

Substituição do milho pelo Farelo de Tucumã em rações para poedeiras comerciais leves

Replacement of corn by Tucumã meal in diets for commercial laying hens

André Ferreira Silva¹, Frank George Guimarães Cruz¹, João Paulo Ferreira Rufino², Valcely da Rocha Costa¹, Cristiane Cunha Guimarães¹, Ramon Duque Melo¹

RESUMO: O presente trabalho objetivou avaliar a substituição do milho pelo farelo de tucumã em rações para poedeiras comerciais leves sobre o desempenho, qualidade do ovo e análise de viabilidade econômica. O período experimental teve duração de 84 dias, com quatro ciclos de 21 dias. Foram utilizadas 180 poedeiras *Hisex White* (25 semanas de idade). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com os tratamentos constituídos por seis níveis de substituição do milho por farelo de tucumã (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) e cinco repetições de seis aves cada. Os dados coletados foram submetidos à regressão polinomial ($P \leq 0,05$). O consumo de ração aumentou ($P < 0,05$) a partir de 60% de substituição. Após esse nível, o consumo de ração e a produção de ovos foram drasticamente reduzidos. Esses resultados refletiram diretamente na conversão alimentar (kg.kg^{-1} e kg.dz^{-1}). Os resultados de massa de ovos de aves alimentadas com farelo de tucumã foram menores que a dieta controle. O peso do ovo e o percentual de casca reduziram a partir de 40% de substituição. Até este nível, houve um aumento no percentual de gema e albúmen, altura do albúmen e da gema e coloração da gema. Em 100% de substituição houve uma redução considerável na qualidade do ovo. A substituição do milho por farelo de tucumã afetou todos os parâmetros de viabilidade econômica. Os resultados deste estudo indicaram que é possível substituir 60% do milho por farelo de tucumã em rações para poedeiras comerciais leves sem efeito negativo sobre o desempenho e qualidade dos ovos com boa viabilidade econômica.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Amazônia. *Astrocaryum aculeatum*. Avicultura.

ABSTRACT: The present study aimed to evaluate the replacement of corn by tucumã meal in diets for commercial laying hens on performance, egg quality and economic viability analysis. The experimental period during 84 days, with four cycles of 21 days each. 180 Hisex White laying hens (25 weeks-of-age) were used. The experimental method completely randomized with the treatments constituted by six levels of corn replacement by tucumã meal (0, 20, 40, 60, 80 and 100%) and five replicates of six birds each. Were evaluated the performance, egg quality and economical viability. Data collected were subjected to polynomial regression ($P \leq 0.05$) after a significant ANOVA result. Feed intake raised ($P < 0.05$) from 60% replacement of corn by tucumã meal in the diets. After this level, the feed intake and egg production drastically reduced. These results directly reflect on feed conversion kg.kg^{-1} and kg.dz^{-1} . All results of egg mass from birds fed tucumã meal were lower than control diet. Egg weight and %shell reduce from 40% replacement corn by tucumã meal. Up to this level, there was an increased in %yolk and %albumen, albumen height, yolk height and yolk color. In 100% of replacement, there was a considerable reduction on egg quality. The replacement of corn by tucumã meal affected all parameters of economic viability. The results indicate that it's possible replaced 60% of corn by tucumã meal in diets for commercial laying hens, without negative effect on performance and egg quality, and presenting good economic viability. 100% of replacement present worse results. The results of other levels did not differ among themselves.

Keywords: Alternative food. Amazon. *Astrocaryum aculeatum*. Poultry science.

Autor correspondente: Frank George Guimarães Cruz
E-mail: frankgcruz@gmail.com

Recebido em: 03/09/2019
Aceito em: 29/08/2021

¹ Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), Brasil.

² Escola Superior de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), Brasil.



INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas da indústria avícola em algumas regiões brasileiras é a grande necessidade de milho e farelo de soja, especialmente devido ao fato de estes serem os principais alimentos utilizados nas rações avícolas. Nesse contexto, quando há problemas relacionados a logística ou oscilações mercadológicas em sua disponibilidade em determinada região, pode haver consideráveis elevações no custo de produção (LOPES *et al.*, 2011; BATALHA *et al.*, 2018).

