

Produção e conteúdo de nutrientes em *Vigna unguiculata* (L.) sob competição com plantas daninhas

Production and nutrient content in *Vigna unguiculata* (L.) under competition with weeds

DOI:10.34117/bjdv7n10-149

Recebimento dos originais: 07/09/2021

Aceitação para publicação: 14/10/2021

João Cleber Cavalcante Ferreira

Mestrando em Agricultura no Trópico Úmido
Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia- (INPA)
Av. André Araújo, Bairro Petrópolis, 69067-375 – Manaus - AM – Brasil
E-mail: joao-cleber09@hotmail.com

Gerlândio Suassuna Gonçalves

Dr. em Agronomia Tropical - Universidade Federal do Amazonas
Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM)
Rua Nossa Senhora do Rosário, 3836 – Tiradentes - Itacoatiara- AM - Brasil
E-mail: gsuassunag@hotmail.com

José Ferreira da Silva

Dr. em Botânica - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA
Universidade Federal do Amazonas (FCA/UFAM)
Av. Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 6200 - Manaus - AM - Brasil
E-mail: jfsilva@ufam.edu.br

Fábio Medeiros Ferreira

Dr. em Genética e Melhoramento - Universidade Federal de Viçosa
Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM)
Rua Nossa Senhora do Rosário, 3836 – Tiradentes – Itacoatiara – AM - Brasil
E-mail: ferreirafmt@ufam.edu.br

Rafaelle Batista Aoki

Mestranda em Ciências de Florestas Tropicais
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA
Av. André Araújo, Bairro Petrópolis, 69067-375 – Manaus - AM – Brasil
E-mail: rafaelle.aoki@gmail.com

Felipe Fernandes Dias

Discente do curso de Agronomia
Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – ICET/UFAM
Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM)
Rua Nossa Senhora do Rosário, 3836 – Itacoatiara – AM - Brasil
E-mail: fdias5746@gmail.com

RESUMO

Dentre os fatores que limitam a expressão da produtividade da cultura do feijão-caupi, a competição com as plantas daninhas é um dos mais severos, devido aos prejuízos no rendimento, com perdas de até 90% dos grãos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a interferência de plantas daninhas na produção e no conteúdo relativo de nutrientes na parte aérea de plantas de feijão-caupi. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com arranjo em parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas consistiram em três espécies de plantas daninhas: *Acanthospermum hispidum*, *Euphorbia heterophylla* e *Eleusine indica*, e as subparcelas, cinco densidades destas plantas: 0, 4, 8, 16 e 32 plantas por vaso, o equivalente a 0, 88, 176, 352 e 704 plantas m^{-2} , respectivamente. A densidade da cultura permaneceu constante (uma planta por vaso). As características avaliadas foram: número de folhas por planta, altura das plantas, número de vagens, comprimento médio de vagens, produtividade e conteúdo de nutrientes nas folhas do feijão. *A. hispidum*, *E. heterophylla* e *E. indica* causaram decréscimos em todas as características avaliadas. *E. heterophylla* foi a espécie mais agressiva, reduzindo 84% da produtividade, e a espécie com maior capacidade de acúmulo de nutrientes em seus tecidos.

Palavras-chave: feijão-caupi, *Euphorbia heterophylla*, *Acanthospermum hispidum*, *Eleusine indica*, interferência de plantas daninhas.

ABSTRACT

Among the factors that limit the productive expression of the cowpea crop, competition with weeds is one of the most severe, due to losses in productivity with losses of up to 90% of the grains. This work aimed to evaluate the interference of weeds in the production and in the relative content of nutrients in the aerial part of cowpea plants. The experiment was carried out in randomized blocks, with arrangement in subdivided plots and four replications. The plots consisted of three weed species: *Acanthospermum hispidum*, *Euphorbia heterophylla* and *Eleusine indica*, and the subplots, five densities of these plants: 0, 4, 8, 16 and 32 plants per pot, equivalent to 0, 88, 176, 352 and 704 plants m^{-2} , respectively. The culture density remained constant (one plant per pot). The characteristics evaluated were: number of leaves per plant, plant height, number of pods per plant, average length of pods, productivity and nutrient content in the leaves of beans. *A. hispidum*, *E. heterophylla* and *E. indica* caused decreases in all evaluated characteristics. *E. heterophylla* was the most aggressive species, reducing grain yield by 84%, and the species with the greatest capacity for nutrient accumulation in its tissues.

Key-words: Cowpea, *Euphorbia heterophylla*, *Acanthospermum hispidum*, *Eleusine indica*, Weed interference.

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é uma espécie de grande importância socioeconômica por ser importante fonte de alimento para as populações das regiões da Amazônia Brasileira e do Nordeste do Brasil (NUNES et al., 2017; SANTOS et al., 2017).

No estado do Amazonas a cultura desempenha função de destaque socioeconômico, além de ser a principal fonte de proteína vegetal, sobretudo para a população rural de renda mais baixa, que utiliza a mão de obra familiar para a produção, e o excedente, quando existe, é comercializado nos mercados municipais, por meio de feiras livres (MENDONÇA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2019).

O rendimento médio do feijão-caupi, na região Norte, ainda é muito baixo, devido principalmente aos baixos investimentos em tecnologias de produção, nas quais se inclui o manejo das plantas daninhas. No estado do Amazonas ainda há pouco investimento em pesquisas que visam ao aumento da produtividade do feijão-caupi, cujo rendimento médio é de apenas 925 kg ha⁻¹. Segundo Oliveira et al. (2019) e Pereira et al. (2020), o rendimento é potencialmente maior quando a cultura cresce livre da interferência causada pelas plantas daninhas. Quando mal manejadas, as plantas daninhas podem reduzir o rendimento de grãos do feijão em até 90% (FREITAS et al., 2009; MEKONNEN et al., 2017).

Nos ecossistemas agrícolas, as plantas daninhas levam vantagem competitiva sobre as plantas cultivadas, devido a características como alta taxa de crescimento, grande capacidade reprodutiva e elevada capacidade de exploração de nutrientes do solo (OSIPITAN, 2017; GONÇALVES et al., 2019). Além disso, para completar o seu ciclo, as plantas daninhas requerem os mesmos fatores exigidos pela cultura, como, por exemplo, nutrientes, água e luminosidade (FRIED et al., 2017). A competição por nutrientes e água é intensificada pela disponibilidade destes componentes no solo e pelas exigências nutricionais das espécies envolvidas (RAMOS et al., 2019). A habilidade em retirar os nutrientes do solo e as quantidades requeridas pelas plantas variam entre espécies e com a intensidade de competição (OLIVEIRA et al., 2010; OSIPITAN, 2017).

