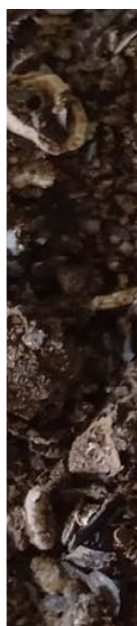


Peletização da torta de mamona para reduzir a volatilização de NH_3 e o potencial de alergenicidade



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agrobiologia
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
108**

Peletização da torta de mamona para reduzir a
volatilização de NH_3 e o potencial de alergenicidade

*Alison Rocha de Aragão
Fabiana de Carvalho Dias Araújo
Mariana Sophia Cunha Pinto da Paixão
Galderes Magalhães de Oliveira
Renata dos Santos Alves
José Guilherme Marinho Guerra
José Antonio Azevedo Espindola
Ednaldo da Silva Araújo*

Unidade Responsável pelo conteúdo:
Embrapa Agrobiologia
Rodovia BR 465, km 7
CEP 23891-000, Seropédica, RJ
Caixa Postal 74.505
Fone: (21) 3441-1500
Fax: (21) 2682-1230
www.embrapa.br/agrobiologia
www.embrapa.br/sac

**Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agrobiologia**

Presidente
Bruno José Rodrigues Alves

Secretária-Executiva
Carmelita do Espírito Santo

Membros
*Claudia Pozzi Jantalia, Janaina Ribeiro Costa
Rouws, Luc Felicianus Marie Rouws, Luis
Cláudio Marques de Oliveira, Luiz Fernando
Duarte de Moraes, Marcia Reed Rodrigues
Coelho, Marta dos Santos Freire Ricci de
Azevedo, Nátia Élen Auras*

Unidade Responsável pela edição:
Embrapa Agrobiologia

Normalização bibliográfica
Carmelita do Espírito Santo CRB 7/5043

Tratamento das ilustrações
Maria Christine Saraiva Barbosa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Maria Christine Saraiva Barbosa

Foto da capa
Ednaldo da Silva Araújo

1ª edição
Publicação digital – PDF (2022)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agrobiologia

P382

Peletização da torta de mamona para reduzir a volatilização de NH₃ e o potencial de alergenicidade. / Alison Rocha de Aragão et al. – Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2022.

Livro Digital. (PDF): (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 108)

ISSN: 1676-6709.

1. Adubo orgânico. 2. toxinas. I. Aragão, Alison R. II. Araújo, Fabiana de C. Dias. III. Paixão, Mariana Sofia C. Pinto da. IV. Oliveira, Galderes Magalhães de. V. Alves, Renata do Santos. VI. Guerra, José Guilherme Marinho. VII. Espíndola, Jose Antônio Azevedo. VIII. Araújo, Ednaldo da Silva. IX. Embrapa Agrobiologia. X. Série.

631.8 - CDD (23. ed.).

Carmelita do Espírito Santo CRB 7/5043

© Embrapa, 2022

Sumário

Resumo	7
Abstract	9
Introdução	10
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	15
Conclusões	20
Referências Bibliográficas	21

Peletização da torta de mamona para reduzir a volatilização de NH_3 e o potencial de alergenicidade

Alison Rocha de Aragão¹

Fabiana de Carvalho Dias Araújo²

Mariana Sophia Cunha Pinto da Paixão³

Galderes Magalhães de Oliveira⁴

Renata dos Santos Alves⁵

José Guilherme Marinho Guerra⁶

José Antonio Azevedo Espindola⁶

Ednaldo da Silva Araújo⁶

Resumo – A maioria dos resíduos orgânicos apresenta limitações quanto à sua comercialização, como por exemplo, baixa concentração de nitrogênio, odor desagradável, alta umidade, contaminantes químicos e biológicos. Em função disso, atualmente, o farelo de mamona (torta de mamona) é o adubo orgânico nitrogenado com maior disponibilidade nas lojas agropecuárias. Contudo, o uso da torta de mamona possui duas limitações. A primeira limitação é a alta taxa de volatilização de nitrogênio em forma de amônia (NH_3) após sua aplicação no solo. A segunda, é a presença de proteínas do grupo das albuminas 2S, que são componentes alergênicos, e da ricina que é uma proteína altamente tóxica. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo peletizar o farelo de mamona para eliminar a poeira e revestir os pellets para reduzir a perda de nitrogênio por volatilização de amônia (NH_3). O experimento foi conduzido no período de janeiro a fevereiro de 2019, em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia no município de Seropédica, RJ. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 3 em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. O primeiro fator consistiu em três diferentes processamentos de torta de mamona (torta em pellets de 2 mm, torta em pellets de 4 mm, e torta não peletizada ou “farelo”), e o

¹ Estudante de Agronomia da UFRRJ, bolsista de iniciação científica/CNPq, alisondearagao@gmail.com.

² Professora da UFRRJ, prof.fabiana.araujo@gmail.com.

³ Estudante de Agronomia da UFRRJ, bolsista de iniciação científica CNPq/Embrapa.

