

# Avaliação da qualidade de sementes de *Cajanus cajan* (L.) Millsp. produzidas sob sistema de irrigação sustentável

## Quality assessment of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. seeds produced under a sustainable irrigation system

Gisele de Vasconcelos Freitas<sup>1</sup>, Anselmo Júnior Corrêa Araújo<sup>1</sup>, Daniela Pauletto<sup>1,2\*</sup>,  
Sabrina Emily Pedroso Vidal<sup>3</sup> & Lucieta Guerreiro Martorano<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, Pará, Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil

<sup>4</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Santarém, Pará, Brasil

(\*E-mail: danielapauletto@hotmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.35489>

Recebido/received: 2024.04.13

Aceite/accepted: 2024.05.11

### RESUMO

Para enfrentar o desafio das mudanças climáticas e da escassez de água, busca-se desenvolver sistemas de irrigação mais eficientes e acessíveis. O estudo teve como objetivo avaliar a qualidade das sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan*), provenientes de cultivo agroflorestal com e sem irrigação. O trabalho foi realizado em Santarém, Pará, Brasil, avaliando variáveis relacionadas ao teste germinativo, como percentual de germinação, tempo médio de germinação, índice de velocidade de germinação, coeficiente de velocidade de germinação e percentual de umidade. Os resultados indicaram que a irrigação subterrânea, por meio de potes de argila, influencia positivamente o vigor e a capacidade germinativa das sementes. Por outro lado, o tempo de armazenamento afetou negativamente a viabilidade das mesmas. Como conclusões, observa-se que há diferenças no vigor e na capacidade germinativa das sementes, influenciadas pela irrigação no cultivo e pelo tempo de armazenamento. A constatação de que a irrigação subterrânea, via capilaridade por potes de argila, influencia o potencial germinativo, e que o tempo de armazenamento afeta negativamente a viabilidade das sementes, endossa a necessidade de práticas agrícolas otimizadas e estratégias de conservação que prolonguem a vida útil das sementes, garantindo a eficiência da produção.

**Palavras-chave:** mudança climática, água pluvial, serviços ambientais, produção agrícola

### ABSTRACT

To meet the challenges of climate change and water scarcity, more efficient and affordable irrigation systems need to be developed. The objective of this study was to evaluate the quality of cowpea (*Cajanus cajan*) seed from agroforestry systems with and without irrigation. The work was carried out in Santarém, Pará, Brazil, evaluating variables related to the germination test, such as germination percentage, average germination time, germination speed index, germination speed coefficient and moisture percentage. The results showed that underground irrigation using clay pots had a positive effect on seed vigour and germination. On the other hand, storage time had a negative effect on seed viability. In conclusion, there are differences in seed vigour and germination influenced by irrigation during cultivation and storage time. The finding that subsurface irrigation by capillarity through clay pots influences germination potential and that storage time has a negative effect on seed viability, supports the need for optimised agricultural practices and conservation strategies that prolong the useful life of seeds and ensure production efficiency.

**Keywords:** Climate change, storm water, environmental services, agricultural production

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm reduzido significativamente a disponibilidade de água no meio ambiente (Dias e Matos, 2023). Essa escassez limita a produtividade agrícola, pois inibe também a absorção de nutrientes (Zarei *et al.*, 2020). Portanto, um dos grandes desafios da agricultura moderna consiste no desenvolvimento de sistemas de irrigação mais eficientes, que garantam melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Nesse sentido, entre as medidas que têm sido implementadas e avaliadas, destaca-se a captação da água proveniente das chuvas (Taufikurahman *et al.*, 2023).

A exemplo disso, a instalação de cisternas para o armazenamento da água da chuva potencializa a produtividade em diferentes métodos de irrigação (Tonezer *et al.*, 2023). Neste contexto, estratégias de reposição hídrica de baixo custo, como o uso de potes de argila e a captação e reutilização de água da chuva, vem despertando o interesse de agricultores de base familiar (Martorano *et al.*, 2018; Siqueira *et al.*, 2018). Tradicionalmente existem registros da adoção de irrigação com potes de argila em áreas áridas (Mondal *et al.*, 1992), que também passou a ser testado como uma alternativa em área onde a escassez hídrica afeta a produção agrícola (Gebru *et al.*, 2018; Adhikary e Pal, 2020).

