveniente de farinha de cascas de ovos, com o intuito de analisar sua influência no crescimento e em aspectos de ganho de peso (biomassa) dos indivíduos, bem como na quantidade de casulos e de minhocas juvenis. Além disso, buscou-se quantificar e analisar o lixiviado (chorume) gerado para medição do pH e analisar a condutividade elétrica (CE), além de verificar a influência do cálcio como um indutor

de resistência na sobrevivência das minhocas quando submetidas aos testes de desidratação (ciclo 1 e ciclo 2).

2 METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) *campus* Cocal, em condições de campo em um galpão, onde são mantidas as minhocas vermelhas californianas (*E. foetida*). Além disso, utilizou-se as instalações do Laboratório de Biologia (LABBIO) para obtenção de parte dos dados da experimentação.

2.1.1 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO E COLETA DE DADOS

Foram coletadas 8 (oito) minhocas com peso entre 300 a 600mg/indivíduo, cliteladas, ou seja, adultas, e adicionadas em recipientes de plástico com capacidade de 2 L sendo previamente furados para permitir a drenagem do substrato. Em cada recipiente, conforme os tratamentos, adicionou-se 500 gramas de esterco bovino curtido, oriundo de propriedade de agricultura familiar, previamente tratado com uso do sol. Após a montagem dos experimentos, as minhocas passaram por um processo de aclimação em condições de campo, no galpão durante uma semana, antes de receberem a primeira parcela de cálcio. A fonte de cálcio utilizada foi farinha (pó) de cascas de ovos, de origem convencional (granja) adquiridas em padarias, sendo inicialmente lavadas em água corrente, posteriormente tratadas com uso do sol por dois dias e trituradas em um liquidificador para obtenção da farinha.

Para aplicação das dosagens de cálcio nos tratamentos aplicados tomou-se por base o peso da farinha de casca de ovo em relação ao peso total do substrato (m/m), sendo aplicada de forma parcelada em 5 (cinco) vezes. Assim sendo, foram distribuídos da seguinte forma: testemunha (T0), contendo tão somente o substrato de esterco bovino; o tratamento 1 (T1), substrato mais 2,5% de farinha de casca de ovo, que corresponde a 12,5 gramas; o tratamento 2 (T2), substrato mais 5% de farinha de casca de ovo, que equivale a 25 gramas; o tratamento 3 (T3), substrato mais 7,5% de farinha de casca de ovo, que corresponde a 37,5 gramas; o tratamento 4 (T4), substrato mais 10% de farinha de casca de ovo, que equivale a 50 gramas; o tratamento 5 (T5), substrato mais 20% de farinha de casca de ovo, que corresponde a 100 gramas. A experimentação teve duração de 67 dias.

Devido o período da experimentação ter ocorrido na estação chuvosa, não houve necessidade de irrigação diária nos tratamentos, e a coleta semanal de lixiviados mantinham os substratos úmidos. Além disso, houve monitoramento dos experimentos de modo a evitar a presença de possíveis predadores. Para isso, os recipientes ficaram suspensos em uma arquibancada de madeira.

Ao final da aplicação das cinco parcelas das doses de cálcio, iniciou-se o teste de desidratação na estufa, dividido em dois ciclos de 36 horas cada, no intuito de analisar a influência do cálcio como um elemento de resistência na sobrevivência das minhocas submetidas à diferentes dosagens. O intervalo de tempo entre os dois ciclos foi de 19 dias. O teste de desidratação consistiu na suspensão da irrigação dentro dos recipientes por 36 horas em cada ciclo, utilizando uma estufa com aumento gradual das temperaturas 30°C, 35°C e 40°C a cada 12 horas. Nas primeiras 24 horas foram feitas inspeções da quantidade de minhocas adultas e juvenis vivas e mortas, bem como a biomassa do peso vivo total das minhocas ao findar as 36 horas de desidratação. Além da verificação dos aspectos citados anteriormente, contabilizou-se a quantidade de casulos.

A coleta dos dados para análise estatística aconteceu durante o período da experimentação, no qual ocorreu a aplicação das doses crescentes de cálcio em cada recipiente. Semanalmente, e sempre no mesmo horário, realizou-se a observação dos aspectos de ganho de peso (biomassa), quantidade de casulos, quantidade de minhocas juvenis, coleta do lixiviado gerado para medição do pH e análise da condutividade elétrica.

Ademais, a aferição da biomassa gerada pelo peso vivo total das oito minhocas presentes em cada tratamento foi obtida em balança de precisão (Balança Ohaus ARD110 de 4100x0,01g). Para medição do pH utilizou-se pHmetro de bancada (KASVI) e a análise da condutividade elétrica foi realizada por meio de um condutivímetro digital (Portátil tipo caneta modelo CD- 880). Em relação à contagem da quantidade de minhocas juvenis e casulos, foi feito de forma manual.

