

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ

**AGEU CALAZANS MORAES
JOÃO PAULO COELHO FERREIRA**

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA PELA
MANDIOCA CULTIVAR PAULOZINHO SOB RESTRIÇÕES DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA**

**Mazagão – AP
2021**

**AGEU CALAZANS MORAES
JOÃO PAULO COELHO FERREIRA**

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA PELA
MANDIOCA CULTIVAR PAULOZINHO SOB RESTRIÇÕES DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências Agrárias e Biologia, da Universidade Federal do Amapá, *Campus Mazagão*, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado.

Orientador:
Prof. Dr. Flávio da Silva Costa

**Mazagão - AP
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do Campus de Mazagão da Universidade Federal do Amapá
Elaborada por Raildo de Sousa Machado, CRB2/1501

M828c Moraes, Ageu Calazans
Crescimento vegetativo e eficiência do uso da água pela mandioca cultivar paulozinho sob restrições de reposição hídrica / Ageu Calazans Moraes, João Paulo Coelho Ferreira. – 2021.
1 recurso eletrônico. 33 folhas : ilustradas.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Educação do Campo – Ciências Agrárias e Biologia) – Campus de Mazagão, Universidade Federal do Amapá, Mazagão, 2021.

Orientador: Professor Doutor Flávio da Silva Costa.

Modo de acesso: World Wide Web.

Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

Inclui referências.

1. *Manihot esculenta* Crantz. 2. Consumo hídrico. 3. Evapotranspiração. 4. Parâmetros biométricos. I. Ferreira, João Paulo Coelho. II. Costa, Flávio da Silva, orientador. III. Título.

Classificação Decimal de Dewey, 22. edição, 581

MORAES, Ageu Calazans; FERREIRA, João Paulo Coelho. **Crescimento vegetativo e eficiência do uso da água pela mandioca cultivar paulozinho sob restrições de reposição hídrica.** Orientador: Flávio da Silva Costa. 2021. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Educação do Campo Ciências Agrárias e Biologia) – Campus de Mazagão, Universidade Federal do Amapá, Mazagão, 2021.

AGEU CALAZANS MORAES
JOÃO PAULO COELHO FERREIRA

**CRESCIMENTO VEGETATIVO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA PELA
MANDIOCA CULTIVAR PAULOZINHO SOB RESTRIÇÕES DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA**

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Licenciatura em Educação do Campo - Ciências Agrárias e Biologia, da Universidade Federal do Amapá, *Campus* Mazagão, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciado.

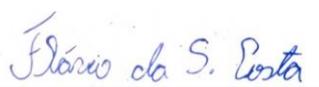
Aprovada em 29 de janeiro de 2021.



Prof. Dr. Janivan Fernandes Suassuna
(Examinador)
Universidade Federal do Amapá



Profa. Dra. Kalyne Sonale Arruda de Brito
(Examinadora)
Universidade Federal do Amapá



Prof. Dr. Flávio da Silva Costa
(Orientador)
Universidade Federal do Amapá

Mazagão – AP
2021

Ao nosso Deus, por te nós guiado e dado força para vencermos as dificuldades; aos nossos pais, pelos esforços direcionados à educação que nos deu e pelo apoio durante a caminhada acadêmica; amigos, colegas e educadores.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Deus, pelo conhecimento que ele nos deu e pelas batalhas e dificuldades vencidas a cada dia de nossas vidas, fortalecendo nossas fraquezas, e iluminando nossas jornadas de estudo, muitas das vezes dificultosa, fazendo com deixássemos de ir a sala de aula.

A nossos pais, esposas, amigos, colegas, familiares e educadores, que diretamente ou indiretamente contribuíram para nossa formação, nosso muito obrigado por nos ajudarem a sermos grandes vencedores para termos o privilégio, onde seremos formadores de opinião deixando de ser educandos para sermos educadores, com responsabilidade e humildade para educarmos nossos futuros alunos.

A nosso orientador, Flávio Costa, que nos orientou nesse Trabalho de Conclusão de Curso. Muito obrigado, grande mestre.

RESUMO

A cultura da mandioca tolera condições edafoclimáticas adversas, como altas temperaturas e solos com baixa fertilidade, no entanto pouco se conhece acerca dos efeitos que a restrição hídrica pode causar sobre o desenvolvimento inicial da planta. Com base nesse contexto, objetivou-se analisar o crescimento vegetativo e eficiência do uso da água pela mandioca cultivar Paulozinho sob restrições de reposição hídrica. O trabalho foi desenvolvido na casa de vegetação da Universidade Federal do Amapá, *Campus Mazagão*, Amapá. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com cinco repetições e cinco tratamentos de restrições de reposição hídricas, sendo: 7, 14, 21 e 28 dias consecutivos de restrição hídrica, implementados sete dias após a emergência dos brotos; e um tratamento testemunha (sem restrição hídrica). Até os sete dias após a emergência dos brotos e após a aplicação das restrições hídricas as irrigações foram realizadas diariamente em todos os tratamentos, aplicando-se 1 litro de água por vaso. Os volumes drenados foram coletados duas horas após a irrigação para quantificar a evapotranspiração diária. O crescimento das plantas foi determinado semanalmente por meio de medidas: altura de planta, diâmetro da haste, número de folhas e área foliar. Aos 70 dias após a emergência dos brotos (DAE), as plantas foram separadas em caule, folhas (limbo e pecíolo), e raízes, obtenção da fitomassa seca. A mandioca cv Paulozinho não consegue sobreviver a períodos superiores a 28 dias consecutivos de restrição hídrica, quando esses ocorrem no início da brotação. O crescimento vegetativo inicial da mandioca cv Paulozinho não é afetado com a restrição hídrica de até 21 dias após a emergência. As restrições de reposição hídrica de até 21 dias no início do ciclo da mandioca cv Paulozinho não prejudicam o crescimento vegetativo e a capacidade de produção de fitomassa seca até os 70 dias após a emergência dos brotos. Recomenda-se a realização de novos estudos com déficit hídrico na fase inicial do crescimento da mandioca cv Paulozinho, para identificar o seu efeito sobre a produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz. Crescimento inicial. Parâmetros biométricos. Consumo hídrico. Evapotranspiração.

ABSTRACT

The cassava culture tolerates adverse edaphoclimatic conditions, such as high temperatures and soils with low fertility, however little is known about the effects that water restriction can cause on the initial development of the plant. Based on this context, the objective was to analyze the vegetative growth and water use efficiency by cassava cultivar Paulozinho under water replacement restrictions. The work was carried out in the greenhouse of the Federal University of Amapá, Campus Mazagão, Amapá. The experimental design was in randomized blocks with five replications and five treatments of water replacement restrictions, being: 7, 14, 21 and 28 consecutive days of water restriction, implemented seven days after the emergence of the shoots; and a control treatment (without water restriction). Until seven days after the emergence of sprouts and after the application of water restrictions, irrigations were performed daily in all treatments, applying 1 liter of water per pot. The drained volumes were collected two hours after irrigation to quantify the daily evapotranspiration. Plant growth was determined weekly using measures: plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area. At 70 days after the emergence of the shoots (DAE), the plants were separated into stem, leaves (limbus and petiole), and roots, obtaining dry phytomass. Cassava cv Paulozinho cannot survive periods exceeding 28 consecutive days of water restriction, when they occur at the beginning of sprouting. The initial vegetative growth of cassava cv Paulozinho is not affected by water restriction of up to 21 days after emergence. Water replacement restrictions of up to 21 days at the beginning of the cv Paulozinho cassava cycle do not impair vegetative growth and dry phytomass production capacity until 70 days after the emergence of sprouts. It is recommended to carry out further studies with water deficit in the initial growth stage of cassava cv Paulozinho, to identify its effect on crop productivity.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz. Initial growth. Biometric parameters. Hydric consumption. Evapotranspiration.