⁴ Estudante do mestrado profissional em Agricultura Orgânica (PPGAO), UFRRJ, galderesmagalhaes@agronomo.eng.br.

⁵ Estudante do mestrado profissional em Agricultura Orgânica (PPGAO), UFRRJ, renata_9rj@hotmail.com.

⁶ Pesquisadores da Embrapa Agrobiologia, jose.espindola@embrapa.br, guilherme.guerra@embrapa.br; ednaldo.araujo@embrapa.br.

segundo fator, em diferentes aditivos à torta de mamona, revestindo os pellets ou misturando-os ao farelo (glicíndia em pó, glicíndia em pó com ácido cítrico + sulfato de zinco, e ausência de aditivo). Após a peletização, foi determinada a granulometria dos pellets e do farelo de torta de mamona. Os resultados demonstram que a peletização da torta de mamona reduz a volatilização de amônia (NH_3), em até 40%, durante os primeiros 10 dias após a aplicação do adubo no solo. Contudo, ao final do período de estudo, a perda acumulada total é superior ao obtido no material não peletizado; o uso de biomassa de glicíndia em pó, com ou sem aditivo, não reduz a volatilização de amônia; a peletização da torta de mamona elimina as partículas mais finas (pó), que entram facilmente em suspensão no ar, contribuindo para menores riscos à saúde humana com o manuseio do adubo.

Termos para indexação: volatilização de amônia; Agricultura Orgânica; adubos orgânicos; revestimento de pellets.

Castor bean pie pelletizing to reduce NH_3 volatilization and potential for allergenicity

Abstract – Most organic residues have limitations regarding their commercialization, such as low nitrogen concentration, unpleasant odor, high humidity, chemical and biological contaminants. As a result, currently, castor bean meal (castor cake) is the organic nitrogen fertilizer with greater availability in agricultural stores. However, the use of castor bean meal has two limitations. The first limitation is the high rate of nitrogen volatilization in the form of ammonia (NH_3) after its application to the soil. The second is the presence of proteins from the 2S albumin group, which are allergenic components, and ricin, which is a highly toxic protein. In view of the above, this work aimed to pellet castor bean meal to eliminate dust and coat the pellets to reduce the loss of nitrogen by volatilization of ammonia (NH_3). The experiment was conducted from January to February 2019, in a greenhouse at Embrapa Agrobiologia in Seropédica, RJ. The experiment was carried out in a 3 x 3 factorial scheme in a randomized block design with four replications. The first factor consisted of three different castor cake processing (2 mm pelleted cake; 4 mm pelleted cake and non-pelleted cake (bran) and the second factor consisted of different additives to the castor cake, coating the pellets or mixing with the bran (powdered gliricidia; powdered gliricidia with citric acid + zinc sulfate; and absence of additive). After pelleting, the granulometry of the pellets and castor bean meal was determined. In this step, sieves with different meshes were used (4.0; 2.0 ;1.19; 0.5; 0.25; 0.125 and 0.053 mm). The results demonstrate that the castor bean cake pellet reduces the volatilization of ammonia (NH_3), by up to 40%, during the first 10 days after the application of the fertilizer in the soil. However, at the end of the study period, the total accumulated loss is higher than that obtained in the non-pelleted material; the use of powdered gliricidia biomass, with or without additive, does not reduce ammonia volatilization; The castor bean cake pellet eliminates the finest particles (dust), which are easily suspended in the air, contributing to lower risks to human health when handling the fertilizer.

Index terms: ammonia volatilization; Organic Agriculture; organic fertilizers; pellet coating.

Introdução

O nitrogênio é um dos elementos mais requeridos na produção vegetal. No solo, a principal fonte de nitrogênio é a matéria orgânica. Em regiões tropicais, com elevada temperatura e alta taxa de precipitação pluviométrica, a oxidação da matéria orgânica é intensa, o que exige uma contínua reposição ao solo, e nem sempre a disponibilização de N é suficiente para as plantas.

A reposição de nitrogênio ao solo se dá com uso de adubação sintética, de adubação orgânica e da fixação biológica de nitrogênio do ar atmosférico (FBN). Em sistema orgânico de produção, apenas a adubação orgânica e a FBN são permitidas. Considerando, a alta demanda por nitrogênio, o uso de inoculantes para maximizar a FBN nas espécies leguminosas e o uso da adubação verde são estratégias de grande importância, mas necessitam de ações complementares como o aproveitamento racional de resíduos, preferencialmente, os localmente disponíveis.

A maioria dos resíduos orgânicos, especialmente os esterco animais, apresenta limitações quanto à sua comercialização, como por exemplo, baixa concentração de nitrogênio, odor desagradável, alta umidade, contaminantes químicos e biológicos. Em função disso, atualmente, o farelo de mamona (torta de mamona) é o adubo orgânico nitrogenado com maior disponibilidade nas lojas agropecuárias. A torta de mamona é o resíduo da extração do óleo das sementes da mamoneira (*Ricinus communis*) e representa 55% da biomassa das sementes (Azevedo; Lima, 2001). A torta de mamona tem cerca de 5% de nitrogênio e é fácil de armazenar e transportar. Contudo, o uso da torta de mamona possui duas grandes limitações. A primeira limitação é a alta taxa de volatilização de nitrogênio em forma de amônia (NH_3) após sua aplicação no solo. Essa perda resulta em prejuízo ao agricultor, pois o nitrogênio volatilizado pode chegar até 50% do total aplicado (Rocha *et al.* 2019). Considerando que o nitrogênio proveniente da torta de mamona é aproximadamente 400 vezes mais caro que o N-ureia, é fundamental desenvolver pesquisas científicas para eliminar ou reduzir a volatilização de NH_3 deste adubo orgânico.