Estudos de competição entre espécies podem ser empregados para prever perdas de produção pelas culturas agrícolas em convivência com plantas daninhas (RONCHI et al., 2003; FREITAS et al., 2009). Dentre estes estudos, há o método aditivo que consiste de duas espécies de plantas crescendo juntas em um determinado espaço, em que a densidade de uma espécie é mantida constante e a da outra, é variável. A intensidade de competição é avaliada por meio da produtividade da espécie de interesse, geralmente uma cultura agrícola, e por meio do acúmulo de nutrientes na parte aérea destas plantas (RONCHI et al., 2003). Várias pesquisas registraram perdas significativas de

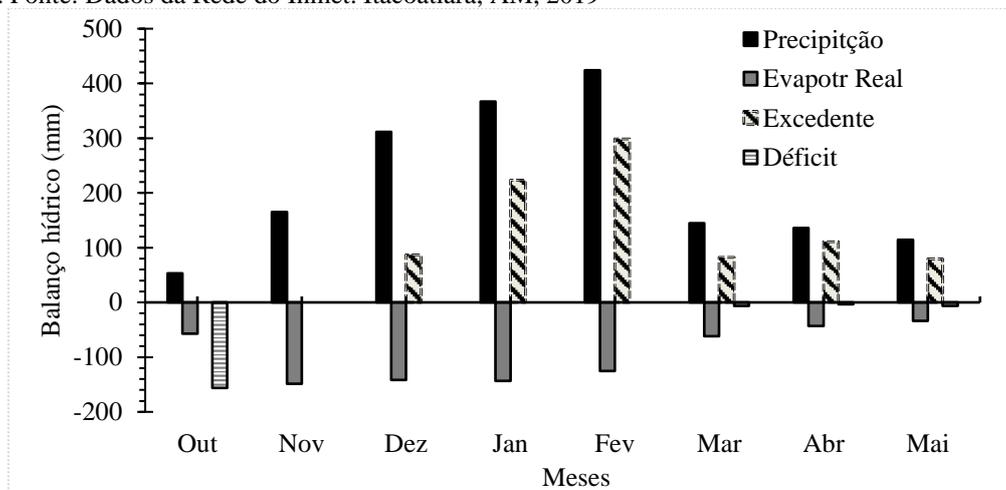
produtividade e de conteúdos de nutrientes na parte aérea das plantas (OSIPITAN et al., 2016; LAGE et al., 2017, ARAÚJO et al., 2018; COELHO et al., 2019; OHANMU e IKHAJIAGBE, 2019), com expressiva redução na produtividade das culturas.

A hipótese deste trabalho é a de que as perdas de rendimento de grãos e o decréscimo no conteúdo relativo de nutrientes na parte aérea das plantas de feijão-caupi variam em função do aumento da densidade e das espécies de plantas daninhas, com as quais competem. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da interferência de diferentes espécies de plantas daninhas, em diferentes densidades, na produtividade e no conteúdo relativo de nutrientes da parte aérea em plantas de feijão-caupi.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia (ICET), da Universidade Federal do Amazonas, no município de Itacoatiara-AM. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Af (ALVARES et al., 2013), tropical chuvoso (úmido), com precipitação e temperatura média anual respectivamente de 2.261 mm e 26,9 °C, e umidade relativa do ar média de 82%. A distribuição mensal da precipitação pluviométrica e o balanço hídrico da região de estudo no período em que o estudo foi conduzido estão descritos na Figura 1.

Figura 1. Balanço hídrico da região de estudo do experimento no período de outubro de 2018 a maio de 2019. Fonte: Dados da Rede do Inmet. Itacoatiara, AM, 2019



Os resultados da análise da fertilidade do solo da área experimental, na camada de 0 a 20 cm, indicaram os seguintes atributos: pH (em água) 5,18; P: 16 mg dm⁻³ e K: 92 mg dm⁻³; Ca: 2,12 cmol_c dm⁻³ e Mg: 0,65 cmol_c dm⁻³; Al: 0,36 cmol_c dm⁻³; H + Al: 7,47 cmol_c dm⁻³; t: 3,38 cmol_c dm⁻³; T: 10,49 cmol_c dm⁻³; V: 28,78%; m: 10,65% e M.O 28 g kg⁻¹. A distribuição granulométrica do solo teve a seguinte composição: 72% de areia, 9% de silte e 19% de argila.

O pH do solo foi corrigido conforme o resultado da análise do solo e à necessidade da cultura do feijão-caupi, visando à elevação da saturação por base (V%) a no mínimo 50%, com utilização de calcário dolomítico (PRNT=92%). Sessenta dias após a correção da acidez, o solo foi coletado e colocado em vasos arredondados com capacidade para 8 L (24,0 cm de diâmetro e 22,0 cm de altura) e perfurados na base. Os vasos foram dispostos em condições de campo aberto, em espaçamento de 0,5 m entre linhas, e 0,25 m entre plantas.

O experimento foi instalado em blocos casualizados, com 4 (quatro) repetições, em arranjo de parcelas subdivididas. As parcelas consistiram em três espécies de plantas daninhas: *Acanthospermum hispidum*, *Euphorbia heterophylla* e *Eleusine indica*, e as subparcelas, cinco densidades de plantas para cada espécie: 0, 4, 8, 16 e 32 plantas por vaso, o equivalente a 0, 88, 176, 352 e 704 plantas m⁻², respectivamente. A densidade da cultura permaneceu constante, sendo uma planta por vaso.

Sementes das espécies daninhas foram semeadas em bandejas com substrato e condições de germinação. Sementes de feijão-caupi, cultivar BRS Xique-Xique foram postas para germinar em vasos, quando as plantas daninhas atingiram aproximadamente 5 cm de altura. Após a emergência do feijão, as plantas daninhas, nas densidades desejadas, foram transplantadas para os vasos, para convivência com o feijoeiro até o período da colheita, que ocorreu a partir dos 75 dias após a emergência.

As plantas foram irrigadas manualmente sempre que necessário. A capina manual foi realizada dentro e ao redor dos vasos para retirada de plantas indesejadas. Quando necessário foi feito o controle manual ou químico de insetos-praga como pulgão, gafanhotos e lagartas, utilizando inseticidas específicos para estas pragas.