A técnica de irrigação com potes, por ser de baixo custo e apresentar alta economia de energia, tem apresentado resultados eficientes em pomares e horticultura (Mondal *et al.*, 1992; Araya *et al.*, 2014). Esta agrotecnologia tem mostrado resultados promissores no Brasil, como evidenciado em pesquisas no oeste do Pará (Martorano, 2020; Carlos *et al.*, 2023) e foi certificada como Tecnologia Social pela Fundação Banco do Brasil no ano de 2024<sup>1</sup>.

Nesse contexto, os sistemas agroflorestais são ferramentas promissoras para recuperação de áreas degradadas; uma das espécies utilizadas como método para adubação verde é o feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), por garantir cobertura do solo, fixação de nitrogênio e matéria orgânica (Ferreira *et al.*, 2016). No entanto, embora haja a

predisposição genética da espécie para promover diversos benefícios, o seu desempenho sofre forte influência de fatores ambientais como a qualidade do solo, incidência de radiação solar e a composição de espécies do plantio (Cruz *et al.*, 2021). Entre tais fatores, a disponibilidade hídrica contribui fortemente para o desempenho do crescimento radicular desenvolvido nas camadas superficiais (> 60 cm) do solo (Santos *et al.*, 1998).

Diante do contexto e reconhecendo o potencial da tecnologia de irrigação utilizando potes de argila, surgiram questões fundamentais que nortearam este estudo, tais como: a) a qualidade de sementes do feijão-guandu será afetada pela disponibilidade de água proveniente da irrigação com potes de argila; e b) o cultivo com e sem irrigação altera o poder germinativo destas sementes após diferentes períodos de armazenamento.

Nestes pressupostos, considerando a importância de discutir o impacto de diferentes formas de cultivo na qualidade de sementes, o presente estudo teve como objetivo avaliar a qualidade de sementes de feijão-guandu provenientes de cultivo agroflorestal com e sem irrigação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

A implantação da unidade demonstrativa do sistema de irrigação, descrita nesta pesquisa, denominado “Projeto IrrigaPote” foi realizada na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), em Santarém/Pará, Brasil, localizada nas coordenadas 2.68856 S e 54.53170 W, onde são cultivados sistemas agroflorestais experimentais. A instauração dessa área demonstrativa é orientada pela pesquisa-ação com o intuito tanto de fomentar o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas quanto a promoção da agrotecnologia como parte de atividades de extensão.

Os solos predominantes da região de estudo são classificados como Latossolo Amarelo (Brasil *et al.*, 2020). Entretanto, o mapeamento realizado na Fazenda Experimental mostrou características típicas de Latossolo Amarelo Distrófico Argissólico (Almada *et al.*, 2021). A vegetação predominante na

<sup>1</sup> <https://transforma.fbb.org.br/tecnologia-social/irrigapote-reuso-de-aguas-pluvias-na-agricultura-familiar>

região é caracterizada por formações florestais dominadas pela floresta equatorial subperenifolia de terra firme, com vegetação típica de Floresta Ombrófila Densa (EMBRAPA, 2001).

O clima predominante na região é caracterizado como quente e úmido, com chuvas concentradas no primeiro semestre do ano, enquanto a temperatura média anual se mantém entre 25° e 27°C, com umidade média do ar de 86%, precipitação pluvial média anual de 1920 mm, oscilando em termos de quantidade mensais entre 170 mm e 60 mm (Alvares *et al.*, 2013), com padrão climático enquadrado no subtipo Am3 (Martorano *et al.*, 1993, 2021). Há duas estações no ano bem demarcadas pela concentração de chuvas entre dezembro e maio, e o período menos chuvoso que abrange de junho a novembro.