2.1.1.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

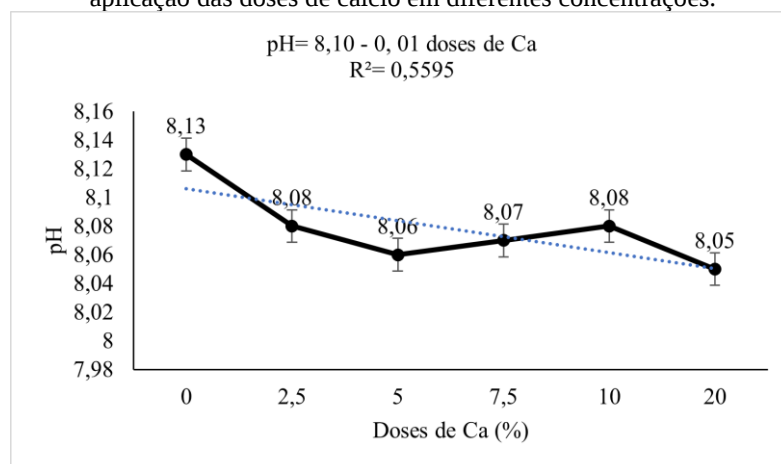
O delineamento experimental utilizado foi bloco inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos, com 8 repetições cada. Os dados da biomassa gerada pelas cinco parcelas de cálcio foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade de erro. Os dados das juvenis e casulos, pH e condutividade elétrica referentes às cinco parcelas de cálcio e os ciclos de desidratação foram submetidas à análise de regressão linear. As análises foram realizadas usando o software OnDemand of Academics (SAS).

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE pH e CE

No decorrer das cinco semanas de aplicação das doses de cálcio nos tratamentos, os valores de pH do chorume se mantiveram na faixa 8,13, mostrando-se levemente básico. Os resultados quanto as análises do pH dos tratamentos encontram-se abaixo (Figura 1).

Figura 1 – Relação entre as doses de cálcio (%) e o pH dos lixiviados coletados equivalentes às cinco semanas de aplicação das doses de cálcio em diferentes concentrações.



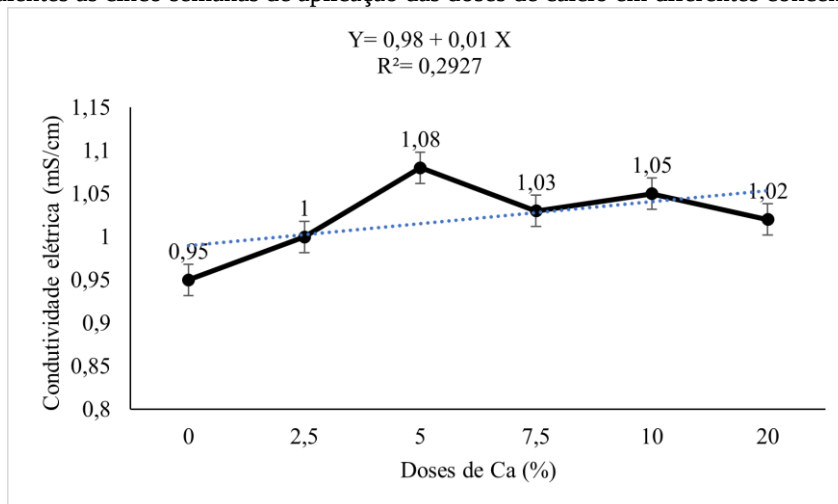
Fonte: autoria própria (2022).

Todavia, mesmo com o cálcio possuindo ação corretiva nos substratos que receberam as dosagens, apresentando-se menos alcalino próximo ao pH 7,0 não houve 100% de sobrevivência das minhocas adultas submetidas ao pó das cascas de ovos, totalizando 7 minhocas vivas nos tratamentos. O T0 (testemunha) representou estaticamente o melhor

tratamento em relação à sobrevivência das 8 minhocas adultas, mesmo havendo uma tendência de basicidade elevada do pH na faixa de 8,13.

A análise da condutividade elétrica (mS/cm) demonstrou que os substratos apresentavam-se na faixa de 0,95 mS/cm para o T0, valor relativamente baixo em comparação ao T2 que apresentou condutividade maior de 1,08 mS/cm em relação aos demais (Figura 2).

Figura 2 – Relação entre as doses de cálcio (%) e a condutividade elétrica (mS/cm) dos lixiviados coletados equivalentes às cinco semanas de aplicação das doses de cálcio em diferentes concentrações.

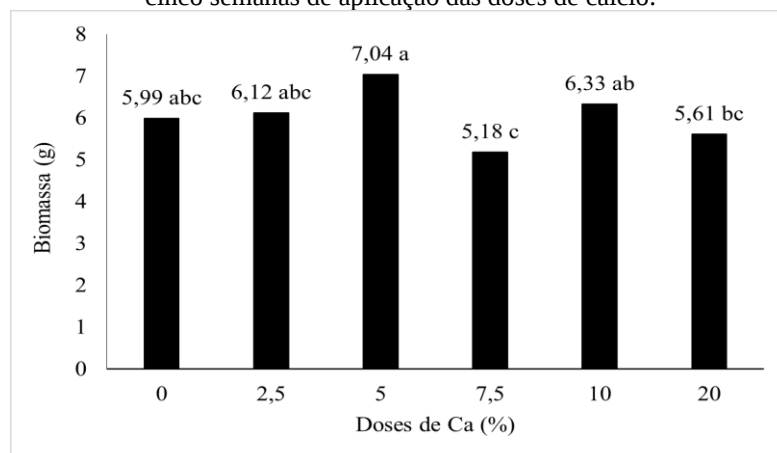


Fonte: autoria própria (2022).

