

# UTILIZAÇÃO DE SUBPRODUTOS DO ARROZ COMO FONTE DE CARBONO PARA O CULTIVO EM ALTA DENSIDADE DO CAMARÃO, *Litopenaeus vannamei*



Jordana S. Leite<sup>1</sup>, Caio S. B. Melo<sup>1</sup>, Alberto J. P. Nunes<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>LABOMAR – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Avenida da Abolição, 3207 - Meireles, Fortaleza, Ceará, 60.165-081. \*alberto.nunes@ufc.br

Este artigo foi originalmente publicado na Revista Brasileira de Zootecnia, <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v49/1806-9290-rbz-49-e20190039.pdf>.

As referências citadas podem ser obtidas diretamente no artigo original.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a criação de camarões de alta densidade com troca limitada de água tem sido possível através da manipulação e do desenvolvimento de comunidades microbianas presentes na coluna d'água (AZIM; LITTLE, 2008; SAMOCHA et al., 2010, KRUMMENAUER et al., 2011, AUDELO-NARANJO et al., 2012). O princípio dos cultivos com mínima troca de água é baseado na adição de fontes de carbono para equilibrar a proporção Carbono:Nitrogênio (C:N). Isso promove o crescimento de microrganismos que consomem matéria orgânica, melhora a utilização de nutrientes e converte compostos nitrogenados dissolvidos em compostos menos tóxicos.

Várias fontes de carbono têm sido utilizadas para esse fim, incluindo o melaço de cana-de-açúcar, glicerol, açúcar vegetal, farelo de soja, farinha de trigo, farelo de trigo, farelo de milho,

farelo de arroz e farelo de mandioca (HARI et al., 2004; WANG et al., 2016; EKASARI et al., 2014; ROMANO et al., 2018).

Essas fontes de carbono são escolhidas de acordo com o custo, a disponibilidade local, a biodegradabilidade e a eficiência de assimilação pelos microrganismos.

O uso de subprodutos do arroz (farelo de arroz, quireira de arroz e casca de arroz) tem sido empregados para promover o desenvolvimento de bactérias heterotróficas em cultivos de peixes e camarões. Essas matérias-primas contêm em média 40% de carboidratos e níveis moderados de proteína bruta (12%) e de lipídios (21%) (LIMA et al., 2000; VILANI et al., 2016) além de gerar valor agregado a resíduos que seriam descartados. A produção de arroz no Brasil em 2019/2020 foi estimada em 10,5 milhões de toneladas, já a produção mundial bateu recorde em 2018/19, com um total de 499,2 milhões de toneladas de arroz beneficiado.

O arroz é comumente beneficiado realizando a remoção das camadas de casca e farelo da semente do grão bruto nos processos de descasque e moagem, respectivamente. A cascas de arroz constituem aproximadamente 20% do peso das sementes, gerando milhões de toneladas de resíduos por ano (STRACKE et al., 2018). Esses resíduos, se não descartados adequadamente, são fontes de poluição ambiental, pois são difíceis de degradar.

Pesquisas comprovam que o camarão (*Litopenaeus vannamei*) tem melhor desempenho zootécnico quando a água é fertilizada com farelo de arroz em comparação com outras fontes de carbono (Serra et al., 2015). Viveiros fertilizados com farelo de arroz, para o cultivo de juvenis do *L. vannamei* alcançaram uma elevada produtividade e menor fator de conversão alimentar (FCA) em comparação a viveiros fertilizados com melaço de cana-de-açúcar (Vilani et al., 2016).

Desse modo, este estudo avaliou o efeito do uso de diferentes combinações de todos os subprodutos do arroz (farelo de arroz, quirera de arroz e casca de arroz) como fontes de carbono sob a qualidade da água, a comunidade microbiana e o desempenho de crescimento de juvenis do camarão branco, *Litopenaeus vannamei*, criados em condições limitadas de troca de água.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado nas instalações experimentais de cultivo do LABOMAR/UFC. Os subprodutos do arroz (farelo de arroz, quirera de arroz e casca de arroz) foram obtidos de uma indústria de processamento de arroz (Sucesso Agroindústria Ltda., Eusébio, Brasil), cultivares IRGA 424 e PUITÁ INTA-CL. Foram testadas cinco misturas de fertilizantes formulados para apresentar um valor quase semelhante de carbono total, com um aumento gradual no teor de fibra bruta (Tabela 1). Isso maximizou o uso da casca de arroz, que tem o menor valor econômico entre esses subprodutos. Os fertilizantes foram identificados de acordo com sua concentração de fibra bruta (F90, F110, F150, F200 e F250). O melaço de cana-de-açúcar em pó (Indumel - Indústria e Comércio de Melaço Ltda., Sertãozinho, Brasil) foi utilizado como controle positivo (MO), pois demonstrou atuar como uma fonte eficiente de carbono para o cultivo de camarão. Sete tanques sem aplicação direta de fontes de carbono atuaram como controle negativo (UNF).