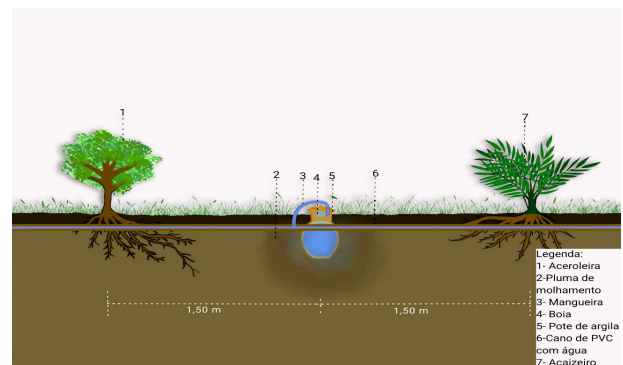
A área do projeto possui histórico de utilização do solo para pecuária bovina por aproximadamente duas décadas, com posterior pousio de 10 anos e estabelecimento de regeneração natural formando a vegetação secundária (Pauletto *et al.*, 2022). No ano de 2017, a área foi submetida a retirada da vegetação pelo sistema de corte e queima, seguido de dois anos de novo pousio, culminando na completa eliminação da vegetação natural com implementos agrícolas em 2019. Nos anos subsequentes (2020 e 2021), a área passou a ser utilizada para o cultivo de leguminosas destinadas à adubação verde do solo como crotalária (*Crotalaria juncea* L.), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) e mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (L.) DC. syn. *Stizolobium aterrimum* L.).

### Instalação do sistema de irrigação

O sistema de irrigação foi implantado numa área definida como agricultura irrigada, conforme definido pela Política Nacional de Irrigação (Brasil, 2013), assim configurado por empregar técnicas de irrigação em atividade econômica que explora culturas agrícolas, florestais, ornamentais e pastagens.

Para colocar em funcionamento o sistema de irrigação, realizou-se, em fevereiro de 2022, a instalação de um sistema de captação de água pluvial composto por duas calhas de zinco (cada uma com dimensões de 0,40 x 0,30 x 8,0 m) acopladas

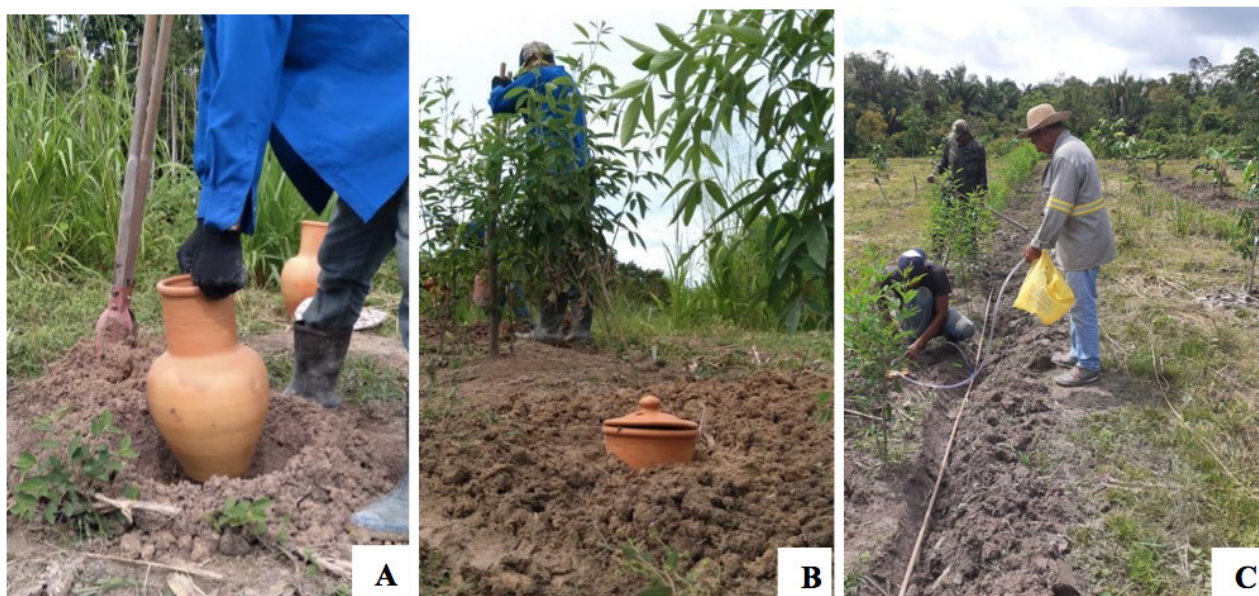
ao telhado da edificação de apoio para atividades de campo, totalizando 47,8 m<sup>2</sup> de área de captação. Esse sistema foi conectado a duas caixas de água, com capacidade de armazenamento de 1000 L (500 L cada), suspensas a uma altura de 1,80 m do solo, por meio de estrutura de madeira. A completa operacionalização do sistema foi concluída em abril de 2022. A Figura 1 ilustra de maneira esquemática a distribuição da água para reposição nos potes de argila e a espacialização do mesmo em relação às plantas utilizadas no sistema agroflorestal.



