

Scientific Electronic Archives

Issue ID: Sci. Elec. Arch. Vol. 13 (9)

September 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/13920201069>

Article link

<http://sea.ufr.edu.br/index.php?journal=SEA&page=article&op=view&path%5B%5D=1069&path%5B%5D=pdf>

Included in DOAJ, AGRIS, Latindex, Journal TOCs, CORE, Discoursio Open Science, Science Gate, GFAR, CIARDRING, Academic Journals Database and NTHRYS Technologies, Portal de Periódicos CAPES, CrossRef, ICI Journals Master List.



Efeito da variabilidade pluviométrica na produção de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. no Semiárido da Paraíba

Effect of rainfall variability on the production of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. in the semi-arid region of Paraíba

L. D. R. Silva¹, P. H. A. Cartaxo¹, M. C. Silva¹, K. S. Gonzaga¹, D. B. Araújo¹, E. S. Sousa¹, J. P. O. Santos¹

¹ Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias

* Author for correspondence: danel.luiz06@hotmail.com

Resumo. A produção agrícola nas áreas semiáridas do globo é dependente de espécies adaptadas a condições de baixa disponibilidade de recursos, como por exemplo água. O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é uma leguminosa amplamente cultivada em regiões com restrições hídricas, no entanto, mesmo com sua boa capacidade de adaptação, assim com as outras culturas agrícolas é vulnerável aos efeitos da ocorrência de estiagens prolongadas. Nesse sentido, essa pesquisa objetivou analisar a influência dos padrões de precipitação pluviométrica na dinâmica de produção de feijão-caupi durante o período de quinze anos (2002-2016) no município de Conceição, Paraíba, Brasil. Uma matriz de correlação foi utilizada para analisar a influência da precipitação sobre as variáveis de produção da cultura do feijão-caupi, assim como a relação entre essas variáveis. Posteriormente realizou-se uma Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados evidenciaram forte redução nas variáveis produtivas do feijão-caupi a partir do ano de 2012, o que se deve a redução da precipitação pluviométrica nesse período e foi comprovado através da matriz de correção, que mostrou correlação positiva da precipitação pluviométrica principalmente com a área plantada e colhida. A ACP registrou 91,02% de explicação nos dois primeiros eixos, e demonstrou que para produção e produtividade, outros fatores além de bons índices pluviométricos são necessários para o aumento dos resultados produtivos do feijão-caupi no município.

Palavras-chaves: Agricultura familiar, estiagens, feijão-caupi.

Abstract. Agricultural production in semi-arid areas of the globe is dependent on species adapted to conditions of low availability of resources, such as water. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) is a vegetable widely grown in regions with water restrictions, however, even with its good adaptability, it is vulnerable to the effects of prolonged droughts. In this sense, this research aimed to analyze the influence of rainfall patterns on the production dynamics of cowpea during the period of fifteen years (2002-2016) in the municipality of Conceição, Paraíba, Brazil. A correlation matrix was used to analyze the influence of precipitation on the production variables of the cowpea crop, as well as the relationship between these variables. Subsequently, the Principal Component Analysis (PCA) was carried out. The results showed a strong reduction in the production variables of cowpea from the year 2012, which is due to the reduction of rainfall in this period and was proven through the correction matrix, which showed a positive correlation of rainfall mainly with the planted and harvested area. The PCA recorded 91.02% of explanation in the first two axes, and demonstrated that for production and productivity, other factors in addition to good rainfall levels are necessary to increase the productive results of cowpea in the municipality.

Keywords: Family farming, droughts, cowpea.

Introdução

As regiões semiáridas ocupam 30% da área do planeta Terra e abrangem territórios nas Américas, Oceania, Ásia e África. Na América do Sul, essas regiões estão localizadas na Venezuela, Colômbia, Argentina, Chile, Equador e Brasil

(Rossato et al., 2017). Mais de 600 milhões de pessoas habitam as regiões semiáridas do mundo, a maioria delas são pequenos agricultores e criadores de animais, caracterizados em sua maioria por possuírem pequenas propriedades e dependerem das condições climáticas para a prática

da agricultura de subsistência e produção animal (Goldblatt et al., 2017).

