

Dose de resíduo sólido de tanque de piscicultura na adubação de milho verão

Khauany Paula Roecker^{1*}; Thaísa Capato Lima¹

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}khauanyroecker@outlook.com

Resumo: O aumento da piscicultura trouxe em seu encalço o incremento dos resíduos gerados sendo o principal deles o resíduo sólido, que pode ser destinado a adubação de diferentes culturas. Neste contexto, o objetivo deste experimento é avaliar o crescimento e desenvolvimento do milho verão submetido a diferentes doses de resíduos sólidos de piscicultura. O experimento foi conduzido de setembro de 2024 a fevereiro de 2025, em uma propriedade rural em Nova Aurora, PR. Foi adotado um delineamento em blocos ao acaso (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram nas doses: T1 (testemunha), T2 (3 t ha⁻¹), T3 (6 t ha⁻¹), T4 (9 t ha⁻¹) e T5 (12 t ha⁻¹). Para avaliar a eficiência do resíduo, foram observados os parâmetros crescimento vegetativo, produtividade e peso de mil grãos. Foram medidas a altura da planta, altura de inserção da espiga, comprimento da espiga e diâmetro do caule. Ao final do experimento, as duas fileiras centrais de cada parcela foram colhidas manualmente, e as espigas debulhadas. Os grãos tiveram a umidade ajustada a 13 %, e a massa de mil grãos foi calculada de acordo com as Regras para Análises de Sementes (R.A.S.). Os dados foram analisados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, foi feita a análise de variância (ANOVA) com as médias ajustadas por regressão polinomial, usando o software SISVAR. O aumento das doses de resíduo de piscicultura no cultivo de milho verão influencia significativamente o crescimento e a produtividade das plantas.

Palavras-chave: Produtividade; Fertilizante orgânico; *Zea mays*.

Doses of solid waste from fish farming tanks in summer corn fertilization.

Abstract: The growth of fish farming has led to an increase in waste production, with solid waste being the main byproduct. This solid waste can be used as fertilizer for various crops. In this context, the objective of this experiment is to evaluate the growth and development of summer corn subjected to different doses of solid fish farming waste. The experiment was conducted from September 2024 to February 2025 on a rural property in Nova Aurora, Paraná, Brazil. A randomized block design (RBD) was used, with five treatments and four replications, totaling 20 experimental units. The treatments consisted of the following doses: T1 (control), T2 (3 t ha⁻¹), T3 (6 t ha⁻¹), T4 (9.75 t ha⁻¹), and T5 (12 t ha⁻¹). To assess the efficiency of waste, parameters such as vegetative growth, productivity, and thousand grain weight were evaluated. Plant height, ear insertion height, ear length, and stem diameter were measured. At the end of the experiment, the two central rows of each plot were harvested manually, and the ears were shelled. The grains were adjusted to 13% moisture content, and the thousand grain weight was calculated according to the Rules for Seed Testing (R.A.S.). Data were tested for normality using the Shapiro-Wilk test, and variance analysis (ANOVA) was performed with means adjusted by polynomial regression using SISVAR software. Increasing the application rates of fish farming residue in summer maize cultivation has a significant impact on plant growth and productivity

Keywords: Productivity; organic Fertilizer; *Zea mays*.

Introdução

Os resíduos sólidos de piscicultura, compostos principalmente por matéria orgânica proveniente dos tanques de criação, podem vir a ser uma alternativa como fertilizante orgânico. Utilizar esses resíduos na agricultura pode promover o reaproveitamento de materiais que, de outra forma, seriam descartados. Ao substituir adubos sintéticos por fertilizantes naturais, é possível melhorar a saúde do solo e contribuir para a sustentabilidade das práticas agrícolas.

É imprescindível expandir a produção de alimentos para acompanhar o crescimento populacional observado nos últimos anos, o que deve ser realizado com sustentabilidade e manejo adequado do solo (da Silva *et al.*, 2024). Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2021), baseados na Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o Brasil é um dos líderes mundiais em produção e exportação de grãos, destacando-se, sobretudo, o milho e a soja (Azevedo, 2021). O milho, sendo uma gramínea da família Poaceae (Magalhães *et al.*, 2002), apresenta grande potencial produtivo devido às suas condições fisiológicas favoráveis. Sua alta eficiência na conversão de radiação solar em biomassa é atribuída ao seu mecanismo fotossintético do tipo C4, que permite uma utilização mais eficiente da energia solar para o crescimento (Cruz *et al.*, 2006).

Com o crescimento das atividades agropecuárias, houve uma expansão significativa dos sistemas de integração e da piscicultura no oeste do Paraná. O município de Nova Aurora, conhecido como a 'Capital Nacional da Tilápia', tem se destacado nesse setor. Em 2020, a produção de tilápias no Brasil alcançou 343,5 mil toneladas, das quais 62,3% vieram do Paraná, com o oeste do estado respondendo por 96% dessa produção, ou seja, 134,32 mil toneladas. Essa expansão tem contribuído para uma importante diversificação produtiva na região (Brenzam, 2023).

