



Cowpea subjected to organic fertilization and management of the natural vegetation of the savannah of Roraima¹

Feijão-caupi submetido a adubação orgânica e manejos da vegetação natural da savana de Roraima

Djair Alves de Melo², Tocio Sedyama³, Antonio Alberto da Silva³, José Maria Arcanjo Alves⁴, José de Anchieta Alves de Albuquerque^{4*}, Sandra Cátia Pereira Uchôa⁴, Anderson Carlos de Melo Gonçalves⁴

Abstract: Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is one of the main sources of nutrients for a large part of the population. To increase your income, there is a need for proper management. This study aimed to evaluate yield components of the cowpea cultivar Aracê subjected to two levels of organic fertilization and three management of the natural vegetation of the savannah of Roraima. The experiment was set up in the experimental area of CCA/UFRR, in Boa Vista, Roraima. The experimental design was a randomized block design in a 3x2 factorial scheme, with four replications. The first factor consisted of the management of the natural vegetation: glyphosate application and cutting or not of the natural vegetation. The second factor consisted of the application or not of cattle manure. Yield components were plant height, number of trifoliolate leaves, percentage of normal pods, pod length, number of grains per pod, 100-grain weight, sample grain index, total grain index, and final stand. Organic fertilization with 2 L m⁻² of manure increased cowpea production. The management with vegetation cutting in areas with organic fertilization increased the final stand of cowpea plants. The desiccation of natural vegetation with glyphosate was the management that had the highest cowpea production.

Key words: Crop management. Glyphosate. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Resumo: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma das principais fontes de nutrientes para grande parte da população. Para o aumento de seu rendimento há a necessidade de manejo adequado. Objetivou-se com este trabalho avaliar os componentes de produção do feijão-caupi, cultivar Aracê, submetido a dois níveis de adubação orgânica e três formas de manejo da vegetação natural da savana de Roraima. O experimento foi instalado na área experimental do CCA/UFRR, em Boa Vista, Roraima. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, em esquema fatorial (3 x 2), com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu ao manejo da vegetação natural: com aplicação do herbicida glyphosate; com corte da vegetação natural e sem corte da vegetação natural. O segundo fator correspondeu à aplicação de esterco (com e sem aplicação de esterco bovino). Os componentes de produção foram: altura da planta, número de folhas trifolioladas, percentagem de vagens normais, comprimento de vagem, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos, índice de grão da amostra, índice de grão total e estande final. A adubação orgânica, empregando 2 L m⁻² de esterco bovino, eleva a produção do feijão-caupi. O manejo da vegetação com corte nas áreas com adubação orgânica eleva o estande final das plantas de feijão-caupi. A dessecação da vegetação natural com glyphosate é a forma de manejo da vegetação que determina a maior produção do feijão-caupi.

Palavras-chave: Glyphosate. Manejo de cultura. *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

*Corresponding author

Submitted for publication on 25/04/2021, approved on 13/05/2021 and published on 27/05/2021

¹Article extracted from the doctoral thesis work of the first author and *IN MEMORIAM* of the second author.

²Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Av. João da Mata, 256, Campus Picuí, Bairro Jaguaribe, Picuí, PB, Brasil. E-mail: djairifpb@gmail.com

³Universidade Federal de Viçosa (UFV), Av. Peter Henry Rolfs, s/nº, Campus Universitário, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Viçosa, MG, Brasil. E-mails: t.sedyama@ufv.br; aasilvapd@gmail.com

⁴Universidade Federal de Roraima (UFRR), BR 174, Km 12, s/nº, Campus do Cauamé, Bairro Monte Cristo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Boa Vista, RR, Brasil. E-mails: arcanjo.alves@ufr.br; anchietaufr@gmail.com; sandra.uchoa@ufr.br; anderson.agroufpb@yahoo.com

INTRODUCTION

Cowpea, popularly known in Brazil as feijão-de-corda or feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), is one of the most traditional foods in Brazil. Because it is rich in protein, iron, and carbohydrates, it is one of the primary sources of nutrients for a large part of the population, especially in the North and Northeast regions of Brazil, where its cultivation occurs mainly in small family properties. Cowpea is versatile and can be marketed as dried grains, green beans, green pods, acarajé flour, and seeds (ALVES *et al.*, 2009).

World production of dry cowpea was around 20 million tons, and Myanmar, India, Brazil, USA, China, Mexico, and Tanzania are among the largest producers. Brazil was second in the production of cowpea in 2015, with 2.5 million tons, while world production was 5.2 million tons, in which the main producers were Nigeria, followed by Niger, with approximately 2/3 of world production (FAO, 2018).

It is estimated that 70% of beans produced in Brazil are common beans (*Phaseolus vulgaris*) and 30% cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). The states of the North and Northeast do not fit this projection since bean production in these regions is almost exclusively cowpea (ALBUQUERQUE *et al.* 2015).

The predominant agriculture in the state of Roraima is of subsistence, in which farmers do not have enough capital to purchase mineral fertilizers, so the use of organic fertilizer have been an option to supply the essential nutrient needs. However, in recent years, concern about environmental degradation has brought to light the importance of sustainable agriculture, renewing interest in the use of manure (FERRO *et al.* 2018).

Organic fertilization using good quality manure and in an appropriate measure can supply the needs of plants in macronutrients, mainly by increasing the available P and N contents (OLIVEIRA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2011). In addition to nutrient supply, it favors soil structure, increasing moisture retention capacity, rainwater infiltration, microbial activity, and cation exchange capacity (SILVA *et al.*, 2012).

INTRODUÇÃO

O feijão-caupi, denominado popularmente como feijão-de-corda ou feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), é um dos alimentos mais tradicionais na mesa do povo brasileiro. Por ser rico em proteína, ferro e carboidratos, é uma das principais fontes de nutrientes para grande parte da população, principalmente, nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde seu cultivo se dá, principalmente, em pequenas propriedades familiares. O feijão-caupi é versátil, podendo ser comercializado na forma de grãos secos, grãos verdes, vagens verdes, farinha para acarajé e sementes (ALVES *et al.*, 2009).

A produção mundial de feijão-caupi seco foi em torno de 20 milhões de toneladas, e entre os países mais produtores estão: Mianmar, Índia, Brasil, EUA, China, México e Tanzânia. O Brasil, no ano de 2015, ocupou a segunda colocação na produção de feijão-caupi, com 2,5 milhões de toneladas, enquanto a produção mundial foi de 5,2 milhões de toneladas, onde os principais produtores foram a Nigéria seguida do Níger, com aproximadamente 2/3 da produção mundial (FAO, 2018).

