

Produção de Azolla como fonte proteica na avicultura: estudo de caso em avicultores familiares no Rio Grande do Sul

Azolla production as a protein source to poultry: a case study in family poultry farmers in Rio Grande do Sul, Brazil

Carlo Julianro Giehl¹, Darwin Aranda Chuquillanque², Carmem Rejane Pacheco Porto³, Eduardo Antunes Dias⁴, Marcelo Tempel Stumpf^{5*}

¹Mestrando em Zootecnia na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, carlojulianro@gmail.com; ²Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, darandadarwin@gmail.com; ³Professora e Doutora na Universidade Federal do Rio Grande, São Lourenço do Sul, carmem.porto@furg.br; ⁴Professor e Doutor na Universidade Federal do Rio Grande, São Lourenço do Sul, eduardo.dias@furg.br; ⁵Professor e Doutor na Universidade Federal do Rio Grande, São Lourenço do Sul, marcelo.stumpf@furg.br

NOTA

Recebido: 31/07/2020
Aprovado: 04/06/2021

Palavras-chave:

Alimentação animal alternativa
Avicultura familiar
Manejo agroecológico

Key words:

Alternative animal feeding
Family poultry farming
Agroecological practice

RESUMO

O presente trabalho relata as atividades envolvidas no planejamento e construção de tanques para produção de *Azolla* sp., planta aquática com potencial de uso para alimentação de aves. As ações ocorreram em Capão do Leão e São Lourenço do Sul, municípios na zona Sul do Rio Grande do Sul. Foram construídos dois modelos, um externo aos piquetes de criação (Capão do Leão) e um interno aos mesmos (São Lourenço do Sul). Percebeu-se rápida propagação da *Azolla* nos tanques e preenchimento completo dos mesmos após cerca de 14 dias de cultivo. O sombreamento foi fundamental para o bom desenvolvimento da *Azolla* e manutenção de sua coloração esverdeada. Ausência de sombra promoveu alterações de cor e aumento na população de outras espécies vegetais. Houve excelente aceitação da *Azolla* pelas galinhas. Fornecer *Azolla* dentro dos piquetes resultou em consumo exagerado, promovendo queda drástica na população vegetal, a qual demorou para se restabelecer e passou a competir com outras espécies. Percebeu-se melhor controle e manutenção da população de *Azolla* quando o tanque foi construído na área externa aos piquetes, embora, nesse caso, o fornecimento venha a requerer maior mão de obra. O baixo custo, rápida propagação e facilidade de cultivo de *Azolla* podem vir a encorajar outros criadores a cultivá-la como fonte nutricional para suas galinhas.

ABSTRACT

The present article addresses the activities involved in the construction of two tanks for the production of *Azolla* (*Azolla* sp.), an aquatic fern that can be used as poultry feed. The activities took place in Capão do Leão and São Lourenço do Sul, in the southern part of Rio Grande do Sul state. Two models of tanks were built, the one in Capão do Leão being outside the paddocks and the one in São Lourenço do Sul being inside one of the paddocks accessed by poultry. We observed a rapid *Azolla* propagation, with tanks being fully occupied by the plant in about 14 days of cultivation. Shading was fundamental for the good development of *Azolla* and to keep its characteristic green color. Lack of shade altered *Azolla*'s color and increased other vegetal species development. There was an excellent acceptance of *Azolla* by chickens. The supply of *Azolla* inside the paddocks resulted in overconsumption, promoting a drastic decrease in its population, which took an increased amount of time to be reestablished and had to compete with other species. It was easier to maintain *Azolla* population when the tank was built outside the paddock, although, in such case, there was a greater necessity of labor. The low cost, rapid propagation and ease of cultivation of *Azolla* can encourage other poultry breeders to use it as a nutritional source for chicken.