3.1.1 ANÁLISE DOS ASPECTOS DE CRESCIMENTO DAS MINHOCAS

Analisando-se os resultados referentes à biomassa das minhocas, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos T0, T1, T2 e T4, apresentando respectivamente, os índices de ganho de peso 5,99 g, 6,12 g, 7,04 g e 6,33 g. Estatisticamente, o tratamento T2 de dosagem à 5% destacou-se entre os demais pelo maior ganho de peso. Já o pior tratamento foi o T3 de dosagem 7,5% dispondo de 5,18 g de biomassa das minhocas (Figura 3).

Figura 3 – Valores médios da biomassa (g) das minhocas em relação aos diferentes tratamentos referentes às cinco semanas de aplicação das doses de cálcio.

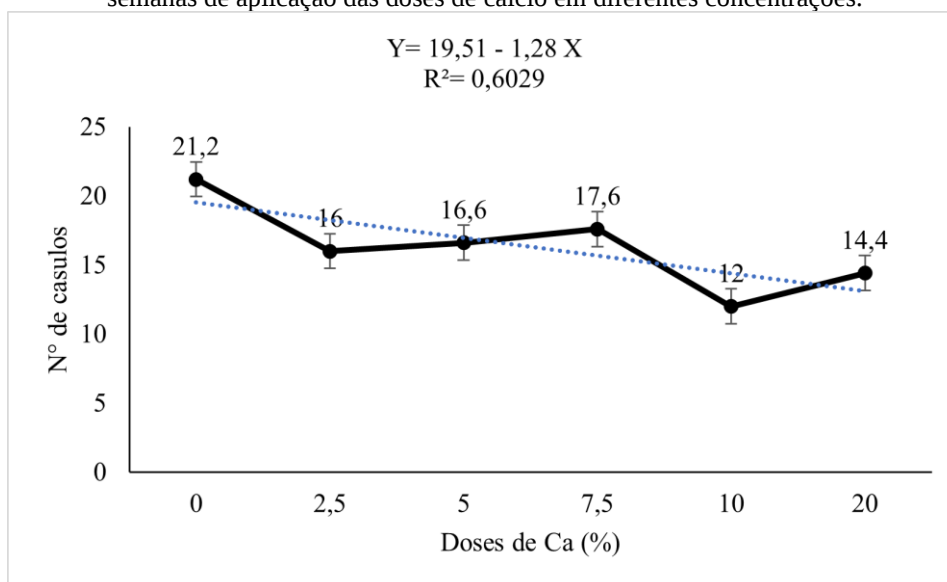


Fonte: autoria própria (2022).

Em relação aos aspectos de reprodução, considerando a quantidade de casulos por tratamentos, o T0 favoreceu uma alta multiplicação resultando no maior número de casulos

(21,2 g), seguido do T3 que representou uma média de 17,6 casulos semanalmente. O T4 revelou baixo desempenho na reprodução, resultado em apenas 12 casulos quantificados semanalmente (Figura 4).

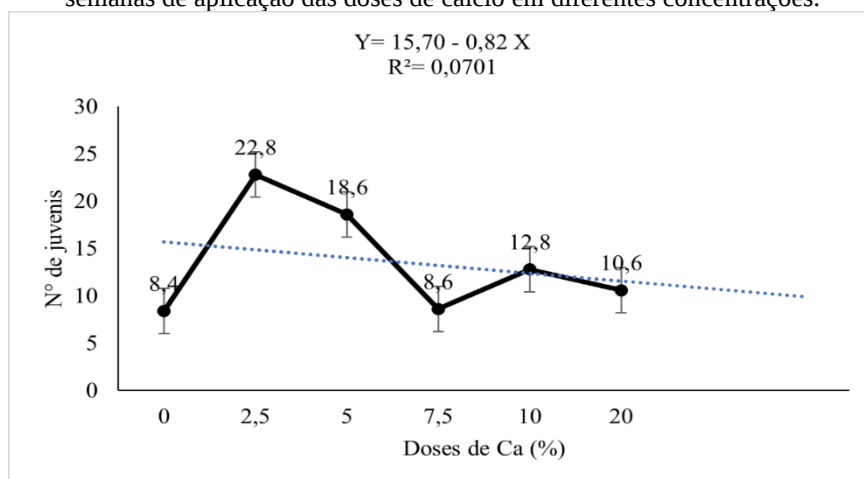
Figura 4 – Relação entre as doses de cálcio (%) e o número de casulos por tratamento equivalentes às cinco semanas de aplicação das doses de cálcio em diferentes concentrações.



Fonte: autoria própria (2022).

Em contrapartida, quanto à média de eclosão dada semanalmente, o T1 superou o T0 apresentando 22,8 juvenis e 8,4 juvenis, respectivamente para os tratamentos. O número de casulos em relação à média de eclosão das juvenis para o T0 baixou consideravelmente, permitindo ao T1 um aumento na quantidade de juvenis mesmo o desvio padrão das médias possuindo um erro significativo. Já o T3 seguido do T0 apresentou baixo número de juvenis como bem exemplifica no gráfico abaixo (Figura 5).