No Brasil, 1.136 municípios estão inseridos na região semiárida, distribuídos em oito estados da região Nordeste e em uma pequena parte da região Sudeste, ocupando uma área de 969.589,4 km² (Rossato et al., 2017). Nessa região, os sistemas de produção agrícola são estritamente dependentes da ocorrência de chuvas, no entanto, estas são localmente caracterizadas por elevada sazonalidade e padrões irregulares de distribuição (Martins et al., 2019). Dessa forma, padrões extremos de precipitação e/ou variabilidade tornam-se um risco crítico para a produção agrícola dessa região (Olayide et al., 2016).

A chuva é a variável hidrológica mais importante para a agricultura em áreas áridas e semiáridas, afetando significativamente esse setor produtivo, visto que a chuva é a principal fonte de água para a produção agrícola local, sendo fator determinante para a escolha das culturas cultivadas e seus rendimentos (Yousif et al., 2018).

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), é amplamente cultivado em regiões secas da África, América Latina, Sudeste Asiático e regiões sudoeste da América do Norte, o que se deve a sua vantagem ambiental de crescer em áreas com baixa disponibilidade de água e insumos (Gonçalves et al., 2016). Essa cultura é uma das leguminosas mais importantes e amplamente cultivadas no mundo, representando uma importante fonte alimentar para milhões de pessoas, principalmente por suas características nutricionais, como altos teores de carboidratos (63%) e proteínas (25%), baixo teor de gordura (1,5%), e presença de diversas vitaminas, minerais (Ca, P, Fe), folato, tiamina e riboflavina (Xiong et al., 2016).

No semiárido do Brasil, o feijão-caupi é cultivado majoritariamente em regime de sequeiro (Andrade Junior, 2018), dessa forma, trata-se de uma cultura altamente vulnerável a variações de precipitação (Granados et al., 2017). Esse nível de vulnerabilidade a fatores climáticos expõe os meios de subsistência agrícola dos agricultores do semiárido a condições catastróficas, com graves implicações para a manutenção da segurança alimentar e sustentabilidade agrícola dessa região (Olayide; Alabi, 2018). Ademais, apesar de sua importância, o feijão-caupi ainda é tratado como uma lavoura marginalizada, recebendo pouca atenção do ponto de vista da pesquisa, sendo menos estudado do que outras leguminosas, como feijão comum, grão de bico, ervilha e soja (Chen et al., 2017). Nesse sentido, o presente trabalho objetivou analisar a influência dos padrões de precipitação pluviométrica na dinâmica de produção de feijão-caupi durante o período de quinze anos no município de Conceição, semiárido da Paraíba, Nordeste do Brasil.

Métodos

Área de estudo

O município de Conceição (Figura 1) possui uma área de 579,43 km² e uma população estimada é de 18.982 habitantes. Está localizado na região oeste do estado da Paraíba, na microrregião de Itaporanga e nos domínios do bioma Caatinga (IBGE, 2020).

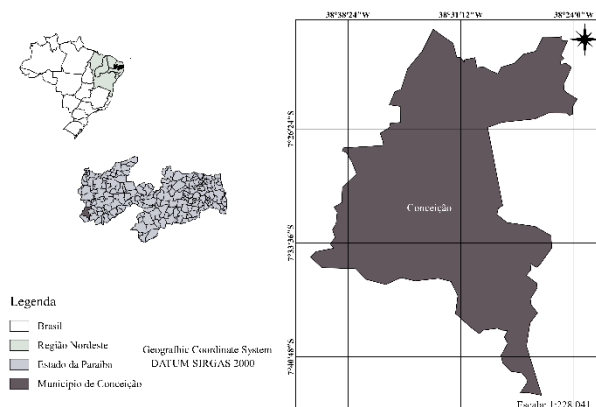


Figura 1. Localização do município de Conceição, Paraíba.

Fonte de dados

Foram levantados os dados de área plantada (ha), área colhida (ha), produção (t) e produtividade (kg.ha⁻¹) do feijão caupi durante o período de 2002 a 2016 no município de Conceição. Para tanto, utilizou-se o banco de dados da Produção Agrícola Municipal - Lavoura Temporária do IBGE, sendo para isso utilizado o Sistema de Recuperação Automática (SIDRA). Os dados referentes a precipitação pluviométrica no município em estudo durante os 15 anos em análise foram obtidos junto ao site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs).