**Figura 1** - Ilustração representativa do sistema de irrigação utilizando potes de argila implementado na Fazenda Experimental da UFOPA, Santarém, Pará, Brasil. Arte gráfica: Claudia Luana dos Santos Brandão (2022).

O sistema de irrigação baseia-se no método subterrâneo ao qual a água é aplicada abaixo da superfície do solo, na região em que pode ser aproveitada pelas raízes das plantas (ANA, 2021). Este sistema foi implementado por meio da inserção no solo (Figuras 2a e 2b), até o limite superior, de 42 recipientes de cerâmica (potes de argila) com capacidade para 12 litros de água cada. A distribuição ocorre através de uma rede de tubos de policloreto de vinila (Figura 2c) e mangueiras que transportam a água, por força gravitacional, reabastecendo o estoque em cada pote de forma autônoma, controlado por boias instaladas nas tampas.

Os recipientes de argila foram posicionados em duas fileiras destinadas ao cultivo de bananeira (*Musa* sp.), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e acerola (*Malpighia emarginata* DC.), plantadas em janeiro de 2022. Os potes foram posicionados a cada 3 metros mantendo o mesmo espaçamento adotado para as plantas. Nestas linhas também são eventualmente



**Figura 2** - Implementação de sistema de irrigação com potes de argila. A) processo de enterramento dos potes no solo, B) posicionamento dos potes na linha de cultivo e C) instalação de tubulação para distribuição de água pluvial armazenada. Fonte: Autores (2024).

cultivadas espécies como milho-pipoca (*Zea mays* L.), macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz). O arranjo também inclui o cultivo de cumaru (*Dipteryx* spp.), disposto em fileiras paralelas às espécies mencionadas anteriormente, com espaçamento de 6 metros entre si e com as plantas inseridas no experimento em fevereiro de 2021.

A leguminosa feijão-guandu (*Cajanus cajan*) foi cultivada em duas modalidades: a) inserida nas linhas com sistema de irrigação com potes de argila; e b) em linha de cultivo paralelo, com a mesma composição e arranjo, porém sem a disponibilidade do sistema de irrigação mencionado. Desta forma, as sementes recolhidas para esta pesquisa foram provenientes do cultivo sob dois regimes de tratamento: área irrigada pelo Projeto “IrrigaPote” e área não irrigada, constituindo-se nos tratamentos avaliados.

#### *Análises realizadas em laboratório*

No Laboratório de Sementes Florestais da UFOPA, as sementes passaram por um processo de beneficiamento, seguido de caracterização biométrica. Neste procedimento, foram aleatoriamente selecionadas 100 sementes de cada tratamento para análise amostral. As medições biométricas foram

efetuadas utilizando paquímetro digital para aferir as dimensões de largura, comprimento e espessura. Utilizou-se balança analítica para determinação da massa fresca das sementes.

Para o armazenamento, as sementes foram embaladas em sacos de papel Kraft e acondicionadas em câmara com umidade relativa do ar (90%) e temperatura controlada (15°C) por um período de 270 dias. A umidade das sementes foi verificada antes do armazenamento por balança determinadora de umidade.

Após períodos específicos de armazenamento, sendo eles 30 e 180 dias, foi realizado teste germinativo para cada lote de sementes, adotando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes cada.

Na preparação para o teste germinativo, as sementes foram submetidas a assepsia com hipoclorito de sódio a 1% por 10 minutos. Posteriormente, foram semeadas em papel germitest, colocadas em caixas gerbox e mantidas em germinador tipo Mangelsdorf com fotoperíodo de 12-h.