Aos 30 dias após a emergência (DAE) foi mensurada a altura das plantas de feijão e feita a contagem do número de folhas por planta. Aos 42 DAE, período que teve início o florescimento da cultura, a terceira folha desenvolvida a partir do ápice das plantas de

feijão e folhas da parte intermediárias das plantas daninhas foram coletadas, para determinação do conteúdo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) de cada tratamento. Foi coletado tecido vegetal suficiente para estas determinações. O material coletado foi lavado em água corrente e seco em estufa de circulação forçada de ar, a 60°C (MALAVOLTA et al., 1997). As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Tecidos Vegetal da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz para análise. Outras características avaliadas foram: número de vagens por planta, comprimento das vagens e produtividade (kg ha^{-1}), corrigida para 13% de umidade.

Para fins de interpretação dos resultados de conteúdo de macro e micronutrientes, calculou-se a porcentagem da concentração dos nutrientes nas folhas de feijão, atribuindo-se o valor de 100% ao teor de nutrientes verificado nas plantas de feijão que cresceram livres da interferência das plantas daninhas. Valores inferiores ou superiores a 100% indicam menor ou maior extração de nutrientes do solo e o potencial competitivo das espécies daninhas com o feijão. Para obtenção do percentual relativo de acúmulo de nutrientes fez-se uso da seguinte equação: $Y = [(100*a) / b]$, em que “a” é o conteúdo relativo de nutrientes na folha de feijão nas densidades superiores a 0 (zero) planta por vaso, e “b” é o conteúdo relativo na ausência de competição. Devido à indisponibilidade de tecido vegetal para amostragem de mais de uma repetição dos teores de nutrientes nas folhas, optou-se por fazer a análise química de apenas uma amostragem por tratamento. Assim, para esta variável foi feita apenas uma análise descritiva dos resultados, baseando-se no método usado por Ronchi et al. (2003).

Os dados coletados nesta pesquisa foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$) e a análise de regressão realizada entre a variável resposta em relação ao aumento da densidade populacional das plantas daninhas e/ou às espécies de plantas daninhas em estudo. Para efeito de análise de variância, os dados foram transformados em raiz quadrada de $(x + 0,5)$. Quando houve interação foi utilizado o modelo linear para ajustar a distribuição dos dados. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do software estatístico R v. 4.0.2 (R CORE TEAM, 2020) e os gráficos em planilha eletrônica do programa Excel.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies e as densidades de plantas daninhas interferiram negativamente em todas as variáveis estudadas, causando decréscimo considerável na produtividade da cultura do feijão-caupi. Também foi observada interação significativa entre os fatores “espécies” e “densidades”, o que evidencia uma dependência entre os fatores avaliados, e que a resposta de um fator depende da presença ou da ausência do outro (Tabela 1).

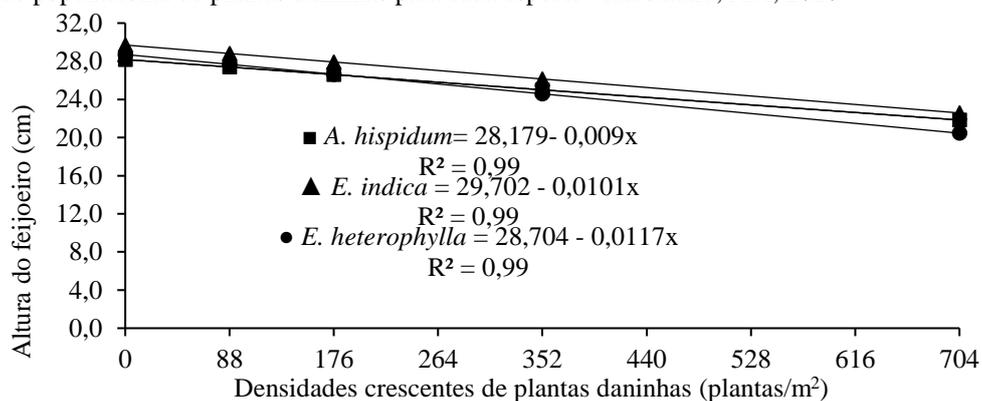
Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de plantas aos 30 dias (alt.), número de folhas aos 30 dias (n.f.), número de vagens planta⁻¹ (n.vg.), comprimento de vagens (comp.vg.) e produtividade (prod.). Itacoatiara, AM, 2020

Fontes de variação	GL	Valores do teste F				
		alt.	n.f.	n.vg.	comp.vg.	prod.
Bloco	3	1,16 ^{ns}	1,77*	0,20 ^{ns}	4,27*	2,07 ^{ns}
Espécies	2	3,51*	2,27 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,29 ^{ns}	0,17 ^{ns}
Resíduo (a)	6	-	-	-	-	-
Densidades	4	31,52*	6,82*	34,05*	28,95*	38,71*
Espécies x densidades	8	2,42*	1,09 ^{ns}	7,03*	4,90*	5,20*
Resíduo (b)	36	-	-	-	-	-
Total	59	-	-	-	-	-
CV _a (%)	-	3,47	11,29	9,99	4,91	13,31
CV _b (%)	-	3,58	10,14	11,54	3,23	14,21

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{ns}não significativo; CV_a= coeficiente de variação para espécies; CV_b= coeficiente de variação para densidades.

A altura das plantas de feijão aos 30 DAE foi afetada negativamente com o aumento da densidade das plantas daninhas, acarretando decréscimo linear na altura das plantas de feijão. O fator “espécie” afetou significativamente o crescimento em altura das plantas, sendo que a cultura teve seu crescimento mais afetado quando conviveu com a espécie *E. heterophylla*. Também houve interação significativa para os fatores espécies e densidades para esta característica (Figuras 2).