LISTA DE TABELAS

Páginas

- Tabela 1** – Teste F e teste de médias para o comprimento da haste (cm) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica..... **19**
- Tabela 2** – Teste F e teste de médias para o diâmetro da haste principal (mm) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica..... **21**
- Tabela 3** – Teste F e teste de médias para o número de folhas da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica..... **23**
- Tabela 4** – Teste F e teste de médias para a área foliar (cm²) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica..... **25**
- Tabela 5** – Teste F e teste de médias para a fitomassa seca das raízes (FSR), do caule (FSC), das folhas (FSF), da parte aérea (FSPA), total (FST) e relação entre raízes e parte aérea (R/PA) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica..... **27**
- Tabela 6** – Teste F e teste de médias para a evapotranspiração total da cultura (ETC) e eficiência no uso da água (EUA) da mandioca cv Paulozinho ao final da fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica..... **28**

LISTA DE GRÁFICOS

	Páginas
Gráfico 1 – Comprimento da haste principal da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob diferentes intervalos de restrição hídrica.....	20
Gráfico 2 – Diâmetro da haste principal da mandioca durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.....	22
Gráfico 3 – Número de folhas da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica...	24
Gráfico 4 – Área foliar da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.....	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 GERAL.....	12
2.2 ESPECÍFICOS.....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA	13
3.1 CENÁRIO DA MANDIOCULTURA NO BRASIL E NO AMAPÁ.....	13
3.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA	14
3.3 EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS E NECESSIDADE HÍDRICA.....	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1 COMPRIMENTO DA HASTE	19
5.2 DIÂMETRO DA HASTE	20
5.3 NÚMERO DE FOLHAS	22
5.4 ÁREA FOLIAR	24
5.5 FITOMASSA SECA DA PLANTA	26
5.6 EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA	28
6 CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como macaxeira ou aipim, é uma planta arbustiva, perene, pertencente à família das euforbiáceas, com origem no continente Americano e com significativa distribuição nas regiões tropicais do mundo. No Brasil, a cultura da mandioca ocupa a área de 1,21 milhão de hectares, distribuídas em todas as regiões geográficas do Brasil (SANTANA, 2020).

Segundo dados do IBGE (2020), no ano de 2019 o Brasil teve produção equivalente a 17.497.115 toneladas de raízes da mandioca, sendo a região Norte a maior produtora, responsável por 6.154.431 toneladas da produção nacional, onde destaca-se o estado do Pará como maior produtor (3.711.214 toneladas).

O estado do Amapá produziu em 2019, 108.530 toneladas de mandioca em 10.125 hectares de área cultivada, com produtividade média de 10,72 t ha⁻¹, com déficit de 3,65 t ha⁻¹ quando comparado com a média nacional (14,36 t ha⁻¹). O Estado registrou, ainda, no ano de 2018, perda de 2,79% de área colhida quando comparada a área plantada, ficando acima da média nacional (1,35%). No mesmo ano, o município de Mazagão, AP, registrou perda de 1,99% da área plantada, mantendo-se abaixo da média estadual, e obteve produtividade de 10,98 t ha⁻¹, tendo um acréscimo de 2,47% na produtividade em relação ao rendimento estadual (IBGE, 2020).

A mandiocultura é praticada, comumente, de forma rudimentar pelos agricultores amapaenses, principalmente pela ausência de conhecimento técnico sobre tratamentos culturais, manejo do solo e da água e controle de pragas e doenças, que são os maiores entraves para o desenvolvimento da mandiocultura no Amapá. Desse modo, o Amapá não consegue ser autossuficiente na produção de farinha para o consumo interno, fazendo-se necessário importar constantemente o produto do estado do Pará, principalmente da região nordeste do Estado, onde é comum para a maioria dos produtores desta região, o escalonamento de plantios nos meses de dezembro e maio, possibilitando a oferta de farinha no período da baixa produção no Amapá, que não adota esse modelo de produção (MATTOS; BEZERRA, 2003).

A mandioca é cultivada em diversas condições edafoclimáticas e consegue produzir satisfatoriamente em solos de baixa fertilidade e distribuição irregular de chuvas. Contudo, apesar de ser considerada tolerante à seca, a baixa disponibilidade hídrica na fase de brotação restringe significativamente a produção das plantas (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Em partes do Nordeste do Brasil, a mandioca é bastante cultivada por famílias que não tem renda fixa, no qual depende da subsistência e renda dos seus produtos para alimentação. Ademais, a raiz da mandioca é utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais, além de ser importante fonte de carboidratos para alimentação humana e importante na alimentação de pequenos rebanhos (ALMEIDA; FERREIRA FILHO, 2005). Além disso, a farinha de mandioca tem alto valor nutricional, com boa quantidade de teores de fibras alimentar total, solúvel e insolúvel e elevados teores de proteínas, cinzas e lipídios, comprovando a importância dessa cultura para a segurança e soberania alimentar dos agricultores familiares (FIORDA *et al.*, 2013).

No Brasil, a mandioca é cultivada, comumente, por pequenos produtores sob baixo nível tecnológico e/ou com poucas estratégias para oferta de produtos, como a farinha e fécula, na entressafra, possibilitando alcançar melhores preços. Nesse contexto, buscar alternativas que possibilitem plantios em diferentes períodos do ano, visando a manutenção da oferta dos produtos ao longo do ano e aumento da renda para os agricultores.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar o crescimento vegetativo da mandioca cultivar Paulozinho durante o desenvolvimento inicial das plantas sob restrições de reposição hídricas.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o crescimento vegetativo da mandioca cultivar Paulozinho ao longo da fase inicial de cultivo;
- b) Quantificar a fitomassa seca dos diferentes órgãos (raiz, haste e folhas) da mandioca cultivar Paulozinho;
- c) Determinar a eficiência no uso da água pela cultivar Paulozinho nas diferentes condições de restrição hídrica.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 CENÁRIO DA MANDIOCULTURA NO BRASIL E NO AMAPÁ

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pertencente à família Euforbiácea, é uma planta nativa do Brasil, com cerca de noventa e oito espécies de *Manihot* reconhecidas, e está presente em quatro regiões no Brasil e na América Central (NASSAR, 2001).

O plantio de mandioca no Brasil, ao longo dos anos, encontra-se estabilizada, com exceção das regiões Norte, que obteve um aumento de quase 20% da área plantada e o Nordeste que apresentou o inverso da região Norte. Apesar do Nordeste dominar o *ranking* da área plantada de mandioca desde a década de 1990, com mais de 57% da área cultivada no Brasil, nota-se uma redução ao longo do tempo, atingindo em 2017 pouco mais de 37% da área plantada; por outro lado, a região Norte apresenta crescimento gradativo referente ao mesmo período, passando de 17,1% em 1990, para 34,5% em 2017 (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2019).

Quando se trata da produção total de raízes de mandioca no ano de 2018, a região Norte se destaca, correspondendo a 36,25% da safra nacional, seguida da região Sul com 25,83%, do Nordeste com 20,04%, que até 2010 era a primeira do *ranking* nacional, e das regiões Sudeste e Centro-Oeste, com produções de 10,89% e 6,98%, respectivamente. As regiões Norte e Nordeste foram responsáveis por 56,29% da produção nacional de mandioca em 2018, utilizando 68,13% da área cultivada (ha), ocorrendo baixo rendimento (12,06 t ha⁻¹). Diferentemente, a região Sul se destacou nacionalmente como líder em produtividade, com rendimento de 21,03 t ha⁻¹ de mandioca (IBGE, 2020).