Pesquisas com alimentos alternativos que apresentam potencial para inclusão ou substituição destes alimentos convencionais em rações avícolas vêm sendo desenvolvidas justamente com o intuito de otimizar os custos com alimentação que podem vir a representar cerca de 70% do custo total de produção (CRUZ *et al.*, 2016). É importante destacar que estes alimentos alternativos devem apresentar um menor custo de produção e composição nutricional semelhante ou melhor em relação aos alimentos convencionais (ENKE *et al.*, 2010).

Nesse sentido, a Amazônia apresenta inúmeras espécies nativas de plantas com potencial econômico, tecnológico e nutricional (NASCIMENTO, 2010), pois essas características têm atraído o interesse de pesquisadores em diversas áreas da produção animal (HANNA *et al.*, 2013). Dentre essas espécies, o tucumã destaca-se por suas inúmeras propriedades nutricionais, como potencial calórico, fibra, pró-vitamina A (caroteno) e lipídios (GENTIL; FERREIRA, 2005; FERREIRA *et al.*, 2008), além de seu processamento produzir uma série de resíduos orgânicos com potencial biológico para reutilização.

O fruto do tucumã é o principal produto da palmeira, classificada em duas espécies: *Astrocaryum vulgare*, encontrada na Amazônia Oriental, nos Estados do Amapá, Maranhão, Pará e Tocantins; e *Astrocaryum aculeatum*, que ocorre na Amazônia Central, especialmente no Estado do Amazonas (CLEMENT *et al.*, 2005). Didonet e Ferraz (2014) afirmam ainda que cerca de 367,8 toneladas de frutos de tucumã *Astrocaryum aculeatum* são comercializadas anualmente em feiras e mercados de Manaus, seu grande centro comercial, gerando um grande volume de resíduos. Além disso, todo esse resíduo pode apresentar um excelente potencial nutricional, principalmente resíduos da região do mesocarpo do fruto (MILLER *et al.*, 2013).

As referências para uso de farelo de tucumã em dietas de aves ainda são escassas, conforme descrito por Miller *et al.* (2013), Rufino *et al.* (2015) e Costa *et al.* (2017). No entanto, esses autores consensualmente apontaram que o resíduo de tucumã apresenta um bom potencial biológico e produtivo, além de uma boa viabilidade econômica para sua inclusão em rações para aves. A partir dessas informações, o presente estudo objetivou avaliar a substituição do milho pelo farelo de tucumã em rações para poedeiras comerciais leves sobre o desempenho, qualidade do ovo e análise de viabilidade econômica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido no Setor de Avicultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas, localizado no Setor Sul do Campus Universitário, Manaus, Estado do Amazonas. Os procedimentos experimentais deste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) sob protocolo de nº 015/2016 da Universidade Federal do Amazonas.

O período experimental teve duração de 84 dias divididos em quatro períodos de 21 dias. No início do período experimental, as aves foram submetidas a um período de adaptação às rações e instalações por sete dias. O aviário experimental utilizado possuía dimensões de 17,0 m de comprimento e 3,5 m de largura, contendo gaiolas de arame galvanizado, comedouros tipo calha e bebedouros tipo *nipple*.

Foram utilizadas 180 poedeiras comerciais *Hisex White* com 25 semanas de idade. As aves foram pesadas no início do período experimental para padronizar as parcelas, apresentando um peso médio de $1,421 \pm 0,053$ kg. A coleta de ovos foi realizada duas vezes ao dia (9 da manhã e 3 da tarde), registrando-se cada ocorrência diária (mortalidade, número de ovos, entre outras informações). A temperatura e a umidade relativa foram registradas duas vezes ao dia (9 da manhã e 3 da tarde) a partir de um termo digital higrômetro posicionado acima da gaiola no aviário, com médias de 31,73 °C a 32,45 °C e 63,05% a 70,31%, respectivamente.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado sendo constituído por seis tratamentos correspondentes aos níveis de substituição do milho pelo farelo de tucumã (0, 20, 40, 60, 80 e 100%) nas rações, com cinco repetições de seis aves cada. Ao longo do período experimental, 16 horas de luz/dia (12 horas naturais + 4 horas artificiais) foram fornecidas às aves.

Os resíduos de tucumã (formados por casca e resíduos do despolpamento) utilizados para processamento do farelo foram obtidos em feiras e mercados da cidade de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. Após a coleta, os resíduos foram selecionados, rejeitando-se todo o material em processo de decomposição ou que pudesse causar problemas de saúde às aves. Em seguida, os resíduos selecionados foram lavados, secos em estufa a 60 °C por 24 horas e triturados, obtendo-se o produto denominado farelo de tucumã. A composição do farelo de tucumã foi determinada no Laboratório de Tecnologia do Pescado da Universidade Federal do Amazonas e no Laboratório de Análise de Solos e Plantas da EMBRAPA Amazônia Ocidental, segundo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (ZENEBON *et al.*, 2008) com seus resultados apresentados em Tabela 1.