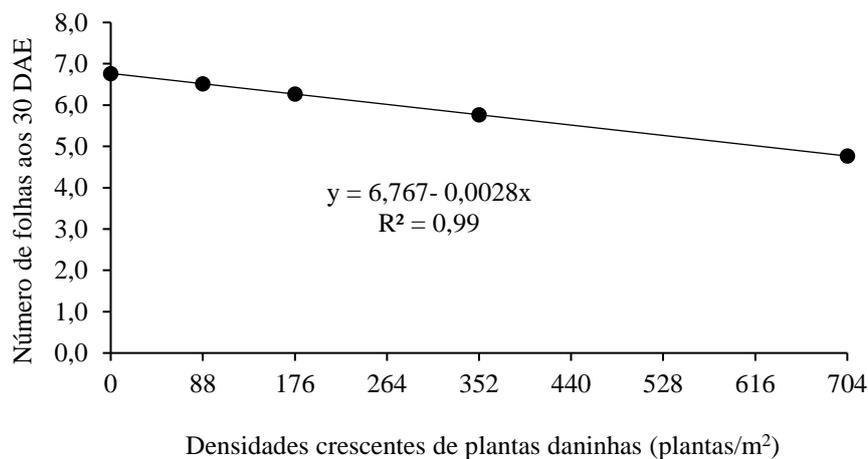
Figura 2. Altura de plantas de feijão-caupi aos 30 dias após a emergência (DAE), com o aumento da densidade populacional de plantas daninhas para cada espécie. Itacoatiara, AM, 2020



A densidade de 704 plantas m^{-2} de *A. hispidum*, *E. indica* e *E. heterophylla* reduziu a altura do feijão-caupi em 6,34, 7,11 e 8,24 cm, respectivamente. As plantas de feijão-caupi que conviveram com plantas daninhas, nesta densidade, tiveram seu crescimento reduzido significativamente. De acordo com Barcelos Jr. et al. (2016), as plantas param de crescer quando o seu espaço é restringido pelas espécies concorrentes. Em um estudo realizado por Mekonnen et al. (2017) foi verificada redução significativa na altura das plantas na ausência de controle das plantas daninhas, sendo possível inferir que, quando submetidas à competição com elevada densidade populacional de plantas daninhas, o feijão-caupi tem seu crescimento severamente diminuído, devido à maior competição pelos fatores de produção. De acordo com Vasconcelos Junior (2016), plantas de feijão apresentam crescimento inicial lento, o que expõe a cultura à intensa competição com plantas daninhas de crescimento rápido e competitivo neste estágio de crescimento.

O número de folhas das plantas de feijão aos 30 dias decresceu de forma linear à medida que se aumentou a densidade de plantas daninhas. Porém, esta característica não diferiu entre as espécies de plantas daninhas estudadas, com a diminuição do número de folhas representada por uma única reta para as três espécies (Figura 3). A densidade de 704 plantas daninhas m^{-2} reduziu o número de folhas do feijão em cerca de duas folhas por planta, se comparada àquelas que não tiveram competição com plantas daninhas.

Figura 3. Número de folhas em plantas de feijão-caupi aos 30 dias após a emergência (DAE), com o aumento da densidade das espécies plantas daninhas. Itacoatiara, AM, 2020

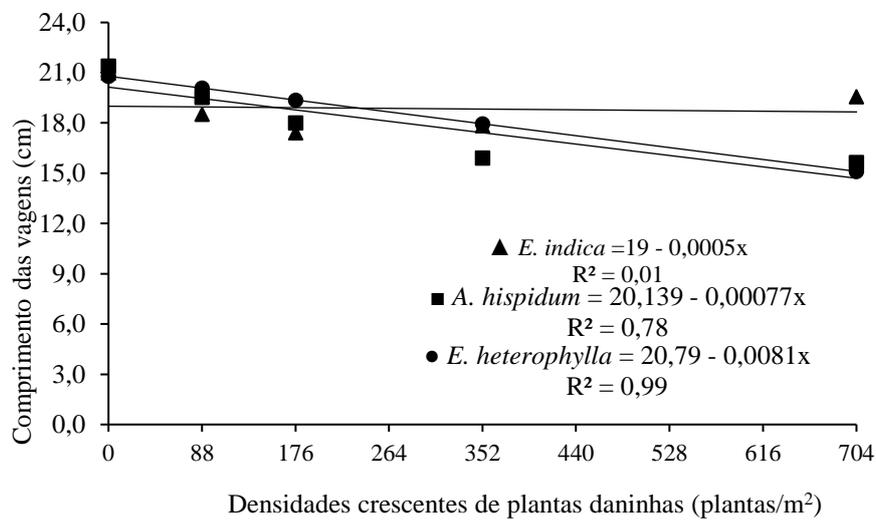


A redução do número de folhas do feijoeiro com o aumento da densidade das plantas daninhas pode ser um reflexo da competição pelos fatores de crescimento, que

diminuiu a disponibilidade de nutrientes às plantas de feijão e, com isso, a desdiferenciação das gemas e folhas. Segundo Oliveira et al. (2010), a redução na quantidade de folhas implica em menor produção de carboidratos pelas plantas e consequentemente menor volume de grãos. Ohanmu e Ikhajiagbe (2019) verificaram que a competição de *Chrysopogon aciculatus*, *Eleusine indica*, *Cynodon dactylon*, *Axonopus compressus*, *Panicum maximum*, *Setaria bartata*, *Sporobolus pyramidalis*, *Commelina benghalensis* e *Paspalum vaginatum* com plantas de feijão-caupi resultou em diminuição expressiva do número de folhas quando comparado ao controle. Araújo et al. (2018) constataram que a competição com plantas daninhas reduziu a disponibilidade de nutrientes no solo e causou redução de 25% no número de folhas de *Phaseolus vulgaris*.

O incremento na densidade de plantas daninhas também reduziu significativamente o comprimento das vagens de feijão-caupi. *E. heterophylla* na densidade de 704 plantas m² reduziu em até 6 cm, o que equivale a mais de 28% do comprimento das vagens (Figura 4).

Figura 4. Comprimento médio de vagens de feijão-caupi, com o aumento da densidade das três espécies de plantas daninhas. Itacoatiara, AM, 2020

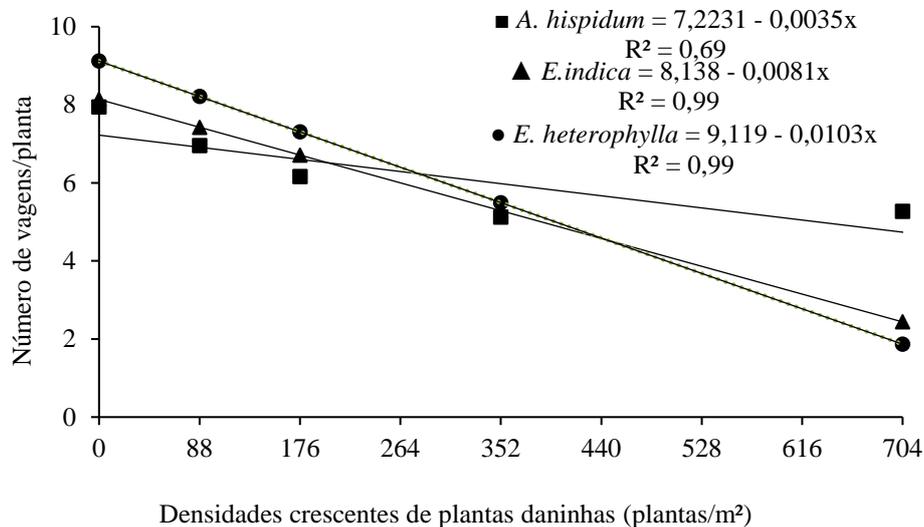


A redução do comprimento das vagens está diretamente relacionada com a redução da produtividade das plantas, uma vez que quanto menor o tamanho da vagem menor será a quantidade de grãos nas vagens. Oliveira et al. (2017) observaram que o comprimento de vagens em plantas que permaneceram sob competição foram 15%

menores do que daquelas livres de interferência. Resultado semelhante foi encontrado por Ohanmu e Ikhajiagbe (2019) em estudo de competição com nove espécies daninhas.