O estado do Amapá foi o último colocado em produtividade de mandioca na região Norte em 2018, com 10,71 t ha⁻¹, produzindo 1,74 t ha⁻¹ a menos que o penúltimo colocado, o estado de Roraima, e estando 3,92 t ha⁻¹ abaixo da média nacional (14,64 t ha⁻¹). Dentre os municípios amapaenses, com maior destaque na produtividade de mandioca, estão o Oiapoque (11,53 t ha⁻¹), Pracuúba (11,09 t ha⁻¹), Itaúbal (11,04 t ha⁻¹) e Mazagão (10,98 t ha⁻¹); porém todos encontram-se abaixo da média da região Norte (14,98 t ha⁻¹) (IBGE, 2020).

3.2 IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA

A cultura da mandioca vem se tornando cada vez mais uma das principais atividades para as comunidades tradicionais, uma das motivações para essas pessoas trabalharem com mandioca é o solo por ser propício para essa cultura, em algumas regiões não existem outras alternativas de renda, com isso as famílias não tem escolha para realizarem outro tipo de renda. Portanto, a mandioca é a cultura agrícola mais importante dos produtores amapaenses em determinadas regiões do estado, tanto do ponto de vista social como econômico. Essa cultura é cultivada por indígenas, ribeirinhos e pequenos produtores para garantir o sustento da família e o excedente comercializar diretamente ao consumidor nas Feiras do Produtor Rural dos municípios Macapá, Santana e Mazagão, ou indiretamente para atravessadores que compram no local (RIBEIRO *et al*, 2019).

A mandioca tem ampla utilidade para indústria desde suas folhas até as raízes tuberosas, com diversos subprodutos. A raiz da planta é a base de múltiplos produtos, tais como, farinha, ração animal, doces, álcool, amido, entre outros produtos biodegradáveis (TEWE; LUTALADIO, 2004). Com isso, os derivados das raízes e folhas da mandioca podem ser utilizados e consumidos como ingredientes na alimentação humana e animal (NEVES, 2020).

A farinha de mandioca é um subproduto bastante consumido pela população, composta por fonte de fibras na dieta, favorecendo sua maior utilização no cotidiano alimentar humano (GUIMARÃES; SCHNEIDER, 2020). Segundo Cordeiro *et al.* (2020), diversas formulações de doces a partir das raízes de mandioca vêm crescendo como alternativa de renda para os produtores rurais das regiões que praticam a mandiocultura.

De modo geral, a biomassa da mandioca tem efeito benéfico quando adicionada à ração para ruminantes, aumentando a digestibilidade ruminal do amido (Caldas Neto *et al.*, 2000), e mostrou benefícios para produtores e consumidores do Ceará ao substituir o milho na ração para suínos (SILVA *et al.*, 1994). Volff (2020) afirma que a casca de mandioca fermentada tem grande valor nutricional e serve como fonte alternativa de nutrientes para o camarão de água doce (*Macrobrachium rosenbergii*) sem danos à composição corporal e à qualidade da carne do animal, além de reduzir os custos de produção.

Além da mandioca não ter acompanhado técnico, e nem o mesmo desenvolvimento tecnológico em comparação com outras culturas, como o milho e a soja, mais há boas práticas para o futuro, o Brasil é um dos países que dispõe maiores e melhores recursos genéticos do mundo, garantindo matéria-prima para alimentação humana e animal, garantindo energia altamente adaptada. Dessa forma poderão ser obtidas variedades rústicas e resistentes às pragas e doenças, possibilitando uma cultura agrícola mais sustentável e com maior eficiência na fabricação da farinha e outros derivados (VALLE; LORENZI, 2014).

3.3 EXIGÊNCIAS EDAFOCLIMÁTICAS E NECESSIDADE HÍDRICA

A mandioca é uma das culturas mais tolerantes à seca, podendo ser cultivada entre as latitudes 30° Norte e Sul, abaixo de 2000 m de altitude, com temperaturas médias adequadas variando de 25 e 29 °C, com fotoperíodo diário ideal em torno de 10 e 12 horas, com precipitação anual maior que 600 mm e em solos de baixa fertilidade (TEWE; LUTALADIO, 2004).

As variações de temperatura, radiação solar e precipitação pluviométrica têm forte influência sobre a época das colheita da mandioca, enquanto a época de plantio influencia a duração dos ciclos vegetativos, alterando os acúmulos de matéria fresca, matéria seca e nutrientes nas partes da planta (MENEGUCCI, 2020). De acordo com Gabriel *et al.* (2014), o aumento do CO₂ atmosférico resulta em aumento na produtividade de raízes de mandioca.

A cultura da mandioca possui boa tolerância à seca na fase adulta, mas necessita de suprimento adequado de água nas fases de enraizamento e tuberização que ocorrem entre o primeiro e o quinto mês após o plantio, sem longos períodos de déficit hídrico (ALVES, 1990). A falta de água na fase inicial do desenvolvimento da cultura pode ocasionar redução da produção de raízes, destacando a importância do planejamento para o plantio em períodos que proporcionem o suprimento necessário de água para a planta (GOMES; LEAL, 2003; MÉLO NETO, 2018).

A irrigação pode ser utilizada para minimizar os efeitos do déficit hídrico prolongado na fase inicial do desenvolvimento vegetativo da mandioca, como forma de complementar a ausência das chuvas nesse período (MATOS, 2019). Segundo Coelho Filho (2020), o método de irrigação por aspersão é o mais utilizado nos cultivos da mandioca no Brasil, pelo baixo custo por área, porém o método localizado é o mais

indicado por aumentar a eficiência de aplicação da água e possibilitar a aplicação de fertilizantes por meio da fertirrigação. O autor cita, ainda, que a irrigação propicia para a cultura da mandioca elevadas produtividades e melhora a qualidade da raiz; permite a programação de plantio e o escalonamento da colheita, conseguindo melhor valor de mercado na entressafra regional; além de beneficiar as culturas plantadas em consórcio.

Coelho Filho *et al.* (2017), estudando a variedade de mandioca 'Salongor Preta' consorciada com feijão-caupi sob irrigação na Bahia, observaram aos oito meses de idade, produtividade de raízes superior a 30 t ha⁻¹, superando em 200% a produtividade média do Amapá em 2018 (10,7 t ha⁻¹) (IBGE, 2020). Desse modo, pode-se deduzir que o investimento na mandiocultura irrigada seria viável para o produtor amapaense, por possibilitar o plantio da cultura nos meses de menor pluviosidade no estado e a colheita das raízes nos meses de baixa oferta da farinha no mercado, podendo alcançar melhores preços para o produto.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido entre janeiro e abril de 2019 na área experimental do *Campus Mazagão* da Universidade Federal do Amapá, Mazagão, Amapá (0°06'54"S, 51°17'22"W). Segundo a classificação do Köppen, o clima da região caracteriza-se como tropical chuvoso, com pluviosidade acumulada anualmente de 2560 mm, onde o período menos chuvoso se concentra entre os meses de setembro e novembro, porém não sendo considerado período de seca característico, pois as chuvas não cessam totalmente nesses meses (LIMA; VILHENA; FREITAS, 2018).