Tabela 1. Composição centesimal do farelo de tucumã

Composição centesimal	Farelo de tucumã*
Matéria seca, %	89,07
Proteína bruta, %	10,39
Extrato etéreo, %	10,79
Cinzas, %	4,55
CHO totais, %	63,34
Fibra bruta, %	14,04
Ca, g.kg ⁻¹	2,02
P, g.kg ⁻¹	0,99
K, g.kg ⁻¹	14,97
Mg, g.kg ⁻¹	1,71
S, g.kg ⁻¹	1,96
Cu, mg.kg ⁻¹	9,09
Fe, mg.kg ⁻¹	58,95
Mn, mg.kg ⁻¹	88,01
Zn, mg.kg ⁻¹	13,41
Energia bruta, kcal.kg ⁻¹	3.942,12
Energia metabolizável, kcal.kg ⁻¹	3.748,51**

* Média calculada a partir de três repetições.

** Determinado pelo método de cálculo da energia metabolizável aparente de acordo com Rostagno *et al.* (2011).

As rações isonutritivas foram formuladas utilizando o *software* computacional Supercrac (2004) em atendimento às exigências nutricionais das aves e conforme os valores dos ingredientes fornecidos por Rostagno *et al.* (2017), com exceção da composição do farelo de tucumã, e encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Rações experimentais com os níveis crescentes de substituição do milho por farelo de tucumã

Ingredientes	Níveis de substituição do milho por farelo de tucumã (%)					
	0	20	40	60	80	100
Milho (7,88%)	62,2469	49,7975	37,3481	24,8988	12,5000	0,0000
Farelo de tucumã	0,0000	11,3758	23,3602	35,3417	46,6587	58,1088
Farelo de soja (46%)	25,9079	25,9161	25,8129	25,7103	25,7208	25,7239
Calcário calcítico	9,2393	9,2229	9,2068	9,1906	9,1744	9,1580
Fosfato bicálcico	1,6922	1,7325	1,7740	1,8154	1,8555	1,8960
Premix vit. min. ¹	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
DL-metionina (99%)	0,0637	0,1052	0,1480	0,1908	0,2406	0,2633
Óleo de soja	0,0000	1,0000	1,5000	2,0000	3,0000	4,0000
Sal	0,3500	0,3500	0,3500	0,3500	0,3500	0,3500
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nutrientes	Níveis nutricionais					
En. Metab., kcal.kg ⁻¹	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700	2.700
Proteína bruta, %	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000	17,000
Cálcio, %	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

Fósforo disp., %	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Metionina total, %	0,3324	0,3535	0,3753	0,3971	0,4181	0,4393
Metionina + cistina, %	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000	0,6000
Sódio, %	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500

¹ Níveis de garantia por quilograma de produto: Vitamina A 2.000.000 UI, Vitamina D3 400.000 UI, Vitamina E 2.400 mg, Vitamina K3 400 mg, Vitamina B1 100 mg, Vitamina B2 760 mg, Vitamina B6 100 mg, Vitamina B12 2.400 mcg, Niacina 5.000 mg, Pantotenato de Cálcio 2000 mg, Ácido Fólico 50 mg, Cocciosstático 12.000 mg, Colina 50.000 mg, Cobre 1.200 mg, Ferro 6.000 mg, Manganês 14.000 mg, Zinco 10.000 mg, Iodo 100 mg, Selênio 40 mg, Veículo Q.S.P. 1.000 g.

Para desempenho, foi avaliado em cada período o consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%), conversão alimentar (kg de ração por kg de ovo produzido - kg.kg^{-1}), conversão alimentar (kg de ração por dúzia de ovos produzida - kg.dz^{-1}) e massa de ovo (g). Nos últimos dois dias de cada período, quatro ovos de cada parcela foram coletados aleatoriamente para avaliar a qualidade dos ovos, sendo analisados o peso do ovo (g), gema (%), albúmen (%), casca (%), altura da gema (mm), altura do albúmen (mm), coloração da gema, espessura da casca (μm), gravidade específica (g.cm^{-3}) e unidade Haugh. Antes da avaliação, para equalizar a temperatura, os ovos foram armazenados por uma hora em temperatura ambiente.