INTRODUÇÃO

A produção convencional de frangos e aves de postura é altamente dependente do setor industrial no que tange o provimento de insumos relacionados com a estrutura e funcionamento dos galpões de confinamento, material

genético, medicamentos veterinários de uso curativo e como promotores de crescimento, além das commodities utilizadas na alimentação dos animais, especialmente milho e soja, os quais são utilizados globalmente na pecuária e cujo cultivo apresenta impactos negativos tanto do ponto de vista ecológico

(ALMEIDA et al., 2017) como social (ALMEIDA et al., 2015). A dependência de tais insumos 1) reduz a autonomia dos agricultores em relação à decisões gerenciais (especialmente em sistemas de integração vertical), 2) os torna mais frágeis e susceptíveis à flutuações de mercado e crises econômicas e 3) representa custos, sendo que dentro do total dos custos de produção, cerca de 60 a 70% são em função da alimentação animal.

Um dos princípios fundamentais da produção orgânica e agroecológica de frangos e poedeiras é o uso de fontes alternativas de alimentação com vistas a reduzir custos produtivos, assim como providenciar uma ampla gama de opções nutricionais aos animais. O provimento de árvores, arbustos e diferentes tipos de pastagens, especialmente consorciando leguminosas com gramíneas, aumenta a biodiversidade nos piquetes e cria um ambiente favorável para o aparecimento de invertebrados, também fonte alimentar. Apesar disso, experiências práticas no Brasil (informação pessoal) sugerem que a produção orgânica de galinhas ainda é dependente do provimento de soja orgânica como fonte proteica. Assim, mesmo que os impactos negativos do cultivo convencional dessa cultura sejam atenuados, os agricultores orgânicos ainda enfrentam o desafio quando se trata do fornecimento de alimentos protéicos e sua autonomia segue ameaçada.

Com isso, algumas fontes ditas alternativas são avaliadas no sentido de fornecer proteína às aves enquanto reduzem ou até mesmo eliminam a necessidade do uso de soja. Esse é o caso da *Azolla*, uma pequena pteridófita aquática distribuída globalmente (SMALL; DARBYSHIRE, 2011) e que ocorre naturalmente em fontes de água, como lagos, lagoas, poços e açudes. Uma das principais características do gênero *Azolla* é sua associação simbiótica com a cianobactéria *Anabaena azollae*, a qual é capaz de fixar nitrogênio. No que tange a nutrição animal a *Azolla* apresenta elevado potencial nutritivo (PILLAI et al., 2002). Teores de proteína bruta na casa de 21,40% (ALALADE; IYAYI, 2006), 22,79% (KHURSHEED et al., 2019) e 23,49% (CHERRYL et al., 2014) foram encontrados em farinha de *Azolla*. Seu uso já foi amplamente estudado e envolveu espécies como frangos de corte (ARA et al., 2015), perus (SHUKLA et al., 2018), cabras (KUMARI, 2015), vacas de leite (ROY et al., 2015) e suínos (KESHAB et al., 2018).

A facilidade no cultivo, alta produtividade (70 a 80 toneladas de matéria seca por ano (TALLEY et al., 1977)) e velocidade de propagação (em condições favoráveis pode dobrar sua biomassa em uma semana (PARTHASARATHY et al., 2001)) tornam a *Azolla* uma fonte proteica barata (US\$0.015 por Kg (PILLAI et al., 2002)) e sustentável para a avicultura (KHURSHEED et al., 2019). Na nossa concepção, seu uso como farinha como em Alalade e Iyayi, (2006), Joysowal et al. (2018) e Khursheed et al. (2019) dificulta sua adoção por parte dos pequenos agricultores em função da necessidade de colheita, secagem, moagem e armazenamento, o que acaba por elevar a necessidade de mão de obra. Com isso, a presente nota técnica relata dois casos de construção de locais de cultivo de *Azolla* em duas propriedades familiares no estado do Rio Grande do Sul, com vistas a produzir e fornecer essa rica fonte proteica como alimento fresco para aves de postura, tanto *ad libitum* como em quantidade controlada, na tentativa de reduzir as necessidades no uso de soja na alimentação.