Figura 5 – Relação entre as doses de cálcio (%) e o número de juvenis por tratamento equivalentes às cinco semanas de aplicação das doses de cálcio em diferentes concentrações.



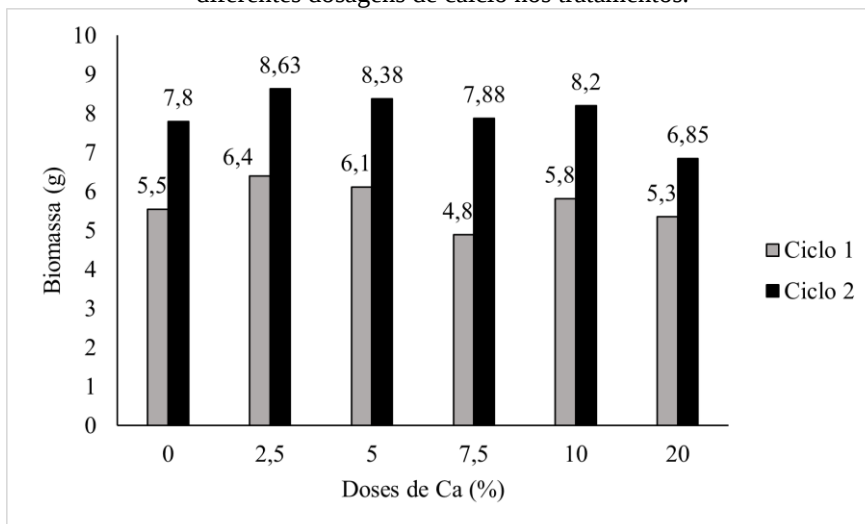
Fonte: autoria própria (2022).

3.1.1.1 TESTES DE DESIDRATAÇÕES

No que diz respeito ao primeiro ciclo de desidratação, o número de minhocas restantes das semanas de aplicação das doses de cálcio foi de 8 para o T0 e T2 e 7 para os demais

tratamentos. Sendo assim, ao final das 36 horas de experimentação do primeiro ciclo apenas o T0 apresentou resistência, e os demais que receberam as dosagens permaneceram com 7 minhocas ao final. De acordo com o gráfico abaixo (Figura 6), o ciclo de desidratação 1 apresentou menor ganho de peso em comparação com o ciclo de desidratação 2.

Figura 6 – Valores da biomassa (g) das minhocas referentes aos dois de ciclos de desidratações equivalentes às diferentes dosagens de cálcio nos tratamentos.

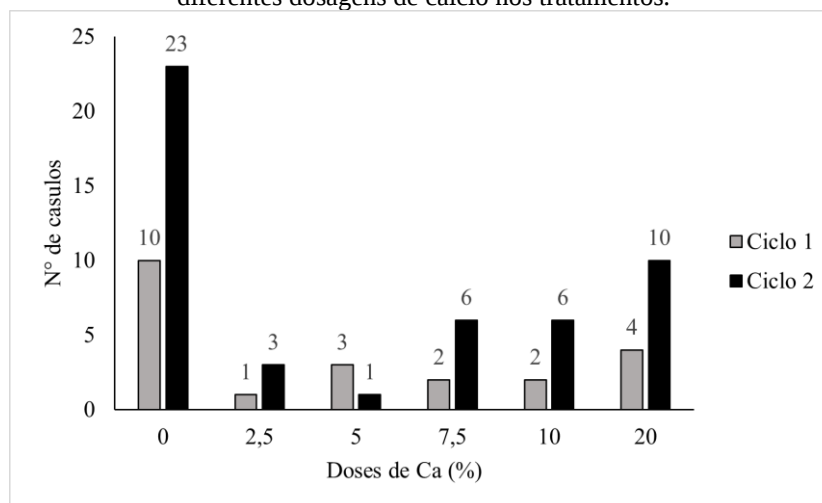


Fonte: autoria própria (2022).

No entanto, no segundo ciclo de desidratação, a resistência das minhocas nas unidades experimentais que recebiam o pó das cascas de ovos, resultou em mais mortalidade, mesmo possuindo ganho de peso maior que o primeiro ciclo de desidratação. Em suma, ainda que o número de minhocas vivas ao final do ciclo 2 seja menor que ciclo 1, representa relativamente maior biomassa das minhocas que sobreviveram ao estresse hídrico.

No que se refere à quantidade de casulos o T0 (ciclo 2) apresentou maior reprodução, totalizando 23 casulos quantificados semanalmente seguido do T5 de maior dosagem, contabilizando 10 casulos. Em relação aos demais tratamentos, apenas no T2 na dosagem de 5% (ciclo 2) não se obteve valor superior ao T2 (ciclo 1) (Figura 7).