Análise estatística

Buscando-se analisar a influência da precipitação sobre as variáveis de produção da cultura do feijão-caupi, assim como a relação entre essas variáveis, utilizou-se uma matriz de correlação. Utilizou-se uma análise descritiva de componentes principais (ACP) para determinar os padrões de variabilidade temporal das variáveis de produção do feijão-caupi com a precipitação média anual (mm). Esse tipo de análise é importante por ter a capacidade de reduzir o número de variáveis originais de um conjunto de dados, identificando o padrão de correlações ou de covariâncias entre elas e gerando um número menor de novas variáveis, permitindo assim, uma simplificação estrutural do número de dados com o mínimo possível de perdas das informações dos dados originais (Lopes et al., 2019). O programa utilizado foi o R (R Development Core Team, 2006).

Resultados e Discussão

A precipitação pluviométrica no período em estudo, no município de Conceição, apresentou elevada variabilidade (Tabela 1), comportamento comum em regiões semiáridas, onde a insuficiência hídrica proporciona condições desfavoráveis ao desenvolvimento agrícola durante grande parte do ano (Berhane et al., 2020). Observou-se valores para essa variável entre 1053,10 mm (2004) e 288,1 mm (2012) (Tabela 1), com 11 dos 15 anos em monitoramento com registros de precipitação anual abaixo da média climatológica local, que é de 868,7 mm (AESA, 2020). Cenário ainda mais alarmante para o período de 2010 a 2016, em que todos os anos apresentaram déficit nos acumulados anuais de chuva.

A vulnerabilidade às alterações climáticas é peculiar dessas regiões, devido principalmente a precipitação pluviométrica e temperatura, que em suas oscilações futuras podem tornar essas regiões em áridas, implicando em mudanças socioeconômicas (Marengo; Bernasconi, 2015). Dessa forma, a continuidade da atividade agrícola e a segurança alimentar de milhares de pequenos agricultores estão expostas ao risco da ocorrência de seca, visto que as populações rurais do Semiárido estão intrinsecamente ligadas a atividades econômicas relacionadas à agricultura e pecuária, sendo destas dependentes em um ambiente altamente vulnerável (Rossato et al., 2017).

A área plantada com feijão-caupi ocupou em média 3262,13 hectares anuais, no entanto, observa-se forte redução desse parâmetro a partir do ano de 2012, culminado em valores mínimos de 1000 ha plantados no ano de 2015 (Tabela 1). O ano de 2012 é marcado por ser o início de umas das mais longas e severas estiagens da história

recente do Nordeste brasileiro, evento que impactou significativamente na economia local, principalmente no setor agropecuário (Cunha et al., 2018). Durante esse período, as culturas temporárias, como o feijão-caupi, foram as mais atingidas (Duarte et al., 2018).

Na área colhida, observa-se comportamento semelhante a área plantada, com discrepâncias nos mesmo intervalos supracitados, principalmente no ano de 2012, que além da redução já explicitada para a área plantada, apresentou uma redução drástica na área colhida com feijão-caupi. Comportamento também semelhante pode ser observado para o ano de 2013, que embora tenha apresentado a maior precipitação pluviométrica entre os últimos cinco anos monitorados, apresentou área colhida inferior a área plantada, o que pode ser atribuído a distribuição irregular das chuvas. A ocorrência de déficits hídricos durante o desenvolvimento das culturas agrícolas, impactam diretamente na sua produção, visto que esses eventos influenciam na fisiologia das plantas, resultando em efeitos negativos no seu desempenho (Chai et al., 2016).

A produção de feijão no município de Conceição foi relativamente baixa, com valores máximos de 1843 toneladas (Tabela 1). Cabe destacar a elevada variabilidade desse parâmetro entre os anos monitorados, com queda de até 99,3% de um ano para outro (2011-2012). Embora o feijão-caupi seja uma leguminosa adaptada a condições de baixa disponibilidade de água quando comparado a outras culturas, sua produção pode ser prejudicada por chuvas irregulares durante seu desenvolvimento, acarretando assim em perdas expressivas (Nascimento et al., 2011; Boukar et al., 2018).

Tabela 1. Precipitação pluviométrica e variáveis de produção de feijão-caupi no município de Conceição – PB, durante o período de 2002 a 2016¹.