MATERIAL E MÉTODOS

O relato de caso se refere à duas propriedades agrícolas familiares na metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul, nos municípios de Capão do Leão (Latitude 31°46' 3" Sul; Longitude 52° 26' 55" Oeste; 15 m de altitude; clima subtropical, classificado como Cfa - Köppen, 1931) e São Lourenço do Sul (Latitude 31°21'55" Sul; Longitude 51°58'42" Oeste; 19 m de altitude; clima classificado como Cfa).

O primeiro caso foi no ano de 2014, quando agricultores ecológicos no município do Capão do Leão iniciaram a multiplicação da *Azolla* para avaliar seu uso para alimentação de aves, um plantel de 30 galinhas de postura. As plantas foram coletadas nos açudes da propriedade no mês de Outono e multiplicadas em tanque de madeira elevado de 8m² (1 m de largura x 8 m de comprimento), construído sobre pallets de madeira. O assoalho do tanque foi coberto por papelão para preservação da lona plástica preta e impermeável, a qual foi colocada por sobre o mesmo e cobrindo toda a estrutura (Figura 1). Nenhum método de fertilização foi realizado para a multiplicação das plantas.

Figura 1. Tanque elevado de 8m² para produção de *Azolla* no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul.



O tamanho do tanque foi definido a partir dos espaços e materiais disponíveis e da capacidade de mão de obra. A técnica de construção do tanque foi adaptada a partir das tecnologias preconizadas pelo “Sisteminha”, sistema de baixo custo para produção de peixes, grãos e hortaliças (GUILHERME et al., 2019). Utilizou-se uma boia para controle de nível de água, mantendo-se uma lâmina de água de 7cm de profundidade, sendo que na parte do fundo o tanque recebeu 1cm de terra fértil para aumentar a disponibilidade de nutrientes para as plantas. Foram colocados arcos para recobrimento do tanque com sombrite, evitando insolação excessiva, e lona plástica de estufa para proteção contra baixas temperaturas e geada.

Em São Lourenço do Sul as ações foram iniciadas no mês de outubro e fizeram parte de um projeto de extensão da Universidade Federal do Rio Grande - FURG. A escolha pela utilização da *Azolla* se deu em função da carência de oferta de forragem nos piquetes da propriedade, os quais se encontravam com praticamente todo o solo descoberto. Nesse sentido, após conversa com o casal proprietário, optou-se por construir a piscina (assim denominado o local de cultivo) dentro de um dos piquetes, pois assim as 150 aves de um dos lotes poderiam se alimentar diretamente na mesma, reduzindo a mão de obra envolvida na colheita e fornecimento.

Após a determinação do tamanho da piscina (3,40 m de comprimento x 1,40 m de largura e 0,30 m de profundidade), a

qual foi baseada nos espaços disponíveis, escolheu-se um local plano dentro do piquete para que houvesse o menor revolvimento de solo possível, e próximo a árvores, de modo que recebesse sombra em partes do dia, conforme preconizado pelo método NARDEP (PILLAI et al., 2002).

Após demarcação da piscina com tábuas de madeira foi feito nivelamento do solo (Figura 2A), importante para que a lâmina de água seja a mesma em toda a extensão da piscina. Diretamente sobre o solo foi colocada uma camada de papelão, a fim de evitar que a lona a ser colocada sobre a mesma se rasgue em função de pedras ou materiais pontiagudos presentes no solo (Figura 2B). A lona é do mesmo tipo usado na confecção de silagem, sendo que foi disposta de modo a cobrir todo o papelão, se mantendo encostada no mesmo, ao fundo da piscina, passando rente por sobre as tábuas de madeira laterais e sendo enterradas na parte externa, formando uma espécie de capa (Figura 2C).