Foram analisadas as seguintes variáveis para o teste germinativo: percentual de germinação (G%), tempo médio de germinação (TMG), índice

de velocidade de germinação (IVG), coeficiente de velocidade de germinação (CVG) e percentual de umidade. Os dados obtidos foram sistematizados em planilha eletrônica seguido pela aplicação da análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey a um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização biométrica das sementes, detalhada no Quadro 1, não revelou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos analisados. Essa constatação se alinha aos resultados de Santos *et al.* (2020), que, ao investigarem quatro variedades crioulas de feijão-guandu, observaram dimensões médias que variaram de 6,44 a 5,64 mm para comprimento; 6,30 a 6,04 mm para largura; e 4,96 a 4,50 mm para espessura. O estudo da biometria das sementes é fundamental não apenas para descrever as características particulares de cada indivíduo e a variabilidade presente dentro da espécie (Wadt *et al.*, 2023), mas também desempenha um papel crucial na classificação das sementes segundo o tamanho, facilitando assim a seleção por peneiras e o ajuste preciso das sementeiras (Oliveira *et al.*, 2022).

Neste contexto, a análise da massa de mil sementes se insere como um complemento importante à caracterização biométrica, atuando como um indicador adicional para a avaliação da qualidade dos lotes e a estimativa de rendimento em cultivos de diversas espécies. Os valores encontrados para esta variável, sendo 90,60 g para as sementes da área sem irrigação e 88,81 g para aquela com irrigação (via projeto IrrigaPote), não demonstraram diferença estatística relevante, sugerindo uma homogeneidade na massa das sementes independentemente da disponibilidade de água no solo.

Além disso, outro fator a ser considerado na qualidade das sementes é a questão do teor de água, sendo ideal que as sementes armazenadas exibam baixos níveis de umidade para garantir sua conservação adequada (Bakhtavar *et al.*, 2023). Isso contribui para a diminuição da taxa respiratória, evita a degradação das reservas energéticas e reduz o risco de ataques por insetos e a proliferação de fungos e bactérias (Lopes e Lima, 2015). Os resultados obtidos para o teor de umidade das sementes não mostraram diferenças significativas e estão alinhados com os valores indicados por Taiz *et al.* (2017), que sugerem que o conteúdo de água de sementes secas e maduras varia entre 5% e 15%. Diante disso, a resposta fisiológica da semente em relação ao tempo de armazenamento e teor de umidade influenciará diretamente seu potencial germinativo.

Aferiu-se que em relação ao efeito dos métodos (Quadro 2), os resultados do teste germinativo diferiram entre si. Demonstrou-se que as sementes provenientes da área irrigada apresentaram um maior percentual germinativo, um menor tempo para a estabilização da germinação e valores superiores tanto para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), quanto para o Coeficiente de Velocidade de Germinação (CVG). Tais indicadores não apenas refletem a maior capacidade germinativa dessas sementes, mas também sugerem um vigor germinativo mais acentuado, o que é crucial para a sobrevivência das plântulas em condições adversas após a sementeira (Oki *et al.*, 2020).

Na análise dos resultados relacionados ao efeito do tempo de armazenamento, verificaram-se diferenças significativas entre os intervalos de tempo avaliados, evidenciando a perda progressiva da viabilidade das sementes de feijão-guandu se acentuando com o prolongamento do tempo de armazenamento. Silva *et al.* (2018), analisando

**Quadro 1** - Valores médios para medidas biométricas das sementes de *Cajanus cajan*, umidade e massa de mil sementes

| Tratamento    | Largura (mm) | Comprimento (mm) | Espessura (mm) | Massa (g) | Umidade (%) | Massa de mil sementes (g) |
|---------------|--------------|------------------|----------------|-----------|-------------|---------------------------|
| Sem Irrigação | 5,76         | 5,76             | 4,26           | 0,098     | 11,08       | 90,60                     |
| Com Irrigação | 5,76         | 5,66             | 4,19           | 0,096     | 11,09       | 88,81                     |
| Valor de P    | 0,7776       | 0,0516           | 0,1872         | 0,3629    | 0,1223      |                           |