Zeólitas, aluminossilicatos cristalinos formadas por tetraedros de AlO_4 e SiO_4 , são citados como alternativa em controlar a retenção, a liberação de amônio e as perdas de N (Alves *et al.*, 2007). De ocorrência natural, estes

minerais apresentam elevada CTC, capacidade de retenção de água em canais por apresentar estrutura tridimensional tetraédrica e alta capacidade de adsorção. Alves *et al.* (2007) estudando a eficiência deste mineral na volatilização de amônia de adubos minerais relatam que o uso de 25% de zeólita reduziu em até 20% o N volatilizado, já Monteiro *et al.* (2010), avaliando o efeito do mineral em adubos orgânicos, relatam decréscimo aproximado de 33% do total volatilizado.

Outros compostos podem atuar na redução na volatilização de amônia, como cal, óxido de magnésio, probióticos, turfas, sais solúveis de cálcio e magnésio que podem ter diversos efeitos (Monteiro *et al.*, 2010). O uso de cal, por elevação de pH acima de 10, pode inibir enzimas responsáveis pela volatilização de adubos minerais como a urease. Já o uso do óxido de magnésio pode atuar removendo a amônia por precipitação na forma de MgNH_4PO_4 , sal de baixa solubilidade.

A manipulação das características físicas dos fertilizantes para a mitigação das emissões de amônia tem sido recomendada, por exemplo, pela variação granulométrica destes adubos. Segundo Alcarde *et al.* (1998), o tamanho da partícula dos adubos relaciona-se através do aumento da superfície de exposição por unidade de massa. Como consequência, todos os fenômenos que dependem do contato, como velocidade de dissolução, absorção de umidade atmosférica ou higroscopicidade e outros, são intensificados ou reduzidos em função do tamanho. O aumento da granulometria, pela menor área de contato com a superfície do solo, pode atuar retardando a sua decomposição e, por consequência, a liberação de N na forma de amônio, passível de absorção pelas plantas (Fernandes; Silva, 1999).

Segundo Bertolini *et al.* (2001) substâncias como carboidratos, celuloses, gomas e lipídios são possíveis substâncias (polímeros) naturais utilizadas como revestimento/encapsulamento de fertilizantes. A celulose, por exemplo, um polímero natural de ocorrência comum, tem ganhado bastante atenção como material de revestimento alternativo com potencial retardador da disponibilização de nutrientes (Bognola *et al.*, 2014).

A segunda limitação para uso da torta de mamona como adubo orgânico é a presença de proteínas do grupo das albuminas 2S, que são componentes alergênicos, e da ricina, que é uma proteína altamente tóxica.

As albuminas não são um perigo em potencial para a saúde de animais alimentados com torta de mamona, mas representam risco para o trabalhador rural que manipula este material, e também às famílias que residem próximo à área de plantio (Deus-de-Oliveira; Machado, 2011). O que limita o uso da torta de mamona na alimentação animal é a presença da proteína ricina. A ricina é uma das mais potentes fitotoxinas conhecidas e é classificada como uma proteína inativadora de ribossomos (RIP) do tipo 2 (Olsnes, 2004). A inalação do veneno pode levar a uma parada respiratória; sua ingestão, à falência de órgãos como fígado e rins.

Assim, para que este adubo seja utilizado sem comprometer o bem-estar dos trabalhadores envolvidos, faz-se necessário eliminar a poeira da torta de mamona. Pois, esta é responsável pelas partículas em suspensão no ar que podem ser inaladas ou entrar em contato com a pele e com os olhos.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da peletização do farelo de mamona para eliminar a poeira, e do revestimento dos pellets para reduzir a perda de nitrogênio por volatilização de amônia (NH_3).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de janeiro a fevereiro de 2019, em casa de vegetação da Embrapa Agrobiologia no município de Seropédica, RJ. O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 3 em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. O primeiro fator consistiu em três diferentes processamentos de torta de mamona (torta peletizada em pellets de 2 mm; torta peletizada em pellets de 4 mm e torta não peletizada (farelo), e o segundo fator, em diferentes aditivos à torta de mamona, revestindo os pellets ou misturando ao farelo (glicíndia em pó; glicíndia em pó com ácido cítrico + sulfato de zinco; e ausência de aditivo).

O trabalho foi realizado em duas etapas, sendo a primeira a peletização da torta de mamona, e a segunda, a avaliação da volatilização de NH_3 . A torta de mamona foi moída em moinho de martelo e posteriormente, peletizada em máquina peletizadora de matriz plana em duas granulometrias, 2 e 4 mm.