No entanto, como toda atividade mal-conduzida, a piscicultura pode ocasionar prejuízos ambientais, especialmente devido ao descarte inadequado dos dejetos nos leitos fluviais, gerados pela atividade, o que pode causar danos ao meio ambiente (Coldebella, 2018). A condução ineficiente desse descarte é um dos principais responsáveis pelos impactos ambientais (Marchi e Gonçalves, 2020), e a falta de soluções tecnológicas e de viabilidade financeira é um dos maiores desafios atuais da atividade (Neves e Imperador, 2022). O processo de limpeza do barro acumulado nos tanques se torna, assim, um problema ambiental relevante (Silva e Silva, 2019).

Os peixes geram dejetos que se depositam no fundo dos tanques e devem ser removidos ao final do ciclo de produção (Silva, 2017). Quando esses dejetos são utilizados como adubo

na cultura do milho, enriquecem o solo, liberando nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre e ainda aumentam os teores de matéria orgânica (Leite, 2004). A cultura do milho é muito responsiva ao aumento da oferta de nutrientes, dessa forma incrementos na adubação são indispensáveis para que a cultura expresse seu maior potencial produtivo (Alves *et al.*, 2022). O uso de materiais orgânicos não só melhora as condições do solo, como também pode trazer benefícios ao aumentar a produtividade, melhorar o valor nutricional, a sanidade e a vitalidade das plantas (Silva e Silva, 2019).

Como aponta Fernandes (2021), a decomposição e mineralização dos adubos orgânicos disponibiliza de forma gradual os nutrientes para as plantas, contribuindo para a saúde do solo e nutrição das culturas, podendo incrementar a produtividade. A combinação do manejo de adubos químicos e orgânicos pode resultar em expressivos aumentos de produção (Leite, 2004). Os dejetos orgânicos da piscicultura são particularmente ricos em compostos que beneficiam a composição do solo e o fornecimento de nutrientes, além de contribuírem para a preservação do meio ambiente (Himes, 1997). A realização desse manejo é uma maneira eficaz de mitigar a poluição ambiental; ao utilizar o fertilizante nos cultivos como restaurador das propriedades do solo, ele também atua como fornecedor nutricional para as plantas (Silva e Silva, 2019).

Diante o exposto, o experimento teve como objetivo avaliar o crescimento e desenvolvimento do milho verão submetido a doses de resíduos sólidos de piscicultura.

Material e Métodos

O experimento iniciou-se no dia 18 de setembro de 2024 em uma propriedade rural localizada na comunidade Alto Alegre, Rod. Atilio Mezzon, 575, no município de Nova Aurora, região oeste do Paraná, com latitude: 24°32'56.5"S e longitude 53°20'59.8"W situada a 441 m de altitude, em relação ao nível do mar. A região oeste do Paraná apresenta um clima subtropical do tipo Cfa, caracterizado pela ausência de uma estação seca definida (Nitsche *et al.*, 2019). O solo da área experimental de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por cinco linhas de semeadura com 5m de comprimento e espaçamento de 0,45m entre linhas, totalizando 12,5 m². Os tratamentos foram constituídos por doses crescentes de resíduo de piscicultura sendo T1 - a testemunha sem aplicação, T2 - 3 t ha⁻¹

¹ de resíduo, T3 - 6 t ha⁻¹ de resíduo, T4 - 9 t ha⁻¹ de resíduo e T5 - 12 t ha⁻¹ de resíduo por hectare.

O resíduo sólido de piscicultura utilizado no presente estudo foi obtido a partir da remoção de sedimentos acumulados no fundo dos tanques de piscicultura. O material é composto majoritariamente por resíduos orgânicos oriundos da alimentação e excreção dos peixes, bem como restos de vegetação aquática e outras partículas em suspensão que se depositam ao longo do ciclo de produção.

Após a coleta, o material foi submetido ao processo de secagem. Inicialmente, o resíduo foi disposto em uma área coberta, ao abrigo de intempéries, em camadas finas (aproximadamente 5 cm de espessura) sobre lonas plásticas, permitindo uma maior superfície de contato com o ar. O material foi revolvido diariamente para garantir uma secagem uniforme e acelerar a perda de umidade. Esse processo durou aproximadamente 15 dias, até que o resíduo atingisse uma consistência seca, sendo verificado visualmente e por meio de aferições de peso constante em balança de precisão. Após a secagem completa, o material foi peneirado utilizando uma malha de 2 mm, a fim de garantir a homogeneidade do tamanho das partículas e remover impurezas maiores. O resíduo seco e peneirado foi então armazenado em sacos de plásticos, em local seco e ventilado, até o momento de sua aplicação na cultura do milho.

Para avaliar as características químicas do resíduo proveniente da piscicultura utilizado no experimento, foram coletadas amostras representativas do material dos tanques escavados. As amostras foram analisadas quanto aos teores de umidade a 65°C (U), matéria orgânica (MO) e nutrientes totais: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Além disso, foi calculada a relação carbono/nitrogênio total (C/N).

A Tabela 1 apresenta os valores médios obtidos para esses parâmetros, demonstrando a composição nutricional do resíduo utilizado como fertilizante nas parcelas experimentais. Esses dados são essenciais para entender o potencial agrônômico do resíduo e sua influência no desenvolvimento das plantas no decorrer do experimento.