A variedade de mandioca estudada foi a cv *Paulozinho*. As manivas foram provenientes de plantas com 10 a 14 meses de idade, retiradas do terço médio da planta e padronizadas quanto ao comprimento (15 cm), para adequar-se ao diâmetro dos vasos (17 cm), diâmetro (2,5 cm) e número de gemas viáveis (3 gemas) (GOMES; LEAL, 2003). As manivas foram plantadas a 3 cm da superfície do solo, no mesmo dia da coleta. Sete dias após a brotação, conduziu-se apenas uma planta por vaso até os 70 dias após a emergência.

Utilizou-se para a condução do experimento vasos com capacidade volumétrica de 6 dm³, perfurados na base para a drenagem da água e preenchidos inicialmente com 0,5 dm³ de brita, para facilitar a drenagem, e 8 dm³ de solo seco e peneirado em malha de 2 mm, que foi saturado antes do plantio. O solo utilizado foi um franco-argilo-arenoso, com pH (H₂O) = 5,7, MO = 1,82 dag kg⁻¹, P = 65 mg dm⁻³, K⁺ = 0,15 cmol_c dm⁻³, Ca²⁺ = 6,1 cmol_c dm⁻³, Mg²⁺ = 0,9 cmol_c dm⁻³, Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³, H⁺ = 3,0 cmol_c dm⁻³, SB = 7,15 cmol_c dm⁻³, CTC = 10,15 cmol_c dm⁻³ e V = 70,4%.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco repetições e cinco tratamentos com restrições hídrica, sendo: T0 – sem restrição hídrica, T7 – 7 dias, T14 – 14 dias, T21 – 21 dias e T28 – 28 dias consecutivos de restrição hídrica, iniciados 7 dias após a emergência dos brotos (DAE).

Até os 7 DAE e após o encerramento de cada tratamento as plantas foram irrigadas diariamente até os 70 DAE, aplicando-se 1 litro de água por vaso objetivando manter o solo próximo à capacidade de campo, alcançada após a drenagem total da água após cada evento de irrigação. Os volumes drenados foram coletados e quantificados após cessar a drenagem da água para determinar a evapotranspiração diária da cultura (ETC_{diária}): ETC_{diária} (L) = 1 – Volume Drenado por planta (L).

O crescimento das plantas foi determinado semanalmente por meio de medidas: comprimento da haste, utilizando-se uma régua milimetrada; diâmetro da haste, por meio de um paquímetro digital; número de folhas e área foliar (Schons *et al.*, 2009). Aos 70 dias após a emergência (DAE), as plantas foram separadas em caule, folhas e raízes; em seguida foram colocados em sacos de papel, levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C. Após a secagem, os órgãos foram pesados em balança com precisão de 0,01 g para quantificação da fitomassa seca.

A eficiência do uso da água pela cultura foi determinada aos 70 DAE, pela relação entre a fitomassa seca total da planta e a quantidade total de água evapotranspirada em cada unidade experimental.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, pelo teste 'F', e o teste de Tukey foi utilizado para comparação das médias das variáveis avaliadas quando diferiram estatisticamente até 5% de probabilidade pelo teste 'F'.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPRIMENTO DA HASTE

O comprimento da haste principal (CH) não diferiu entre os diferentes tratamentos até os 28 dias após a emergência dos brotos (DAE). Aos 35 DAE o CH foi influenciado significativamente ($p < 0,05$) pela restrição de reposição hídrica, constatando-se menor crescimento nas restrições de 21 e 28 dias (T21 e T28, respectivamente), em relação às as plantas sem restrições hídrica (T0 - 28,4 cm), com 7 (T7 - 26,4 cm) e 14 dias de restrição (T14 - 26,8 cm), que não diferiram estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (Tabela 1).

Tabela 1 – Teste F e teste de médias para o comprimento da haste (cm) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.

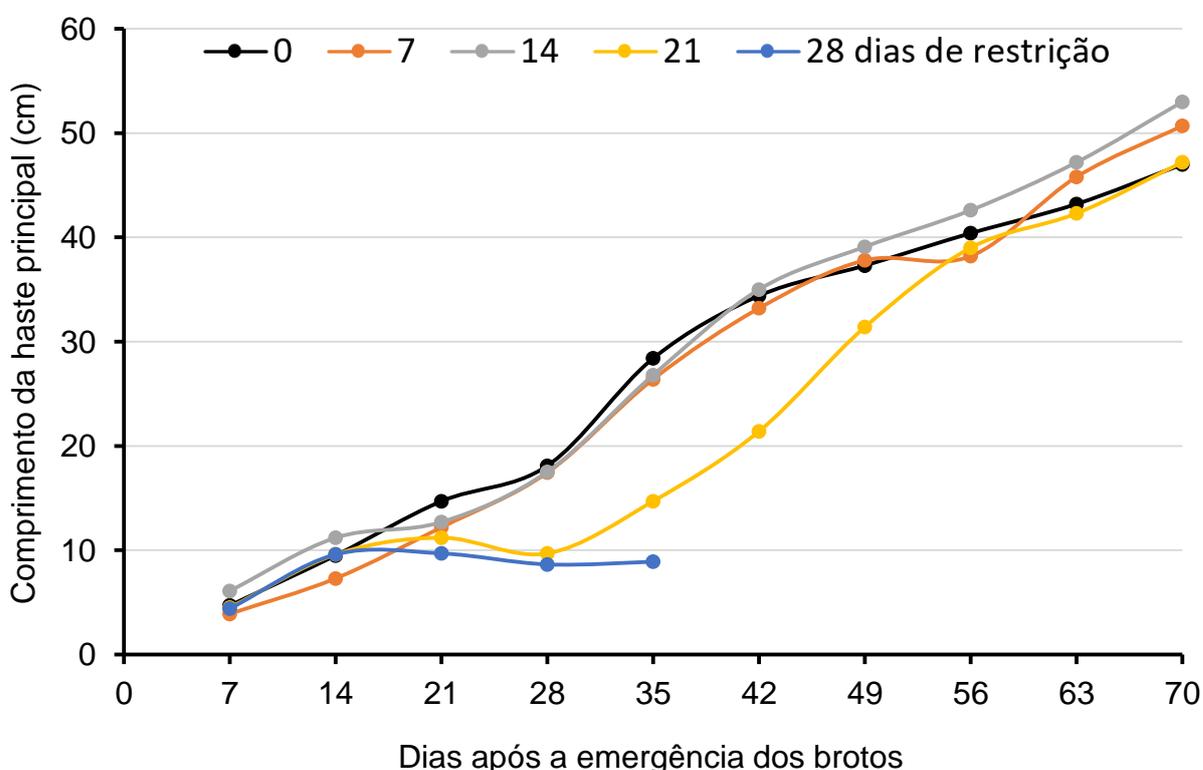
FV	Teste F									
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70 DAE
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Déficit	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	50,35	36,08	34,50	34,45	22,83	16,02	12,63	13,95	10,26	10,64
TRAT	Teste de Tukey									
0	4,70	9,50	14,70	18,10	28,40 a	34,40 a	37,30	40,40	43,20	47,00
7	3,90	7,30	12,20	17,44	26,40 a	33,20 a	37,80	38,20	45,80	50,70
14	6,10	11,20	12,70	17,52	26,80 a	35,00 a	39,10	42,60	47,20	53,00
21	4,50	9,60	11,20	9,70	14,70 b	21,40 b	31,40	39,00	42,30	47,20
28	4,40	9,60	9,70	8,64	8,90 b					
Média	4,72	9,44	12,10	14,28	21,04	31,00	36,40	40,05	44,62	49,47
DMS	4,60	6,60	8,09	9,53	9,31	9,32	8,63	10,49	8,60	9,88

ns e *: não significativo e significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. Médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAE: Dias após a emergência. DMS: Diferença mínima significativa.