Ano	Precipitação (mm)	Área Plantada (ha)	Área Colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (kg.ha ⁻¹)
2002	774,8	5008	5008	751	149
2003	618,6	4282	4282	1071	250
2004	1053,10	4505	4505	365	81
2005	695,4	3312	3312	501	151
2006	882,3	4505	4505	1625	360
2007	561,9	4005	4005	205	51
2008	929,8	5255	5255	1843	350
2009	962,5	4510	3510	710	202
2010	719,3	2500	2000	100	50
2011	693,4	3500	3500	700	200
2012	288,1	2200	100	5	50
2013	776,4	1350	350	7	20
2014	496,3	1800	1800	360	200
2015	500	1000	1000	60	60
2016	436,3	1200	1200	72	60

¹ Fonte: IBGE, AESA.

A produtividade do feijão-caupi também se mostrou baixa, até mesmo em períodos em que a precipitação pluviométrica foi superior à média

climatológica anual, com valores máximos de 360 kg.ha⁻¹. Dessa forma, percebe-se que para essa variável, para além da necessidade de bons índices

pluviométricos, há a necessidade da incorporação de melhores técnicas de produção, como por exemplo, o uso de fertilizantes e manejo adequado dessa cultura. Baixos teores de matéria orgânica e fósforo nos solos tropicais onde o feijão-caupi é cultivado, representam grandes restrições para a produção dessa leguminosa (BOUKAR et al., 2018). A baixa tecnificação é um dos fatores que mais impactam na produtividade das culturas produzidas no Semiárido do Brasil, principalmente no estado da Paraíba, onde o uso de insumos tecnológicos no meio agrícola ainda é escasso (BATISTA et al., 2018).

A matriz de correlação entre a precipitação pluviométrica e as variáveis de produção do feijão-caupi (Figura 2) evidenciou uma correlação positiva da precipitação com a área plantada ($r = 0,68$), da mesma forma, foi observado comportamento similar para a área colhida ($r = 0,67$). Resultados que atestam, que para o município em questão, a

ocorrência de bons índices pluviométricos é essencial para a implantação dessa cultura, e impacta diretamente nas áreas que futuramente serão colhidas, corroborando com Araújo et al. (2019), que afirmam que o cultivo em sequeiro de feijão-caupi enfrenta dentre várias dificuldades, a dependência da chegada do período de chuvas para o início da semeadura dessa cultura, e é dependente desses eventos para que se atinja uma produção satisfatória. No entanto, após o início do período chuvoso, e plantio das lavouras, um problema comum nessas regiões é a ocorrência de veranicos, que são períodos secos durante a estação chuvosa, eventos estes que dependendo de sua intensidade e duração, podem causar danos significativos às culturas de subsistência (ALVALÁ et al., 2017). Situação que poderia ser diferente se os agricultores de Conceição adotassem práticas como a irrigação, diminuindo assim a dependência dos fatores climáticos (DUARTE et al., 2018).

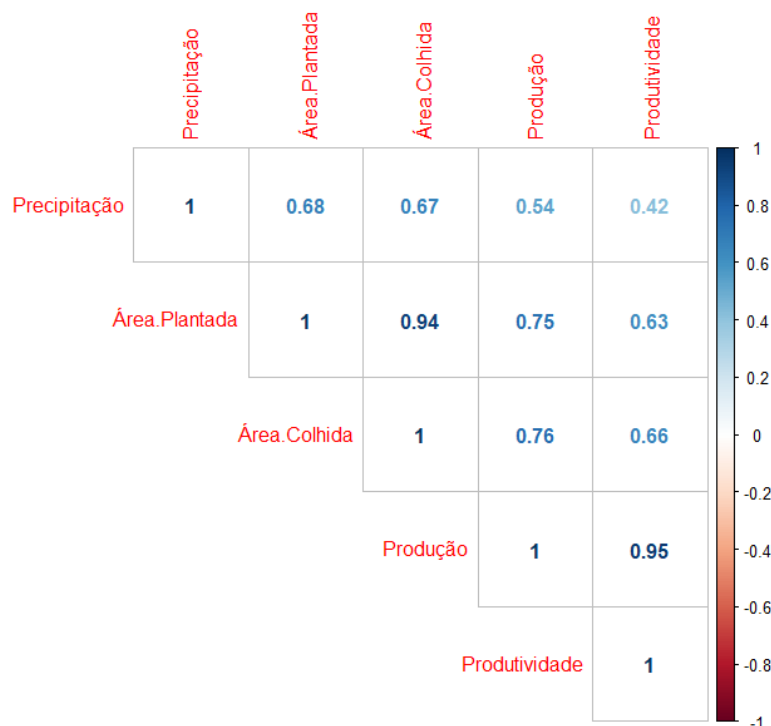


Figura 2. Matriz de Correlação entre as Variáveis Analisadas.