**TABELA 1- Composição química (g/kg, material seca) e textura de fertilizantes derivados de arroz e melaço de cana-de-açúcar (MO).**

Composição <sup>a</sup> (g/kg)	Fertilizantes					
	F90	F110	F150	F200	F250	MO
Matéria seca	888,5	896,2	896,7	897,0	898,1	930,3
Proteína bruta	105,1	115,7	96,2	80,8	70,0	36,3
Lipídeos	64,0	85,5	49,2	32,3	17,3	14,0
Fibra bruta	92,2	110,2	147,0	203,3	248,9	1,3
Nitrogênio	16,9	18,5	15,4	12,9	11,2	5,8
Cálcio	1,0	1,3	1,3	0,6	0,6	62,1
Fósforo	0,7	0,9	0,6	0,4	0,3	0,5
Potássio	5,5	7,1	5,1	4,2	3,6	29,2
Cinzas	50,8	62,7	47,8	46,9	50,8	210,9
Resíduos insolúveis	17,6	23,8	25,1	26,8	36,5	9,7
Carboidratos Totais	687,9	625,9	659,8	636,6	613,1	737,5
Carbono Total	405	408	401	396	389	322
Relação C:N	24	22	26	31	35	55

<sup>a</sup>Análise de acordo com os padrões do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (SINDIRAÇÕES, 2013).

Foram utilizados 49 tanques independentes de 1,5 m<sup>3</sup> de volume mantidos em área aberta (Fig. 1). O sistema operou em condição estática, com troca de água limitada. Os níveis de Sólidos Sedimentáveis (SS) foram mantidos entre 10-14 mL/L (SAMOCHA et al., 2017). As trocas de água foram realizadas apenas duas vezes durante todo cultivo, a 5% do volume total de água, quando as faixas de SS foram excedidas.



FIGURA 1. Sistema experimental de cultivo adotado na pesquisa com a autora principal realizando a aplicação do fertilizante.

Para preparar a água do cultivo, os tanques de cultivo foram inicialmente preenchidos com água salgada (salinidade 32 g/L) e inoculados com 100 L de água/tanque obtida de um berçário de camarões com o cultivo em andamento. Para a fertilização inicial da água foi utilizado 10 g/m<sup>3</sup> de ração moída para camarão (Camanutri 35, Neovia Nutrição e Saúde Animal Ltda., São Lourenço da Mata, Brasil) e 4,5 g/m<sup>3</sup> de cada fertilizante, aplicados diariamente em cada tanque mantendo uma relação C:N próxima a 10:1 (AVNIMELECH, 1999). A aplicação ocorreu por cinco dias consecutivos. Os subprodutos do arroz e melaço de cana-de-açúcar foram aplicados na água três vezes por semana durante todo o período de engorda. Os fertilizantes foram aplicados na taxa fixa de 4,5 g/m<sup>3</sup>, desde de que o SS não excedesse o limite de 14 mL/L estabelecido por Samocha et al. (2017).

Camarões de 0,98 ± 0,10 g (média ± desvio padrão; n = 9.996) foram

estocados em 127 animais/m<sup>2</sup> (204 camarões/tanque). A ração foi fornecida com uso de um alimentador automático (descrito em NUNES et al., 2019) que operou entre as 07:00-17:00 h. Os animais foram alimentados com ração comercial de camarão 38% de proteína bruta.