Estima-se que 70% de feijão produzido no território brasileiro sejam do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e 30% do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Os Estados das regiões Norte e Nordeste não se enquadram nesta projeção, já que a produção de feijão nessas regiões chega a ser quase que exclusiva de feijão-caupi (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

A agricultura predominante no estado de Roraima é de subsistência, onde os agricultores não possuem capital suficiente para a aquisição de adubos minerais, portanto, o uso de adubação orgânica tem sido uma opção para suprir as necessidades de nutrientes essenciais. Todavia, nos últimos anos, a preocupação com a degradação ambiental trouxe à tona a importância de uma agricultura sustentável, renovando o interesse pelo uso do esterco (FERRO *et al.*, 2018).

A adubação orgânica, empregando esterco, na medida adequada e de boa qualidade, pode suprir as necessidades das plantas em macronutrientes, principalmente por elevar os teores de NP e S disponíveis (OLIVEIRA *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2011). Além do fornecimento de nutrientes, favorece a estrutura do solo, elevando a capacidade de retenção de umidade, infiltração da água da chuva, atividade microbiana e capacidade de troca de cátions (SILVA *et al.*, 2012).

Soils of the Brazilian cerrado generally present physical conditions for agriculture and have been gradually explored with annual crops, pastures, and, more recently, reforestation. The change from natural vegetation to farming systems causes profound alterations in soil attributes. Soil chemical and microbiological attributes are altered when an area of native cerrado vegetation is converted into pasture or grain cultivation areas (CARNEIRO *et al.*, 2009).

The maintenance of residues on the soil surface is an alternative to improve soil structure (FARIA *et al.*, 2018). The no-tillage system is a conservationist alternative for the economic and environmental sustainability of the agroecosystem (BESEN *et al.*, 2018).

Therefore, this study aimed to evaluate yield components of cowpea subjected to different soil management with or without organic fertilization addition and grown in an area newly incorporated into the production system in a savannah environment of the state of Roraima.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out in the experimental field of the Center for Agricultural Sciences of the Federal University of Roraima (CCA/UFRR), campus of Cauamé, Boa Vista, Roraima, Brazil, at a latitude of 2°52'15.49" N and longitude of 60°42'39.89" W, with 85 m of altitude. The soil of the area is classified as a Oxisols (BENEDETTI *et al.*, 2011). The regional climate is Aw (humid tropical), according to Köppen classification. The climate data were collected at the CCA/UFRR weather station (Figure 1).

A soil sampling was carried out before the experiment set up at depths of 0-10 and 10-20 cm for physical and chemical characterization (Table 1). Dolomitic limestone (100% total neutralizing power) was broadcast applied on the natural vegetation without incorporation at a dose of 1,500 kg ha⁻¹ after the area was demarcated, aiming to increase the base saturation to approximately 70%.

Os solos do cerrado brasileiro, em geral, apresentam condições físicas favoráveis à agricultura e vêm sendo, gradativamente, explorados com culturas anuais, pastagens e, mais recentemente, reflorestamentos. A mudança da vegetação natural para sistema de exploração agropecuária provoca alterações profundas nos atributos do solo. Quando uma área de vegetação nativa de cerrado é convertida em pastagem ou área de cultivo de grãos os atributos químicos e microbiológicos do solo são alterados (CARNEIRO *et al.*, 2009).

A manutenção dos resíduos sobre a superfície do solo se apresenta como alternativa para melhoria da estruturação do solo (FARIA *et al.* 2018). O sistema plantio direto é uma alternativa conservacionista para a sustentabilidade econômica e ambiental do agroecossistema (BESEN *et al.*, 2018).

Mediante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os componentes de produção do feijão-caupi submetido a diferentes formas de manejos do solo com ou sem adição de adubação orgânica, cultivado em área recém-incorporada ao sistema produtivo, em ambiente de savana do estado de Roraima.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Roraima - CCA/UFRR, Campus do Cauamé, município de Boa Vista em Roraima – Brasil, latitude 2° 52'15,49" N, longitude 60° 42'39,89" W e 85 m de altitude. O solo da área é classificado como Latossolo Amarelo distrófico (BENEDETTI *et al.*, 2011). O clima da região, classificado conforme Köppen, é Aw (tropical úmido). Os dados climáticos foram coletados na estação meteorológica do CCA/UFRR (Figura 1).

Antes da instalação do experimento foi realizada a amostragem do solo, nas camadas de 0-0,10 e de 0,10-0,20 m de profundidade, para caracterização física e química (Tabela 1). Após a demarcação da área experimental foi realizada a aplicação a lanço de calcário dolomítico (PRNT 100%) na quantidade de 1.500 kg ha⁻¹ sobre a vegetação natural, sem incorporação, visando elevar a saturação por bases a aproximadamente 70%.

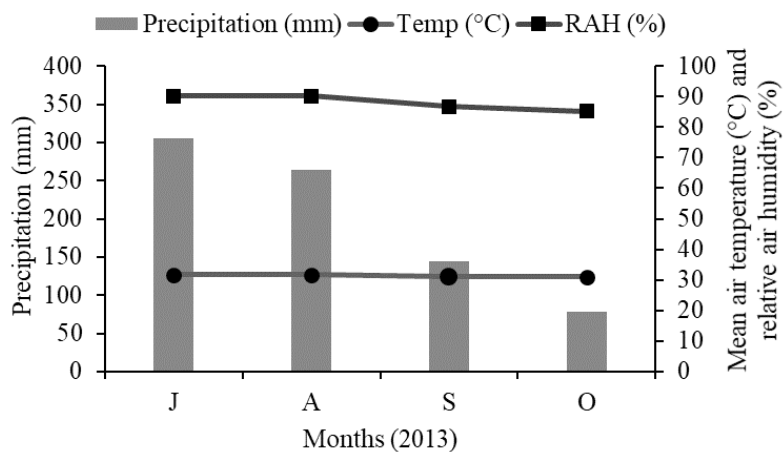


Figure 1 - Precipitation (mm), mean air temperature (°C), and relative air humidity (%) during the experimental period (July to October 2013). Data obtained from CCA/UFRR weather station.

Figura 1 - Precipitação pluvial (mm), temperatura média do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento em campo entre os meses de julho a outubro de 2011. Dados obtidos na estação meteorológica do CCA/UFRR.

Table 1 - Chemical and physical attributes of Oxisols at depths of 0-10 and 10-20 cm of the experimental area, municipality of Boa Vista, RR, CCA / UFRR

Tabela 1 - Atributos químicos e físicos do Latossolo Amarelo distrófico, camadas 0 – 0,10 e 0,10 – 0,20 m, da área experimental, município de Boa Vista, RR, CCA/UFRR

Depth	pH	OM	P-rem	V	m	P ^{1/}	K ^{1/}	Ca ^{2/}	Mg ^{2/}	Al ^{2/}	SB	Al+H3/	(t)	(T)
cm	H ₂ O	dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹	----- % -----		mg dm ⁻³		-----	-----	-----	cmol _c dm ⁻³ -----			
0-10	5.5	0.92	46.6	2.3	88.6	2.1	3	-	0.04	0.39	0.05	2.1	0.44	2.15
10-20	5.3	0.53	41.6	1.2	92.9	1.7	-	-	0.03	0.39	0.03	2.4	0.42	2.43

Analysis performed at the UFV Soil Laboratory; 1/ Mehlich Extractor - 1; 2/ KCl Extractor 1 mol L⁻¹; 3/ Ca Extractor (OAC) 2 0.5 mol L⁻¹, pH 7.0.