Ao se analisar a correlação entre precipitação pluviométrica e produção ($r = 0,54$), e precipitação e produtividade ($r = 0,42$), percebe-se que esta é moderada, atestando assim, que embora a chuva seja decisiva para o plantio e o desenvolvimento do feijão-caupi até o ponto de colheita, outros fatores, além dos climáticos, são determinantes para obtenção de bons índices produtivos, como por exemplo, além do grau de tecnificação empregado, a não ocorrência de pragas e doenças (ALEMU et al., 2019). Fortes correlações foram observadas entre área plantada e área colhida ($r = 0,94$), e produção e produtividade ($r =$

$0,95$), variáveis estas que apresentam elevado grau de dependência.

Por meio da Análise de Componentes Principais (ACP), foi possível explicar 91,02% da variância original dos dados nos dois primeiros eixos (Figura 3). No eixo 1, que explicou 76,49% da variância, as variáveis com maior associação foram a área plantada ($r = 0,47$), área colhida ($r = 0,47$) e produção ($r = 0,47$). Ainda no eixo 1, é possível observar a formação de um agrupamento dos anos de 2012, 2015 e 2016. Anos que se destacaram por forte queda na produção e baixa precipitação pluviométrica.

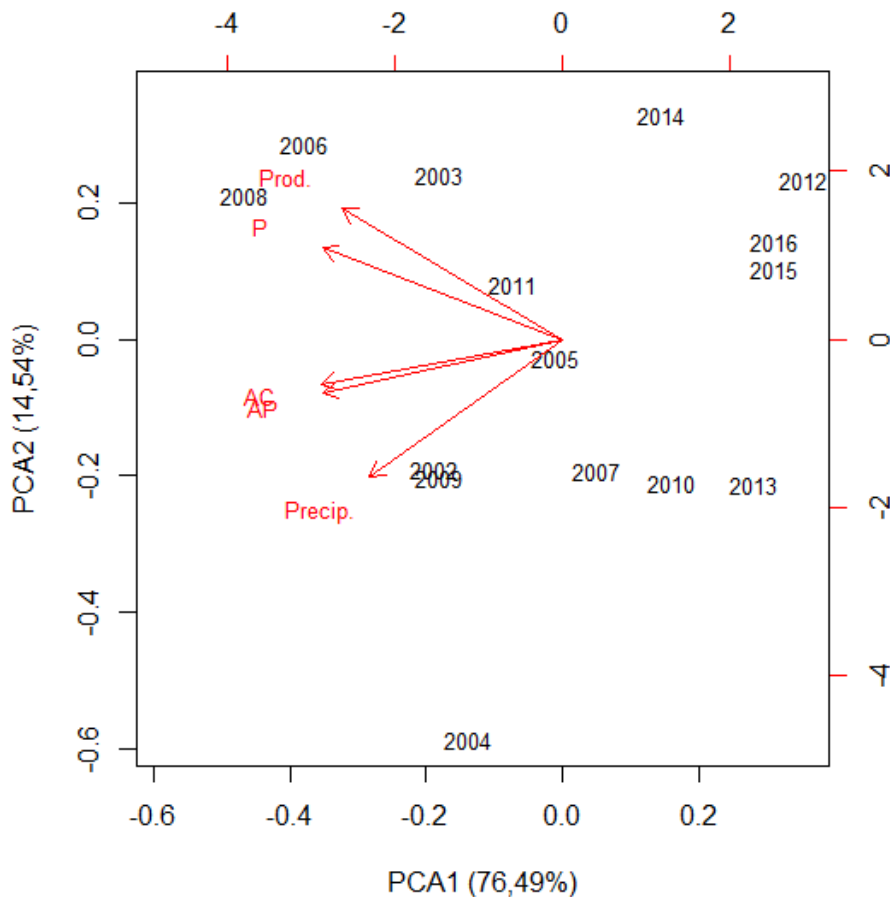


Figura 2. Análise de Componentes Principais (ACP). AC = Área Colhida; AP = Área Plantada; Precip. = Precipitação Pluviométrica; P = Quantidade Produzida; Prod. = Produtividade Média.