Os ovos foram pesados em balança eletrônica com aproximação de 0,01 g. A massa de ovo foi obtida calculando-se o quociente entre peso do ovo e produção de ovos multiplicado por 100. Os ovos inteiros, imediatamente após a pesagem, foram colocados em cestos de arame e imersos em baldes plásticos contendo diferentes níveis de cloreto de sódio (NaCl), dos menores para a concentração mais alta, com variações de densidade de 1,075 a 1,100 g.cm^{-3} , com intervalo de 0,005. Os ovos foram removidos enquanto flutuavam para a superfície e seus respectivos valores foram registrados.

Para calcular a altura do albúmen e da gema, estes foram colocados em uma placa de vidro plano para determinar seus respectivos valores. O critério para medir a altura do albúmen e da gema foi mensurar a região medial entre a borda externa do albúmen e a gema, sendo utilizado um paquímetro eletrônico. Em seguida, estes foram separados utilizando um separador manual de albúmen e gema, sendo colocados em copos plásticos e pesados em balança analítica, sendo seus percentuais calculados com base no peso de seu respectivo ovo.

As respectivas cascas foram lavadas, secas em estufa a 60 °C por 48 horas, e pesadas em balança analítica, sendo seus percentuais calculados com base no peso de seu respectivo ovo. Estas mesmas cascas secas foram utilizadas para determinar a espessura da casca, sendo mensuradas através de um micrômetro manual com leituras em três regiões da casca: basal, equatorial e apical, com os valores registrados em micrometro (μm). A coloração da gema foi avaliada através de um leque colorimétrico da Roche[®] com uma escala de 1 a 15. A unidade de Haugh foi calculada utilizando-se os valores de peso do ovo e altura do albúmen, sendo os

resultados obtidos pela fórmula $UH = 100 \times \log(H + 7,57 - 1,7 \times W^{0,37})$, em que H = altura do albúmen (mm); e W = peso do ovo (g).

Na análise de viabilidade econômica, os dados coletados no desempenho foram utilizados. As variáveis econômicas analisadas foram: preço da ração (R\$/kg), custo de produção (R\$), receita bruta (R\$), lucro bruto (R\$), índice de rentabilidade (%) e ponto de equilíbrio (unidade), de acordo com a metodologia utilizada por Costa *et al.* (2009), Silva *et al.* (2009) e Rufino *et al.* (2017).

Para determinar os custos com alimentação e produção, foram utilizados os valores por quilo das matérias-primas utilizadas e estes preços atualizados na região durante o período experimental, que foram: milho, R\$ 0,30/kg; farelo de soja, R\$ 1,20/kg; calcário, R\$ 0,41/kg; fosfato bicálcico, R\$ 1,92/kg; suplemento mineral e vitamínico, R\$ 9,98/kg; DL-metionina, R\$ 12,50/kg; óleo de soja, R\$ 3,30/L; e sal, R\$ 0,40/kg. Para cálculo do custo do farelo tucumã, foram considerados os gastos com transporte e manuseio do produto, sendo este estimado em R\$ 0,50/kg. Os custos fixos não se alteraram no curto período de tempo durante o experimento e foram considerados constantes para todos os tratamentos.

A análise de variância foi realizada pelo programa computacional SAS (2008) e as estimativas dos tratamentos foram submetidas à análise de regressão polinomial a 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho encontram-se na Tabela 3. O consumo de ração ($y = -0,0046x^2 + 0,3958x + 107,23$; $R^2 = 0,86$) aumentou ($p < 0,05$) a partir de 60% de substituição do milho por farelo de tucumã nas rações. Após esse nível, o consumo de ração e a produção de ovos ($y = -0,0101x^2 + 0,8975x + 76,749$; $R^2 = 0,94$) foram drasticamente reduzidos.