Análise realizada no Laboratório de Solos da UFV; 1/ Extrator Mehlich – 1; 2/ Extrator KCl 1 mol L⁻¹; 3/ Extrator Ca (OAC) 2 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0.

Fertilization was carried out in the entire experimental area at 20 days after liming and consisted of the broadcast application and without incorporation of 50 kg ha⁻¹ of FTE BR 12, 20 kg ha⁻¹ of N (urea), 102 kg ha⁻¹ of K₂O (potassium chloride), and 90 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (simple superphosphate), as recommended for cowpea cultivation in Oxisols of the Roraima savannah (SILVA *et al.* 2010).

A randomized block design in a 3×2 factorial scheme, with four replications, was used. The first factor consisted of the management of the natural vegetation: glyphosate application (2.5 L ha⁻¹; Roundup) and cutting or not of the natural vegetation. The second factor consisted of levels of organic fertilization (0 and 2 L m⁻² of cattle manure).

Ao vigésimo dia após a calagem foi feita a aplicação em toda área experimental, a lanço e sem o revolvimento do solo, de 50 kg ha⁻¹ de FTE BR 12; 20 kg ha⁻¹ de N, tendo como fonte ureia; 102 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio) e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples), conforme recomendação para a cultura do feijão-caupi, em Latossolo Amarelo da savana do estado de Roraima (SILVA *et al.*; 2010).

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial (3 x 2), com quatro repetições. O primeiro fator correspondeu aos manejos da vegetação natural: com aplicação do herbicida glyphosate (2,5 L ha⁻¹ - Roundup original), com corte da vegetação natural e sem corte da vegetação natural. O segundo fator correspondeu aos níveis de adubação orgânica (0 e 2 L m⁻² de esterco bovino.).

The experimental unit consisted of 7 m long and 5 m wide, leaving 1 m of front and 0.5 m of side borders, resulting in an area of 20 m². Plants were sown at a spacing of 0.30 m between pits and 0.5 m between rows.

Cowpea was sown at 48 days after liming. Seeds of the cultivar Aracê were inoculated with *Bradyrhizobium* BR 3262 strain in peat, as recommended by Zilli *et al.* (2011) for Roraima savannah conditions. The minimum rhizobium concentration was of the order of 10⁹ cells g⁻¹ of inoculant, with inoculation consisting of the application of 500 g of inoculant to 50 kg of seeds previously moistened in sugar solution (10% w v⁻¹) in the proportion of 6 mL kg⁻¹ of seeds, according to Hungria *et al.* (2001).

Sowing was performed using a manual seed planter, dropping five seeds per pit. Thinning was carried out at 15 days after planting (DAP), leaving three plants per pit in order to reach an initial population density of 200,000 plants per hectare. Pests were controlled at 20 DAP using the systemic insecticide of the neonicotinoid chemical group imidacloprid (700 g kg⁻¹; WG), mainly aiming at controlling the leafhopper (*Empoasca kraemeri*) and the cowpea aphid (*Aphis craccivora*).

The desiccation of the natural vegetation in treatments in which glyphosate was applied was carried out at seven days after soil chemical correction, as recommended by the manufacturer. Natural vegetation cutting was carried out at five days after chemical fertilization using a manual reel mower close to the soil in the respective treatments.

Manure was collected in a barn of the cattle sector of CCA/UFRR at the beginning of the rainy season (April) under shading and from animals grazing in a savannah area. The composition consisted of 11.78% moisture at 65 °C, 0.45% S, 22.01% total carbon, 1.61% N, 0.08% P, 0.45% K, 0.13% Ca, 0.32% Mg, 29.59 mg kg⁻¹ B, 1,772.30 mg kg⁻¹ Fe, 76.60 mg kg⁻¹ Zn, 376.30 mg kg⁻¹ Mn, and 24.10 mg kg⁻¹ Cu. This dry manure was broadcast applied out at a dose of 2.0 L m⁻² (7.5 t ha⁻¹) the day after soil correction.

Ten plants were randomly selected from the useful plot area at full flowering (45 DAP) to determine the height from the soil level until the petiole insertion of the last leaf with open leaflets on the main stem and number of trifoliolate leaves, counting all trifoliolate leaves with open leaflets present in the plant.

A unidade experimental foi constituída de 7 m de comprimento por 5 m de largura, deixando-se 1 m de bordadura frontal e 0,5 m de bordadura lateral, resultando numa área de 20 m². As plantas foram semeadas no espaçamento de 0,30 m entre covas e 0,5 m entre linhas.

Aos 48 dias após a calagem foi feito o plantio do feijão-caupi. Foram utilizadas sementes da cultivar Aracê, inoculadas com a estirpe de *Bradyrhizobium* BR 3262 em veículo turfoso, recomendada para as condições da savana de Roraima por Zilli *et al.* (2006). A concentração mínima de rizóbio foi da ordem de 10⁹ células g⁻¹ de inoculante, sendo que a inoculação consistiu na aplicação de 500 g de inoculante para 50 kg de sementes previamente umedecidas em solução açucarada (10% p v⁻¹) na proporção de 6 mL kg⁻¹ de semente, conforme Hungria *et al.* (2001).

O plantio foi efetuado manualmente com auxílio de matraca, deixando-se cair cinco sementes por cova. Aos 15 dias após o plantio (DAP) foi efetuado o desbaste, deixando-se três plantas por cova, perfazendo uma densidade populacional inicial de 200.000 plantas por hectare. Aos 20 DAP realizou-se a aplicação do inseticida à base de Imidacloprido (700 g kg⁻¹ - inseticida sistêmico do grupo químico neonicotinóide – grânulos dispersos) para controle de pragas, visando, principalmente, o controle da cigarrinha - verde (*Empoasca kraemeri*) e do pulgão preto (*Aphis craccivora*).

Nos tratamentos que foram aplicados o herbicida glyphosate, a dessecação da vegetação natural ocorreu sete dias após a correção química do solo, conforme a recomendação do fabricante. Para os tratamentos que utilizaram o corte da vegetação natural foi empregada roçadeira manual motorizada rente ao solo, sendo o corte realizado cinco dias após a adubação química.