Em condições de irrigação é comum que a mandioca apresente maior altura e menor diâmetro do caule do que aquelas mantidas em regime de sequeiro (LOPES, 2006). No entanto, a cv Paulozinho submetida ao T21 conseguiu restabelecer seu crescimento após a retomada da reposição hídrica (28 DAE) e constatou crescimento

linear até os 70 DAE (Gráfico 1), quando as plantas não diferiram estatisticamente das submetidas aos tratamentos menos severos (Tabela 1), evidenciando boa capacidade de recuperação do crescimento após um período considerável de déficit hídrico. Já as plantas submetidas ao T28 ficaram bastante debilitadas devido ao déficit hídrico mais severo e morreram antes dos 42 DAE, mesmo com restabelecimento da reposição hídrica aos 35 DAE (Gráfico 1). Para Gomes Junior (2018), o déficit hídrico muito severo afeta negativamente o potencial hídrico foliar e a condutância estomática da mandioca, o que pode causar a morte dos tecidos.

Gráfico 1 - Comprimento da haste principal da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob diferentes intervalos de restrição hídrica.



5.2 DIÂMETRO DA HASTE

O diâmetro da haste (DH) dos 7 dias após a emergência (DAE) até o final das avaliações (70 DAE) não foi afetado significativamente ($p < 0,05$) pelas restrições de reposição hídrica entre os tratamentos, com exceção dos 28 DAE para o T28, condição que afetou negativamente o DH das plantas (Tabela 2).

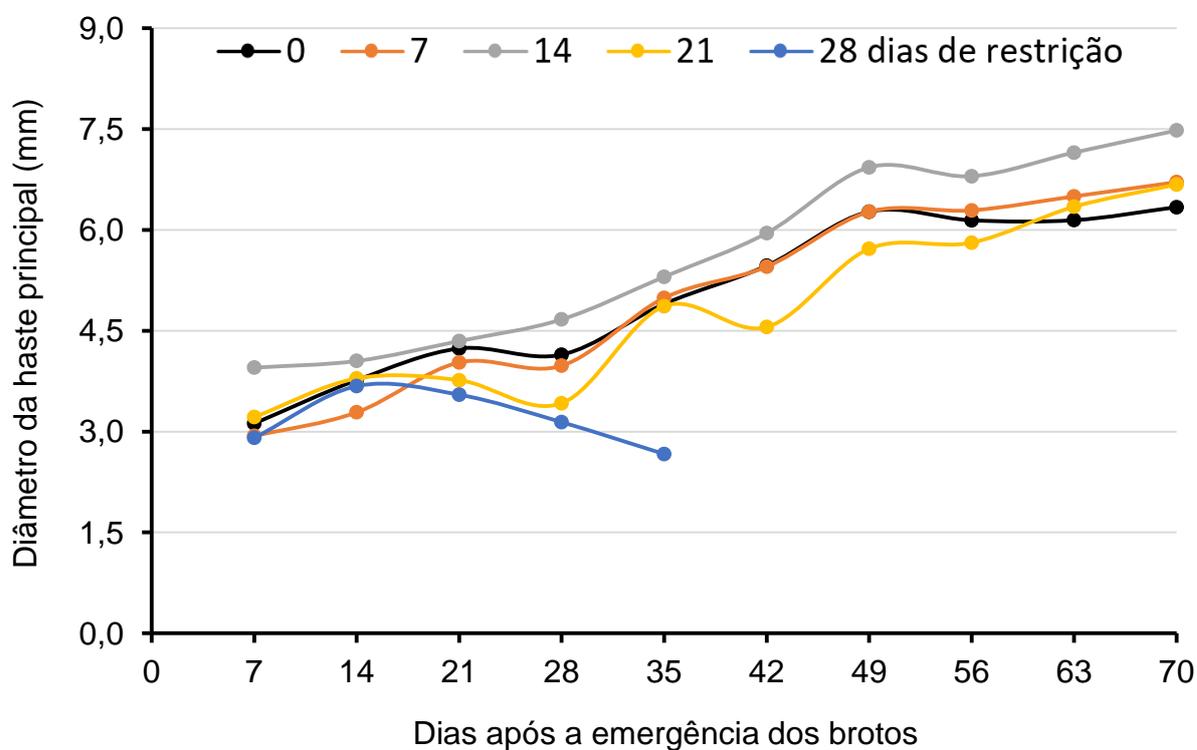
Tabela 2 – Teste F e teste de médias para o diâmetro da haste principal (mm) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.

FV	Teste F									
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70 DAE
Bloco	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns
Déficit	Ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	Ns
CV (%)	34,41	17,71	13,52	18,52	32,08	15,63	10,50	13,17	12,34	8,57
TRAT	Teste de Tukey									
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
0	3,12	3,76	4,23	4,14 ab	4,89	5,46	6,27	6,14	6,14	6,33
7	2,93	3,28	4,02	3,98 ab	4,98	5,45	6,26	6,29	6,49	6,71
14	3,95	4,05	4,34	4,66 a	5,30	5,95	6,93	6,79	7,15	7,47
21	3,21	3,79	3,76	3,42 ab	4,86	4,55	5,71	5,81	6,34	6,67
28	2,90	3,67	3,54	3,14 b	2,66	-	-	-	-	-
Média	3,22	3,71	3,98	3,87	4,54	5,35	6,29	6,26	6,53	6,80
DMS	2,15	1,27	1,04	1,38	2,82	1,57	1,24	1,54	1,51	1,09

ns e *: não significativo e significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. Médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAE: Dias após a emergência. DMS: Diferença mínima significativa.

O diâmetro da haste (DH) das plantas submetidas ao T21 não foi afetado negativa e significativamente ao longo de todo o ciclo inicial do seu desenvolvimento (Tabela 2), mantendo comportamento semelhante aos tratamentos menos severos de restrição hídrica (Gráfico 2). Zanetti (2016) constataram que o efeito nocivo da restrição hídrica sobre o DH da mandioca de mesa IAC 576-70 foi mais pronunciado nas fases iniciais do crescimento das plantas. Sob déficit hídrico as plantas tendem a reduzir sua altura e o diâmetro do caule como estratégia para reduzir os efeitos deletérios da baixa disponibilidade hídrica, caracterizando, assim, os mecanismos de tolerância à seca de cada cultura (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Gráfico 2 - Diâmetro da haste principal da mandioca durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.



5.3 NÚMERO DE FOLHAS

O número de folhas (NF) foi influenciado significativamente ($p < 0,05$) pelos déficits hídricos entre os 21 e os 63 DAE. Contudo, os tratamentos não diferiram significativamente ao final do desenvolvimento inicial do crescimento da mandioca (70 DAE) (Tabela 3).

Tabela 3 – Teste F e teste de médias para o número de folhas da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.