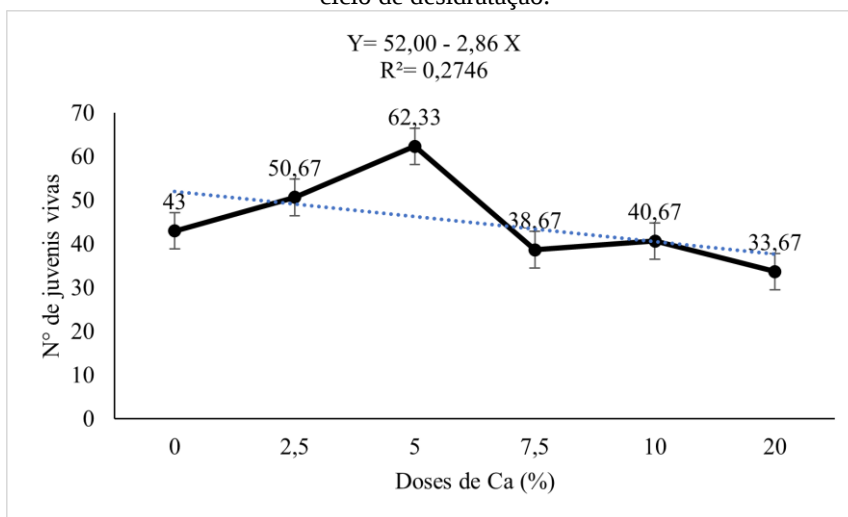
Figura 7 – Quantidade de casulos das minhocas referentes aos dois de ciclos de desidratações equivalentes às diferentes dosagens de cálcio nos tratamentos.



Fonte: autoria própria (2022).

Em relação ao número de juvenis vivos do ciclo 1 o T2 superou em relação aos demais tratamentos, denotando-se maior número de indivíduos jovens (62,33), seguido do T1 que apresentou 50,67 juvenis. Ademais, o T5 que representa 20% das dosagens de cálcio teve o menor número de juvenis (Figura 8).

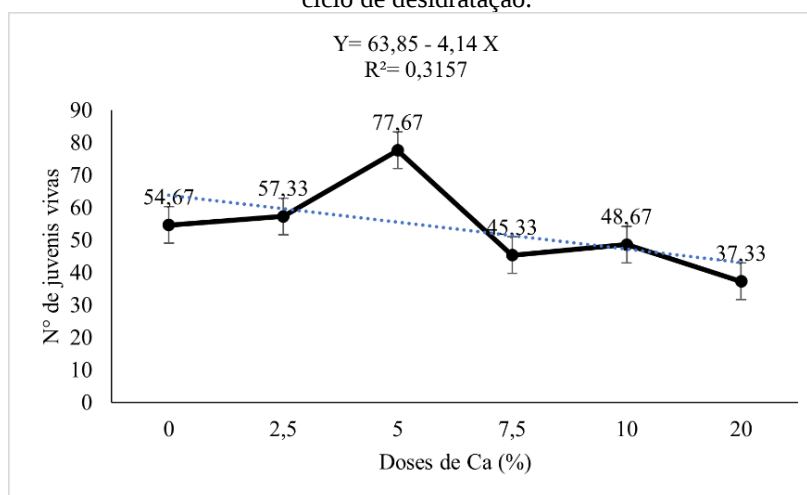
Figura 8 – Relação entre as doses de cálcio (%) e o número de juvenis por tratamento equivalentes ao primeiro ciclo de desidratação.



Fonte: autoria própria (2022).

No que diz respeito ao número de juvenis do ciclo 2, de modo similar ao ciclo 1, houve um aumento significativo na população de indivíduos jovens, ficando em evidência a maior quantidade de indivíduos no T2 com 77,67 e menor número de indivíduos para o T5 de maior dosagem (20%) com 37,33.

Figura 9 – Relação entre as doses de cálcio (%) e o número de juvenis por tratamento equivalentes ao segundo ciclo de desidratação.

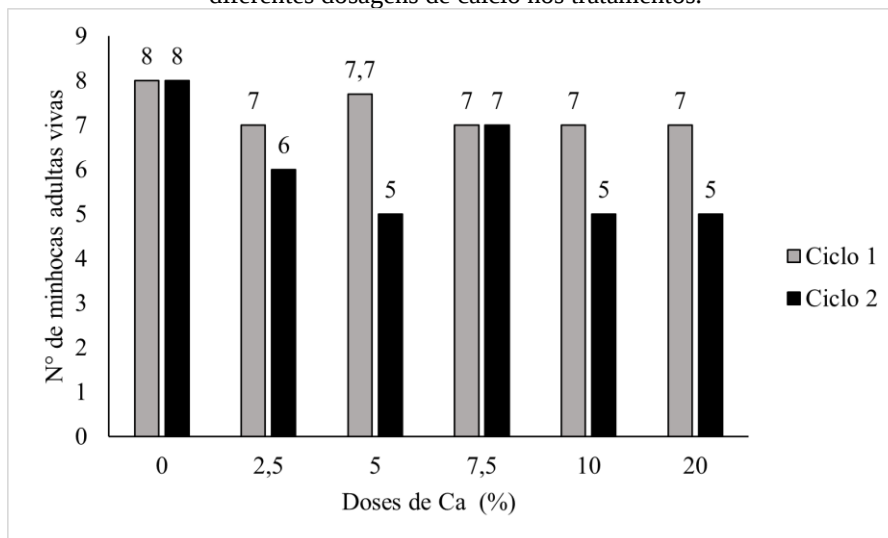


Fonte: autoria própria (2022).