O esterco utilizado foi coletado no estábulo do setor de bovinocultura do CCA/UFRR, no início do período chuvoso (abril), que se encontrava à sombra e proveniente de animais que pastejam em área de savana. A composição consistia em: 11,78% de umidade a 65 °C; 0,45% de S; 22,01% de Carbono Total; 1,61% de N; 0,08% de P; 0,45% de K; 0,13% de Ca; 0,32% de Mg; 29,59 mg kg⁻¹ de B; 1.772,30 mg kg⁻¹ de Fe; 76,60 mg kg⁻¹ de Zn; 376,30 mg kg⁻¹ de Mn; 24,10 mg kg⁻¹ de Cu. A aplicação desse esterco seco foi feita a lanço na quantidade de 2,0 L m⁻² (7,5 t ha⁻¹), no dia seguinte à correção mineral do solo.

No florescimento pleno, aos 45 DAP, foram selecionadas, ao acaso, dez plantas da área útil da parcela para determinação da altura (ALT), medida do nível do solo até a inserção do pecíolo da última folha com folíolos abertos na haste principal e o número de folhas trifolioladas, contando todas as folhas trifolioladas com folíolos abertos presentes na planta.

Dry-grain pods were harvested from the useful plot area at 57, 62 and 68 DAP. The first harvest was performed when 20% of the pods were dry. Final stand count was performed after the last pod harvesting in the useful area of the experimental units.

These pods were placed in paper bags after harvesting and dried in a forced-air ventilation oven at 50 ± 5 °C for 48 h. The number of normal and abnormal (pods with at least three cavities without grain filling or without end filling) pods were evaluated. Pods were threshed, and grains were packed in polyethylene terephthalate (PET) bottles with 12% grain water content. The percentage of normal pods was also calculated.

Pod length (cm), number of grains per pod (NGP), 100-grain weight (100GW, g), 10-pod sample grain index (SGI, %), where $SGI (\%) = (MG10V/MVG10V) \times 100$, total grain index (TGI, %), where $TGI (\%) = (MTG/MTVG) \times 100$, were evaluated in a sample of ten pods considered normal. Grain yield ($kg\ ha^{-1}$) was estimated using all grains from normal and abnormal pods of the useful area, with 12% moisture.

The data were subjected to analysis of variance ($p \leq 0.05$). The Tukey's test at 5% probability was used to compare the means using the software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTS AND DISCUSSION

According to the analysis of variance, the variables ten-pod sample grain index (SGI) and total grain yield of pod production (TGI) presented no significant differences ($p > 0.05$), with means of 88.45 and 65.0%, respectively. This absence of significance shows that sampling was adequate, although there is a large difference between indices.

The grain index values found for the cultivar Aracê in this study are higher than those found by Alves *et al.* (2009), who observed mean values of SGI between 69.93 and 78.07% for the cultivars UFRR Grão Verde and BRS Mazagão, respectively when grown in the savannah of Roraima.

A colheita das vagens com grãos secos foi feita aos 57, 62 e 68 DAP da área útil da parcela. A primeira colheita foi realizada quando 20% das vagens apresentavam-se secas. A contagem do estande final foi realizada após a última colheita das vagens na área útil das unidades experimentais.

Após a colheita, as vagens foram acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 50 ± 5 °C por 48 h. As variáveis avaliadas foram: número de vagens normais e anormais (vagens que apresentavam pelo menos três cavidades sem o preenchimento de grãos ou sem enchimento na extremidade). As vagens foram debulhadas e os grãos acondicionados em garrafas de politereftalato de etileno (PET) com 12% de teor de água no grão. Para efeito de análise, calculou-se a porcentagem de vagens normais (VN %).

Em uma amostra de dez vagens consideradas normais, avaliaram-se, ainda: comprimento de vagem (cm), número de grãos por vagem – NGV, massa de 100 grãos - M100G (g), índice de grão da amostra de 10 vagens – IGA (%), obtido por $IGA (\%) = (MG10V/MVG10V) \times 100$, índice de grão total - IGT (%), sendo $IGT (\%) = (MTG/MTVG) \times 100$. Para estimativa da produtividade de grãos, em $kg\ ha^{-1}$, utilizou-se todos os grãos provenientes das vagens normais e anormais da área útil, com umidade de 12%.

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Para a comparação das médias foi empregado o teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, as variáveis, índice de grão da amostra de dez vagens (IGA) e índice de grão total da produção de vagens (IGT), não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$), com médias de 88,45 e 65,0%, respectivamente. A ausência de significância demonstra que a amostragem foi adequada, embora se tenha diferença alta entre os índices.

Os valores de índice de grão encontrados para cultivar Aracê nesse estudo são superiores aos encontrados por Alves *et al.* (2009), que encontraram valores médios de IGA, entre 69,93% para a cultivar UFRR Grão Verde e 78,07% para a cultivar BRS Mazagão, quando cultivados na savana de Roraima.

The interaction between factors affected plant height and final stand ($p \leq 0.05$). For plant height, the management of the natural vegetation with glyphosate and the use of manure provided the highest height of cowpea plants (43.51 cm). On the other hand, the smallest plant height was obtained in the management with natural vegetation cutting and without using manure (30.27 cm) (Figure 2a).

A interação entre os fatores afetou as variáveis altura da planta de feijão-caupi e estande final do plantio ($p \leq 0,05$). Para altura da planta, o manejo da vegetação natural com glyphosate e uso do esterco, proporcionaram maior altura das plantas de feijão-caupi (43,51 cm). Por outro lado, a menor altura de planta foi obtida no manejo com corte da vegetação natural e sem o uso do esterco (30,27 cm) (Figura 2a).