**Quadro 2** - Médias dos resultados do teste de germinação de sementes de *Cajanus cajan* para cada tratamento e avaliação do efeito simples de cada fator

| Método                          | Tempo de armazenamento | G      | TMG    | IVG    | CVG     |
|---------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|---------|
| Sem Irrigação                   | 30 dias                | 61     | 5,32   | 2,95   | 18,86   |
|                                 | 270 dias               | 37     | 5,47   | 1,73   | 18,35   |
| Com Irrigação                   | 30 dias                | 70     | 4,91   | 3,83   | 20,38   |
|                                 | 270 dias               | 43     | 4,83   | 2,43   | 20,73   |
| <b>Efeito método</b>            |                        | *      | *      | *      | *       |
| Sem Irrigação                   |                        | 49 b   | 5,4 a  | 2,34 b | 18,60 b |
| Com Irrigação                   |                        | 56,5 a | 4,87 b | 3,13 a | 20,55 a |
| <b>Efeito tempo</b>             |                        | *      | ns     | *      | ns      |
| 30 dias                         |                        | 65,5 a | 5,12 a | 3,39 a | 19,62 a |
| 270 dias                        |                        | 40 b   | 5,15 a | 2,08 b | 19,54 a |
| <b>Interação Método x Tempo</b> |                        | ns     | ns     | ns     | ns      |

G: taxa de germinação (%); TMG: tempo médio de germinação (dias); IVG: índice de velocidade de germinação e CVG: coeficiente de velocidade de germinação (%). \*Significativo à 95% de confiança. nsNão significativo à 95% de confiança. Letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa entre as médias de acordo com o teste de Tukey à 95% de confiança.

germinação e vigor em sementes de feijão-mungo-verde, verificaram que os diferentes períodos de armazenamentos influenciaram a qualidade fisiológica das sementes. Este fenômeno pode ser atribuído à deterioração natural das estruturas celulares e à redução dos recursos energéticos internos, que comprometem o vigor germinativo das sementes (Krzyzanowski *et al.*, 2022).

Constatou-se ainda, que a análise da interação entre o método e o tempo de armazenamento indicou que não há diferenças significativas, sugerindo que, independentemente do método utilizado, a perda de viabilidade e de vigor germinativo segue um padrão semelhante ao longo do tempo. Isto porque o processo de deterioração das sementes armazenadas é inevitável (Silva *et al.*, 2014); desta forma, otimizar as condições de armazenamento pode minimizar a perda de vigor e maximizar a preservação da viabilidade das sementes, no entanto não podem evitar a perda do vigor germinativo.