Por fim, quanto ao número de minhocas adultas sobreviventes ao final dos dois ciclos obteve-se valores semelhantes, podendo ser visualizados na Figura 10. Na maioria dos tratamentos a prevalência do maior número de minhocas adultas vivas foi no T0 dos dois ciclos, no qual o T0 apresentou-se uniforme desde o início da aplicação das doses de cálcio até o último processo do ciclo de desidratação, sem nenhuma perda das minhocas adultas. Já para os

tratamentos T4 e T5 ambos permaneceram com a mesma quantidade de minhocas, contabilizando também os tratamentos com menor número de indivíduos.

Figura 10 – Quantidade de minhocas adultas referentes aos dois de ciclos de desidratações equivalentes às diferentes dosagens de cálcio nos tratamentos.



Fonte: autoria própria (2022).

No entanto, conforme o gráfico acima, em relação aos demais tratamentos, observou-se a mortalidade de pelo menos dois indivíduos em cada unidade experimental, creditando-se ao fato de que o cálcio agiu agressivamente na resistência das minhocas em consonância ao estresse hídrico devido ao aumento das temperaturas. Em sobressaída ao T3 (ciclo 1 e 2) houve resistência da mesma quantidade de minhocas em ambos.

4 DISCUSSÃO

Acredita-se que, devido ao fato das cascas de ovos possuírem em sua composição o cálcio, contribuiu para tendência de um aumento da CE, na Figura 2. Contudo, neste trabalho encontrou-se valores de pH acima de 7, mostrando-se pH levemente básico (Figura 1). Em consonância a isso, em trabalhos realizados por Antunes *et al.*, (2013) utilizando diferentes substratos na eclosão de minhocas *E. foetida*, encontrou-se valores de pH acima de 7,0 no tratamento T3 (esterco bovino), na faixa de 7,2. Em análise, os valores de pH apresentaram-se próximo da neutralidade em ambos os trabalhos, esse fato pode ser explicado pela influência do tipo de substrato utilizado, bem como para seu aumento quanto à utilização das cascas de ovos.

O T0 foi a unidade experimental em que mais apresentou o pH elevado, não tendo uma relação direta com a aplicação da farinha de cascas de ovos nos tratamentos, conjecturando-se a influência do próprio substrato utilizado no tratamento e a água de irrigação utilizada para drenagem do substrato aplicada semanalmente podendo conter maiores quantidades de sais e nutrientes. Em contrapartida, a Ferreira (2020), em suas pesquisas observou-se em questão o pH mais ácido no tratamento de solo natural utilizado no experimento, sem adição de corretivos, o qual apresentou acidez muito alta, em torno de 4,22.

Por outro lado, o pH básico nos tratamentos em que receberam as doses de cálcio, pode ser evidenciada pela ideia de Silva (2019) na qual uma característica importante do intestino das minhocas é a presença de glândulas calcíferas no esôfago, que secretam carbonato de cálcio para o interior do intestino, não para serem reabsorvidos, mas atuando de forma alternativa a eliminar o CO₂ proveniente da respiração cuticular. Pois, segundo Brown et al.,

(2000) no intestino há estimulação da atividade microbiana, mineralização de nutrientes, decomposição de matéria orgânica, reorganização de partículas minerais, e alteração do pH por adição de carbonato de cálcio (CaCO_3). Por sua vez, as glândulas calcíferas segregam o carbonato de cálcio e neutralizam a acidez do alimento. (MORAES, 1995).

Portanto, segundo Ferreira (2020), o acréscimo no teor de Ca^{2+} pode estar relacionado com a liberação de carbonato de cálcio pelas glândulas calcíferas, ocasionando aumento de pH e na disponibilidade de Ca nos coprólitos. Com efeito, essa ideia pode ser explicada em estudos realizados por Darwin (1881), em que houve vários pressupostos acerca da produção de carbonato de cálcio (CaCO_3) nas glândulas calcíferas presentes em minhocas.

Já no que se concerne à análise da condutividade elétrica o T2 (Figura 2) diferiu entre os demais por apresentar CE maior de $1,08 \text{ mS.cm}^{-1}$ e o T0 pela menor CE de $0,95 \text{ mS.cm}^{-1}$. Referente a isso, observou-se que o Ca^{2+} presente nas cascas de ovos contribuiu para um aumento da CE nos substratos. Em analogia a isso, ainda de acordo com estudos realizados acerca da CE por Ferreira (2020), nos tratamentos em solo com adição de cálcio em pH natural (SN+Ca) e em pH 6,0 (SN+Ca+pH6,0) foi observada mortalidade de 20% das minhocas e a CE desses tratamentos apresentaram valores médios de $1,20 \text{ mS.cm}^{-1}$ e $1,88 \text{ mS.cm}^{-1}$. Ressaltando-se que o Ca^{2+} utilizado pela autora está em forma de sulfato de cálcio, diferindo do tipo de cálcio encontrado nas cascas de ovos (carbonato de cálcio).