Figura 2. Etapas para a construção de tanque para produção de Azolla. A) nivelamento do terreno; B) colocação da camada de papelão; C) camada de solo por sobre a lona; D) piscina após receber primeiras plantas; bordas da piscina protegidas com tábuas de madeira e detalhe da colocação da torneira, no canto inferior direito da piscina.



Antes da colocação de água foi removido solo do próprio piquete e inserido na piscina, formando uma camada de cerca de 10 cm (Figura 2C). Para evitar que as galinhas perfurassem a lona foram colocadas tábuas de madeira no entorno e sobre as bordas (Figura 2D). Após essa etapa a piscina foi cheia, mantendo uma lâmina de água de cerca de 15 cm. A água foi proveniente do sistema de abastecimento público a partir de mangueira enterrada e com torneira disposta ao lado da piscina, facilitando o reabastecimento da mesma. As plantas de Azolla foram provenientes de um açude dentro da propriedade, de modo que foram coletados cerca de 0,2 Kg de biomassa e adicionados à piscina (Figura 2D). Para evitar insolação demasiada em dias quentes, foi disposto sombrite retangular por sobre todo comprimento da piscina.

No total foram utilizados cerca de 8,0 m² de lona, 7,5 m² de sombrite, 10 m de mangueira para jardim de ½ polegada, uma torneira de ½ polegada, além de tábuas de madeira (duas tábuas de 3,4 m de comprimento e 0,3 m de altura e duas tábuas de 1,4 m de comprimento e 0,3 m de altura) provenientes da

própria propriedade. A construção foi realizada por três pessoas no período de dois dias.

A partir do momento em que a construção da piscina estava concluída foram feitas visitas de sete em sete dias para acompanhamento no desenvolvimento das plantas. Nessas oportunidades, de forma visual e subjetiva e com vistas a readaptações na instalação, foram observadas a velocidade de propagação das plantas de Azolla, bem como, sua coloração e competição com outras espécies de plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Capão do Leão, face à simplicidade de produção, alta produção de biomassa em pouco tempo (em duas semanas e meia toda a lâmina d'água estava coberta por plantas de Azolla, segundo relato dos agricultores (Figura 3)) e aceitação pelas aves a experiência de construção de tanques de produção de Azolla foi adotada por outros agricultores da região, sendo que em alguns casos o tanque passou a ser construído ao nível do solo e utilizando ferro e cimento. A vantagem destes modelos construídos junto ao nível do solo, principalmente quando localizados na área de piquete das aves, é a de permitir o consumo direto, o que estimula a movimentação das aves (auxiliando desenvolvimento de musculatura das pernas e asas) e a expressão de comportamentos naturais de consumo, melhorando as condições de bem-estar e diminuindo estresse. Além disso, no caso do tanque externo, há maior necessidade de mão de obra para colheita da Azolla e seu transporte até as aves, tornando-se mais uma atividade diária.

Figura 3. População de Azolla em tanque elevado em Capão do Leão/RS.



Levando em conta uma área de tanque de 8 m² e os valores de 300 a 600 Kg de matéria seca de Azolla por hectare (BROUWER et al., 2018) podemos inferir que o tanque, quando preenchido por completo, fornecia entre 0,240 Kg e 0,480 Kg de matéria seca de Azolla, ou, considerando valores de matéria seca de cerca de 5% (ANITHA et al., 2016), de 4,8 Kg a 9,6 Kg de matéria verde. Com os valores de proteína bruta de cerca de 23,49% (CHERRYL et al., 2014) na matéria seca, temos um fornecimento entre 55,2 e 110,4 gramas de proteína, aproximadamente.

As ações realizadas em São Lourenço do Sul podem ser consideradas uma continuidade aos trabalhos desenvolvidos inicialmente em 2014, em Capão do Leão, uma vez que contou com colaboradores em comum. Dessa forma, alguns dos relatos sobre os pontos positivos e negativos da experiência

foram compartilhados e auxiliaram na elaboração do projeto nesse segundo município.