O incremento na densidade populacional de plantas daninhas também reduziu o número de vagens do feijão-caupi. *E. heterophylla*, na densidade de 88 plantas daninhas/m², reduziu o número de vagens do feijoeiro em cerca de 10%, *E. indica*, em 9% e *A. hispidum*, em cerca de 4%. Na densidade de 704 plantas daninhas/m², as perdas no número de vagens chegaram a quase 80% (Figura 5).

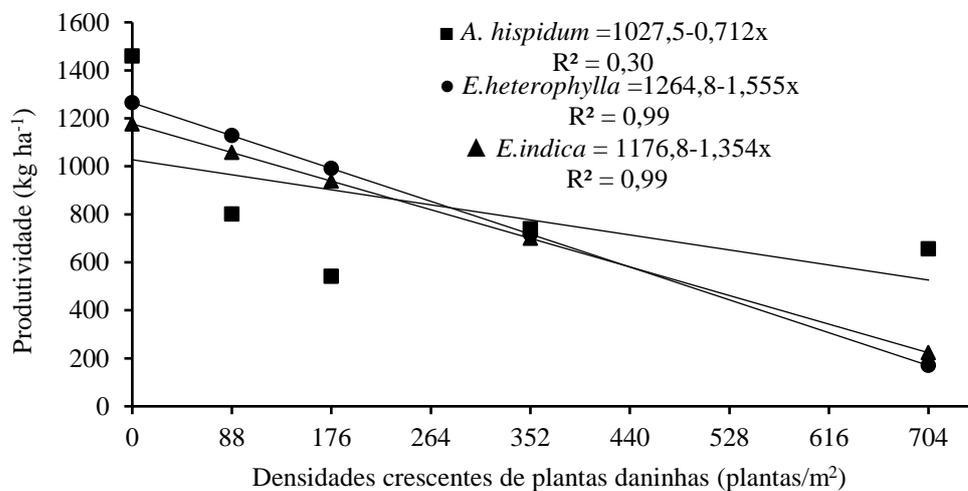
Figura 5 – Número de vagens por planta de feijão-caupi, com o aumento da densidade das espécies de plantas daninhas. Itacoatiara, AM, 2020



O número de vagens por planta é o caractere agrônômico que mais se correlaciona com a produtividade de grãos (OLIVEIRA et al., 2010). Freitas (2009) observou que a interferência das plantas daninhas reduziu o estande final, o número de vagens por planta e o rendimento de grãos do feijão-caupi em até 90%. Oliveira et al. (2010), estudando a competição entre plantas daninhas e cultivares de feijão-caupi, em solo de várzea no Amazonas, observaram que todas as cultivares tiveram redução significativa no número de vagem por planta, com o aumento da densidade de plantas daninhas. Esses mesmos autores sugerem que essa diminuição do número de vagens acontece provavelmente devido à restrição de nutrientes imposta pela competição com plantas daninhas, que prejudica o processo de desdiferenciação da gema vegetativa em gema reprodutiva, tendo como resultado menor vingamento de flores e menor número de vagens.

O aumento da densidade populacional das três espécies daninhas também afetou negativamente a produtividade das plantas de feijão-caupi. Na densidade de 88 plantas/m² de *E. heterophylla* reduziu a produtividade em cerca de 11%, *E. indica*, em cerca de 10% e *A. hispidum*, em mais de 6%. Na densidade de 704 plantas/m², *E. indica* reduziu a produtividade em cerca de 81% e *E. heterophylla*, em cerca de 87% e *A. hispidum* em cerca de 49% (Figura 6).

Figura 6. Produtividade do feijão-caupi (kg ha⁻¹), com o aumento da densidade das três espécies de plantas daninhas. Itacoatiara, AM, 2020



O maior rendimento médio do feijão, 1.265 kg ha⁻¹, foi observado no tratamento sem competição com as plantas daninhas. Em condições agronômicas ideais de cultivo, a produtividade média no estado do Amazonas varia de 1.200 a 1.600 kg ha⁻¹ para o feijão-caupi (FONTES et al., 2016a). Segundo Lage et al. (2017), a interferência das plantas daninhas é considerada um dos fatores mais importantes que contribuem para a baixa produtividade do feijão. Oliveira et al. (2010), Oliveira et al. (2017), Coelho et al. (2019) e Ohanmu e Ikhajiagbe (2019) registraram perdas superiores a 33% na produtividade de grãos de feijão-caupi, em competição com elevadas densidades de plantas daninhas.

A interferência das plantas daninhas reduz a produtividade, por comprometer o processo fotossintético, além de prejudicar a absorção e assimilação de CO₂ atmosférico, bem como o uso de água e nutrientes. A interferência faz com que ocorra disputa por água, luz e nutrientes, diminuindo a disponibilidade destes elementos para a cultura (RAVEN et al., 2001). Além disso, o feijão-caupi, por ser espécie de metabolismo C₃, é menos eficiente na absorção e assimilação de CO₂ atmosférico, na eficiência do uso da

água (UEA) e na absorção de nutrientes do solo (TAIZ e ZEIGER, 2013). Aliado a isso, a cultura apresenta crescimento inicial lento e é enquadrado no grupo de culturas que menos sombreiam o solo, o que lhe confere desvantagens competitivas em relação às plantas daninhas, que crescem rápido e causam sérios prejuízos no crescimento, produtividade e na operacionalização de colheita (LAGE et al., 2017).