Após a peletização, foi determinada a granulometria dos pellets e do farelo de torta de mamona (Figura 1). Nesta etapa, foram utilizadas peneiras com

diferentes malhas (4,0; 2,0 ;1,19; 0,5; 0,25; 0,125 e 0,053 mm). A amostra foi constituída de 100 gramas de pellets ou farelo, sendo realizadas cinco repetições de cada material.

Na etapa de revestimento dos pellets, os materiais utilizados foram amido de mandioca, biomassa de glicirídica finamente moída (pó), ácido cítrico e sulfato de zinco.

O processo de revestimento iniciou-se com a umidificação dos adubos peletizados com uma solução de amido de mandioca (8,0 g de amido para cada 92,0 ml de água). Foi aplicado 5,0 ml da solução para cada 100 g de pellets. Após a umidificação, os pellets foram revestidos a 5% (m/m) com a glicirídica. O revestimento aditivado consistiu da adição de 1 e 3 % de ácido cítrico e sulfato de zinco, respectivamente, na biomassa de glicirídica moída e umidificada com a solução de amido. Na torta de mamona farelada foi incorporada a glicirídica moída (com ou sem aditivos, conforme tratamento) na mesma percentagem utilizada no revestimento dos pellets (5%).



Fotos: Alison Rocha de Aragão

Figura 1. Torta de mamona farelo (A) e torta de mamona peletizada (B).

O estudo de volatilização foi realizado em vasos com capacidade de 5 kg, preenchido com 3 kg de solo. Os adubos foram adicionados na superfície, no centro dos vasos em doses equivalentes a 125 kg N ha^{-1} , com base na área do vaso. A quantidade de material utilizado está apresentada na (Tabela 1), ou seja, $157 \text{ mg de N coletor}^{-1}$.

A câmara coletora de amônia (Figura 2) foi confeccionada a partir de garrafa de plástico transparente de politereftalato de etileno (PET), com capacidade para 2 L e com área de $0,008 \text{ m}^2$ (Araújo *et al.* 2009). No interior da garrafa PET, foi feito o sistema absorvedor de amônia, constituído de uma lâmina de espuma de poliuretano ($0,017 \text{ g cm}^3$) com 3 mm de espessura, 2,5 cm de largura e 25 cm de comprimento, suspensa verticalmente com o auxílio de um fio rígido de 1,5 mm de diâmetro. Em um frasco de plástico com capacidade para 50 mL, suspenso pela extremidade inferior do fio rígido, foram adicionados 10 mL de solução de H_2SO_4 , 1 mol dm^{-3} + glicerina (2% v/v). No momento do preparo do sistema absorvedor de NH_3 , a lâmina de espuma foi acondicionada dentro do frasco com a solução ácida e, em seguida, comprimida de forma a absorver a maior parte dessa solução. A lâmina de espuma permaneceu no frasco fechado até o momento de seu posicionamento no interior do corpo da câmara (garrafa PET). Na instalação, a lâmina de espuma foi mantida com a extremidade inferior dentro do frasco de 50 mL, de forma a evitar respingos da solução ácida no substrato, e a outra extremidade da espuma foi presa à parte superior do fio rígido, para mantê-la na posição vertical. Nessa ocasião, o fio rígido com o frasco de 50 mL e a espuma foram introduzidos no corpo do coletor pela base e pendurados na borda superior, suspensos a aproximadamente 1,5 cm da superfície do solo. Os cálculos do N- NH_3 volatilizado seguiram o descrito em Araújo *et al.* (2009).

Tabela 1. Teores de nitrogênio da torta de mamona (TM) em diferentes formas de processamento e dose baseada na área do coletor proposto por Araújo *et al.* (2009).

Processamento	Teor de N (%)	TM por área do coletor
Pellets 4 mm	6,21	2,53g (157 mg N)
Pellets 2 mm	6,21	2,53g (157 mg N)
Torta Farelo	7,78	2,20g (157 mg N)



Fotos: Alison Rocha de Aragão

Figura 2. Vista geral do experimento com os coletores instalados sobre os vasos.

Os coletores foram instalados no centro dos vasos sobre os adubos aplicados em cobertura. A amostragem foi realizada por um período de 23 dias. Sendo realiza aos 2, 4, 6, 8, 10, 14, 18 e 23 dias após a aplicação, totalizando, assim, 8 coletas ao longo do período de avaliação. O total de N volatilizado foi quantificado pela soma dos totais quantificados em cada coleta.