Em um primeiro momento a piscina confeccionada em São Lourenço do Sul não se encontrava coberta com sombrite e assim permaneceu por duas semanas, sem que as aves tivessem acesso às plantas. Nesse período houve grande incremento de biomassa, perceptível quando se comparam as Figura 2D e Figura 4A, espaçadas em duas semanas, porém, a insolação direta promoveu coloração avermelhada à Azolla, próximo ao marrom (Figura 4A), o que foi atribuído a aumentos de temperatura (PANDA, 2011). De fato, Pillai et al. (2002) alertam que, quando a temperatura eleva acima de 25°C a intensidade luminosa deve ser reduzida, do contrário ocorre mudança na coloração da Azolla. Ademais, foi percebida competição entre espécies vegetais quando a piscina ainda não possuía sombrite, havendo incremento na população de Lemnas e algas (Figura 4B).

Figura 4. A) coloração avermelhada da Azolla em função da ausência de sombra (24 de Outubro); B) abundância de algas, em verde claro (31 de Outubro).



A coloração avermelhada da Azolla e a alta presença de algas fez com que se tomasse como medida a colheita de todas as plantas, esvaziamento parcial da piscina, colocação de sombrite e recomeço do processo (Figura 5). Nesse caso, para evitar que plantas indesejáveis fossem trazidas na água do açude junto à Azolla, utilizaram-se plantas fornecidas por outra agricultora, caracterizando a troca de informações e saberes tão importante e dentro dos preceitos da agroecologia.

Figura 5. A) piscina de Azolla em São Lourenço do Sul no dia do reinício do processo, com colocação de sombrite e novas plantas (31 de outubro); B) biomassa de Azolla 14 dias após colocação das plantas (14 de novembro).



Conforme percebido na Figura 5B, 14 dias após a colocação do sombrite e reinício do processo, a piscina se encontrava com toda a lâmina d'água coberta com Azolla e sem sinais da presença de outras espécies. Na circunstância apresentada na Figura 5B, a piscina fornecia entre 0,144 Kg e 0,288 Kg de matéria seca de Azolla (34 e 68 gramas de proteína), ou 2,9 Kg a 5,8 Kg de matéria verde.

Segundo Pillai et al. (2002) devem ser removidos cerca de 300 a 350 gramas de Azolla por metro quadrado e por dia,

evitando superpopulação e mantendo as plantas em altas taxas de multiplicação. Levando esses valores em consideração o tanque de 8m² poderia ofertar de 2,4 a 2,8 Kg por dia, já o de 4,8 m² ofertaria diariamente 1,44 a 1,68 Kg de Azolla. Remover diariamente a quantidade preconizada por Pillai et al. (2002) é dificultada quando as aves têm livre acesso à Azolla, pois as mesmas podem vir a realizar consumos acima do sugerido, levando à reduções drásticas na biomassa e dificultando o manejo voltado à manutenção de uma população que permita renovação das plantas em taxas mais aceleradas. A não ser que o local de cultivo da Azolla permita desenvolvimento de quantidade de biomassa para além da necessidade das galinhas, o mais provável é que as aves consumam as plantas por completo, ou em sua maioria, elevando o período de tempo requerido para recomposição vegetal, ou até mesmo a impedindo em virtude da competição com outras espécies, as quais podem preponderar a partir da ausência da Azolla - caso da primeira tentativa de produção em São Lourenço do Sul, antes da colocação do sombrite. Como a piscina se encontrava sem nenhum cercado, restrições no consumo tiveram que ser realizadas com a privação de acesso ao piquete, medida indesejável quando se busca uma criação seguindo os preceitos da agroecologia.