O conteúdo relativo (CR) de nitrogênio (N), nas folhas do feijão-caupi, sofreu considerável redução, com o aumento da densidade de plantas daninhas. O aumento na densidade de plantas daninhas também causou variação nos conteúdos relativos de P, K, Ca, Mg e S nas folhas de feijão, sem, contudo, apresentar um padrão ou tendência clara de acúmulo de nutrientes nos tecidos (Tabela 2).

Tabela 2. Conteúdo absoluto (g kg^{-1} de matéria seca) e relativo (%) de macronutrientes em folhas de feijão-caupi, com o aumento da densidade de plantas daninhas, e conteúdo de macronutrientes em folhas das espécies daninhas

Espécie daninha	Densidade (plantas m^{-2})	N		P		K		Ca		Mg		S	
		g kg^{-1}	%										
E. heterophylla	0	25,75	100	1,64	100	15,30	100	10,96	100	2,66	100	0,66	100
	88	24,27	94	1,50	91	13,01	85	13,17	120	2,99	112	0,66	100
	176	23,19	90	1,34	82	10,71	70	9,99	91	2,30	86	0,89	135
	352	19,76	77	1,34	82	16,83	110	16,08	147	2,81	106	0,68	103
	704	18,70	73	1,50	91	14,54	95	10,99	100	2,16	81	0,63	95
A. hispidum	0	25,75	100	1,64	100	15,30	100	10,96	100	2,66	100	0,66	100
	88	19,82	77	1,39	85	14,54	95	14,79	135	2,34	88	0,66	105
	176	18,46	72	1,55	95	16,07	105	16,50	151	2,34	88	0,64	102
	352	16,11	63	1,60	98	12,24	80	12,11	110	2,27	85	0,59	91
	704	16,19	63	1,39	85	12,24	80	12,14	111	2,59	97	0,64	91
E. indica	0	25,75	100	1,64	100	15,30	100	10,96	100	2,66	100	0,66	100
	88	19,88	77	1,45	88	13,01	85	12,28	112	2,92	110	0,61	92
	176	21,45	83	1,50	91	15,30	100	10,46	95	2,77	104	0,61	92
	352	19,90	77	1,44	88	15,30	100	11,74	107	2,12	80	0,63	95
	704	23,41	91	1,67	98	17,60	115	13,03	119	2,52	95	0,73	111
E. heterophylla		14,00	54	1,78	109	19,89	130	19,41	177	2,77	104	0,94	142
E. indica		11,84	46	2,85	174	9,95	65	7,86	72	3,17	119	0,90	136
A. hispidum		17,91	70	3,25	198	31,37	205	6,18	56	3,38	127	0,95	140

Na ausência de competição, o feijão-caupi extraiu mais N e P do solo, o que pode explicar o decréscimo na produtividade da cultura, com o aumento da densidade das plantas daninhas. Sant'Ana et al. (2010) observaram que a deficiência de N foi um fator relevante na diminuição do rendimento de grãos. Coelho et al. (2019) evidenciaram

redução na absorção e acúmulo de N nos tecidos do feijão, e como consequência diminuição no número de vagens e no rendimento de grãos, devido à competição com plantas daninhas. Além disso, o aumento da densidade de plantas daninhas intensifica a competição e diminui a disponibilidade de nutrientes no solo, podendo prejudicar o crescimento e o desenvolvimento das plantas cultivadas. No feijão, o N é um dos nutrientes absorvidos em maiores quantidades, e aproximadamente 50% do N absorvido é exportado para os grãos.

O aumento da densidade das plantas daninhas, aparentemente, não interferiu nos teores de K, Ca, Mg e S do feijão-caupi. Os resultados da análise química do solo mostraram que os teores destes nutrientes na solução do solo estavam na faixa de adequado a alto, o que pode ter gerado menos competição por nutrientes até o momento da coleta das folhas para análise.

As três espécies de plantas daninhas foram mais eficientes do que o feijão-caupi na extração de P, K, Mg e S do solo, exceto E. indica que acumulou em suas folhas menos K. Carvalho et al. (2010), avaliando o crescimento e nutrição mineral da soja, mantida em convivência com densidades crescentes de E. heterophylla, observaram redução no acúmulo de matéria seca e de macronutrientes à medida que a convivência com as populações de plantas daninhas foi estabelecida. A competição com 744 plantas m⁻² de E. heterophylla causou redução de 85% de N, 85% de P, 84% de K, 83% de Ca, 81% de Mg e de 89% de S, acumulados no tecido foliar de soja. O aumento da densidade populacional de Digitaria horizontalis, Brachiaria decumbens, Brachiaria plantaginea e Mucuna aterrima reduziu o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S no tecido foliar de cafeeiro (FIALHO et al., 2012). Cury et al. (2013) também observaram decréscimos significativos no conteúdo relativo de nutrientes em plantas de feijão em convivência com densidades crescentes de Euphorbia heterophylla, Bidens pilosa, Cenchrus echinatus, Amaranthus spinosus, Commelina benghalensis e Brachiaria plantaginea. Segundo Fialho et al. (2012), a baixa disponibilidade de macronutrientes no solo pode limitar o crescimento das plantas, provocando desbalanço nutricional e sintomas característicos de deficiência de nutrientes.

Nesta pesquisa, dentre as espécies daninhas, E. heterophylla acumulou mais Ca e menos N em seus tecidos. E. indica acumulou mais P e menos N e A. hispidum, mais K e menos Ca. Considerando uma porcentagem média de acúmulo de macronutrientes em

seus tecidos observou-se que *A. hispidum*, *E. heterophylla* e *E. indica* acumularam, respectivamente, 33%, 19% e 2% a mais de nutrientes em seus tecidos do que o feijão-caupi. De acordo com Lorenzi (2008), o conteúdo médio de nutrientes das plantas daninhas é de aproximadamente duas vezes mais N, 1,6 vezes mais P, 3,5 vezes mais K, 7,6 vezes mais Ca e 3,3 vezes mais Mg do que as plantas cultivadas. Porém esses valores variam de espécie para espécie, de acordo com as exigências e capacidade dessas plantas em absorvê-los. Para Cury et al. (2013), algumas espécies de plantas daninhas são mais competitivas do que algumas culturas agrícolas, devido à sua maior eficiência na absorção e utilização de nutrientes.

As folhas de feijão-caupi não sofreram aparente redução no conteúdo de nenhum dos micronutrientes avaliados, com o aumento da densidade populacional de plantas daninhas. A quantidade de B, Cu, Fe e Zn no tecido foliar teve incremento, com o aumento da densidade das plantas daninhas, sem, contudo, apresentar um padrão ou uma tendência de aumento (tabela 3), o que evidencia que o feijão-caupi é muito eficiente na absorção de micronutrientes.