Os dados foram submetidos à análise de variância, aplicando-se o teste F e comparação de médias pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Considerando apenas nitrogênio volatilizado acumulado, no final do estudo, a peletização da torta de mamona contribuiu para aumentar o nitrogênio volatilizado total, (Tabela 2). A torta de mamona em farelo, por apresentar

Tabela 2. Nitrogênio total volatilizado (mg N coletor^{-1}) na forma de amônia (NH_3) a partir de torta de mamona submetida a diferentes granulometrias e tipos de revestimentos, após 23 dias de avaliação. Seropédica, RJ.

granulometria	revestimento			
	Sem Rev	Rev G	Rev G+SZ	Média
Farelo	34,70 aA	34,52 aB	34,13 aA	34,45 B
Pellet 2 mm	43,85 aA	43,79 aA	33,45 bA	40,36 A
Pellet 4 mm	38,39 aA	46,56 aA	39,17 aA	41,37 A
Média	38,98 a	41,62 a	35,58 a	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Sem Rev, sem revestimento; Rev G, revestido com pó de biomassa de glicíndia; Rev G+SZ revestida com pó de glicíndia aditivada com ácido cítrico e sulfato de zinco.

maior superfície específica, pode facilitar os processos de adsorção do íon amônio na CTC do solo (SOMMER *et al.*, 2003) e maior contato com sítios acidificados resultando em uma menor volatilização de amônia (NH_3). Além disso, também pode ter sido imobilizada na biomassa microbiana do solo.

Por outro lado, projetando-se o estudo para condições em que plantas estejam presentes, ou mesmo sujeitas à chuvas ou irrigação, os resultados tornam-se mais promissores.

Ao avaliar a taxa de volatilização ao longo do tempo, observa-se que a peletização contribui para reduzir a taxa de volatilização entre 30 e 40 % durante os primeiros 10 dias após a aplicação do adubo ao solo (Figura 3). Essa redução, ainda que por curto prazo, pode ser suficiente como uma estratégia para otimizar o uso de nitrogênio, pois a ocorrência de chuvas favoreceria o processo de infiltração do nitrogênio disponibilizado do adubo para camadas subsuperficiais, com conseqüente retenção do amônio às cargas do solo e diminuição das perdas por volatilização (Dawar *et al.* 2011). Haveria tempo também para que as plantas utilizassem a forma amoniacal, também levando a menores perdas.

A peletização contribui para que a decomposição da torta de mamona seja mais lenta (Figura 3). De acordo com Horowitz e Meurer (2006), isso ocorre devido a resistência do grânulo e a menor área de contato com o solo. Porém, no decorrer da avaliação, esta barreira de resistência é quebrada

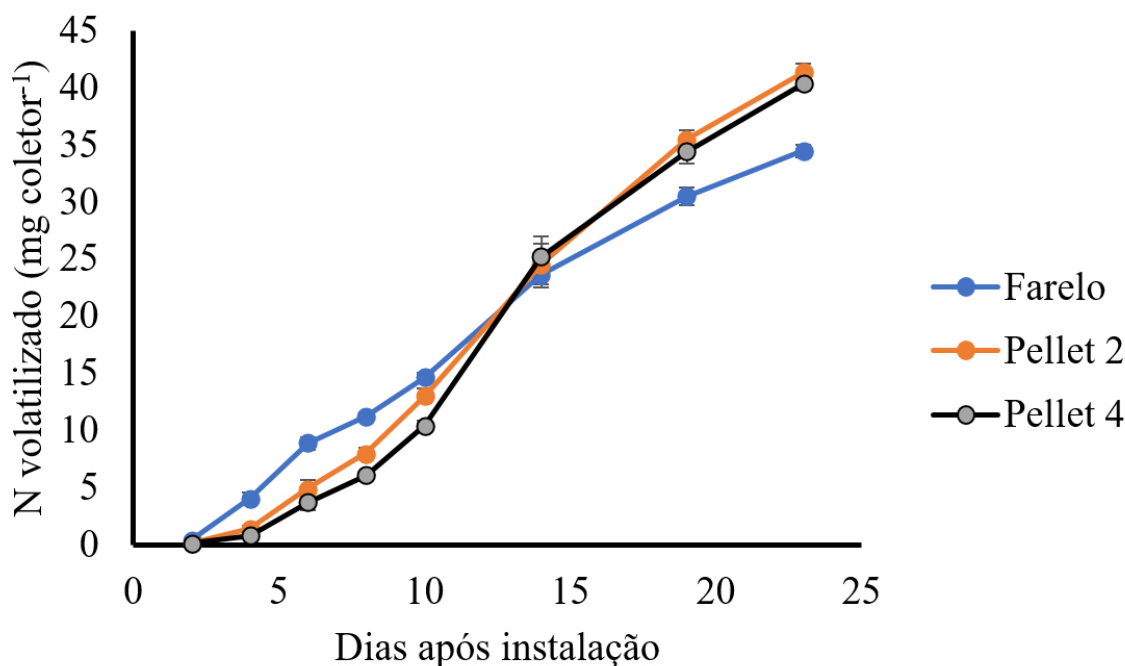


Figura 3. Volatilização acumulada de nitrogênio a partir de torta de mamona em Pellets de 2 mm (Pellet 2); Pellets de 4 mm (Pellet 4) e não peletizada (Farelo) durante o período de monitoramento. As barras verticais representam o erro padrão da média.

pela ação degradativa de fungos e bactérias do solo havendo a liberação do nitrogênio mais tardiamente. Desta forma, os pellets são caracterizados como fertilizantes de liberação lenta, segundo Matos (2017).