A salinidade da água, pH, temperatura e oxigênio dissolvido (OD) foram medidos diariamente em cada tanque, atingindo uma média (desvio padrão) de 43 ± 2 g/L (n = 3.067), 8,03 ± 0,32 (n = 3.066), 30,2 ± 0,90 °C (n = 3.066) e 5,03 ± 0,53 mg/L (n = 3.036), respectivamente. Esses parâmetros permaneceram dentro dos limites tolerados por juvenis do *L. vannamei* (WYK, 1999), incluindo a salinidade da água. Não foram observadas diferenças estatísticas nesses parâmetros entre os tratamentos (P > 0,05). As concentrações de nitrogênio amoniacal total (NAT), nitrito (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) e nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) foram determinadas semanalmente em amostras coletadas aleatoriamente de

cada tratamento (n = 140) analisadas um espectrofotômetro de massa (DR 2800 Spectrophotometer, Hach Company, Loveland, EUA). As determinações de alcalinidade e SST foram realizadas quinzenalmente (APHA, 2012). Os SS foram medidos a cada dois dias em cones de Imhoff (APHA, 2012). Os camarões foram despescados após 77 dias de cultivo. Os animais foram contados e pesados individualmente para determinar a sobrevivência final (%), peso corporal (g), crescimento semanal (g) e produtividade final (g/m<sup>2</sup>). O fator de conversão alimentar (FCA) e a ingestão aparente de ração (IAR, g de ração ofertada dividida pelo número de camarões estocados) também foram calculados.

Análises microbiológicas foram realizadas nos fertilizantes. Essas análises seguiram a contagem padrão em placas (CPP) para determinação da concentração de bactérias heterotróficas (BH), *Bacillus* spp., Fungos e *Vibrio* spp. presentes em cada fertilizante.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O camarão alcançou uma sobrevivência final média ( $\pm$  desvio padrão), crescimento semanal e FCA de  $85,5 \pm 9,5\%$ ,  $0,72 \pm 0,11$  g/semana e  $1,59 \pm 0,10$ , respectivamente (Tabela 2). Nenhuma resposta significativa sobre essas variáveis pôde ser associada às fontes de carbono orgânico ( $P > 0,05$ ). No entanto, a produtividade final ( $\text{g/m}^2$ ) foi significativamente maior nos tratamentos fertilizados com subprodutos do arroz (F110, F150, F200 e F250) em comparação ao tratamento não fertilizado (UNF) ( $P < 0,05$ ). Da mesma forma, foi observada uma maior ingestão aparente de ração (IAR) nos tanques tratados com fertilizantes de subprodutos do arroz em comparação com o UNF. Não houve diferença na IAR entre MO e UNF ( $P > 0,05$ ).

**TABELA 2-** Desempenho zootécnico do *L. vannamei*. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ( $P < 0,05$ ) de acordo com o teste HSD de Tukey. Os valores referem-se à média ( $\pm$  dp) de sete tanques de cultivo.

Fertilizantes	Sobrevivência (%)	Crescimento	Peso corporal final (g)	Produtividade ( $\text{g/m}^2$ )	FCA	IAR (g/camarão)
F90	$88,1 \pm 5,5a$	$0,71 \pm 0,06a$	$8,78 \pm 1,52d$	$810 \pm 69ab$	$1,55 \pm 0,10a$	$10,5 \pm 0,3a$
F110	$87,3 \pm 8,2a$	$0,75 \pm 0,13a$	$9,17 \pm 1,95bc$	$842 \pm 62a$	$1,55 \pm 0,06a$	$10,8 \pm 0,6a$
F150	$82,1 \pm 13,7a$	$0,77 \pm 0,13a$	$9,32 \pm 2,04ab$	$826 \pm 38a$	$1,56 \pm 0,03a$	$10,7 \pm 0,4a$
F200	$83,2 \pm 9,7a$	$0,79 \pm 0,11a$	$9,52 \pm 1,89a$	$821 \pm 51a$	$1,56 \pm 0,04a$	$10,7 \pm 0,6a$
F250	$88,1 \pm 3,9a$	$0,73 \pm 0,06a$	$9,04 \pm 1,56c$	$827 \pm 56a$	$1,55 \pm 0,07a$	$10,6 \pm 0,3a$
MO	$81,3 \pm 14,2a$	$0,73 \pm 0,16a$	$8,75 \pm 2,14d$	$736 \pm 76ab$	$1,67 \pm 0,15a$	$10,2 \pm 0,6ab$
UNF	$88,7 \pm 8,3a$	$0,62 \pm 0,06a$	$7,74 \pm 1,48e$	$706 \pm 63b$	$1,63 \pm 0,13a$	$9,6 \pm 0,4b$