Tabela 3. Conteúdo absoluto (mg kg^{-1} de matéria seca) e relativo (%) de micronutrientes em folhas de feijão-caupi, com aumento da densidade de plantas daninhas, e conteúdo de micronutrientes em folhas das plantas daninhas

Espécie daninha	Densidade (plantas m^{-2})	B		Cu		Fe		Mn		Zn	
		mg kg^{-1}	%								
<i>E. heterophylla</i>	0	15,74	100	1,65	100	138,70	100	25,80	100	21,00	100
	88	15,74	100	3,30	200	198,36	143	24,00	93	33,00	157
	176	17,59	112	3,30	200	163,52	118	22,80	88	22,00	112
	352	16,66	106	3,30	200	148,20	107	26,40	102	23,50	109
	704	16,29	103	4,40	267	144,02	104	25,20	98	21,50	98
<i>A. hispidum</i>	0	15,74	100	1,65	100	138,70	100	25,80	100	21,00	100
	88	14,07	89	4,95	300	137,56	99	27,00	105	23,00	110
	176	22,59	144	3,30	200	153,52	111	30,00	116	25,00	119
	352	16,85	107	3,30	200	142,50	103	28,20	109	22,50	107
	704	15,55	99	2,75	167	156,56	113	29,40	114	29,00	138
<i>E. indica</i>	0	15,74	100	1,65	100	138,70	100	25,80	100	21,00	100
	88	18,14	115	1,65	100	133,00	96	25,80	100	20,50	98
	176	17,59	112	4,40	267	132,24	95	26,40	102	21,00	100
	352	15,92	101	3,85	233	148,96	107	21,60	84	19,50	93
	704	18,61	118	3,30	200	161,12	116	24,60	95	26,00	124
<i>E. heterophylla</i>		14,44	92	2,75	167	135,28	98	24,60	95	19,50	93
<i>E. indica</i>		5,00	32	3,30	200	139,08	101	26,1	101	31,50	150
<i>A. hispidum</i>		14,44	92	5,50	333	169,48	122	27,60	107	34,50	164

Aparentemente, a competição com as plantas daninhas induziu a um ligeiro incremento no conteúdo de micronutrientes no tecido foliar do feijão-caupi, principalmente em relação ao cobre (Cu). O acúmulo de boro (B) aumentou em média 8%, o Cu em 111%, o ferro (Fe) em 9% e o zinco (Zn), em 13%. Percebe-se também que as três espécies de plantas daninhas são menos exigentes que o feijão-caupi, em relação ao B, principalmente *E. indica*, que acumulou três vezes menos B em seus tecidos. Porém, *E. heterophylla*, *E. indica* e *A. hispidum* acumularam, respectivamente, em suas folhas, 67%, 100% e 233% mais Cu do que as plantas de feijão que cresceram livres da competição. O acúmulo de Fe e de Mn no tecido foliar das plantas daninhas foi, em média, semelhante ao encontrado no tecido foliar de plantas de feijão que não sofreram competição por nutrientes. *E. indica* e *A. hispidum* acumularam, em suas folhas, 50% e 64% mais Zn do que plantas de feijão que cresceram livres da competição. De acordo com Fonseca et al. (2010) de maneira geral o feijão-caupi é mais exigente em micronutrientes como Fe e B e menos exigente em Zn e Cu, tendo a seguinte ordem de acumulação na parte aérea: Fe > B > Mn > Zn > Cu.

Coelho et al. (2019) verificaram que não houve redução no acúmulo de Mn e Zn nos grãos de cultivares de feijoeiro sob competição com planta daninha, entretanto, resultados de pesquisa de Ronchi et al. (2003) mostram que na parte aérea de cafeeiro, o acúmulo de micronutrientes diminui com o aumento da densidade de plantas daninhas. Fialho et al. (2012) também verificaram que o aumento da densidade de plantas daninhas também reduziu o acúmulo de micronutrientes no tecido foliar de cafeeiro.

4 CONCLUSÕES

O aumento da densidade populacional das plantas daninhas intensificou a interferência sobre as plantas cultivadas;

E. heterophylla foi a espécie daninha mais agressiva, causando maior redução na produtividade da cultura do feijão-caupi;

O aumento na densidade populacional de *E. heterophylla*, *E. indica* e *A. hispidum* afetou negativamente o acúmulo de N e de P no tecido foliar do feijão-caupi;

A competição com plantas daninhas induziu a um incremento no conteúdo de cobre (Cu) no tecido foliar do feijão-caupi;

Recomenda-se medidas de controle, quando a densidade populacional das plantas daninhas estiver acima de 88 plantas m⁻², antes de seu florescimento.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM), pelo apoio financeiro concedido à realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v.22, n. 6, p.711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ARAÚJO, K. C.; SILVEIRA JÚNIOR, M. A.; FERREIRA, E. A.; BARROS SILVA, E.; PEREIRA, G. A. M.; SILVA, D. V.; LIMA, R. C. Crescimento do feijoeiro sob efeito de adubação e competição com plantas daninhas. **Nativa, Sinop**, vol.6, n. 1, p. 20-26, 2018. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v6i1.4686>
- BARCELLOS JUNIOR, L. H.; PEREIRA, G. A. M.; CAPOBIANGO, N. P.; SILVA, D. V.; BRAGA, R. R.; FERREIRA, E. A. Fitossociologia de plantas daninhas em cultivos de feijão sobre diferentes manejos de herbicidas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 15, n. 3, p. 221-231, 2016. <https://doi.org/10.7824/rbh.v15i3.479>
- CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; GUZZO, C. D. Interferência de *Euphorbia heterophylla* no crescimento e acúmulo de macronutrientes da soja. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 33-39, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000100004>
- COELHO, C.; DALVI, L.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, F. Produção e acúmulo de nutrientes de cultivares de feijoeiro sob competição com planta daninha. **Planta Daninha**, v. 37, 2019. <https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100151>
- CURY, J. P.; SANTOS, J. B.; SILVA, E. B.; BRAGA, R. R.; CARVALHO, F. P.; VALADÃO SILVA, D.; BYRRO, E. C. M. Eficiência nutricional de cultivares de feijão em competição com plantas daninhas. **Planta daninha**, v. 31, n. 1, p. 79-88, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582013000100009>
- FREITAS, F. C. L.; MEDEIROS, V. F. L. P.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, M. G. O.; NASCIMENTO, P. G. M. L.; NUNES, G. H. Interferência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 241-247, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000200005>
- FIALHO, C. M. T.; SILVA, A. A.; FARIA, A. T.; TORRES, L. G.; ROCHA, P. R. R.; SANTOS, J. B. Teor foliar de nutrientes em plantas daninhas e de café cultivadas em competição. **Planta daninha**, v. 30, n. 1, p. 65-73, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582012000100008>
- FRIED G.; CHAUVEL B.; REYNAUD P.; SACHE I. Diminuição na produção de culturas por plantas não nativas, pragas e patógenos. In: **Vilà M., Hulme P. (eds) Impacto das Invasões Biológicas nos Serviços Ecossistêmicos**. Natureza Invasora - Série Springer em Ecologia de Invasão, v. 12, 2017. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45121-3_6
- FONTES, J.; OLIVEIRA, I. J.; MORAIS, R. R.; MARTINS, G. **Atributos químicos e físicos do solo e produção de grãos em um latossolo amarelo de Rio Preto da Eva**,