Para o eixo 2, que reteve 14,54% da explicação da variância original, observa-se a influência negativa da precipitação ($r = -0,62$) sobre a produtividade ($r = 0,58$). O que pode ser constatado no ano de 2004, que concentrou os maiores acumulados de chuva de todo o período amostral, porém, exibiu uma produtividade para o feijão-caupi bem abaixo de anos com precipitação pluviométrica bem inferior. Isso pode estar atrelado à irregularidade das chuvas durante o ciclo da cultura, ou seja, embora a precipitação pluviométrica tenha sido satisfatória, esta pode ter se concentrado em um período específico, comprometendo assim o desenvolvimento do feijão-caupi. Dessa forma, percebe-se que a precipitação total anual por si só não determina a ocorrência de bons rendimentos agrícolas, outros fatores, como a distribuição espaço-temporal da chuva, influenciam de forma mais decisiva nesse parâmetro, de forma que a regularidade das chuvas se torna muito mais importante que a quantidade total da precipitação pluviométrica (FAYE et al., 2018).

Conclusões

A ocorrência de bons índices pluviométricos anuais foi decisiva para o

aumento/manutenção das áreas plantadas e colhidas com feijão-caupi no município de Conceição. Todavia, para a quantidade produzida e produtividade, outros fatores, como o baixo grau de tecnificação empregado, são preponderantes e devem ser levados em consideração em ações que visem melhorar os índices produtivos dessa cultura.

Referências

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. 2020. Monitoramento. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 11 de janeiro de 2020.

ALEMU, S.; ALEMU, M.; ASFAW, Z.; WOLDU, Z.; FENTA, B. A. Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp., Fabaceae) landrace (local farmers' varieties) diversity and ethnobotany in Southwestern and Eastern parts of Ethiopia. African Journal of Agricultural Research, v. 14, n. 24, p. 1029-1041, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13641>

ALVALA, R.; CUNHA, A. P.; BRITO, S. S.; SELUCHI, M. E.; MARENGO, J. A.; MORAES, O. L.; CARVALHO, M. A. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. Anais da Academia