Tabela 1 – Caracterização de valor agrônômico das amostras de resíduo dos tanques escavados, em umidade a 65° (U), matéria orgânica (MO), nutrientes totais: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), e relação carbono total/nitrogênio total (C/N).

Amostras de resíduos	U	M.O	N	P	K	Ca	Mg	C/N
	-----%-----	-----g.kg ⁻¹ -----						
1	5,3	8,3	3,3	1,8	8,1	3,2	1,6	3,0
2	8,8	5,1	3,5	2,4	7,7	3,4	1,5	3,0
3	12,4	2,1	4,0	2,9	7,5	3,6	1,5	3,0
Média	8,8	5,2	3,6	2,3	7,7	3,4	1,5	3,0

Fonte: A autora, 2024.

As quantidades de resíduos a serem aplicadas por tratamento foram obtidas por meio de cálculos levando em consideração o teor de nitrogênio das análises dos resíduos e a demanda desse nutriente pelo milho. A aplicação foi realizada manualmente na linha de plantio, com a deposição do adubo diretamente sobre o solo.

A cultivar utilizada foi a Pioneer P3322 PWU, conhecida por seu alto potencial produtivo, genético e tecnológico. Caracteriza-se por ser uma cultivar super-precoce, com ciclo de 133 dias, e exige solos de média a alta fertilidade. As sementes possuem tratamento LumiGEN®, que inclui dois fungicidas: Rancona® 450 FS (Ipconazole), aplicado na dose de 5,6 mL por 60.000 sementes, eficaz no controle de doenças como podridão-dos-grãos armazenados ou fungo-de-pós-colheita (*Aspergillus flavus*), podridão-do-colmo e podridão rosada-do-milho (*Fusarium moniliforme*), olho-azul e bolor-azul (*Penicillium oxalicum*); e Maxim® XL, composto por Metalaxil-M e Fludioxonil, na dose de 150 mL por 60.000 sementes, que combate a podridão-do-colmo (*Pythium aphanidermatum*) e a podridão rosada-do-milho (*Fusarium moniliforme*).

Além dos fungicidas, o tratamento conta com dois inseticidas: Dermacor®, composto por Clorantianilprole, na dose de 48 mL por 60.000 sementes, que combate a lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*), lagarta-rosca (*Agrotis ipsilon*), lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), coró (*Phyllophaga cuyabana*) e coró (*Liogenys fuscus*); e Poncho®, cujo princípio ativo é Clotianidina, aplicado na dose de 70 mL por 60.000 sementes, que controla a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), tripes (*Frankliniella williamsi*), coró (*Phyllophaga cuyabana*), percevejos (*Dichelops spp*), e pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*).

O tratamento também inclui o bioestimulador e enraizador Lumidapt™ Valta, composto por aminoácidos e peptídeos bioativos, na dose de 80 mL por 60.000 sementes, que

promove maior enraizamento, espessura do colmo e arranque inicial. Além disso, as sementes são tratadas com o bionemático Lumialza™, que contém o (*Bacillus amyloliquefaciens* cepa PTA-4838) e oferece proteção contra todos os tipos de nematoides, garantindo a saúde das raízes (Pioneer, 2024).

A semeadura foi realizada manualmente com o auxílio de uma matraca, depositando duas sementes por cova sobre as linhas previamente marcadas com uma semeadora e com adubação no sulco de plantio, tendo em média 2,5 plantas por metros lineares com uma população de aproximadamente 55.555 mil plantas por hectare, o adubo utilizado foi 12-31-17 Topmix Evolucion Yara, aplicado de forma uniforme em todas as parcelas, com uma dose equivalente a aproximadamente 372 kg ha⁻¹. Após 20 dias, foi realizado o raleio das plântulas para evitar competição. Os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para a cultura do milho.

O manejo das plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais, conforme a necessidade, com o objetivo de garantir que a interferência das invasoras não comprometesse o desenvolvimento e a produtividade da cultura. Foram realizadas duas capinas manuais ao longo do ciclo da cultura: a primeira aos 15 dias após a emergência (DAE) e a segunda aos 35 DAE, momentos em que a densidade de plantas daninhas atingiu níveis que poderiam prejudicar o crescimento saudável do milho.

Esse controle manual, apesar de demandar maior esforço físico, foi fundamental para evitar o uso excessivo de herbicidas, reduzindo o risco de fitotoxicidade, que pode causar danos diretos às plantas, como alterações no seu desenvolvimento, queima de folhas e redução da capacidade de absorção de nutrientes. Assim, essa abordagem contribui para práticas agrícolas mais sustentáveis, preservando a qualidade do solo e o equilíbrio ambiental, promovendo uma produção mais limpa e segura.

Para avaliar a eficiência do resíduo, foram observados os seguintes parâmetros agrônômicos: crescimento vegetativo, produtividade e peso de mil grãos.

O crescimento vegetativo das plantas foi avaliado, no dia 19 de janeiro de 2025, por meio da medição da altura, que considera a distância entre o colo e a ponta da inflorescência. Também foi mensurada a altura de inserção da espiga, determinada pela distância entre o colo da planta e o ponto de inserção da primeira espiga, estas avaliações foram efetuadas com auxílio de trena. Foram avaliados também o diâmetro do colmo e o comprimento da espiga, sendo considerada como a distância entre sua base e o último grão no ápice, ambos obtidos com auxílio de régua.