Em relação à mortalidade das minhocas nos tratamentos, sabendo que o único tratamento em que houve 100% de sobrevivência das minhocas cliteladas foi o T0, ainda assim o T0 não alcançou ganho de peso maior em termos absolutos que os demais tratamentos que receberam as dosagens de cálcio, sendo o T2 o que apresentou maior biomassa em termos absolutos de ganho de peso, porém não foi estatisticamente significativo em relação T0 pelo fato de ter ocorrido mortalidade (Figura 3). Esse fato, pode ter sido supostamente influenciado pela composição do substrato, nos quais os tratamentos em que receberam as dosagens maiores T4 e T5 houve pelo menos a mortalidade de 2 a 3 indivíduos, o excesso de cálcio por sua vez pode ter acarretado um efeito de toxicidade nas minhocas, contribuindo para sua mortalidade. À vista disso, Ferreira (2020) menciona em seu trabalho que as minhocas presentes no tratamento de solo natural, sem adição de corretivos (SN) e no tratamento de solo natural com pH 6,0 (SN+pH6,0), não apresentaram mortalidade, sendo observado ainda incremento no peso das minhocas de 20% (SN) e 26% (SN+pH 6,0), após um mês de experimento.

Outrossim, Machado *et al.*, (2004), encontrou resultados inferiores em seu trabalho em relação à mortalidade e à multiplicação dos indivíduos jovens, no qual após dois meses de experimentação, verificou-se que em um dos tratamentos (recipiente 2) do qual é composto por esterco de gado puro, os indivíduos (minhocas adultas) sobreviveram com apenas uma morte e não houve multiplicação de indivíduos jovens. Enquanto, neste trabalho os tratamentos apresentaram boa taxa de multiplicação, destacando-se entre os demais com maior número de indivíduos jovens o T1 com 2,5% de cálcio incluídas na alimentação das minhocas (Figura 5). Nesse viés, notadamente além do Ca^{2+} presente na farinha de cascas de ovos, possivelmente o esterco bovino advindo de uma propriedade poderia ter resquícios de resíduos agroquímicos, pesticidas e/ou outros contaminantes que mesmo com o tratamento dado ao esterco com uso da solarização antes mesmo da sua utilização no experimento talvez não tenha sido bastante para eliminar a carga de agentes que poderiam propiciar a morte das minhocas.

Ademais, outra justificativa quanto ao ganho de peso das minhocas, no que se concerne ao tipo do substrato utilizado na alimentação, é que o esterco bovino quando associado a outro material, pode promover um desempenho de crescimento nos indivíduos, aumentando sua biomassa e população. Nessa vertente, de acordo com os estudos realizados por Da Silva Neto *et al.*, (2016) o acréscimo de capim-colonião ao esterco bovino favoreceu a multiplicação e o desenvolvimento da *E. fetida*, além do quantitativo de indivíduos que se multiplicaram também

está equiparado à biomassa de minhocas no tratamento com 75% de capim-colonião + 25% de esterco bovino.

Somando a isso, nas pesquisas realizadas por Antonioli *et al.*, (2009) acerca da utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato para a multiplicação de *E. fetida*, observou-se nas avaliações referentes à biomassa de minhocas, os tratamentos casca de arroz inteira, tratadas com Amônio (NH_4OH) a 20 e 40%, casca de arroz moída tratadas com Sódio (NaOH) a 10% e 50% casca de arroz inteira mais 50% esterco bovino proporcionaram maior biomassa de minhocas frescas, bem como os resultados do trabalho sugerem que a inclusão de casca de arroz favoreceu o desenvolvimento e a taxa de reprodução das minhocas, o que pode ter sido influenciado pela textura, umidade e aeração do substrato, devido à mistura de casca de arroz ao esterco bovino. Logo, a mistura do esterco bovino com diferentes materiais pode promover o desempenho de crescimento e reprodução dos indivíduos.

Em relação aos ciclos de desidratação, em ambos as minhocas adultas e juvenis apresentavam, em partes, características semelhantes devido ao estresse hídrico a que foram submetidas, além da suspensão do pó das cascas de ovos e o aumento gradual das temperaturas na estufa. No ciclo 1 (Figura 6), na medida em que aumentava a temperatura as minhocas apresentavam mecanismos de defesa, agrupando-se, bem como comportamento de fuga, sendo encontradas presas ao TNT na parede do recipiente, com perda de biomassa, e com movimentos lentos. Já no ciclo 2 (Figura 6), as minhocas não apresentaram comportamento de fuga, apenas de estresse agrupando-se sob a camada superficial do substrato e com movimentos lentos, porém com biomassa maior em relação ao ciclo 1.

Todavia, apesar da perda de biomassa no ciclo 1, eventualmente o intervalo de 19 dias pode ter influenciado na recuperação das minhocas, quanto à biomassa perdida, porém, o estresse hídrico e o consumo do pó restante nos substratos, pode ter provavelmente desencadeado um efeito de toxicidade, ao mesmo tempo em que não houve resistência, e o Ca^{2+} por sua vez não funcionou como um elemento indutor de resistência quanto a sobrevivência das minhocas. Essa ideia pode ser indicada pelo T0, que foi o único tratamento em que não houve dosagem e consequentemente, não houve mortalidade das minhocas adultas.

