

Influência da irrigação com água magnetizada no cultivo de pimenteiras do gênero *Capsicum*

Marco Antônio da Silva Verssiani¹, Alisson Macendo Amaral^{2*}, João Paulo Pereira Mendes³,
Luana da Silva Botelho⁴, Maria Ângela Cruz Macêdo dos Santos⁵

¹Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, Brasil.

²Doutor em Ciências Agrárias (Agronomia), Departamento de Hidráulica e Irrigação, Professor do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, Brasil. (*Autor correspondente: alisson.amaral@ifnmg.edu.br)

³Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, Brasil.

⁴Doutora em Agronomia (Fitopatologia), Departamento de Fitopatologia, Professora do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – Campus Arinos, Brasil.

⁵Doutora em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água no Solo, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 20/05/2021 – Revisado em: 30/06/2021 – Aceito em: 31/07/2021

RESUMO

A expansão da área cultivada com pimenta no Brasil se deve à crescente procura desse produto pelos mercados interno e externo e tecnologias como a magnetização e o seu uso na irrigação vem se mostrando viável no aumento do crescimento e produção dos cultivos. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho, avaliar as diferenças nas características agrônomicas de cultivares de pimenta *Capsicum* quando submetidas à irrigação com água magnetizada em condições de cultivo protegido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados no esquema fatorial 4 x 2, com 5 repetições. O fator A era composto pelas cultivares de pimenta Cayenne, Guadaluja, Bico e Cascavel, já o Fator B perfazia a irrigação com água normal e água magnetizada. Foram avaliadas as características alométricas: altura de planta, diâmetro de coleto, número de folhas, área foliar, massa fresca e seca de caule e folhas; a produção; o número, massa seca e massa fresca de frutos; e quantificados o índice de colheita e eficiência de uso da água. Os resultados mostraram que houve aumento expressivo nas variáveis alométricas, onde o uso da água magnetizada foi significativo, entretanto, observou-se que a diferença nas outras variáveis mensuradas era devido a diferença intrínseca entre as cultivares e o hábito de crescimento indeterminado.

Palavras-Chaves: Pimenta, Tratamento magnético, Morfologia.

Influence of irrigation with magnetized water on the cultivation of pepper plants of the *Capsicum* genus

ABSTRACT

The expansion of the area cultivated with pepper in Brazil is due to the growing demand for this product by the domestic and foreign markets and technologies such as magnetization and its use in irrigation have been shown to be viable in increasing the growth and production of crops. Thus, the objective of this study was to evaluate the differences in the agronomic characteristics of *Capsicum* pepper cultivars when subjected to magnetized water irrigation under protected cultivation conditions. The experimental design used was in randomized blocks in the factorial scheme 4 x 2 with 5 replications. Factor A was composed of the Cayenne, Guadaluja, Bico and Cascavel pepper cultivars, while Factor B was composed of irrigations with normal and magnetized water. Allometric characteristics were evaluated: plant height, stem diameter, number of leaves, leaf area, fresh and dry mass of stem and leaves; the production; the number, dry weight and fresh weight of fruits; and quantified the harvest index and water use efficiency. The results showed that there was a significant increase in allometric variables where the use of magnetized water was significant, however, it was observed that the difference in the other measured variables have been assigned to the intrinsic difference between cultivars and the indeterminate growth habit.

Keywords: Pepper, Magnetic treatment, Morphology.

Verssiani, M. A. S., Amaral, A. M., Mendes, J. P. P., Botelho, L. S., Santos, M. Â. C. M. Influência da irrigação com água magnetizada no cultivo de pimenteiras do gênero *Capsicum*. Meio Ambiente (Brasil), v.3, n.5, p.64-80.



1. Introdução

As pimentas do gênero *Capsicum* spp. pertencem à família das solanáceas e incluem cerca de 35 espécies de pimentas conhecidas, com origem nas Américas do Sul e Central. Juntamente com os pimentões, foram os primeiros aditivos utilizados na alimentação de civilizações antigas para conferir cor, sabor e aroma aos alimentos (Almeida et al., 2020; Dantas et al., 2017). A pimenteira é amplamente cultivada no mundo e sua forma de consumo ocorre, principalmente, in natura, desidratada ou em forma de molho; podendo ainda ser utilizada como matéria-prima em indústrias farmacêuticas, de cosméticos e até mesmo em ornamentação (Melo et al., 2014; Santana et al., 2017; Rego & Fernandes, 2019).