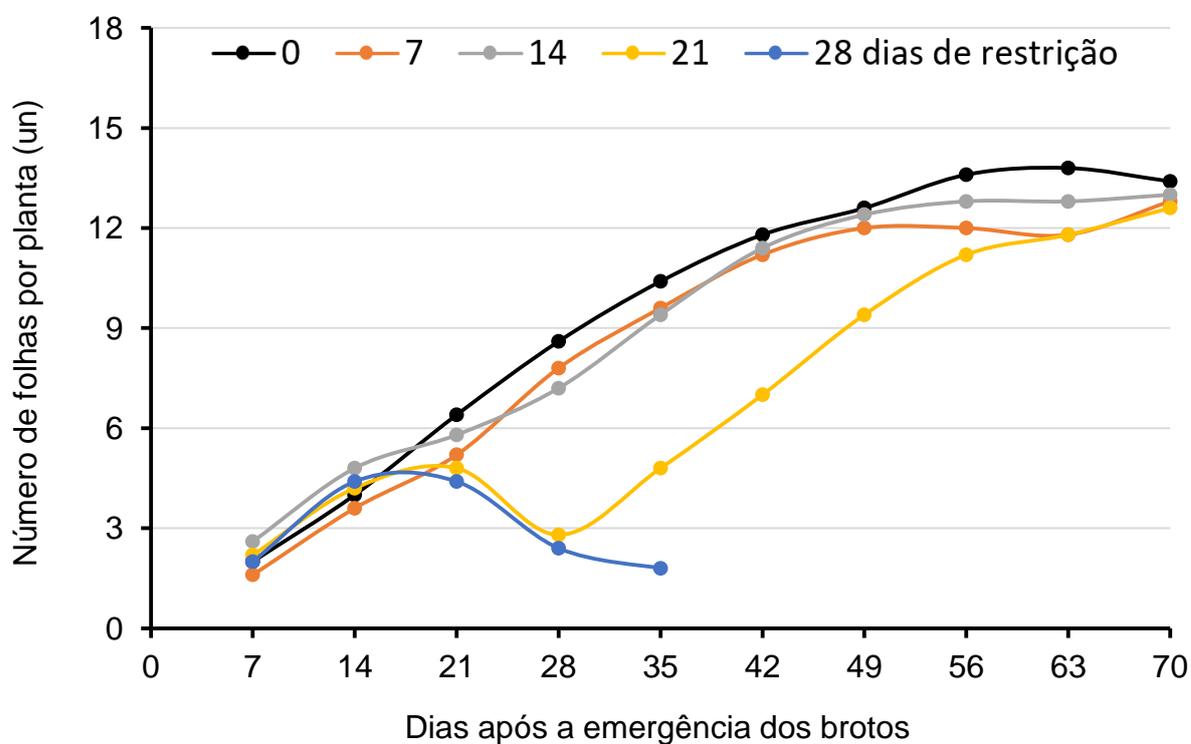
FV	Teste F									
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70 DAE
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns
Déficit	ns	ns	*	**	**	**	**	**	**	ns
CV (%)	48,91	26,08	16,12	14,93	11,83	6,83	9,41	5,94	4,60	9,05
TRAT	Teste de Tukey									
	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63
0	2,00	4,00	6,40 a	8,60 a	10,40 a	11,80 a	12,60 a	13,60 a	13,80 a	13,40
7	1,60	3,60	5,20 ab	7,80 a	9,60 a	11,20 a	12,00 a	12,00 bc	11,80 b	12,80
14	2,60	4,80	5,80 ab	7,20 a	9,40 a	11,40 a	12,40 a	12,80 ab	12,80 ab	13,00
21	2,20	4,20	4,80 ab	2,80 b	4,80 b	7,00 b	9,40 b	11,20 c	11,80 b	12,60
28	2,00	4,40	4,40 b	2,40 b	1,80 c	-	-	-	-	-
Média	2,08	4,20	5,32	5,76	7,2	10,35	11,60	12,4	12,55	12,95
DMS	1,97	2,12	1,66	1,67	1,65	1,33	2,05	1,38	1,08	2,20

ns e *: não significativo e significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. Médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAE: Dias após a emergência. DMS: Diferença mínima significativa.

O número de folhas reduziu de modo significativo a partir dos 21 DAE apenas para as plantas submetidas às restrições hídricas de 21 e 28 dias (Tabela 3); enquanto T0, T7 e T4 mantiveram comportamentos semelhantes de produção de folhas (Gráfico 3). Após a retomada da reposição de água, as plantas do T21 emitiram folhas de modo linear entre os 35 e os 56 DAE, com emissão superior aos tratamentos menos severos, e equiparou-se estatisticamente aos demais tratamentos aos 70 DAE (Tabela 3).

Aidar *et al.* (2015) observaram que houve redução do número de folhas em 49 acessos de mandioca estudados sob restrições de reposição hídrica, quando comparadas com as plantas submetidas à irrigação. A redução do número de folhas é um mecanismo de defesa das plantas quando começam a passar por déficit hídrico, pois com o fechamento prolongado dos estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração as plantas eliminam parte de suas folhas e conseguem sobreviver por mais tempo (MÉLO NETO *et al.*, 2018).

Gráfico 3 - Número de folhas da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.



5.4 ÁREA FOLIAR

A área foliar (AF) da mandioca foi influenciada significativamente pelas restrições hídricas, constatando-se redução da mesma entre os 28 e 42 DAE para os tratamentos de 21 e 28 dias de restrição hídrica, enquanto T0, T7 e T14 não diferiram estatisticamente entre si durante todo o crescimento inicial do desenvolvimento vegetativo da cultura (Tabela 4).

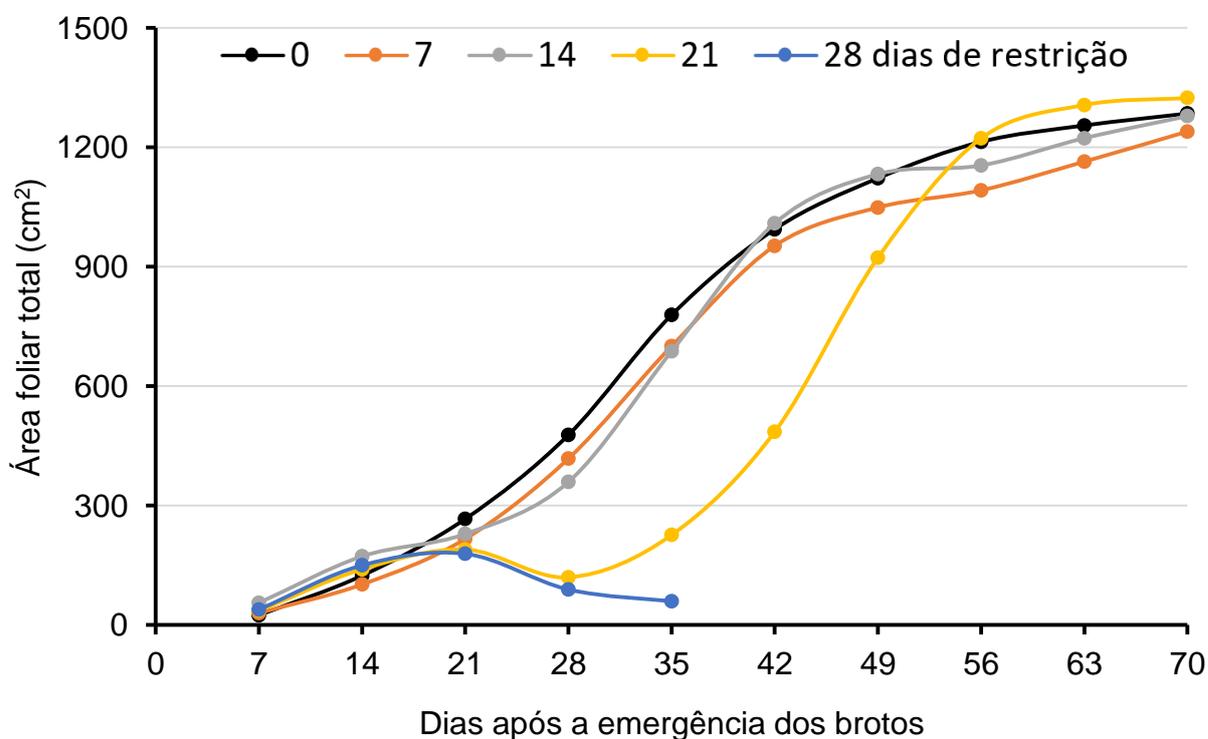
Tabela 4 – Teste F e teste de médias para a área foliar (cm²) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.