Tabela 3. Consumo de ração (CR), produção de ovos (PO), conversão alimentar (CA, kg.kg^{-1} e kg.dz^{-1}) e massa de ovos (MO) de poedeiras comerciais leves alimentadas com rações contendo níveis crescentes de substituição do milho por farelo de tucumã

Variáveis	Níveis de substituição do milho por farelo de tucumã (%)						p-valor	Efeito	CV, %
	0	20	40	60	80	100			
CR, g/ave/dia	112,92	114,11	114,80	114,38	112,52	95,13	0,01	Q	1,66
PO, %	95,38	95,08	95,43	94,79	80,55	46,77	0,01	Q	1,41
CA, kg.kg^{-1}	1,11	1,04	1,05	1,07	1,23	1,96	0,01	Q	4,76
CA, kg.dz^{-1}	1,42	1,43	1,43	1,44	1,67	2,44	0,01	Q	4,24
MO, g	70,50	67,66	68,34	68,57	69,45	68,98	0,01	Q	4,43

CV - Coeficiente de variação; p-valor - Coeficiente de probabilidade; Q - Efeito quadrático.

Estes resultados refletiram diretamente na conversão alimentar kg.kg^{-1} ($y = 0,0002x^2 - 0,0136x + 1,2714$; $R^2 = 0,91$) e kg.dz^{-1} ($y = 0,0002x^2 - 0,0127x + 1,5029$; $R^2 = 0,91$), em que as conversões apresentaram aumento a partir de 60% de substituição do milho por farelo de tucumã nas dietas. Todos os resultados de massa de ovos ($y = 0,0007x^2 - 0,0706x + 69,913$; $R^2 = 0,79$) de aves alimentadas com farelo de tucumã foram menores que a dieta controle.

Nossos resultados apontaram uma mudança evidente no consumo de ração de aves alimentadas com rações contendo níveis acima de 60% de substituição do milho por farelo de tucumã, observando uma diminuição significativa no consumo de ração, que afetou diretamente o desempenho. Essas alterações podem estar relacionadas às próprias características organolépticas do farelo de tucumã, que são diferentes das matérias-primas convencionais, podendo modificar a palatabilidade das rações para as aves, afetando sua ingestão e outros processos biológicos e produtivos (FREITAS *et al.*, 2013). Além disso, devido ao teor relativamente elevado de fibra bruta (14,04%) do farelo de tucumã, verificou-se também um aumento no teor de fibra bruta das rações, o que pode ter afetado a densidade das rações e o seu aproveitamento no trato gastrintestinal (FREITAS *et al.*, 2013). Essa alteração na taxa de passagem pelo trato gastrintestinal, especialmente devido a fibra insolúvel, juntamente com o acúmulo de fibras na moela, pode resultar em sensação de saciedade nas aves, o que pode justificar a menor ingestão verificada em aves alimentadas com rações contendo altos níveis de farelo de tucumã (WARNER, 1981).

Os resultados da qualidade dos ovos estão dispostos na Tabela 4. O peso dos ovos ($y = -0,0019x^2 + 0,1748x + 54,014$; $R^2 = 0,89$) e o percentual de casca ($y = -0,0005x^2 + 0,0526x + 9,6207$; $R^2 = 0,72$) reduziram a partir de 40% de substituição do milho por farelo de tucumã. Até 40% de substituição de milho por farelo de tucumã houve aumento do percentual de gema ($y = 0,083x + 31,42$; $R^2 = 0,84$) e do percentual de albúmen ($y = 0,0096x + 61,99$; $R^2 = 0,87$).

Tabela 4. Peso do ovo (PO), percentual de albúmen (PA), percentual de gema (PG), percentual de casca (PC), altura do albúmen (AA), altura da gema (AG), coloração da gema (CG), espessura da casca (EC), gravidade específica (GE) e unidade Haugh (UH) de ovos de poedeiras comerciais leves alimentadas com rações contendo níveis crescentes de substituição do milho por farelo de tucumã

Variáveis	Níveis de substituição do milho por farelo de tucumã (%)						p-valor	Efeito	CV, %
	0	20	40	60	80	100			
PO, g	53,53	57,91	57,50	56,94	56,47	52,39	0,01	Q	2,11
PA, %	26,77	26,83	26,90	26,98	27,03	27,20	0,01	LP	3,82
PG, %	62,02	62,31	62,12	62,64	62,70	63,02	0,03	LP	2,91
PC, %	9,21	10,86	10,98	10,38	10,27	9,78	0,05	Q	2,83
AA, mm	17,24	17,61	17,65	17,88	18,15	17,55	0,01	Q	1,10
AG, mm	8,17	8,25	8,38	8,54	8,67	8,02	0,03	Q	3,35
CG	5,12	5,15	5,19	5,59	6,50	6,48	0,01	Q	1,12
EC, μm	40,83	40,33	40,21	41,09	41,81	40,06	0,06	Ns	2,03
GE, g.ml^{-3}	1092,2	1090,1	1090,2	1092,1	1092,9	1092,7	0,14	Ns	0,16
UH	92,03	92,37	92,40	92,97	93,75	91,57	0,32	Ns	1,71

CV - Coeficiente de variação; p-valor - Coeficiente de probabilidade; Q - Efeito quadrático; LP - Linear Positivo; ns - não significativo.