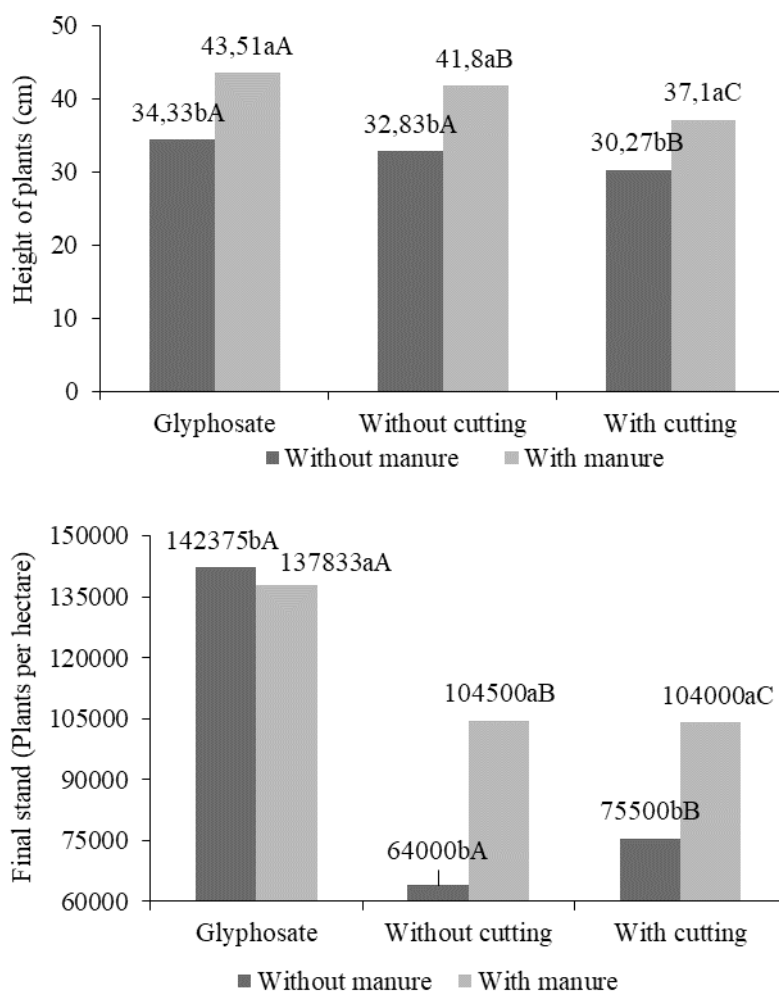


Figure 2 - Height of plants (a) and final stand (b) of cowpea plants of the cultivar Aracê at 45 days after planting as a function of the natural vegetation management and use of manure under savanna edaphoclimatic conditions of Roraima.

Means followed by the same uppercase (management) and lowercase (levels of organic fertilization) letters do not differ from each other by the Tukey's test at 5% probability.

Figura 2 - Altura da planta de feijão-caupi (a) e estande final (b), cultivar Aracê, aos 45 dias após o plantio, em função das formas de manejo da vegetação natural e da utilização de esterco, nas condições edafoclimáticas da savana de Roraima. Boa Vista-RR, 2014.

Médias seguidas da mesma letra, maiúsculas comparam formas de manejo e minúsculas comparam níveis de adubação orgânica, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

The final plant stand was higher in treatments in which the natural vegetation was desiccated by glyphosate, regardless of the use of manure. A stand reduction higher than 28% was observed in plots managed without and with natural vegetation cutting when no manure was added (Figure 2b).

The positive effect of vegetation management with glyphosate was due to the non-competition of natural vegetation, predominantly formed by dicots (MELO *et al.*, 2019), with cowpea, although glyphosate may favor the appearance of some species, such as *Digitaria insularis* and *Hynchelitrum repens* (TEIXEIRA JUNIOR *et al.*, 2020). On the other hand, manure addition improved soil physical and chemical attributes, contributing to better crop development.

Bastos *et al.* (2012) obtained a higher cowpea plant height at 35 days after emergence when the natural vegetation was desiccated with glyphosate. In Roraima, the cultivars recommended for cultivation include BRS Guariba and BRS Novaera of semi-erect growth habit and BRS Pajeú of semi-prostrate growth habit (LOCATELLI, 2014; CASTRO *et al.*, 2019).

The final plant stand was higher in treatments in which natural vegetation was desiccated by glyphosate, regardless of the use of manure (Figure 2b). Also, higher reductions in the final stand were found when manure was not added to plots managed without cutting (64,000 plants ha⁻¹) and with cutting (75,500 plants ha⁻¹) of the natural vegetation.

Competition at high intensity in the early stages of crop development may lead to the emergence of unproductive plants, causing a decrease in the final productive stand and, consequently, grain yield (BEZERRA *et al.*, 2010). According to Bezerra *et al.* (2012), scarcity or excess of plants per area is one of the causes of low cowpea yield in Brazil.

The coexistence with well-developed high-density weeds, mainly those that germinate and emerge along with the exploited crop, intensifies interspecific and intraspecific competition so that more developed and dominant weeds suppress smaller plants, and can lead them to death (Marques *et al.*, 2011). Oliveira *et al.* (2010b) evaluated the period of coexistence of weeds with cowpea and observed that the final stand, number of pods, and thousand-grain weight were directly reduced, also decreasing yield.

O estande final de plantas foi maior nos tratamentos em que a vegetação natural foi dessecada pelo glyphosate, independentemente da utilização do esterco. Quando não se fez a adição do esterco a redução do estande foi superior a 28% nas parcelas manejadas sem e com corte da vegetação natural (Figura 2b).

O efeito positivo do manejo da vegetação com glyphosate deveu-se a não concorrência da vegetação natural, predominantemente formada por dicotiledôneas (MELO *et al.*, 2019), com o feijão-caupi, apesar do glyphosate favorecer o surgimento de algumas espécies, como a *Digitaria insularis* e *Hynchelitrum repens* (TEIXEIRA JUNIOR *et al.*, 2020). Por outro lado, a adição do esterco, melhorou os atributos físicos e químicos do solo, contribuindo para o melhor desenvolvimento da cultura.

Estes resultados estão condizentes com os observados por Bastos *et al.* (2012), que obtiveram maior altura de planta de feijão-caupi, aos 35 dias após a emergência, quando a vegetação natural foi dessecada com glyphosate. Em Roraima, dentre as cultivares recomendadas para cultivo destacam-se: BRS Guariba e BRS Novaera de portes semi-ereto, e BRS Pajeú de porte semi-prostrado (LOCATELLI, 2014; CASTRO *et al.*, 2019).

O estande final de plantas foi maior nos tratamentos que a vegetação natural foi dessecada pelo glyphosate, independentemente da utilização do esterco (Figure 2b). Observa-se, ainda, que nos tratamentos sem adição do esterco, nas parcelas manejadas sem corte (64.000 plantas ha⁻¹) e com corte (75.500 plantas ha⁻¹) da vegetação natural, obteve-se as maiores reduções no estande final.

A competição em intensidade elevada, nos estádios iniciais do desenvolvimento da cultura, pode levar ao surgimento de plantas improdutivas, diminuir o estande produtivo final e, conseqüentemente, o rendimento de grãos (BEZERRA *et al.*, 2010). Para Bezerra *et al.* (2012) a escassez ou excesso de plantas por área é uma das causas da baixa produtividade do feijão-caupi no Brasil.

O convívio da cultura com plantas daninhas em alta densidade e bem desenvolvidas, sobretudo aquelas que germinaram e emergiram na mesma época, intensifica a competição interespecífica e intraespecífica, de modo que as plantas daninhas mais desenvolvidas e dominantes suprimem as plantas menores podendo levar a morte da cultura explorada (Marques *et al.*, 2011). Estudos realizados por Oliveira *et al.*, (2010) observaram que o estande final, número de vagem e peso de mil grão e produtividade são reduzidos em razão do elevado período de convivência entre cultura e plantas daninhas.