AM, cultivado em Sistema Plantio Direto, 2016. Embrapa Amazônia Ocidental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E).

FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; SILVA, G. R.; BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 53, n. 2, p. 195-205, 2010. <https://doi.org/10.4322/rca.2011.028>

GONÇALVES, G. S.; CARVALHO, J. E.; GARCIA, M. V.; SANTOS, A. F.; SANTOS, G. A.; SILVA, J. F. Biomass Production and Mineral Nutrient Accumulation by Weeds and Sweet Orange Trees in the Amazonian. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n.4, 2019. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n4p419>

LAGE, P.; SILVEIRA JÚNIOR, M. A.; FERREIRA, E. A.; PEREIRA, G. A. M.; BARROS SILVA, E. Interferência do arranjo de plantas daninhas no crescimento do feijoeiro. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 3, p. 61-68, 2017. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i3.1568>

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: Terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4ª ed. Plantarum, Nova Odessa, Brasil, 640p, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas - Princípios e Aplicações**. 2 ed. Piracicaba, SP: Potafós, 319 p, 1997.

MENDONÇA, M.S.; BEBER, P.M.; NASCIMENTO, F.S.S.; SANTOS, V.B.; MARINHO, J.T. Importance and correlations of characters for cowpea diversity in traditional varieties. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 267-274, 2018. Doi: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180030>

MEKONNEN, G.; SHARMA, J. J.; NEGATU, L.; TANA, T. Effect of Planting Pattern and Weeding Frequency on Weed Infestation, Yield Components and Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) WALP. Wollo, Northern Ethiopia. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, v.6, n. 4, p.111-122, 2017. <https://doi.org/10.11648/j.aff.20170604.12>

NUNES, R. T. C.; SOUZA, U. O.; NETO, A. C. A.; MORAIS, O. M.; FOGAÇA, J. J. N.; SANTOS, J. L.; JOSÉ, A. R. S. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdênio e da população de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 3, p. 533-542, 2017. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA17028>

OHANMU, E.O.; IKHAJIAGBE, B. Competitive effect of prominent weeds on cowpea cultivar in a typical ultisol. **American Journal of Plant Physiology**, v.14, p. 1-8, 2019. <https://dx.doi.org/10.3923/ajpp.2019.1.8>

OLIVEIRA, I. J.; FONTES, J.; DIAS, M.; BARRETO, J. Recomendações técnicas para o cultivo de feijão-caupi no Estado do Amazonas. Embrapa Amazônia Ocidental-Circular Técnica, 2019. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1108059>

OLIVEIRA, K. J. A.; PESSÔA, U. C. M.; SANTOS SOUZA, A.; PIMENTA, T. A.; SILVEIRA MUNIZ, R. V.; ARAÚJO NETO, A. G. Efeito das práticas de manejo de plantas daninhas sobre a produção do feijão-caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. p. 535-539, 2017. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i3.5466>

OLIVEIRA, O. M. S.; SILVA, J. F.; GONÇALVES, J. R. P.; KLEHN, C. S. Período de convivência das plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta daninha**, v. 28, n. 3, p. 523-530, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582010000300009>

OSIPITAN, O. A. Weed interference and control in cowpea production: A review. **Journal of Agricultural science**, v.9, n.12, p. 11-20, 2017. <https://doi.org/10.5539/jas.v9n12p11>

OSIPITAN, O. A.; ADIGUN, J. A.; KOLAWOLE, R. O. Row spacing determines critical period of weed control in crop: Cowpea (*Vigna unguiculata*) as a case study. **Azarian Journal of Agriculture**, v.3 n.5, p. 90-96, 2016. <http://azarianjournals.ir/wp-content/uploads/aja16092901.pdf>

PEREIRA, L. S.; OLIVEIRA, G. S.; COSTA, E. M.; SOUSA, G. D.; SILVA, J. N.; SILVA, H. F.; JAKELAITIS, A. Manejo de plantas daninhas e rendimento de feijão-caupi utilizando plantas de cobertura do solo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 23044-23059, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n5-018>

RAMOS, R. F.; KASPARY, T. E.; BALARDIN, R. R.; DALLA NORA, D.; ANTONIOLI, Z. I.; BELLÉ, C. Plantas daninhas como hospedeiras dos nematoides-das-galhas. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 3, n. 1, p. 1-3, 2019. <http://dx.doi.org/10.29372/rab201906>

RONCHI, C. P.; TERRA, A. A.; SILVA, A. A. & FERREIRA, L. R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 219-227, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000200007>

R CORE TEAM. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAVEN, P.H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro, 2001, 906p.

SANT'ANA, E. V. P.; SANTOS, A. B. D.; SILVEIRA, P. M. D. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.4, p. 491-496, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632010000400012>

SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; OLIVEIRA, I. A.; PEREIRA, C. E.; CAMPOS, M. C. C. Crescimento de cultivares de feijão-caupi em solo de terra firme e várzea.

Ambiência Guarapuava, v. 13, n. 1, p. p.261-270, 2017.
<http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2017.01.17nt>

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2013, 918p.

VASCONCELOS JÚNIOR, J. F. S.; GARCIA, R. F.; RABELLO, W. S.; KLAVER, P. P. C; MANHÃES, C. M. C. Influência do sistema de cultivo nas características produtivas do feijão xodó (*Phaseolus vulgaris* L.). *Global Science and Technology*, v. 09, n.01, p. 68-75, 2016.