Quanto ao efeito dos diferentes tipos de revestimentos na perda de nitrogênio por volatilização de amônia (Figura 4), não foi possível detectar diferença significativa entre o material revestido e o material sem revestimento.

A expectativa de menor volatilização no tratamento Rev G+SZ está associada à diminuição do pH. Pois, o pH é o responsável pelo equilíbrio $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$, assim, em condições acidificadas há predomínio de NH_4^+ , conseqüentemente, espera-se que diminua a volatilização do gás NH_3 (BASSO *et al.*, 2004). A acidificação com o sulfato de zinco pode contribuir para maior disponibilização de N na forma de amônio, também seria uma fonte de zinco para as plantas. Além disso, o revestimento possibilitaria maior controle de entrada e saída da água no fertilizante, controlando a taxa de dissolução dos nutrientes contidos dentro do pellet (Silva, 2017).

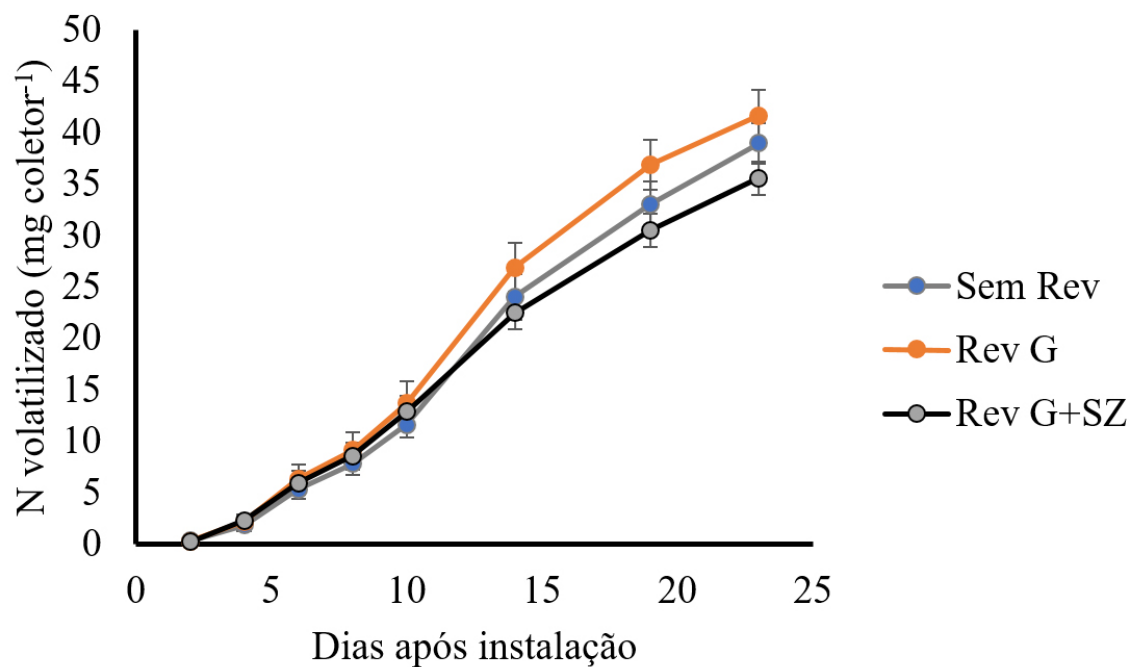


Figura 4. Volatilização de nitrogênio a partir de torta de mamona revestida com pó de biomassa de gliricídia (Rev G); pó de gliricídia aditivada com ácido cítrico e sulfato de zinco (Rev G+SZ) e sem revestimento (Sem Rev). As barras verticais representam o erro padrão da média.

Tabela 3. Percentagem de nitrogênio volatilizado na forma de amônia (NH₃) a partir de torta de mamona submetida a diferentes processamentos e revestimentos, após 23 dias de avaliação. Seropédica, RJ.

Pressão/revestimento	Sem Rev	Rev G	Rev G+SZ	Média
Farelo	20,29 aA	20,19 aB	19,96 aA	20,15 B
Pellet 2 mm	22,45 aA	27,23 aA	22,90 aA	24,19 A
Pellet 4 mm	25,64 aA	25,61 aA	19,56 bA	23,60 A
Média	22,79 a	24,34 a	20,81 a	

Médias seguidas de letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Sem Rev, sem revestimento; Rev G, revestido com pó de biomassa de gliricídia; Rev G+SZ, revestida com pó de gliricídia aditivada com ácido cítrico e sulfato de zinco.

Independente do tratamento, a taxa de volatilização total (ao final do estudo) não foi extrema, variando entre 19 e 27% (Tabela 3). De acordo com Rocha *et al.* (2019), para as condições de Seropédica, a taxa de volatilização de amônia no período de verão pode chegar a 40%.

Quanto a distribuição granulométrica, observa-se que, na torta de mamona em farelo, a maior parte das partículas (34%) ficaram retidas na peneira de malha 1,19 mm (Figura 5). Cabe destacar que 9% das partículas ficaram abaixo de 0,125 mm, sendo que 2% são menores que 0,053 mm. Nesta última fração, encontram-se partículas que podem ficar em suspensão no ar com potencial de serem inaladas e provocar reação alérgicas aos trabalhadores que manuseiam esse material no campo.