A altura do albúmen ($y = -0,0002x^2 + 0,0333x + 7,3732$; $R^2 = 0,76$), altura da gema ($y = -0,0002x^2 + 0,0324x + 17,008$; $R^2 = 0,73$) e coloração da gema ($y = -0,0001x^2 + 0,017x + 6,0604$; $R^2 = 0,89$) apresentaram melhores resultados a partir de 80% de substituição do milho por farelo de tucumã nas rações. Em 100% de substituição houve uma redução considerável na qualidade dos ovos.

As alterações evidenciadas no comportamento alimentar ocasionadas pelo farelo de tucumã nas rações podem ter influenciado diretamente a qualidade dos ovos, especialmente a partir de níveis mais altos de substituição do milho. Entretanto, os resultados deste estudo indicaram uma boa eficiência da substituição parcial do milho pelo farelo de tucumã sobre as características internas do ovo, melhorando sua qualidade neste aspecto. De acordo com Trindade *et al.* (2007), Togashi *et al.* (2008) e Feijó *et al.* (2016), esse aumento na qualidade interna do ovo pode estar relacionado ao enriquecimento nutricional progressivo causado por rações com farelo de tucumã, principalmente pela deposição desses nutrientes em regiões específicas do ovo como o albúmen e a gema.

Os resultados da análise econômica encontram-se na Tabela 5. A substituição do milho pelo farelo de tucumã reduziu ($P < 0,05$) o preço da ração em até R\$ 0,29 centavos. No entanto, a partir de 60% de substituição, o custo de produção (preço do ovo) aumentou ($P < 0,05$) ($y = 0,0073x^2 - 0,0395x + 0,19$; $R^2 = 0,94$), representando uma redução ($P < 0,05$) na receita ($y = -8,1268x^2 + 50,339x + 152,77$; $R^2 = 0,94$), lucro operacional ($y = -6,5182x^2 + 32,526x + 83,62$; $R^2 = 0,94$) e lucratividade ($y = -1,713x^2 + 8,8818x + 51,153$; $R^2 = 0,91$). Esses resultados refletiram diretamente ($P < 0,05$) no ponto de equilíbrio ($y = -8,6177x + 210,4$; $R^2 = 0,61$).

Tabela 5. Preço da ração (PR), custo de produção (CP), renda bruta (RB), lucro operacional (LO), lucratividade (LC) e ponto de equilíbrio (PE) de poedeiras comerciais leves alimentadas com rações contendo níveis crescentes de substituição do milho por farelo de tucumã

Variáveis	Níveis de substituição do milho por farelo de tucumã (%)						p-valor	Efeito	CV, %
	0	20	40	60	80	100			
PR, R\$/kg	1,35	1,34	1,32	1,29	1,28	1,16	-	-	-
CP, R\$/ovo	0,16	0,16	0,15	0,15	0,18	0,23	0,01	Q	4,51
RB, R\$	192,30	191,70	192,40	191,10	162,40	94,30	0,01	Q	1,41
LO, R\$	115,46	114,92	116,02	116,73	89,80	38,68	0,01	Q	3,10
LC, %	60,04	59,94	60,30	61,08	55,27	40,92	0,01	Q	3,07
PE, unit	192,08	191,95	190,93	185,92	181,48	139,04	0,01	Q	1,66

CV - Coeficiente de variação; p-valor - Coeficiente de probabilidade; Q - Efeito quadrático.

No aspecto econômico, o preço da ração diminuiu com o aumento do nível de tucumã nas rações, o que pode estar diretamente ligado à grande oferta de tucumã na cidade de Manaus, local onde fora desenvolvido o estudo. Além disso, o subproduto incluso na ração, a

farinha do resíduo de tucumã, apresenta-se a um custo baixíssimo, quando comparado com outras matérias-primas utilizadas para a confecção da ração.