A concentração de sólidos sedimentáveis (SS) variou durante o cultivo em todos os tratamentos (Figura 1). Não houve diferença significativa nos sólidos suspensos totais (SST,  $485 \pm 74$  mg/L,  $n = 49$ ) e na alcalinidade ( $172 \pm 27$  mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ,  $n = 42$ ) entre os tratamentos experimentais. As concentrações de Nitrogênio Amoniacal Total (NAT) ( $0,19 \pm 0,09$  mg/L), nitrito ( $5,97 \pm 2,04$  mg/L) e nitrato ( $1,29 \pm 0,48$  mg/L) não diferiram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Comparativamente, as concentrações de nitrito e nitrato foram estatisticamente menores antes da despesca do camarão ( $5,36 \pm 2,34$  mg/L e  $1,24 \pm 0,37$  mg/L, respectivamente) em comparação ao início do experimento ( $6,91 \pm 1,70$  mg/L e  $1,62 \pm 0,47$  mg/L, respectivamente) e entre as fases intermediárias ( $5,89 \pm 1,80$  mg/L e  $1,11 \pm 0,49$  mg/L, respectivamente).

Os fertilizantes a base de subprodutos do arroz apresentaram uma concentração significativamente maior de BH em comparação ao tratamento melaço. Os *Bacillus* spp. apresentaram-se mais concentrados no melaço ( $9,30 \pm 1,10 \times 10^4$  UFC/mL) do que em outros tratamentos ( $P < 0,05$ ). A concentração de fungos foi maior nos tratamentos com subprodutos do arroz, em particular nos fertilizantes com um maior conteúdo de fibra (F200 e F250). O único fertilizante com *Vibrio* spp. foi o F110 ( $0,004 \pm <0,001 \times 10^4$  UFC/mL).

Os resultados demonstraram que uma mistura de subprodutos do arroz pode ser igualmente ou mais eficaz como fonte de carbono para o cultivo do *L. vannamei* do que o melaço de cana-de-açúcar. O peso corporal final do camarão, a produtividade, o consumo aparente de ração e a qualidade da água foram semelhantes ou superiores nos tratamentos submetidos à fertilização com subprodutos do arroz em comparação ao melaço. É provável que os subprodutos do arroz também tenham sido utilizados como fonte de alimento pelos camarões, direta ou indiretamente. Os subprodutos do arroz contêm níveis mais altos de proteína bruta (70,0 a 115,7 g/kg) e lipídios (17,3 a 85,5 g/kg) do que o melaço (36,3 e 14 g/kg, respectivamente). Um dos possíveis efeitos deletérios associados ao uso de subprodutos do arroz é a presença de um teor relativamente alto de fibra bruta (ROMANO et al., 2018). A fibra é considerada difícil de metabolizar por microrganismos e por camarões, e pode ocorrer acúmulo no ambiente de cultivo. No entanto, foi possível demonstrar que a aplicação de fontes de carbono utilizando altas concentrações de casca de arroz, desde que submetidas a moagem, resultou em um maior peso final de camarão e um aumento na produtividade em comparação com tanques não fertilizados (UNF). Isso sugere que a casca de arroz pode ajudar na colonização microbiana, resultando em um melhor desempenho zootécnico do camarão. Portanto, concentrações de fibra bruta de até 200 g/kg com três taxas de aplicação semanal de  $4,5 \text{ g/m}^3$  não geraram efeitos negativos na qualidade da água e no desempenho zootécnico do camarão.

## CONCLUSÕES

Uma mistura de subprodutos do arroz pode atuar efetivamente como fontes de carbono na engorda do *L. vannamei*, promovendo o desenvolvimento microbiano e melhorando o desempenho zootécnico. Um conteúdo de fibra bruta em subprodutos do arroz de até 200 g/kg não tem efeito prejudicial à qualidade da água de cultivo e a sobrevivência e o crescimento do camarão quando aplicada três vezes por semana a  $4,5 \text{ g/m}^3$ . Assim, é possível cultivar o *L. vannamei* em regime intensivo sob mínima troca de água usando uma mistura de subprodutos do arroz para manter os padrões de qualidade da água e aumentar o desempenho zootécnico da espécie.