Ao final do ensaio, as duas linhas centrais de cada parcela foram colhidas manualmente para análise de produtividade. Após a colheita, as espigas foram trilhadas, e as amostras de grãos pesadas, com determinação da umidade em laboratório para ajuste a 13%. A massa de mil grãos foi calculada conforme as orientações das Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados com normalidade confirmada foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida da comparação das médias pelo teste de regressão, a um nível de 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa SISVAR 5.8 (Ferreira, 2019).

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos para as variáveis analisadas aos 140 dias da cultura do milho verão, cultivado com diferentes doses de resíduos sólidos oriundos da piscicultura.

Tabela 2 – Valores das variáveis analisadas no experimento com o uso de resíduos sólidos de piscicultura na cultura do milho verão, com dados coletados aos 140 dias. Nova Aurora, PR.

	Variáveis						
	Altura (m)	Diâmetro do colmo (cm)	Inserção da espiga (cm)	Comprimento da espiga (cm)	Massa do sabugo (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	Massa de mil grãos (g)
Média	2,3915	8,065	94,85	16,98	699,9	8184,9	377,363
C.V. (%)	2,57	6,12	5,35	3,79	5,24	3,43	1,90
Shapiro- Wilk	0,2391	0,0168	0,0579	0,0513	0,9453	0,6881	0,9434
p-valor ANOVA	0,000*	-	0,0042*	0,0065*	0,0049*	0,0002*	0,0003*

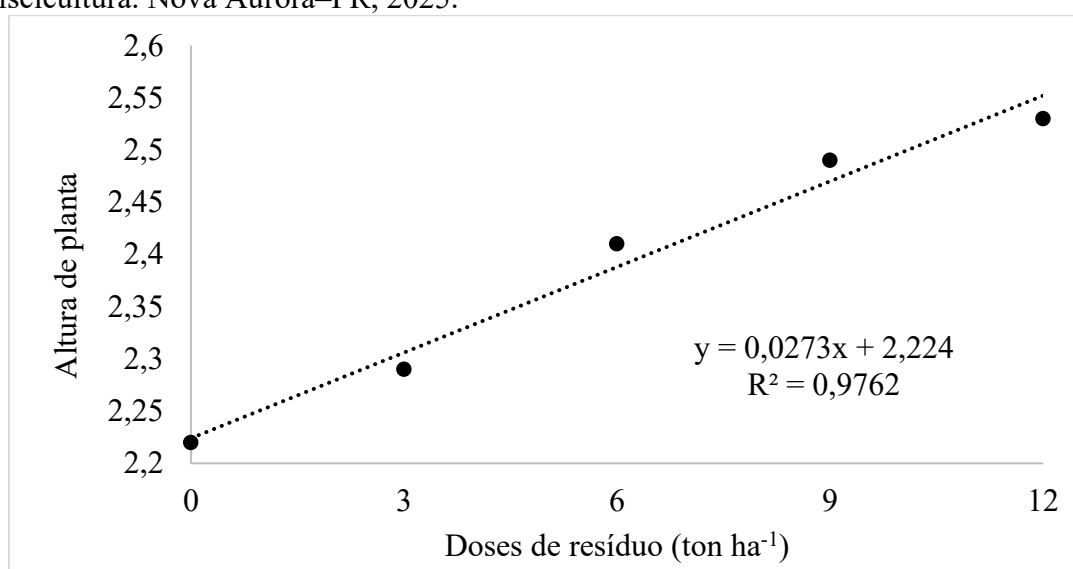
Nota: Legenda: ^{ns} não significativo ao nível de 5% de probabilidade pela ANOVA. *: significativo ao nível de 5% de probabilidade pela ANOVA

A variável altura de planta apresentou diferença estatística significativa ($p = 0,0000$) (Tabela 2), com destaque para o tratamento T5, que obteve a maior média (2,53 m), significativamente superior ao tratamento T1 (testemunha), que apresentou a menor altura média (2,22 m).

Os resultados indicaram um aumento significativo e linear na altura das plantas à medida que as doses de resíduo de piscicultura foram incrementadas (Figura 1). Esse comportamento sugere que o resíduo de piscicultura pode ter atuado de maneira positiva no