No entanto, verificou-se no custo de produção que apenas 60% da substituição de milho pelo tucumã apresentaram viabilidade econômica, com custo de produção igual ou inferior ao controle. Esse resultado, além de considerar os aportes relacionados aos custos totais, também apresenta uma relação direta com a eficiência produtiva que o subproduto incluso na ração tem sobre o desempenho. Nesse sentido, quando é atingido um ponto de máxima eficiência nesta relação, a tendência é que a partir daí haja um declínio, em que quanto mais o produto seja incluso na ração a eficiência econômica ou não se alterará ou ficará pior.

Loureiro *et al.* (2007) afirmaram que o uso de resíduos agroindustriais na alimentação animal deve representar uma alternativa alimentar para resolver problemas relacionados aos altos custos de produção. Essa redução pode ser resultante da substituição total ou parcial de alimentos convencionais, principalmente o milho e farelo de soja. Estudos utilizando alimentos alternativos em rações avícolas afirmaram que estes devem reduzir o custo alimentar, o custo de produção e manter o bom desempenho das aves (COSTA *et al.*, 2009; RUFINO *et al.*, 2017).

Os resultados deste estudo apontaram que a substituição parcial do milho pelo farelo de tucumã foi parcialmente mais viável, apresentando até 60% melhores resultados de viabilidade econômica. Rufino *et al.* (2015) e Melo *et al.* (2017) também comentaram que antes da análise de viabilidade econômica de alimentos alternativos em rações de aves deve-se verificar a correlação entre análise nutricional e análise produtiva no mesmo estudo, ou resultados apresentados em outros estudos utilizando alimentos alternativos similares. E, além do aspecto econômico, também deve ser observado o impacto ambiental da reutilização desses resíduos agroindustriais (COSTA *et al.*, 2018). O manejo incorreto e o descarte de resíduos da agroindústria podem ocasionar grande impacto ambiental, além de distúrbios econômicos (TOGASHI *et al.*, 2008).

4 CONCLUSÃO

Para esta população, a partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que a substituição do milho em até 60% por farelo de tucumã em rações para poedeiras comerciais leves não apresenta efeitos negativos sobre o desempenho e a qualidade dos ovos. O farelo de tucumã apresentou-se ainda como um alimento alternativo que otimiza os custos de produção e proporciona uma excelente viabilidade econômica.

REFERÊNCIAS

- BATALHA, O. S.; ALFAIA, S. S.; CRUZ, F. G. F.; JESUS, R. S.; RUFINO, J. P. F.; SILVA, A. F. Pirarucu by-product acid silage meal in diets for commercial laying hens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 20, n. 371-376, 2018.
- CLEMENT, C. R.; LLERAS, P. E.; VAN LEEUWEN, J. The potential of brazilian tropical palms: successes and failures of recent decades. **Revista Brasileira de Agrociências**, v. 9, n. 1-2, p. 67-71, 2005.
- COSTA, F. G. P.; GOULART, C. C.; COSTA, J. S.; SOUZA, C. J.; BARROS, L. R.; SILVA, J. H. V. Performance, egg quality and economic analysis of the production of commercial brown laying hens fed different levels of cassava shavings. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, p. 13-18, 2009.
- COSTA, A. P. G. C.; CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; FEIJÓ, J. C.; MELO, R. D. Economical viability of tucumã meal in diets for broilers. **Agropecuária Técnica (UFPA)**, v. 38, n. 4, p. 225-233, 2017.
- COSTA, A. P. G. C.; CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; FEIJÓ, J. C.; MELO, R. D.; MELO, L. D.; DAMASCENO, J. L. Tucumã meal in diets for broilers on performance, carcass traits and serum biochemical profile. **Archivos de Zootecnia**, v. 67, n. 257, p. 137-142, 2018.
- CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C.; DAMASCENO, J. L.; COSTA, A. P. G. C. Socio-economic profile of fowl breeding in the State of Amazonas, Brazil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 371-391, 2016.
- DIDONET, A. A.; FERRAZ, I. D. K. Fruit trade of tucuma (*Astrocaryum aculeatum* G. Mey - Areaceae) at local market-places in Manaus (Amazonas, Brazil). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 353-362, 2014.
- ENKE, D. B. S.; TABELÃO, V.; ROCHA, C. B.; RUTZ, F.; SOARES, L. A. S. Effect of adding flour fish silage added to defatted rice bran in the diet of japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 4, n. 2, p. 1-14, 2010.
- FEIJÓ, J. C.; CRUZ, F. G. G.; MELO, R. D.; RUFINO, J. P. F.; DAMASCENO, J. L.; COSTA, A. P. G. C.; NEGREIROS, T. J. N. Cará flour (*Dioscorea trifida* L.) on performance, egg quality and serum biochemistry of commercial laying hens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, p. 413-423, 2016.
- FERREIRA, E. S.; LUCIEN, V. G.; AMARAL, A. S.; SILVEIRA, C. S. Physicochemical characterization of the fruit and oil extracted from tucuman (*Astrocaryum vulgare* Mart.). **Alimentos e Nutrição**, v. 19, p. 427-433, 2008.
- FREITAS, E. R.; BORGES, A. S.; TREVISAN, M. T. S.; CUNHA, A. L.; BRAZ, N. M.; WATANABE, P. H.; NASCIMENTO, G. A. J. Ethanol extracts of mango as antioxidants for laying hens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 714-721, 2013.