O processo de peletização elimina totalmente as partículas da torta de mamona com potencial de suspensão no ar (Figura 6), sendo que 78% dos sólidos ficaram retidos na peneira de malha de 4 mm. Abaixo de 1,19 mm ficou retido apenas 1% do material, e abaixo de 0,5 mm não foram identificadas partículas.

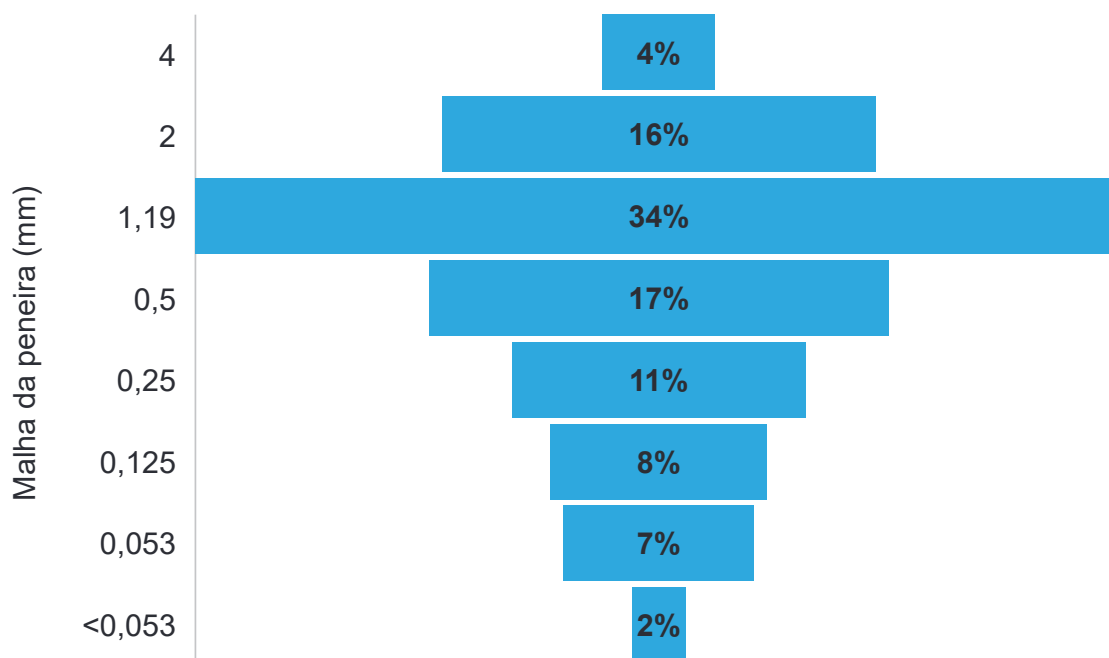


Figura 5. Distribuição granulométrica de torta de mamona em farelo (não peletizada) em diferentes malhas de peneiras (%).

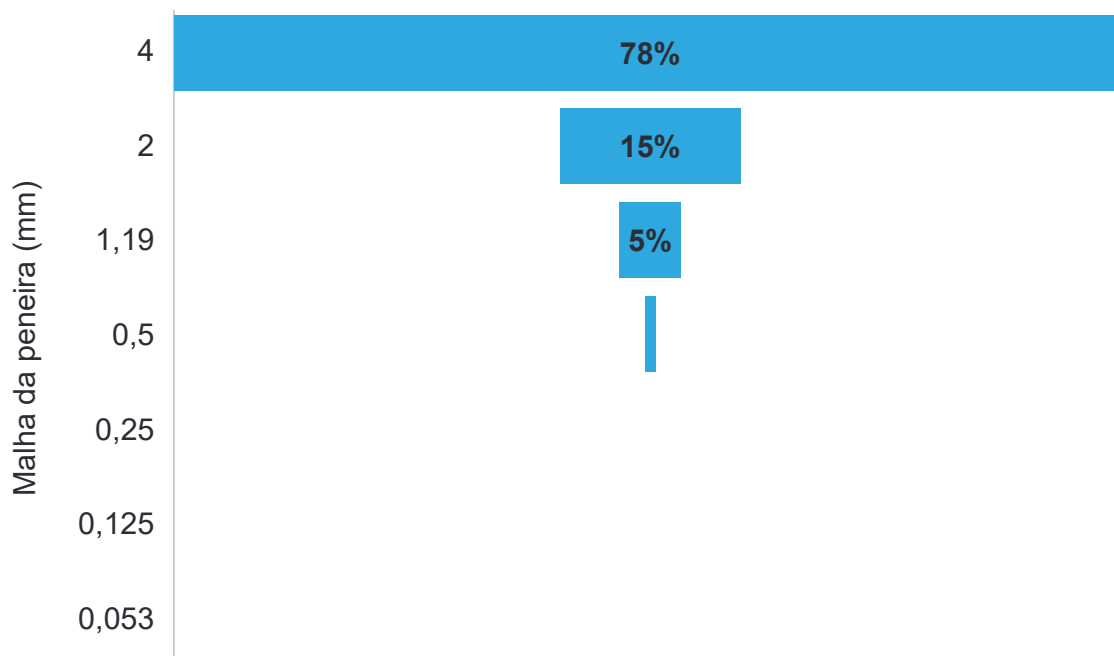


Figura 6. Distribuição granulométrica de torta de mamona peletizada (pellets de 4 mm) em diferentes malhas de peneiras (%).