- Brasileira de Ciências, v. 91, n.1, e20170209, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170209>
- ANDRADE JUNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; SILVA, M. V. P.; SILVA JUNIOR, J. S.; MONTEIRO, J. E. B. A. Índice de satisfação da necessidade de água do feijão-caupi sob sistema de cultivo convencional e plantio direto. *Agrometeoros*, v. 26, n. 1, p. 201-211, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v26i1.26371>
- ARAÚJO, B. A.; QUEIROZ, T. R. G.; TORRES, W. L. V.; MOREIRA, F. J. C. Veranicos na produtividade de feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) no município de Crateús, Ceará. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 2, p. 312-316, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i2.6123>
- BATISTA, M. C.; SANTOS, J. P. O.; SILVA FILHO, J. A.; SOUSA, J. I.; FELIX, R. J. S.; SILVA, J. L. C. Influence of rainfall variability on bean production (*Phaseolus vulgaris* L.) in a municipality of Brazilian semiarid. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, v. 3, n. 1, p. 001-007, 2018. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.3.1.2018.1590.001-007>
- BERHANE, A.; HADGU, G.; WORKU, W.; ABRHA, B. Trends in extreme temperature and rainfall indices in the semi-arid areas of Western Tigray, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, v. 9, n. 1, p. 1-20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40068-020-00165-6>
- BOUKAR, O.; BELKO, N.; CHAMARTHI, S.; TOGOLA, A.; BATIENO, J.; OWUSU, E. et al. Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. *Plant Breeding*, v. 137, n. 3, p.1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/pbr.12589>
- CHAI, Q.; GAN, Y.; ZHAO, C.; XU, H. L.; WASKOM, R. M.; NIU, Y.; SIDDIQUE, K. H. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 36, n. 1, p. 3, 2016. DOI: <https://doi.org.ez15.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s13593-015-0338-6>
- CHEN, H.; WANG, L.; LIU, X.; HU, L.; WANG, S.; CHENG, X. De novo transcriptomic analysis of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) for genic SSR marker development. *BMC genetics*, v. 18, n. 1, e65, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12863-017-0531-5>
- CUNHA, A. P. M.; TOMASELLA, J.; RIBEIRO-NETO, G. G.; BROWN, M.; GARCIA, S. R.; BRITO, S. B.; CARVALHO, M. A. Changes in the spatial-temporal patterns of droughts in the Brazilian Northeast. *Atmospheric Science Letters*, v. 19, n. 10, p. e855, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/asl.855>
- DUARTE, J. G. P.; FARIAS, A. A. D.; SOUSA, F. D. A. S. D.; SOUZA, J. T. A.; RAMOS, M. M. Q. Secas e Impactos na Agropecuária no Município de Campina Grande-PB. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 33, n. 2, p. 289-297, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786332008>
- FAYE, M.; FALL, A.; FAYE, G.; VAN HECKE, E. La variabilité pluviométrique et ses incidences sur les rendements agricoles dans la région des Terres Neuves du Sénégal oriental. *Belgeo. Revue Belge de Géographie*, v. 2018, n. 1, p. 1-16, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4000/belgeo.22083>
- GOLDBLATT, R.; BALLESTEROS, A. R.; BURNEY, J. High spatial resolution visual band imagery outperforms medium resolution spectral imagery for ecosystem assessment in the semi-arid brazilian sertão. *Remote Sensing*, v. 9, n. 12, p. 1336, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs9121336>
- GONÇALVES, A.; GOUFO, P.; BARROS, A.; DOMÍNGUEZ-PERLES, R.; TRINDADE, H.; ROSA, E. A. et al. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp), a renewed multipurpose crop for a more sustainable agri-food system: nutritional advantages and constraints. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 96, n. 9, p. 2941-2951, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7644>
- GRANADOS, R.; SORIA, J.; CORTINA, M. Rainfall variability, rainfed agriculture and degree of human marginality in North Guanajuato, Mexico. *Singapore Journal of Tropical Geography*, v. 38, n. 2, p. 153-166, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/sjtq.12191>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Infográficos. 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/conceicao/panorama>. Acesso em 16 de janeiro de 2020.
- LOPES, J. R. F.; DANTAS, M. P.; FERREIRA, F. E. P. Variabilidade da precipitação pluvial e produtividade do milho no semiárido brasileiro através da análise multivariada. *Nativa*, v. 7, n. 1, p. 77-83, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i1.6243>
- MARENCO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. *Climatic Change*, v. 129, n. 1-2, p. 103-115, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1310-1>
- MARTINS, M. A.; TOMASELLA, J.; DIAS, C. G. Maize yield under a changing climate in the Brazilian Northeast: Impacts and adaptation. *Agricultural*

Water Management, v. 216, p. 339-350, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.02.011>

NASCIMENTO, S. P.; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.853-860, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000800013>

OLAYIDE, O. E.; ALABI, T. Between rainfall and food poverty: Assessing vulnerability to climate change in an agricultural economy. Journal of Cleaner Production, v. 198, p. 1-10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.221>

OLAYIDE, O. E.; TETTEH, I. K.; POPOOLA, L. Differential impacts of rainfall and irrigation on agricultural production in Nigeria: Any lessons for climate-smart agriculture?. Agricultural Water Management, v. 178, p. 30-36, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.08.034>

R DEVELOPMENT CORE TEAM. R Foundation For Statistical Computing. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Viena, Áustria. 2006. ISBN: 3-900051-07-0. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em 14 de janeiro de 2020.

ROSSATO, L.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; ZERI, M.; CUNHA, A. P.; PIRES, L.; BARBOSA, H. A. Impact of soil moisture on crop yields over Brazilian semiarid. Frontiers in Environmental Science, v. 5, n. 73, p. 1-16, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2017.00073>

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção Agrícola Municipal. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 11 de janeiro de 2020.

XIONG, H.; SHI, A.; MOU, B.; QIN, J.; MOTES, D.; LU, W. et al. Genetic diversity and population structure of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). PLoS One, v. 11, n. 8, e0160941, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160941>

YOUSIF, L. A.; KHATIR, A. A.; EL-HAG, F. M.; ABDELKARIM, A. M.; ADAM, H. S.; WAHAB, A. A. et al. Rainfall variability and its implications for agricultural production in Gedarif State, Eastern Sudan. African Journal of Agricultural Research, v. 13, n. 31, p. 1577-1590, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13365>