FV	Teste F									
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70 DAE
Bloco	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns
Déficit	ns	ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	ns
CV (%)	68,84	49,78	38,16	40,72	28,44	16,90	15,85	11,71	9,83	10,84
TRAT	Teste de Tukey									
0	24,5	123,9	266,2	477,3 a	778,6 a	994,2 a	1122,2	1213,5	1254,7	1284,7
7	29,8	101,7	216,1	417,8 a	700,1 a	952,3 a	1048,8	1091,8	1163,9	1239,4
14	55,4	172,3	228,4	359,2 a	687,2 a	1009,0 a	1132,5	1154,3	1222,7	1278,2
21	35,8	139,7	189,4	119,6 b	255,9 b	485,2 b	922,6	1222,2	1306,2	1324,0
28	38,8	149,7	178,6	88,9 b	59,6 b	-	-	-	-	-
Média	36,9	137,5	215,7	292,6	490,3	860,2	1056,5	1170,5	1236,9	1281,6
DMS	49,2	132,6	159,5	230,9	270,2	273,1	314,6	257,4	228,3	261,0

ns e *: não significativo e significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. Médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAE: Dias após a emergência. DMS: Diferença mínima significativa.

A área foliar das plantas submetidas aos 21 dias de restrição de reposição hídrica apresentou rápido crescimento após os 28 DAE, sete dias após o início da reposição hídrica, e alcançou a média de área foliar dos demais tratamentos menos severos aos 56 DAE (Gráfico 4), semelhantemente ao número de folhas por planta (Gráfico 3). Bergantin *et al.* (2004) verificaram que as folhas de mandioca emitidas e expandidas durante a deficiência hídrica apresentaram áreas menores do que as de mandioca bem hidratadas. A redução da condutância estomática promovida pelo déficit hídrico bloqueia o influxo de CO₂ para as folhas, o que afeta o acúmulo de fotoassimilados e leva à paralisação do crescimento das plantas, limitando a área foliar das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Gráfico 4 - Área foliar da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.



5.5 FITOMASSA SECA DA PLANTA

A fitomassa seca dos diferentes órgãos da mandioca, ao final do ciclo inicial de crescimento (70 DAE), não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) entre as diferentes restrições hídricas aplicadas (Tabela 5), mesmo com as plantas sem restrição hídrica tendo produzido cerca de 28% de massa seca a mais do que as plantas submetidas ao T21. Ademais, com base nos valores médios dos diferentes tratamentos, constatou-se que as raízes alocaram 73,7% da fitomassa seca total da mandioca, seguida do caule (15,5%) e das folhas (10,8%).

Tabela 5 – Teste F e teste de médias para a fitomassa seca das raízes (FSR), do caule (FSC), das folhas (FSF), da parte aérea (FSPA), total (FST) e relação entre raízes e parte aérea (R/PA) da mandioca cv Paulozinho durante a fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.

FV	Teste F				
	FSR (g)	FSC (g)	FSF (g)	FSPA (g)	FST (g)
Bloco	ns	ns	ns	Ns	ns
Déficit	ns	ns	ns	Ns	ns
CV (%)	23,34	27,57	9,11	18,92	19,49
TRAT	Teste de Tukey				
0	21,89	3,47	2,62	6,09	27,98
7	15,36	3,99	2,74	6,73	22,10
14	18,77	4,44	2,66	7,10	25,87
21	15,96	3,26	2,50	5,76	21,71
Média	18,00	3,79	2,63	6,42	24,42
DMS	7,89	1,96	0,45	2,28	8,94

DMS: Diferença mínima significativa.

A cv de mandioca Paulozinho se mostrou tolerante a restrição hídrica de até 21 dias após a emergência dos brotos pela capacidade de recuperação do seu crescimento após a reidratação, justificando a não variação da produção de fitomassa seca entre os diferentes tratamentos. Tal inferência pode estar relacionada com os resultados observados por Nascimento et al. (2019), ao constatarem que a restrição hídrica por 32 dias, implementada no estágio inicial da *Hevea brasiliensis*, causaram redução do potencial hídrico foliar, da fotossíntese, da condutância estomática, da transpiração e do conteúdo de amido foliar, e aumento da concentração de açúcar solúvel total e de prolina; e que após 22 dias do início da reidratação a cultura restabeleceu sua capacidade fotossintética, alcançando ao final do crescimento inicial área foliar semelhante às plantas que não sofreram déficit hídrico.

Apesar de relativa tolerância à seca apresentada pela mandioca cv Paulozinho, até os 70 DAE, vale ressaltar que as condições de estresse impostas à cultura durante o crescimento inicial pode ser fator determinante na produção de fitomassa seca nos estádios posteriores de desenvolvimento da cultura, o que pode afetar significativamente a produção final no momento da colheita (PORTO et al., 1989).

5.6 EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA

A evapotranspiração total da cultura (ETC) ao longo dos 70 DAE foi semelhante estatisticamente entre a testemunha (7 L) e as restrições hídricas de 7 e 14 dias (6,74 L e 6,54 L, respectivamente), enquanto a ETc das parcelas experimentais submetidas ao T21 utilizaram 5,71 L (Tabela 6). Diferentemente, a eficiência no uso da água (EUA) apresentada pelas plantas para produção de fitomassa seca não diferiu estatisticamente entre os diferentes tratamentos (Tabela 6), a exceção do T28.

Tabela 6 – Teste F e teste de médias para a evapotranspiração total da cultura (ETC) e eficiência no uso da água (EUA) da mandioca cv Paulozinho ao final da fase inicial do seu desenvolvimento vegetativo sob restrições de reposição hídrica.

FV	Teste F	
	ETC (L)	EUA (g/L)
Bloco	ns	ns
Déficit	**	ns
CV (%)	6,28	14,88
TRAT	Teste de Tukey	
0	7,00 a	3,99
7	6,74 a	3,27
14	6,54 a	3,94
21	5,71 b	3,80
28	-	-
Média	6,50	3,75
DMS	0,77	1,05

ns e **: não significativo e significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F. Médias com letras diferentes na coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS: Diferença mínima significativa.

Constatou-se que as plantas submetidas até 21 dias de restrições de reposição hídrica, após a emergência dos brotos, conseguiram recuperar o crescimento vegetativo até os 70 DAE. Nesse contexto, infere-se que o plantio da mandioca cv Paulozinho no estado do Amapá pode ser antecipado para meses com menor índice pluviométrico, outubro a dezembro, desde que o intervalo da restrição hídrica não

ultrapasse os 21 dias, como estratégia para aumentar a oferta do produto em épocas de maior demanda no mercado.

6 CONCLUSÕES

A mandioca cv Paulozinho não consegue sobreviver a períodos superiores a 28 dias consecutivos de restrição hídrica, quando esses ocorrem no início da brotação.

O crescimento vegetativo inicial da mandioca cv Paulozinho não é afetado com a restrição hídrica de até 21 dias após a emergência.