## CONCLUSÕES

Este estudo evidenciou que, embora a caracterização biométrica e a massa de mil sementes não tenham demonstrado variações significativas em função dos tratamentos aplicados, importantes diferenças foram observadas no vigor e na capacidade germinativa das sementes, influenciadas pelo método de irrigação no cultivo e pelo tempo de armazenamento. A constatação de que a irrigação subterrânea, via capilaridade por potes de argila, influencia o potencial germinativo e que o tempo de armazenamento afeta negativamente a viabilidade das sementes sublinha a necessidade de práticas agrícolas otimizadas e estratégias de conservação que prolonguem a vida útil das sementes, garantindo a sustentabilidade e eficiência da produção.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adhikary, R. & Pal, A. (2020) - Clay Pot Irrigation—A Review Study. *Asian Plant Research Journal*, vol. 5, n. 1, p. 37-42.
- ANA (2021) - *Atlas sincero: uso da água na agricultura irrigada*. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2. ed., 66 p.
- Almada, A.P.; Pinheiro Júnior, C.R.; Pereira, M.G.; Reis, I.M.S.; Sousa, M.A.D.; Pinto, L.A.D.S.R.P. & Santos, O.A.Q.D. (2021) - Caracterização e classificação de solos de um Bioma Amazônico no oeste do Pará. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, vol. 16, n. 1, p. 1-8.
- Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.D.M. & Sparovek, G. (2013) - Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 22, n. 6, p. 711-728.  
<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- Araya, A.; Martorano, L.G.; Girma, A.; Habtu, S.; Kebede, H. & Hadgu, K.M. (2014) - Comparative efficiency evaluation of different clay pots versus bucket irrigation system under Swiss chard (*Beta vulgaris* subsp. *cicla*) growers condition in Northern Ethiopia. *Malaysian Journal of Medical and Biological Research*, vol. 1, n. 3, p. 122-127.
- Bakhtavar, M.A.; Afzal, A.; Khalid, E.; Jabeen, N. & Jabeen, R. (2023) - Hermetic storage of okra seed maintains seed longevity under changing environment. *PLoS One*, vol. 18, n. 6, art. e0287476. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287476>
- Brasil, E.C.; Cravo, M.D.S. & Viegas, I.D.J.M. (2020) - *Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará*. Embrapa, 419 p.
- Brasil (2013) - *Lei n. 12.787, de 11 de janeiro de 2013*. Política Nacional de Irrigação. [cit. 2023.02.05]  
[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2013/Lei/L12787.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12787.htm)
- Carlos, D.A.I.; Lima, C.P.; Vieira, T.A.; Dias, C.T.D.S., Bernartt, M.D.L.; Matungul, P.M. & Martorano, L.G. (2023) - Ba theory applied in clay pot irrigation for smallholder farmers in Brazilian Eastern Amazon. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, vol. 16, n. 12, p. 32817-32836. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.12-224>
- Cruz, N.T.; Pires, A.J.V.; Fries, D.D. & Jardim, R.R. (2021) - Fatores que afetam as características morfológicas e estruturais de plantas forrageiras. *Research, Society and Development*, vol. 10, n. 7, art. e5410716180.  
<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16180>
- Dias, R. & Matos, F. (2023) - Impactos das mudanças climáticas nos recursos hídricos: desafios e implicações para a humanidade. *Revista Sociedade Científica*, vol. 6, n. 1, p. 1571-1603.
- EMBRAPA (2001) - *Caracterização dos solos da área do planalto de Belterra, município de Santarém, Estado do Pará*. Rodrigues, E.T.; Santos, P. L.; Júnior, R.C. de O.; Valente, M.A.; Silva, J.M.L. & Júnior, E.Q.C. (Eds.) Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 55p. [cit. 2023.02.05] <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>
- Ferreira, E.D.M.; Andraus, M.D.P.; Cardoso, A.A.; Costa, L.F.D.S.; Lôbo, L.M. & Leandro, W.M. (2016) - Recuperação de áreas degradadas, adubação verde e qualidade da água. *Revista Monografias Ambientais*, vol. 15, n. 1, p. 228-246. <https://doi.org/10.5902/2236130819594>
- Gebru, A.A.; Araya, A.; Habtu, S.; Wolde-Georgis, T.; Teka, D. & Martorano, L.G. (2018) - Evaluating water productivity of tomato, pepper and Swiss chard under clay pot and furrow irrigation technologies in semi-arid areas of northern Ethiopia. *International Journal of Water*, vol. 12, n. 1, p. 54-65.
- Krzyzanowski, F.C.; França-Neto, J.B. & Dias, D.C.F.S. (2022) - Deterioração e vigor da semente. *Revista Seeds News*, vol. 25, p. 14.
- Lopes, N.F. & Lima, M.G.S. (2015) - *Fisiologia da produção*. Viçosa-MG: Editora UFV, 492 p.
- Martorano, L.G. (2020) - Resuso de água da chuva pelo projeto IrrigaPote: estratégia de produção agrícola resiliente na Amazônia. In: *O Meio Ambiente e a Interface dos Sistemas Social e Natural* 2. 1ed. Ponta Grossa: Atena Editora, p. 1-15.
- Martorano, L.G.; Nechet, D. & Pereira, L.C. (1993) - Tipologia climática do Estado do Pará: adaptação do método de Köppen. *Boletim de Geografia Teorética*, vol. 23, n. 45-46, p. 307-312.
- Martorano, L.G.; Berhe, A.A.; Moraes, J.R.S.C.D.; Lima, A.R.D.S.; Costa, D.C.; Barbosa, A.M.D.S. & Marques, M.C. (2018) - Water Replenishment in Agricultural Soils: Dissemination of the IrrigaPot Technology. In: Oliveira, G. (Ed.) - *Soil Moisture*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.80605>