Tendo a dificuldade em manejar a piscina dentro dos piquetes, o mais adequado é o cultivo da Azolla externamente às áreas de pastejo, assim a biomassa é coletada e levada para as aves consumirem em cochos, como preconizado no modelo em Capão do Leão. Apesar de exigir mais mão de obra, permite o controle na quantidade fornecida e impede o consumo além do que as plantas suportam para que a população vegetal se mantenha. Além disso, a inserção nos piquetes exigirá maior número de piscinas, condizente com a quantidade de áreas de pastejo; no caso de construção externa aos piquetes, um só tanque pode ser o suficiente. Ademais, área construída dentro dos piquetes significa diminuição das áreas de pastagem.

Uma consideração que merece destaque é sobre a qualidade da água de cultivo da Azolla, uma vez que essa planta é bioacumuladora. Desse modo, se requer cuidado principalmente em situações de água com níveis elevados de metais pesados, os quais são absorvidos pelas plantas (RANI; JHA, 2019) e, ao serem consumidos, podem representar risco à saúde das aves. As opções mais seguras são o cultivo em água da rede pública de abastecimento ou até mesmo água da chuva.

CONCLUSÃO

A construção de tanques e piscinas de Azolla se trata de uma tecnologia social com alto potencial quando se trata da produção de alimentos de elevado potencial nutricional para galinhas. A construção de tanques ou piscinas de Azolla externos aos piquetes permite melhor controle no fornecimento diário, evitando excesso no consumo e auxiliando na recomposição mais acelerada da biomassa vegetal.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem imensamente ao casal de avicultores ecológicos Nilda Lindeman Duarte e Cláudio Duarte, de Capão do Leão/RS; ao agricultor Arnildo Rutz e a Rosemeri Castro Alves; à Dona Érica e ao Seu Cuniberto, da família criadora de galinhas coloniais da granja Sisa, em São Lourenço do Sul/RS.