As restrições de reposição hídrica de até 21 dias no início do ciclo da mandioca cv Paulozinho não prejudicam o crescimento vegetativo e a capacidade de produção de fitomassa seca até os 70 dias após a emergência dos brotos.

Recomenda-se a realização de novos estudos com déficit hídrico na fase inicial do crescimento da mandioca cv Paulozinho, para identificar o seu efeito sobre a produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, S.D.T.; MORGANTE, C.V.; CHAVES, A.D.M.; COSTA NETO, B.P.; VITOR, A.B.; MARTINS, D.R.P.; SILVA, R.; CRUZ, J.L.; OLIVEIRA, E.J. Características fisiológicas, produção total de raízes e de parte aérea em acessos de *Manihot esculenta* em condições de déficit hídrico. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, número especial IV SMUD, p.685-696, 2015.
- ALVES, A.A.C. **Fisiologia da mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1990.
- BERGANTIN, V.R.; YAMAUCHI, A.N.T.R.A.; PARDALES JUNIOR, J.R.; BOLATETE JUNIOR, D.M. Screening cassava genotypes for resistance to water deficit during crop establishment. **Philippine Journal of Crop Science**, v.29, n.1, p.29-39, 2004.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N.; SANTOS, G.T.; FREGADOLLI, F.L.; KASSIES, M.P.; DALPONTE, A.O. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.6, p.2099-2108, 2000.
- COELHO FILHO, M.A. **Irrigação da cultura da mandioca**. Comunicado Técnico 172. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2020.
- COELHO FILHO, M.A.; JUNIOR, F.D.A.G.; GUIMARÃES, M.J.M.; OLIVEIRA, L.B.; SILVA, T.S.M. Crescimento e produtividade do consórcio mandioca e feijão caupi em diferentes arranjos de cultivo e condições irrigadas. **Water Resources and Irrigation Management**, v.6, n.3, p.151-159, 2017.
- CORDEIRO, J.L.; MILHOMEM, L.C.R.; OLIVEIRA, I.V.; CRUZ, W.P.; SILVA, C.R.; SILVA, J.P.; SILVA, J.N.; SILVA, V.F.A.; CARVALHO, F.I.M.; SILVA, P.A. Qualidade sensorial de doces obtidos a partir de duas variedades de mandiocas produzidas no sudeste do Pará. **Natural Resources**, v.10, n.2, p.21-32, 2020.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Mandioca em Números**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros> Acesso em: 25 fev. 2020.
- FIORDA, F.A.; SOARES, M.S.J.; SILVA, F.A.; SOUTO, L.R.F.; GROSSMANN, M.V.E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca¹. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.4, p. 408-416, 2013.
- GABRIEL, L.F.; STRECK, N.A.; UHLMANN, L.O.; SILVA, M.R.; SILVA, S.D. Mudança climática e seus efeitos na cultura da mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.90-98, 2014.
- GOMES, J. C.; LEAL, E. C. **Cultivo da mandioca para a região dos tabuleiros costeiros**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 2003.

GOMES JUNIOR, F.A. **Produtividade de variedades de mandioca em diferentes arranjos de plantio, épocas de colheita, fisiologia do estresse e déficit hídrico.** 2018. 86 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA, 2018.

GUIMARÃES, A.R.D.; SCHNEIDER, L.C. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) oriundas do Município de São Desidério – BA. **Brazilian Journal of Health Review**, v.3, n.6, p.16820-16829, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2017** - Resultados Definitivos. Rio de Janeiro, v. 8, p.1-105, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal 2019**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 12 dez. 2020.

LIMA, R.B.; VILHENA, J.E.S.; FREITAS, J.L. **Climatologia do Amapá: quase um século de história.** Rio de Janeiro: Gramma, 2018.

LOPES, A.C. **Efeito da irrigação e de épocas de colheita sobre a cultura da mandioca.** 2006, 67 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

MATOS, R.M.; Silva, P.F.; Barros, A.S.; Dantas Neto, J.; Medeiros, R.M.; Saboya, L.M.F.; Santos, B.D.B. Aptidão agroclimática para o cultivo da mandioca no município de Barbalha-CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.12, n.5, p.1815-1822, 2019.

MÉLO NETO, D.F.M.; COELHO, D.G.; ANDRADE, M.T.; ALVES, J.O. Crescimento inicial de plantas de mandioca cv. Mossoró sob diferentes regimes hídricos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.12, n.3, p.191-199, 2018.

MENEGUCCI, N.C. **Mandioca para indústria: matéria seca e nutrientes em plantas de mandioca com diferentes estádios de desenvolvimento.** 2020. 93 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2020.

NASCIMENTO, N.F.; NASCIMENTO, L.B.B.; GONÇALVES, J.F.C. Respostas funcionais foliares de plantas jovens de *Hevea brasiliensis* submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Ciência Florestal**, v.29, n.3, p.1019-1032, 2019.

NASSAR, N. Cassava, *Manihot esculenta* Crantz and wild relatives: Their relationships and evolution. **Genetic Resources and Crop Evolution**, n.48, p.429-436, 2001.

NEVES, E.C.A. **Produtos derivados da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz): conhecendo para aumentar sua valorização.** 2020. 218 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2020.

OLIVEIRA, S.L.; COELHO, E.F.; NOGUEIRA, C.C.P. Irrigação. *In*: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p.292-300.

PORTO, M.C.M.; COCK, J.H.; CADENA, G.G.; PARRA, G.E.; HERNÁNDEZ, A.D.P. Acúmulo e distribuição de matéria seca em mandioca submetida a deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.5, p.557-565, 1989.

RIBEIRO, A.S.; LIMA, F.B.; REIS, J.S. **Motivações e restrições para o desenvolvimento da mandiocultura no Lago do Ajuruxi, Mazagão–Amapá**. 2019. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação do Campo – Ciências Agrárias e Biologia) – Universidade Federal do Amapá, Mazagão, AP, 2019.

SANTANA, F.A.D. **Avaliação de adaptabilidade de variedades de mandioca cultivadas no Município de Mari-PB**. 2020. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2020.

SCHONS, A.; STRECK, N.A.; STORCK, L.; BURIOL, G.A.; ZANON, A.J.; PINHEIRO, D.G.; KRAULICH, B. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Bragantia**, v.68, n.1, p.155-167, 2009.

SILVA, A.S.; KHAN, A.S. Benefícios sociais da substituição de milho por raspa de mandioca em ração suína, no estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.32, n.1, p.87-98, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TEWE, O.O.; LUTALADIO, N.B. **The global cassava development strategy**. Cassava for livestock feed in sub-Saharan Africa [online], 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/j1255e/j1255e00.htm>> Acesso em: 12 de dez. 2020.

VALLE, T.L.; LOREZI, J.O. VARIEDADES MELHORADAS DE MANDIOCA COMO INSTRUMENTO DE INOVAÇÃO, SEGURANÇA ALIMENTAR, COMPETITIVIDADE E SUSTENTABILIDADE: CONTRIBUIÇÕES DO INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.31, n.1, p.15-34, 2014.

VOLFF, V. **INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE BIOMASSA FERMENTADA DE CASCA DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*) NA QUALIDADE DA CARNE DE CAMARÃO DE ÁGUA DOCE *Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN, 1879)**. 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Fronteira Sul - *Campus Laranjeiras do Sul*. Laranjeiras do Sul, SC, 2020.

ZANETTI, S. **Caracterização morfológica e nutricional em diferentes estádios fenológicos da mandioca de mesa IAC 576-70 sob deficiência hídrica**. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia (Agricultura)) - Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp, Campus de Botucatu – SP, 2016.