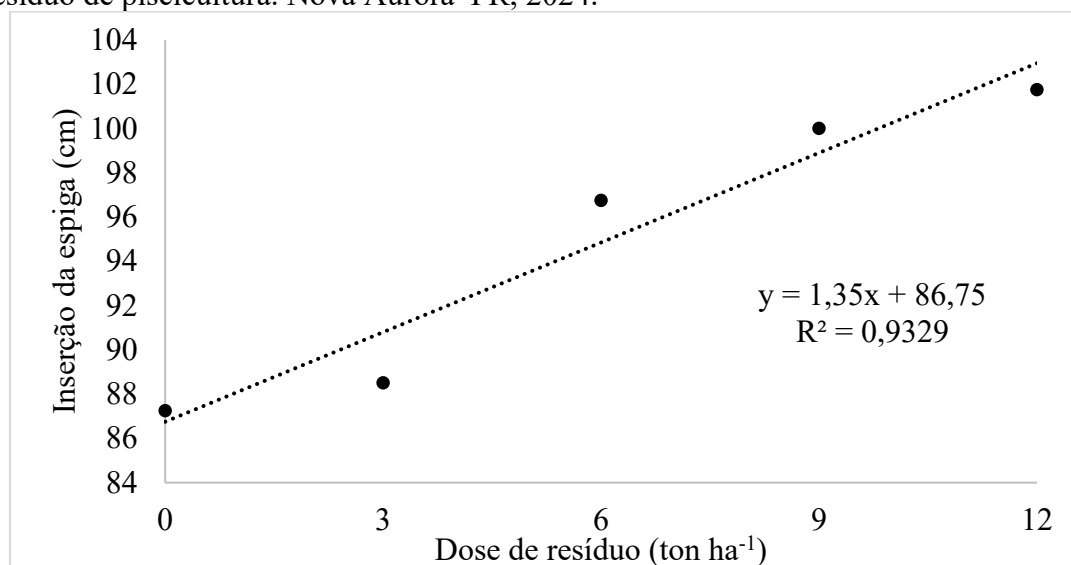
crescimento das plantas, provavelmente devido à presença de nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo e potássio, que são liberados gradualmente no solo. Com o aumento das doses aplicadas, as plantas demonstraram uma resposta direta em termos de crescimento, refletindo uma correlação clara entre a quantidade de resíduo e a melhoria no desenvolvimento vegetativo. Esses dados indicam que o uso do resíduo de piscicultura, quando manejado corretamente, pode ser uma prática eficiente para promover o crescimento vegetal (Hungria, 2011).

Figura 1 – Análise de regressão para altura de plantas de milho em função das doses de resíduo de piscicultura. Nova Aurora–PR, 2025.



A altura de inserção da espiga também foi estatisticamente significativa ($p = 0,0042$) (Tabela 2). Observou-se que essa variável apresentou um aumento significativo e linear com o incremento das doses de resíduo de piscicultura (Figura 2), sugerindo que o uso deste material pode ter influenciado positivamente a arquitetura da planta.

Figura 2 – Análise de regressão para altura de inserção da espiga do milho em função das doses de resíduo de piscicultura. Nova Aurora–PR, 2024.

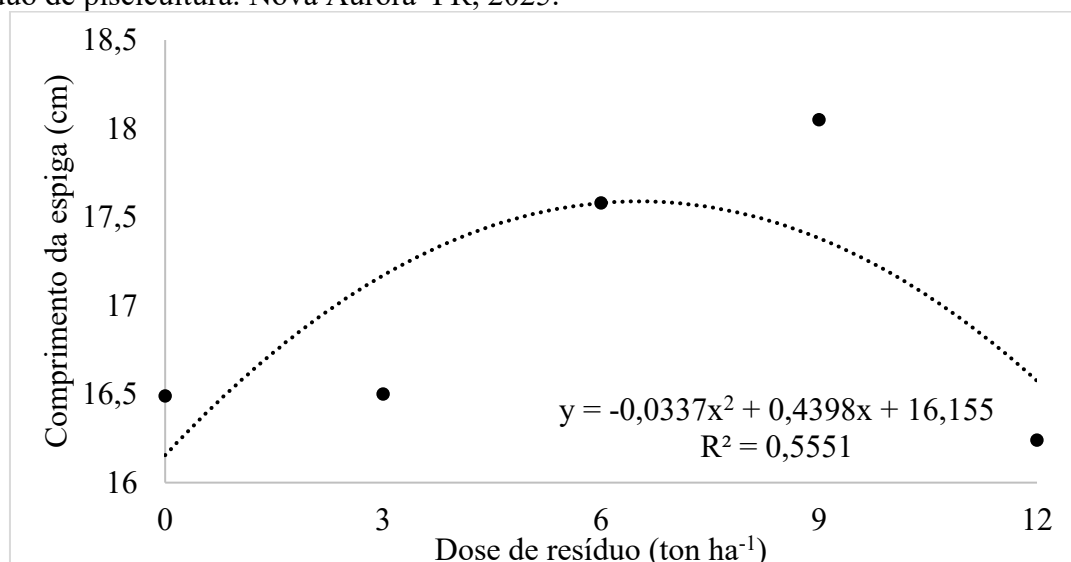


A correlação entre as doses aplicadas e a altura de inserção pode ser explicada pela melhoria nas condições do solo, resultante da aplicação do resíduo, o que favoreceu a distribuição de nutrientes essenciais para o crescimento da parte aérea das plantas. Essa variável é importante, pois está relacionada com o aproveitamento da planta e a eficiência na colheita mecanizada, sendo desejável uma inserção média que facilite a colheita e evite acamamentos (Cruz *et al.*, 2006).

Quanto ao comprimento da espiga, houve diferença significativa entre os tratamentos ($p = 0,0065$) (Tabela 2). Os resultados indicaram que o comprimento da espiga seguiu uma curva quadrática, atingindo um ponto máximo com a aplicação de 6,5 toneladas por hectare de resíduo de piscicultura (Figura 3). Esse padrão sugere que, até essa dose, o resíduo de piscicultura promoveu um efeito positivo no desenvolvimento das espigas, potencializando o crescimento da planta. No entanto, após esse ponto, o aumento nas doses de resíduo pode ter causado um efeito de saturação ou até mesmo toxicidade, resultando em uma diminuição do comprimento da espiga.