- Martorano, L.G.; Soares, W.B.; Moraes, J.R.S.C.D.; Nascimento, W.; Aparecido, L.E.D.O. & Villa, P.M. (2021) - Climatologia da Temperatura do Ar em Belterra: Serviços Ecosistêmicos de Regulação Térmica Prestados pela Floresta Nacional do Tapajós na Amazônia. *Revista Brasileira de Meteorologia*, vol. 36, n. 2, p. 327-337. <https://doi.org/10.1590/0102-77863620015>
- Mondal, R.C.; Dubey, S.K. & Gupta, S.K. (1992) - Use pitchers when water for irrigation is saline. *Indian Agriculture*, vol. 36, n. 4, p. 13-14.
- Oki, Y.; Vieira, V.D.S.; Carvalho, V.D.C.; Nunes, F.P. & Fernandes, G. W. (2020) - Comportamento germinativo de sementes de Jacaranda caroba Vell. D.C (Bignoniaceae) de populações da Serra do Cipó, Minas Gerais, sob diferentes condições de luz e temperatura. *Revista Científica MG.Biota*, vol. 13, n. 1, p. 30-41.
- Pauletto, D.; Samara Santos, S.F.; Tavares, R.E.O. Gomes, E.S.C. (2022) - *Silvicultura na Fazenda Experimental da Ufopa: lições e aprendizados*. Santarém: Ufopa, vol.1.
- Oliveira, A.P.; Oliveira, J.A.A.; Neves, J.M.G.; Amaro, H.T.R.; Aquino, C.F. & da Silva Laurindo, S. (2022) - Morfologia externa e qualidade de sementes crioulas de feijão-guandu oriundas do Vale do Jequitinhonha-MG. *Recital-Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG*, vol. 4, n. 3, p. 167-178.
- Santos, J.C.; Brandão Júnior, D.S.; Gama, A.T. & Saraiva, M.S. (2020) - Caracterização Física de Sementes de Variedades Crioulas de Feijão Guandu. *Cadernos de Agroecologia. Anais do 1º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade*. Dourados, Mato Grosso do Sul, vol. 15, n. 4.
- Santos, D.M.M.; Rodrigues, T.J.D. & Banzatto, D.A. (1998) - Desenvolvimento inicial da parte aérea e do sistema radicular do guandu *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Acta Botanica Brasílica*, vol. 12, p. 523-530.
- Silva, E.C.D.; Galvão, C.D.S.; Miranda, R.D.A.; Portal, R.K.V.P. & Peixoto, N. (2018) - Germinação e vigor em sementes de feijão mungo-verde em função do período de armazenamento. *Scientia Agraria Paranaensis*, vol. 17, n. 3, p. 385-388.
- Silva, M.; Souza, H.R.T.; David, H.M.S.S.; Santos, L.M.; Silva, R. F. & Amaro, H.T.R. (2014) - Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. *Revista Agro@ambiente*, vol. 8, n. 1, p. 97-103.
- Siqueira, A.P.D.S.; Martorano, L.G.; Moraes, J.R.D.S.C.D.; Siqueira, T.T.D.S.; Silva, T.M.G.D. & Grossi-Milani, R. (2018) - *IrrigaPote: Aprendizagem coletiva na utilização de tecnologia de irrigação sustentável*. Educação Ambiental em Ação, n. 64, 19p.
- Taiz, L.; Zeiger E.; Møller, I.M. & Murphy, A. (2017) - *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 858p.
- Taufikurahman, T.; Susila, E.; Ginanjar, T. & Rizkyan, R.R.D.A. (2023) - Increasing the efficiency of water use on agricultural land through developing rainwater harvesting systems. *Perintis eJournal*, vol. 13, n. 1, p. 98-106.
- Tonezer, C.; Oliveira, L.C.S.D.O; Renk, A.A.& Fossá, J.L. (2023) - Recursos hídricos e desenvolvimento rural sustentável: um estudo no município de São Lourenço do Oeste/SC. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, vol. 12, n. 2, p. 395-416. <https://doi.org/10.3895/rbpd.v12n2.15781>
- Wadt, L.H.D.O.; Marocolo, J.F.; Guedes, M.C. & Silva, K.E.D. (2023) - *Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor*. Brasília, DF: Embrapa, cap. 9, p. 245-259.
- Zarei, T.; Moradi, A.; Kazemeini, S.A.; Akhgar, A. & Rahi, A.A. (2020) - The role of ACC deaminase producing bacteria in improving sweet corn (*Zea mays* L. var *saccharata*) productivity under limited availability of irrigation water. *Scientific Reports*, vol. 10, n. 20361. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77305-6>