GENTIL, D. F. O.; FERREIRA, S. A. N. Morphology of *Astrocaryum aculeatum* Meyer (Arecaceae) seedlings in development. **Acta Amazônica**, v. 35, p. 337-342, 2005.

HANNA, A. C. S.; CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F.; TANAKA, E. S.; CHAGAS, E. O.; MELO, J. B. S. Bioefficacy of the copaiba oil (*Copaifera* sp.) in diets of laying hens in the second production cycle in humid tropical climate. **International Journal of Poultry Science**, v. 12, n. 11, p. 647-652, 2013.

LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R.; NETO, J. L. V.; BEZERRA, R. M.; LIMA, R. C. Performance and egg quality of laying hens fed diets containing coconut meal treated with and without antioxidant. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 2431-2438, 2011.

LOUREIRO, R. R. S.; RABELLO, C. B. V.; LUDKE, J. V.; JUNIOR, W. M. D.; GUIMARÃES, A. A. S.; SILVA, J. H. V. Tomato meal (*Lycopersicum esculentum* Mill.) in the diet of laying. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n. 4, p. 387-394, 2007.

MELO, R. D.; CRUZ, F. G. G.; FEIJÓ, J. C.; RUFINO, J. P. F.; MELO, L. D.; COSTA, A. P. G. C. Economical availability of cará flour in diets for commercial laying hens. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 18, n. 2, p. 221-230, 2017.

MILLER, W. M. P.; CRUZ, F. G. G.; CHAGAS, E. O.; SILVA, A. F.; ASSANTE, R. T. Flour from tucum (*Astrocaryum vulgare* Mart) residue in the diet of laying hens. **Revista Acadêmica de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 105-114, 2013.

NASCIMENTO, A. R. T. Riqueza e etnobotânica de palmeiras no território indígena Krahô, Tocantins, Brasil. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 209-220, 2010.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição dos ingredientes e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2011. 252p.

RUFINO, J. P. F.; CRUZ, F. G. G.; MILLER, W. P. M.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C.; CHAGAS, E. O. Economical analysis of the inclusion of flour residue of tucumã ("*Astrocaryum vulgare*", Mart) in the feeding of laying hens. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 15, n. 1, p. 1-9, 2015.

RUFINO, J. P. F.; CRUZ, F. G. G.; TANAKA, E. S.; MELO, R. D.; FEIJÓ, J. C. Economic analysis of the inclusion of buriti residue in feeding commercial laying hens. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 48, p. 732-738, 2017.

SAS. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT Software Version 9.2**. Cary: SAS Institute Inc., 2008.

SILVA, E. P.; RABELLO, C. B. V.; JÚNIOR, W. M. D.; LOUREIRO, R. S.; GUIMARÃES, A. A. S.; LIMA, M. B.; ARRUDA, E. M. F.; BARBOSA-LIMA, R. Economic evaluation of tomato and guava residues inclusion in laying hens ration. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, p. 774-785, 2009.

SUPERCAC. **Ração de custo mínimo**. Versão 1.02 para Windows. [S.I]: TD Software, 2004.

TOGASHI, C. K.; FONSECA, J. B.; SOARES, R. T. R. N.; COSTA, A. P. D.; SILVEIRA, K. F.; DETMANN, E. Passion fruit by-products in broiler diets. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, p. 395-400, 2008.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Quality of eggs of laying hens reared in poultry houses in the semi-arid Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 652-657, 2007.

WARNER, A. C. I. Rate of passage of digesta through the gut of mammals and birds. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**, v. 51, p. 789- 820, 1981.

ZENEON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.