Esse resultado demonstra que a peletização da torta de mamona tem potencial para solucionar os problemas de alergenicidade provocado pelas proteínas do grupo Albuminas 2S, uma vez que esse processo evita a inalação da poeira, e também o contato da poeira com a pele e com os olhos dos trabalhadores. Cabe destacar que a fração alergênica é termicamente estável, não sendo eliminada com processo de cozimento, desta forma, a peletização pode ser usada com estratégia para melhorar o bem-estar dos trabalhadores que manuseiam esse adubo orgânico.

Conclusões

- a) A peletização da torta de mamona reduz a volatilização de amônia (NH_3), em até 40%, durante os primeiros 10 dias após a aplicação do adubo no solo. Contudo, ao final do período de estudo, a perda acumulada total é superior ao obtido no material não peletizado.

- b) O uso de biomassa de gliricídia em pó, com ou sem aditivo, não reduz a volatilização de amônia.
- c) A peletização da torta de mamona elimina as partículas mais finas (pó), que entram facilmente em suspensão no ar, contribuindo para menores riscos à saúde humana com o manuseio do adubo.

Referências Bibliográficas

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3.ed. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA, 1998. 35p.

ALVES, A. C.; ALVES, T. C.; MACEDO, F. B.; BERNARDI, A. C. C.; OLIVEIRA, P. P. A.; ROCHETTI, G. C. **Adição de zeólita para redução da volatilização de amônia em solo fertilizado com uréia**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 4 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 55).

ARAÚJO, E. S.; MARSOLA, T.; MIYAZAWA, M.; SOARES, L. H. de B.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Calibração de câmara semiaberta estática para quantificação de amônia volatilizada do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 769-776, 2009.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 350p.

BASSO, C. J. CARLOS ALBERTO CERETTA, C. A.; PAVINATO, P. S.; SILVEIRA, M. J. da Silveira de nitrogênio de dejetos líquidos de suínos por volatilização de amônia. **Ciência Rural**, v. 34, p. 1775-1780, 2004.

BERTOLINI, A. C.; SIANI, A. C.; GROSSO, C. R. F. Stability of monoterpenes encapsulated in gum arabic by spray-drying. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 780-785, 2001/02/01 2001. ISSN 0021-8561. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/jf000436y>>.

BOGNOLA, I. A.; STAPE, J. L.; MAGALHAES, W. L. E. Padrão de solubilização do fertilizante cloreto de potássio encapsulado em gel celulósico e polímero biodegradável pela Embrapa. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3, 2014, Campinas. **Anais: resumos expandidos**. Curitiba: Malinovski, 2014. p. 330-332.

DAWAR, K.; ZAMAN, M.; ROWARTH, J. S.; BLENNEHASSETT, J. TUMBULL, M. H. Urea hydrolysis and lateral and vertical movement in the soil: effects of urease inhibitor and irrigation. **Biology and Fertility of Soils**, v. 47, p. 139-46, 2011.

DEUS-DE-OLIVEIRA, N.; FÉLIX, S. P.; CARRIELO-GAMA, C.; FERNANDES, K. V.; DAMATTA, R. A.; MACHADO, O. L. T. Identification of critical Amino acids in IgE epitopes of Ric c 1 and Ric c 3 and use of glutamic acid as IgE-blocker. **Plos One**. v. 6, e21455, 2011.

HOROWITZ, N.; MEURER, E. J. Oxidação do enxofre elementar em solos tropicais. **Ciência Rural**, v. 36, p. 822-828, 2006.

MATOS, M. **Desenvolvimento de fertilizante nano-estruturado para liberação lenta de nitrogênio**. 2017. 91p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2017.

MONTEIRO, D. O.; PINHEIRO, V. M. C.; MOURÃO, J. L. M.; RODRIGUES, M. A. M. Strategies for mitigation of nitrogen environmental impact from swine production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 317-325, 2010.

OLSNES, S. The history of ricin, abrin and related toxins. **Toxicon**, v. 44, p. 361-370, 2004.

ROCHA, A. A.; ARAÚJO, E. S.; SANTOS, S. S.; GOULART, J. M.; ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALVES, B. J. R.; ROUWS, J. R. C. Ammonia volatilization from soil applied organic fertilizers. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 43, e0180151, 2019.

SOMMER, S. G.; SCHJORRING, J. K.; DENMEAD, O. T. Ammonia emission from mineral fertilizers and fertilized crops. **Advances in Agronomy**, v. 82, p. 557-622, 2004.

Embrapa

Agrobiologia

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