Table 2 shows the variables that were not affected by the interaction of the effects under study and the mean effect of each factor ($p \leq 0.05$). The application of cattle manure positively influenced the number of trifoliolate cowpea leaves (6.8 leaves), regardless of the management applied to the natural vegetation. However, the use of glyphosate favored a higher number of leaves present in the plant at 45 DAP (7.1 leaves per plant), regardless of manure application (Table 2). These data are similar to the results found by Bastos *et al.* (2012), who obtained a higher number of trifoliolate leaves (7.54 leaves per plant) when the natural vegetation was managed with glyphosate application.

The competition of weeds and/ or natural vegetation interferes with the number of cowpea trifoliolate leaves, which was evidenced by Pessôa *et al.* (2015), who found a reduction in the number of trifoliolate leaves from 11.37 to 5.81 leaves per plant when evaluating the interference of *Cyperus rotundus* on the growth of the cowpea cultivar BR 17 Gurguéia.

The percentage of abnormal pods was influenced only by the management of the natural vegetation (Tabela 2). Management without vegetation cutting increased the percentage of abnormal pods by 27.81%. Therefore, the competition between plants is a determining factor in pod quality.

Na Tabela 2 são apresentadas as variáveis que não foram afetadas pela interação dos efeitos em estudo, passando-se ao estudo do efeito médio de cada fator ($p \leq 0,05$). A aplicação do esterco bovino influenciou positivamente o número de folhas trifolioladas do feijão-caupi (6,8 folhas), independentemente dos manejos aplicados na vegetação natural. No entanto, o uso do glyphosate, independentemente da aplicação do esterco, favoreceu ao maior número de folhas presentes na planta aos 45 DAP (7,1 folhas por planta) (Tabela 2). Esses resultados estão condizentes com os de Bastos *et al.* (2012), que obtiveram maior número de folhas trifolioladas (7,54 folhas por planta) quando fez o manejo da vegetação natural com aplicação do glyphosate.

Os resultados indicam que a competição das plantas daninhas e/ou vegetação natural interferem no número de folhas trifolioladas do feijão-caupi, sendo, também, evidenciado por Pessôa *et al.* (2015), que constataram redução do número de folhas trifolioladas de 11,4 para 5,5 folhas por planta, ao avaliar a interferência de *Cyperus rotundus* no crescimento do feijão-caupi, cv. BR 17 Gurguéia.

A percentagem de vagens anormais foi influenciada apenas pelo manejo da vegetação natural (Tabela 2). O manejo sem corte da vegetação determinou aumento da percentagem de vagens anormais em 27,8%, portanto, a competição entre plantas é fator determinante na qualidade da vagem.

Table 2 - Agronomic variables of cowpea cultivar Aracê according to the management of the natural vegetation and use of manure under the edaphoclimatic conditions of the savannah of Roraima

Tabela 2 - Variáveis agronômicas do feijão-caupi, cultivar Aracê, em função das formas de manejo da vegetação natural e da utilização de esterco, nas condições edafoclimáticas da savana de Roraima. Boa Vista-RR, 2014

Variable	Manure		Natural vegetation management		
	Without	With	Glyphosate	Without Cutting	With Cutting
NTL	6.00b	6.80a	7.10A	5.80B	6.20B
PAP (%)	24.34a	23.47a	22.53A	27.81B	21.39A
PL (cm)	19.03b	19.31a	19.83A	18.88B	19.22AB
NGP	12.77b	13.60a	13.94A	12.60B	13.02B
100GW (g)	16.64b	17.04a	17.02A	16.86A	16.64A
Yield (kg ha ⁻¹)	361.03b	486.56a	707.91A	217.77C	345.71B

NTL – number of trifoliolate leaves; PAP – percentage of abnormal pods; PL – pod length; NGP – number of grains per pod; 100GW – 100 grain weight. Means followed by the same lowercase (levels of organic fertilization) and uppercase (management) letter do not differ from each other by the Tukey's test at 5% probability.

NFT - Número de folhas trifolioladas; VA - percentagem de vagens anormais; CV - comprimento da vagem; NGV - número de grãos por vagem; M100G - massa de 100 grãos; PROD - produtividade. Médias seguidas da mesma letra, minúsculas comparam níveis de adubação orgânica e maiúsculas comparam formas de manejo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).

Cattle manure application provided a higher growth of cowpea pods (19.6 cm), regardless of the management of the natural vegetation. On the other hand, the management without cutting the natural vegetation was unfavorable for pod size (18.9 cm) (Table 2).

Silva *et al.* (2011) evaluated twenty cowpea genotypes in Teresina, PI, and found values of mean pod lengths between 17.60 to 20.60 cm, and most genotypes showed pod lengths higher than 20 cm. However, Santos *et al.* (2011) studied yield components of four cowpea varieties in the Cariri microregion of Paraíba and observed unsatisfactory results for pod length regarding the commercial standards, and the variety that approached the commercial values was Epace-10, with a mean of 17.88 cm. Therefore, the cultivar Aracê presented pod length that can be considered satisfactory, being close to the limit established for the cultivar, which is 20 cm (SANTOS *et al.*, 2009).

The number of grains per pod was positively influenced by cattle manure addition and the management of the natural vegetation with glyphosate (Table 2). However, the mean values for each factor were below those described for this cultivar, defined as 15 grains (SANTOS *et al.*, 2009).

Andrade (2010) evaluated strains with green tegument and cotyledon for the unripe cowpea market and found 14.45 grains per pod for the strain that originated the cultivar Aracê. Thus, the management of the natural vegetation using glyphosate, although favoring this trait in this study, was not enough for the cultivar to fully express its genetic potential.

Cattle manure application benefited the 100-grain weight of cowpea, with a mean of 17.04 g, regardless of the management of the natural vegetation (Table 2). The 100-grain weight of cowpea was close to the description of the cultivar Aracê, with 18 g per 100 grains (SANTOS *et al.*, 2009). However, they are below the values found by Santos *et al.* (2011) and Silva *et al.* (2011) for other cowpea genotypes, with values ranging from 18.2 to 22.81 g. The data observed by Silva *et al.* (2017) when evaluating different cultivars of prostate and semi-prostate cowpea reached values of 14.41 g per 100 grains of the cultivar Aracê, which is lower than those found in the present study.

A aplicação do esterco bovino, independentemente da forma de manejo da vegetação, proporcionou maior crescimento das vagens do feijão-caupi (19,6 cm). Enquanto o manejo sem o corte da vegetação foi desfavorável para o tamanho das vagens (18,9 cm) (Tabela 2).