De acordo com Soares (2003), o nitrogênio exerce papel fundamental no desenvolvimento do milho, promovendo aumento médio de até 22% no comprimento das espigas. De forma semelhante, o uso do resíduo de piscicultura, por ser uma fonte alternativa de nutrientes, também demonstrou potencial para favorecer o crescimento das espigas, evidenciando sua eficiência como adubo orgânico no suprimento de nitrogênio à cultura.

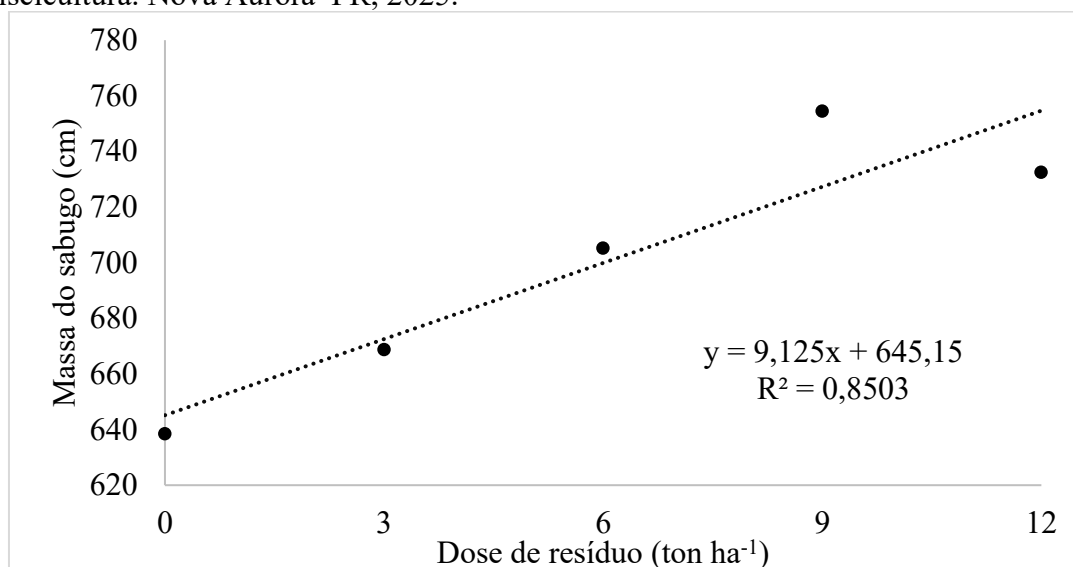
Figura 3 – Análise de regressão para comprimento de espiga do milho em função das doses de resíduo de piscicultura. Nova Aurora–PR, 2025.



A massa do sabugo também variou significativamente entre os tratamentos ($p = 0,0049$) (Tabela 2). O maior valor foi observado no tratamento T4 (755g), enquanto o menor foi T1 testemunha (639 g). O aumento linear observado na massa do sabugo com o incremento das doses de resíduo de piscicultura (Figura 4) sugere que a aplicação desse resíduo teve um impacto positivo contínuo na produtividade das plantas.

À medida que as doses aumentaram, a planta provavelmente teve acesso a uma maior quantidade de nutrientes essenciais, promovendo o crescimento das espigas e favorecendo a formação de grãos mais pesados. Embora o sabugo não represente diretamente a produtividade, ele pode refletir o desenvolvimento interno da espiga e o aproveitamento dos nutrientes pela planta.

Figura 4 – Análise de regressão para massa do sabugo do milho em função das doses de resíduo de piscicultura. Nova Aurora–PR, 2025.