No entanto, apenas a presença das minhocas no alimento não basta para concluir sobre suas condições, pois em alguns casos as minhocas podem permanecer no alimento devido a uma intoxicação aguda que não lhes permitiu fugir. É muito difícil saber o real motivo que pode provocar uma intoxicação desse nível, mas resíduos de agrotóxicos, antibióticos ou vermífugos veterinários, substâncias ácidas ou metais pesados são algumas possibilidades (SCHIEDECK, 2019).

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que, as minhocas demonstraram resposta positiva quanto à biomassa a partir da alimentação de pó de cascas de ovos na dosagem de 5% equivalente à 25g (T2) havendo um incremento de biomassa, embora não tenha havido diferença estatística em relação ao T0, porém, em aspectos de reprodução como a quantidades de casulos e juvenis, deu-se respectivamente para o tratamento testemunha (T0) e o tratamento com a dosagem de Ca^{2+} a 2,5% equivalente à 12,5 g (T1).

Por fim, em relação aos testes de desidratação, neste trabalho o cálcio não funcionou como um elemento indutor de resistência nas minhocas, revelando uma resposta inversa ao que se esperava, causando um efeito de toxicidade dos indivíduos e consequentemente, sua mortalidade.

Diante do exposto, faz-se necessário a realização de estudos minuciosos para o entendimento no papel do cálcio no metabolismo de crescimento e reprodução de minhocas, a

fim de melhorar e incrementar o desempenho de minhocas vermelhas californianas quando alimentadas à base de Ca.

REFERÊNCIAS

ANTONIOLLI, Zaida Inês; STEFFEN, Gersa Pauli Kist; STEFFEN, Ricardo Bemfica. **Utilização de casca de arroz e esterco bovino como substrato *Eisenia fetida* Savigny (1826)**. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, p. 824-830, 2009.

ANTUNES, MATEUS DE OLIVEIRA; RIBEIRO, GEORGE LUCAS VIEIRA; MORSELLI, TÂNIA BEATRIZ GAMBOA ARAÚJO. **Eclosão de Minhocas (*Eisenia fetida*, Savigny, 1826) em diferentes substratos e misturas**. 2013.

BRAGA, L. P. P., YOSHIURA, C. A., BORGES, C. D., HORN, M. A., BROWN, G. G., DRAKE, H. L & TSAI, S. M. **Disentangling the influence of earthworms in sugarcane rhizosphere**. Scientific reports, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2016.

BROWN, G.G.; BAROIS, I.; LAVELLE, P. **Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains**. European Journal Soil Biology, v. 36, p. 177–198, 2000.

CROSSLEY JR, D. A.; MUELLER, Barbara R.; PERDUE, Judy C. **Biodiversity of microarthropods in agricultural soils: relations to processes**. Agriculture, Ecosystems & Environment, v. 40, p. 37-46, 1992.

DA SILVA NETO, Augusto Benjamin et al. **UTILIZAÇÃO DE CAPIM COLONIAÇÃO (*Panicum maximum* Jacq CV) E ESTERCO BOVINO COMO SUBSTRATO PARA A MULTIPLICAÇÃO DE *Eisenia fetida* Savigny (1826)**. 2016.

DARWIN, C. **The formation of vegetable mould through the action of worms with observations on their habits**. Murray, London, 1881.

FERREIRA, Talita. **Relação entre as minhocas *Pontoscolex corethrurus* e a fertilidade do solo: o caso das terras pretas de índio e seus componentes (Biochar, matéria orgânica, cerâmica, Ca e P)**. Curitiba, 2020. Tese de Doutorado.

MACHADO, Brito et al. **AValiação da reprodução e da sobrevivência de *Oligochaeta* em diferentes substratos**. Terra, v. 10, n. 10, p. 0. 2004.

MORAES, José Henrique Carvalho. **Vermicompostagem para a Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 1995.

OLIVEIRA, E.M.; COSTA, F.X.; COSTA, C.C.; **Reprodução de minhoca (*Eisenia foetida*) em diferentes substratos**. Revista Caatinga, v.21, p.146-150, 2008.

SCHIEDECK, G. et al. **Criação e manutenção dos organismos**. 2019.

SCHLDT, M. S.; RUMI, A. G.; GREGORIC, D. E. G. **Determinación de “edades” (clases) em poblaciones de *Eisenia fetida* (Annelida: Lumbricidae) y sus implicâncias reprobilógicas**. Revista del Museo de La Plata, Zoologia, 17 (170): 1-10, 2005.

SILVA, Verónica Rodrigues. **Alterações histológicas em Eisenia fetida associadas à exposição a agroquímicos presentes nas pastagens da Ilha de São Miguel.** Ponta Delgada, 2019. Dissertação de Mestrado.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLO, Z. I.; STEFFEN, R. B.; JACQUES, R. J. S. **Importância ecológica e ambiental das minhocas.** Revista de Ciências Agrárias, 36: 137-147, 2013.