REFERÊNCIAS

- ALALADE, O. A.; IYAYI, E. A. Chemical composition and the feeding value of *Azolla pinnata* meal for egg-type chicks. *International Journal of Poultry Science*, v.5, p.137-141, 2006. 10.3923/ijps.2006.137.141.
- ALMEIDA, C.; MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. As percepções de pequenos agricultores brasileiros sobre os cultivos geneticamente modificados. *Ambiente & Sociedade*, v. 18, n.1, p.203-220, 2015. 10.1590/1809-4422ASOC891V1812015en.
- ANITHA, K. C.; RAJESHWARI, Y. B.; PRASANNA, S. B.; SHILPA SHREE J. Nutritive evaluation of *Azolla* as livestock feed. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, v.4, n.6, p.670-674, 2016. 10.18006_2016.4(Issue6).670.674.
- ARA, S.; ADIL, S. F.; BANDAY, M. T.; KHAN, M.; ADIL, S. Feeding potential of aquatic fern-*Azolla* in broiler chicken ration. *Journal of Poultry Science and Technology*, v.3, p.15-19, 2015.
- BROUWER, P.; SCHLUEPMANN, H.; NIEROP, K.G. J.; ELDERSON, J.; BIJL, K. P.; VAN DER MEER, I.; DE VISSER, W.; REICHAERT, G.; SMEEKENS, S.; VAN DER WERF, A. Growing *Azolla* to produce sustainable protein feed: the effect of differing species and CO₂ concentrations on biomass productivity and chemical composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. v.98, p.4759-4768, 2018. 10.1002/jsfa.9016.
- CHERRYL, D. M.; PRASAD, R. M. V.; JAGADEESWARARAO, S., JAYALAXMI, P., KUMAR, D.S. A study on the nutritive value of *Azolla pinnata*. *Livestock Research International*, v.2, n.1, p.13-15, 2014.
- DE ALMEIDA, V. E. S.; FRIEDRICH, K.; TYGEL, A. F.; MELGAREJO, L.; CARNEIRO, F. F. Uso de sementes geneticamente modificadas e agrotóxicos no Brasil: cultivando perigos. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.22, n.10, p.3333-3339, 2017. 10.1590/1413-812320172210.17112017.
- GUILHERME, L. C.; SOBREIRA, R. S.; DE OLIVEIRA, V. Q. *Sisteminha Embrapa-UFU-FAPEMIG: Sistema Integrado de Produção de Alimentos-Módulo1: tanque de peixes*.1.ed. Teresina: EmbrapaMeio-Norte, 2019. 63p.
- JOYSOWAL, M.; AZIZ, A.; MONDAL, A.; SINGH, S. M.; BODA, S.; CHIRWATKAR, B.; CHHABA, B. Effect of *Azolla (Azolla pinnata)* feed on the growth of broiler chicken. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, v.6, n.3, p.391-393, 2018.
- KESHAB, B.; DIPANJALI, K.; SANTANU, B.; GIRISH, P. S.; GOKULDAS, P. P.; RAJENDRAN, T.; SWARAJ, R. Effect of supplementation of *Azolla (Azolla carolini)* meal on performance of crossbred (Hampshire x Ghungroo) pigs. *Indian Journal of Animal Nutrition*, v.35, n.4, p.469-472, 2018. 10.5958/2231-6744.2018.00071.3.
- KHURSHEED, I.; MASUD, S.; KHAN, A.; KHAN, N.; KOUR, S.; DUA, S.; KHURSHEED, I. Proximate evaluation of *Azolla pinnata* as sustainable feed supplement for poultry. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, v.8, n.3, p.3157-3160, 2019.
- KÖPPEN, W. *Climatologia*. Buenos Aires: Fundo da cultura econômica, 1931.
- KUMARI, J. The effect of different level of *Azolla* meal on nutrient utilization and growth performance in goa kids.2015. 101f. Tese (Doutorado em Nutrição Animal) - BIHAR Agricultural University, Índia, 2015.
- PANDA, H. Biofertilizer for rice ecosystem. In: PANDA, H. (ed.). *Manufacture of Biofertilizer and Organic Farming*. Nova Déli: Asia Pacific Business Press, 2011. p.63-83.
- PARTHASARATHY, R.; KADIRVEL, R.; KATHAPERUMAL, V. Chemical evaluation of *Azolla* as poultry feed ingredient. *Cheiron*, v.30, n.1e2, p.35-37, 2001.
- PILLAI, K. P.; PREMALATHA, S.; RAJAMONY, S. *Azolla - A sustainable feed substitute for Livestock*. LEISA INDIA, v.4, p.15-17, 2002.
- RANI, M.; JHA, A. K. Potential of *Azolla* in sustainable agriculture and climate change mitigation. In: BAJPAJ, O.; KHAN, K. (eds.). *Recent trends in tropical plant research*. Nova Déli: AkiNik Publication, 2019. p.25-37.
- ROY, P.S.; ROY, A.; PATHAK, P. K.; MANDAL, N.; SOREN, S.; KUMAL, S. 2015. Effect of *Azolla* supplementation on milk yield and economics under farmers' field. *Journal of Crop and Weed*, v.14, n.2, p.77-80, 2015
- SHUKLA, M.; BHATTACHARYYA, A.; SHUKLA, P. K.; ROY, D.; YADAV, B.; SIROHI, R. Effect of *Azolla* feeding on the growth, feed conversion ratio, blood biochemical attributes and immune competence traits of growing turkeys. *Veterinary World*, v.11, p.459-463, 2018. 10.14202/vetworld.2018.459-463.
- SMALL, E.; DARBYSHIRE, S.J. Blossoming treasures of biodiversity. 35. Mosquito Ferns (*Azolla* species) – tiny 'super plants'. *Biodiversity*, v.12, n.2, p.119–128, 2011. 10.1080/14888386.2011.585928.
- TALLEY, S. N.; TALLEY, B. J.; REINS, D.W. 1977. Nitrogen fixation by *Azolla* in rice fields. In: HOLEANDER, A. (ed). *Genetic Engineering in Nitrogen Fixation*. Nova Iorque: Plenum Press, 1977. p. 255-456.