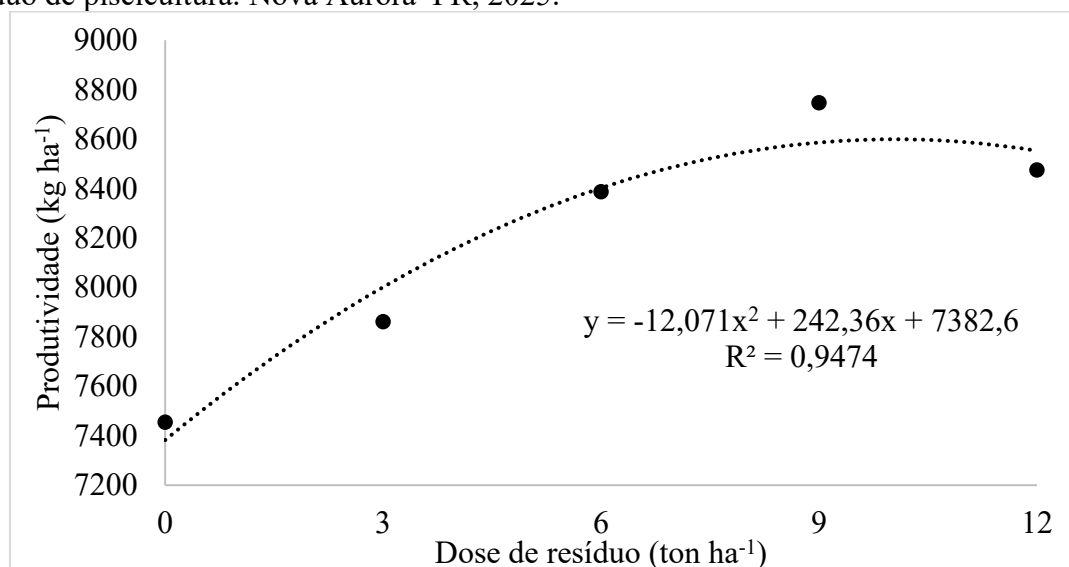


A produtividade, um dos principais parâmetros avaliados, apresentou diferença altamente significativa ($p = 0,0002$) (Tabela 2). Neste parâmetro foi observada uma curva quadrática, com o ponto de máxima em 10 toneladas de resíduo de piscicultura por hectare, o que indica que essa dose representou o equilíbrio ideal entre os nutrientes fornecidos pelo resíduo de piscicultura e as necessidades das plantas (Figura 5).

O resíduo foi capaz de promover um aumento progressivo na produtividade, fornecendo nutrientes essenciais de forma eficiente. No entanto, após o ponto de máxima calculado, o aumento nas doses pode ter causado um efeito de saturação, onde os nutrientes em excesso começaram a não ser mais absorvidos de maneira eficiente pelas plantas resultando em redução no rendimento.

Isso confirma a eficiência do resíduo de piscicultura como fertilizante orgânico alternativo, promovendo ganhos na produtividade. De forma semelhante, Oliveira (2016) relatou aumentos expressivos na produtividade da cultura do milho utilizando biofertilizante à base de resíduos de pescado, destacando seu potencial agrônomo e ambientalmente sustentável.

Figura 5 – Análise de regressão para produtividade de grãos de milho em função das doses de resíduo de piscicultura. Nova Aurora–PR, 2025.

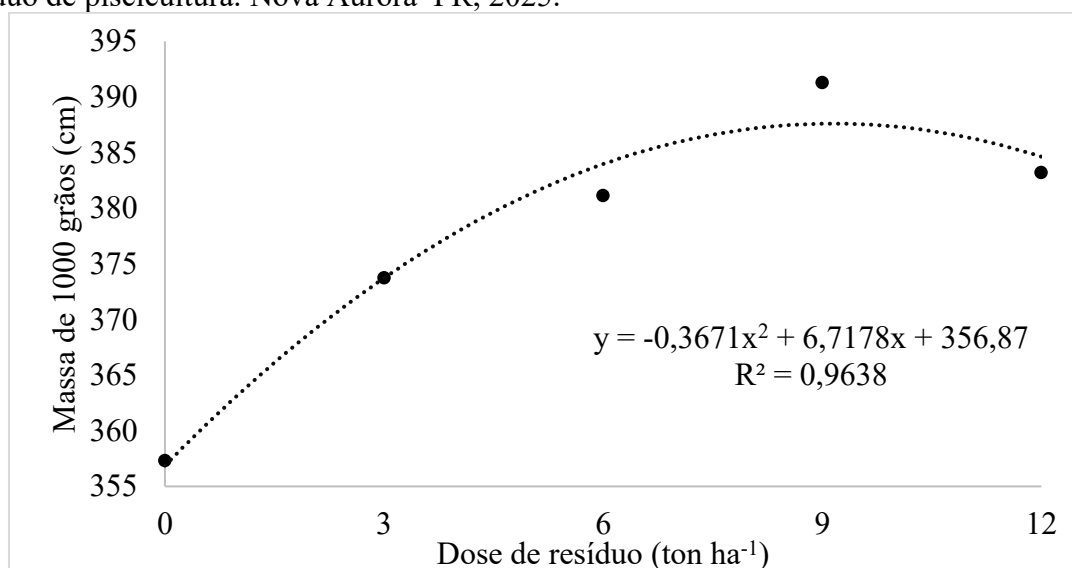


A variável massa de mil grãos também foi significativamente influenciada pelos tratamentos ($p = 0,0003$) (Tabela 2). Na figura 6 observa-se que a massa de mil grãos apresentou uma curva quadrática, alcançando seu ponto máximo com a aplicação de nove toneladas de resíduo de piscicultura por hectare.

O aumento de doses de resíduos aplicados durante o cultivo do milho parece ter melhorado a nutrição das plantas, permitindo o acúmulo de biomassa nas espigas. No entanto, após atingir a dose de nove toneladas, o excesso de nutrientes pode ter gerado uma resposta de saturação, em que a planta não conseguiu mais aproveitar adequadamente os nutrientes adicionais, resultando em uma diminuição no peso dos grãos.

Sangoi e Almeida (1994) observaram que o nitrogênio influencia positivamente a massa de mil grãos de milho, promovendo aumentos relacionados à maior atividade fotossintética e ao acúmulo de carboidratos nos grãos. De maneira semelhante, o resíduo de piscicultura, por conter nutrientes essenciais como o nitrogênio, também apresentou efeitos favoráveis sobre essa variável, demonstrando seu potencial como fonte orgânica de nutrição para a cultura do milho.

Figura 6 – Análise de regressão para massa de mil grãos de milho em função das doses de resíduo de piscicultura. Nova Aurora–PR, 2025.