Avaliando 20 genótipos de feijão-caupi em Teresina-PI, Silva *et al.* (2011) encontraram valores de comprimentos médios de vagens entre 17,6 a 20,6 cm, sendo que a maioria dos genótipos apresentaram comprimento de vagens superior a 20,0 cm. No entanto, Santos *et al.* (2009), estudando componentes de produção de quatro variedades de feijão-caupi na microrregião do Cariri paraibano, observaram que as variedades estudadas não apresentaram comprimento para vagem satisfatórios para os padrões comerciais, a variedade que se aproximou dos valores comerciais foi a Epace-10 com 17,9 cm. Portanto, a cultivar Aracê apresentou comprimento de vagem que pode ser considerado satisfatório, encontrando-se próximo do limite estabelecido para a cultivar que é 20,0 cm (SANTOS *et al.*, 2009).

O número de grãos por vagem foi influenciado positivamente pela adição do esterco bovino e o manejo da vegetação natural com uso do glyphosate (Tabela 2). Os resultados médios para cada fator, no entanto, encontram-se abaixo do valor descrito para esta cultivar, definido em 15,0 grãos (SANTOS *et al.*, 2009).

Andrade (2010), ao avaliar linhagens de tegumento e cotilédone verdes para o mercado de feijão-caupi verde, encontrou 14,5 grãos por vagem para a linhagem que deu origem a cultivar Aracê. Portanto, constata-se que o manejo da vegetação natural com o uso do glyphosate, apesar de ter favorecido esta característica neste estudo, não foi suficiente para que a cultivar expressasse integralmente seu potencial genético.

A aplicação do esterco bovino beneficiou a massa de 100 grãos do feijão-caupi com média de 17,0 g, independentemente do manejo aplicado na vegetação natural (Tabela 2). Esse valor se aproxima da descrição da cultivar Aracê, com massa de 18,0 g para 100 grãos (SANTOS *et al.*, 2009). No entanto, estão abaixo dos valores encontrados por Santos *et al.* (2011) e Silva *et al.* (2011) para outros genótipos de feijão-caupi que variaram de 18,2 a 22,8 g. Dados observados por Silva *et al.* (2017) ao avaliarem diferentes cultivares de feijão-caupi de porte prostado e semi-prostado alcançaram valores de 14,4 g para 100 grãos da cultivar Aracê, valores inferiores aos encontrados no presente trabalho.

The addition of cattle manure provided an increase in cowpea dry grain production (35%), regardless of the management of the natural vegetation. However, glyphosate use determined a higher mean effect on final yield regardless of the use of manure, providing an increase in yield of more than 324% when compared to the treatment without cutting the vegetation and 204% for the treatment with vegetation cutting (Table 2).

The obtained yield is below that found in the literature for cowpea (ALVES *et al.*, 2009), but still above the mean yield of cowpea in the state of Roraima, which is 667 kg ha⁻¹ (IBGE, 2018). It indicates that the use of organic residues produced on the property provides, at a minimum, a yield above 400 kg ha⁻¹ in savannah opening areas. However, only organic fertilization will not supply the P demand of plants in soils with low fertility and high P deficiency (Table 1), directly reflecting on grain weight, which is well below the mean of 20 (VALERIANO *et al.*, 2019) and 24.5 g (SANTANA *et al.*, 2019) found in the literature in soils corrected according to soil analysis and crop recommendation and, consequently, yield.

However, production costs are low, which allows the incorporation of the producer in the production system. In addition to improving soil fertility due to increased soil cover, the increased input of organic matter and income generation for the producer can generate capital to invest in mineral fertilizers in subsequent crop seasons.

Cowpea yield in savannah areas of Roraima tended to be improved, provided that soil acidity and fertilization are corrected, as already observed by Alves *et al.* (2009), who reached a yield of up to 6,317.5 kg ha⁻¹ of cowpea in unripe pods. Oliveira *et al.* (2010) worked with doses of cattle manure and obtained maximum yield of dry grains of 3.03 and 2 t ha⁻¹ with and without mineral fertilizer, respectively. These values are higher than those found in this study but are justified by the high fertility of cultivation areas.

CONCLUSIONS

Manure application at a dose of 2.0 L m⁻² promoted an increased cowpea yield;

Cattle manure application in treatments with natural vegetation cutting ensured a higher final stand of the cowpea crop;

Desiccation of the natural vegetation with glyphosate contributed to increasing cowpea yield.

A adição do esterco bovino, independentemente do manejo da vegetação natural, proporcionou aumento na produção de grãos secos do feijão-caupi (35%). No entanto, o uso do glyphosate, independentemente do uso de esterco, determinou maior efeito médio sobre a produtividade final, proporcionando aumento na produtividade superior a 324%, quando comparado ao tratamento sem corte da vegetação, e de 204% para tratamento com corte da vegetação (Tabela 2).

Embora, a produtividade obtida esteja aquém das observadas na literatura para feijão-caupi (ALVES *et al.*, 2009), mas está acima da produtividade média de feijão-caupi do estado de Roraima, 667 kg ha⁻¹ (IBGE, 2018). Esses resultados conduzem a indicação que o aproveitamento dos resíduos orgânicos produzidos na propriedade proporciona, minimamente, produtividade acima dos 400 kg ha⁻¹ em área de abertura da savana. Evidentemente, que em solos com baixa fertilidade e baixa disponibilidade de P (Tabela 1), apenas a adubação orgânica não suprirá essa deficiência. Essa condição afetou diretamente a massa do grão e, conseqüentemente a produtividade, muito abaixo da média observada na literatura que é de 20 g (VALERIANO *et al.* 2019) e 24,5 g (SANTANA *et al.*, 2019), em solos corrigidos de acordo com a análise do solo e recomendação para a cultura.

Entretanto, o uso de resíduos da propriedade não requer investimentos, o que permite a incorporação do produtor no sistema de produção. Além da melhoria da fertilidade do solo em razão da maior cobertura do solo, maior entrada de matéria orgânica e geração de receita para o produtor que pode vir a investir em fertilizantes minerais nos cultivos subsequentes.

A produtividade de feijão-caupi em área de savana de Roraima tende a melhorar, desde que sejam realizadas a correção da acidez do solo e adubação, como observado por Alves *et al.* (2009), que alcançaram produtividade de até 6.317,5 kg ha⁻¹ de feijão-caupi em vagem verde. Oliveira *et al.* (2010), trabalhando com doses de esterco bovino obtiveram rendimento máximo de grãos secos de 3,03 e 2,00 t ha⁻¹, com e sem adubo mineral, respectivamente. Esses valores são superiores ao encontrado nesse trabalho, todavia justifica-se pela alta fertilidade das áreas de cultivo.

CONCLUSÕES

A aplicação do esterco na quantidade de 2,0 L m⁻² promove aumento da produção do feijão-caupi;

A aplicação do esterco bovino nos tratamentos com o corte da vegetação natural garante maior estande final da cultura do feijão-caupi;

A dessecação da vegetação natural com glyphosate contribui para o aumento da produtividade do feijão-caupi.