Em resumo, os resultados mostram que o resíduo de piscicultura teve efeitos importantes e variados no desenvolvimento das plantas, com respostas diferentes dependendo da variável analisada. O aumento linear na altura das plantas e na altura de inserção da espiga indica que o resíduo contribuiu positivamente para o crescimento vegetativo das plantas, ajudando no seu desenvolvimento de maneira geral. Por outro lado, as variáveis que seguiram uma curva quadrática, como o comprimento da espiga, a massa do sabugo, a produtividade e a massa de mil grãos, sugerem que existe uma quantidade ideal de resíduo que traz os melhores resultados na fase reprodutiva. Depois dessa dose, os efeitos começam a se estabilizar ou até diminuir.

Esses achados estão em linha com outras pesquisas que destacam a importância de usar corretamente resíduos orgânicos, como os de piscicultura, para melhorar a produção agrícola. No entanto, ainda é preciso entender melhor os mecanismos por trás desses efeitos e estudar o impacto de doses maiores, para garantir que o uso desse resíduo seja sustentável e eficaz em diferentes condições agrícolas.

Conclusões

O aumento das doses de resíduo de piscicultura no cultivo do milho verão teve um efeito positivo no crescimento e no desenvolvimento das plantas. Nas condições deste experimento, observou-se que o aumento das doses, até 10 toneladas por hectare de resíduo, resultou em ganhos significativos de produtividade.

Referências

- ALVES, C. R.; SILVA, E. C.; BARBARÁ, M. A.; ORTIN, S. M. A. Uso de estimulante e adubo foliar na cultura do milho. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 10, p. 1358-1378, 2022.
- AZEVEDO, M. L. S. **Produção e caminhos da exportação da soja e do milho no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Agronomia - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, 2021. 55p.
- BATISTA, K. D.; GOMIDE, P. H. O.; MELO, V.; PEREIRA, S. L. A.; SILVA, E. E.; SILVA, V.; SANTOS, M. D. Uso de efluentes de piscicultura na fertirrigação de vegetais produzidos com base em práticas agroecológicas. **Observatório Latino-Americano**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395 p.
- BRENZAN, C. K. M. **Piscicultura do oeste do Paraná: o desenvolvimento endógeno e neoendógeno, e a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Marechal Candido Rondon / PR. 2023.
- COLDEBELLA, A. **Efluentes da piscicultura intensiva em viveiros escavados: caracterização e dinâmica dos nutrientes**. Tese Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – UNIOESTE, Toledo / PR, 2018. 81p.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F.; SANTANA, D. P. **Manejo da cultura do milho**. Circular Técnica nº 87, Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, 2018. 353p.
- FERNANDES, E. P. **Biofertilizantes na produção de mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*)**. Trabalho de Conclusão de Curso Zootecnia, Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha / MA, 2021. 25p.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- HIMES, F. L. Nitrogen, sulfur, and phosphorus and the sequestering of carbon. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (org.). **Soil processes and the carbon cycle**. Boca Raton: CRC Press, 2018. p. 315-319.
- HUNGRIA, M. **Inoculação com *Azospirillum brasilense*: inovação em rendimento a baixo custo**. Documento 325, Embrapa Soja, 2011. 36p.
- LEITE, L. F. C. **Matéria orgânica do solo**. Documento 97, Embrapa Meio-Norte, 2004. 31p.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Circular Técnica nº 22, Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 23p.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. de O. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais**, v. 19, n. e1, p. 1-25, 2020.

NEVES, J. A.; IMPERADOR, A. M. A transição agroecológica: desafios para a agricultura sustentável. **Revista Geama**, v. 8, n. 3, p. 5-14, 2022.

NITSCHKE, P.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. 216p.

OLIVEIRA, A. S. DA. **Eficiência de uso de nitrogênio e produtividade de milho em função da aplicação de biofertilizante com resíduo de pescado e Azospirillum brasilense**. 2016. Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Agroecologia – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís / PR, 2016. 56p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio para a cultura de milho num solo com alto teor de matéria orgânica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n. 1, p. 13-24,1994.

SILVA E SILVA, V. DA. **Uso do efluente da piscicultura na fertirrigação de olerícolas produzidas com base agroecológica**. 2019. Tese (Doutorado) – Instituto Federal de Roraima, 2019. 96p.

SILVA, E. E.; SILVA, J. L. A.; ARAÚJO, M. D. S. B.; LUDKE, J. V.; PRIMO, D. C.; SOBRAL, M. D. C. M. Manejo do lodo de tanque escavado em produção de alevinos de tilápia. **Cadernos de Agroecologia. Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF**. v. 13, nº 1, 2018.

SILVA, J. L. A. da. **Reuso de resíduo orgânico da piscicultura como condicionante de solo no semiárido**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife / PE, 2017. 105p.

SILVA, V. Uso de efluentes de piscicultura na fertirrigação de vegetais produzidos com base em práticas agroecológicas. **Observatório Latino-Americano**, v. 1, n. 1, p. 1-15, 2024.

SOARES, M. A. **Influência de nitrogênio, zinco e boro e de suas respectivas interações no desempenho da cultura de milho (Zea mays L.)**. 2003. 91 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.