CITED SCIENTIFIC LITERATURE

- ALBUQUERQUE, J. A. A.; OLIVA, L. S. de C.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; MELO, D. A. Cultivation of cassava and cowpea in intercropping systems held in Roraima's savannah, Brazil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 388-395, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20150018>
- ALVES, J. M. A.; ARAÚJO, N. P.; UCHÔA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, A. J.; RODRIGUES, G. S.; SILVA, D. C. O. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v3i1.243>
- ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. D. M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 253-258, 2010.
- BASTOS, V. J.; MELO, D. A.; ALVES, J. M. A.; UCHÔA, S. C. P.; SILVA, P. M. C.; JUNIOR, D. L. T. Avaliação da fixação biológica de nitrogênio em feijão-caupi submetido a diferentes manejos da vegetação natural da savana de Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 6, n. 2, p. 133-139, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v6i2.851>
- BENEDETTI, U. G.; VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; MELO, V. F.; UCHÔA, S. C. P. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos plioleustocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 35, n. 2, p. 299-312, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000200002>
- BESEN, M. R.; HENRIQUE, R. R.; MONTEIRO, A. N. T. R.; SEIKI, I. G.; PIVA, J. T. Práticas conservacionistas do solo e emissão de gases do efeito estufa no Brasil. **Scientia Agropecuaria**, v. 9, n. 3, p. 429-439, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.03.15>
- BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1239-1245, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001000005>
- BEZERRA, A. A. C.; NETO, F. A.; NEVES, A. C.; MAGGIONI, K. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 55, n. 3, p. 184-189, 2012.
- CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PEREIRA, H. S.; AZEVEDO, R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000100016>
- CASTRO, S. T.; ROCHA, P. R. R.; BARRETO, G. F.; MAIA, S. S.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ALVES, J. M. A. Weed interference in semi-erect and semi-prostrate cowpea cultivars. **Planta Daninha**, v. 37, p. e019196146, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582019370100080>
- FAOSTAT. Crops. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 17 abr. 2021.
- FARIA, T. G.; OLIVEIRA, G. H.; SILVA, M. S.; REZENDE, R. P.; ABREU, V. L. S. Influência de sistemas de preparo na manutenção da palhada e resistência do solo à penetração. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 2, p. 25-30, 2018. DOI: <https://doi.org/10.32404/rean.v5i2.2220>
- FERRO, A. E. M. M.; BORSOI, A.; SOUZA, L. C.; ROSSET, J. S. Atributos agronômicos da cultura do trigo sob diferentes fontes de adubação. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 3, p. 50-59, 2018. DOI: <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v7i3.18129>
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. **Circular Técnica 35**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Rio de Janeiro, v. 26, n. 1, p. 5-63, 2018.
- LOCATELLI, V. E. R.; MEDEIROS, R. D.; SMIDERLE, O. J.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ARAUJO, W. F. Desenvolvimento vegetativo de cultivares de feijão-caupi sob lâminas de irrigação no cerrado Roraimense. **Irriga**, v. 1, p. 28, 2018. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v1n1p28-39>

- MARQUES, L. J. P.; SILVA, M. R. M.; LOPES, G. S.; CORRÊA, M. J. P.; ARAUJO, M. S.; COSTA, E. A.; MUNIZ, F. H. Dinâmica de populações e fitossociologia de plantas daninhas no cultivo do feijão-caupi e mandioca no sistema corte e queima com o uso de arado. **Planta Daninha**, v. 29, Número Especial, p. 981-989, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582011000500004>
- OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 36-40, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000100007>
- OLIVEIRA, O. M. S.; SILVA, J. F.; GONÇALVES, J. R. P.; KLEHM, C. S. Período de convivência das plantas de plantas daninhas com cultivares de feijão-caupi em várzea no Amazonas. **Planta Daninha**, v. 28, n. 3, p. 523-530, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582010000300009>
- PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; CRUZ, P. J.; ROCHA, M. M.; CRUZ, E. M. O.; ROCHA, M. A. C.; BAHIA, H. F.; SALDANHA, R. B. Divergência genética em feijão-caupi. **Bragantina**, v. 66, n. 4, p. 579-586, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052007000400007>
- PESSÔA, U. C. M.; TERCEIRO, E. N. S.; SOUZA, A. S.; SOARES FILHO, A. A.; PIMENTA, T. A. Interferência de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e da compactação do solo no crescimento do feijão-caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5 (Especial), p. 61-69, 2015. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v10i5.4068>
- SANTANA, S. R. A.; MEDEIROS, J. E.; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J.; SILVA, J. W.; COSTA, A. F.; BASTOS, G. Q. Genetic divergence among cowpea genotypes by morphoagronomic traits. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 3, p. 841-850, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252019v32n329rc>
- SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, C. H.; SANTOS, M. C. C. A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão-caupi na microrregião cariri paraibano. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 214-222, 2009.
- SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C. Produção de cultivares de feijão-macáçar no Brejo paraibano. **Tecnologia e Ciência agropecuária**, v. 5, n. 2, p. 17-21, 2011.
- SILVA, A. J.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; LIMA, A. C. S.; SANTOS, C. S. V.; OLIVEIRA, J. F.; MELO, V. F. Resposta do feijão-caupi a doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo do estado de Roraima. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 1, p. 31-36, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000100004>
- SILVA, G. C.; MAGALHÃES, R. C.; SOBREIRA, A. C.; SCHMITZ, R.; SILVA, L. C. Rendimento de grãos secos e componentes de produção de genótipos de feijão-caupi em cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 4, p. 342-350, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3385>
- SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiente**, v. 16, n. 3, p. 253-257, 2012.
- SILVA, J. E. C. D.; SANTOS, A. C. D.; SILVA NETO, S. P. D.; DIM, V. P.; ALEXANDRINO, E. Substituição de nitrogênio por esterco bovino na produtividade de forragem e qualidade do solo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 12, n. 4, p. 852-866, 2011.
- TEIXEIRA JUNIOR, D. L.; ALVES, J. M. A.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; ROCHA, P. R. R.; CASTRO, T. S.; BARRETO, G. F. Ocorrência de plantas daninhas na cultura do feijão-caupi sob quatro manejos na Amazônia Ocidental. **Nativa**, v. 8, p. 427-435, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v8i3.8949>
- VALERIANO, T. T. B.; BORGES, R. M.; ALMEIDA, F. S.; SILVA NETO, O. F.; SANTANA, M. J.; SILVA, K. A. Desempenho agrônomico de cultivares de feijão-caupi em função da densidade de plantas. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, v. 5, n. 1, p. 12-17, 2019.
- ZILLI, J. E.; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAÚJO, J. L.; FREIRE FILHO, F. R.; NEVES, M. C. P. N. Caracterização e avaliação da eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* em caupi nos solos de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 811-818, 2006.
- ZILLI, J. E.; VILARINHO, A. A.; ALVES, J. M. A. **A Cultura do Feijão-Caupi na Amazônia Brasileira**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2009. 356p.