O cultivo da pimenta no Brasil é uma atividade olerícola importante devido à sua rentabilidade e por ser realizada principalmente por pequenos agricultores. A nível nacional, a pimenta *Capsicum* compõe uma parcela significativa do mercado de hortaliças in natura; já mundialmente, participa do segmento de condimentos, temperos e conservas (Dutra et al., 2010). Seu cultivo ocorre em todo o território nacional, entretanto, destacam-se como os maiores produtores os estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Rio Grande do Sul (Caldas et al., 2016).

Dentre as pimentas *Capsicum* mais consumidas no Brasil, pode-se citar as variedades Bico, Cayenne e Guadalajara, pela facilidade de serem encontradas nos comércios em suas principais formas de consumo (in natura e processada) e de plantio (sementes); e, também, a cultivar Cascavel, que possui elevado potencial de utilização por ser uma das pimentas de maior pungência (picância) existentes no mundo.

A pimenteira é sensível à disponibilidade de água no solo, cuja necessidade hídrica varia de 3 a 10 mm dia⁻¹ e seu consumo, por ciclo, pode variar entre 500 a 800 mm para variedades precoces e 1.000 mm para cultivares de ciclo longo (Pinto & Cruz, 2011; Pereira, 2018). Além da quantidade, a qualidade da água de irrigação deve possuir índices que permitam, juntamente com outras práticas agrícolas, a obtenção de maiores produtividades. Nesse sentido, a água magnetizada tem ganhado destaque em estudos recentes visando a melhoria do rendimento e da qualidade dos produtos agrícolas (Generoso et al., 2017). Para que a água seja magnetizada, utiliza-se um gerador de campo magnético por meio da polaridade natural de ímãs e esse campo é capaz de reorganizar as moléculas de água em clusters menores, resultando na diminuição da tensão superficial e da viscosidade da água. Essa reorganização só é possível devido a facilidade das moléculas de hidrogênio se ligarem e/ou desligarem dos sítios de prótons do oxigênio (Pradela et al., 2018).

Em suma, alguns benefícios desta técnica quando aplicada na agricultura são: a otimização da qualidade e quantidade da água de irrigação, a economia da água absorvida pelas plantas no processo de reidratação, a melhora no desenvolvimento vegetativo, o aumento da produtividade, a redução do uso de fertilizantes e a maior disponibilidade de nutrientes no solo para as culturas, em comparação com a irrigação utilizando água convencional (Generoso et al., 2017).

As potencialidades da irrigação com água magnetizada já puderam ser observadas em pesquisas anteriores, como na cultura do tomateiro, proporcionando aumento no rendimento e crescimento vegetativo (Olaniyi & Ogunela, 2017); na produção de mudas de alface, com ganhos expressivos na altura da parte aérea e no comprimento de raízes, propiciando reduzir o ciclo da produção de mudas e aumento da eficiência produtiva (Martins et al., 2018; Matos et al., 2018). Efeitos positivos foram observados no cultivo do tomateiro, cujo tratamento magnético da água acelerou o processo de germinação de sementes e estimulou o desenvolvimento das plantas, auxiliando na melhoria do uso da água de irrigação, na qualidade das mudas, no aumento da produção e na redução do tempo de cultivo (Aguiar et al., 2014).

É vasta a aplicação do campo magnético na água de irrigação e os resultados reportados comprovam a melhoria de crescimento e rendimento de diversas culturas, entretanto, ainda é incipiente ou inexistente, no Brasil, estudos que comprovam a eficiência e viabilidade dessa tecnologia na cultura da pimenta.

No Brasil, estudos anteriores reportam melhorias no desenvolvimento de mudas de espécie arbórea, como o baru (Mendes et al., 2020), no crescimento e produção de hortaliças como o rabanete (Martins et al., 2018), alface (Pradella et al., 2018) e pimentão (Lorenzoni et al., 2021) e, também, em ervas medicinais, como

no caso da *Melissa Officinalis* L. (Boeira et al., 2020). No exterior, o uso da água magnetizada é reportado em diversas pesquisas, demonstrando melhorias no crescimento de culturas como o trigo cultivado em solos egípcios (Abd-Elrahman; Shalaby, 2017), do tomateiro com irrigação deficitária (Yusuf & Ogunlela, 2017), em campos de arroz (Babaloo et al., 2018), no crescimento de mudas de milho (Alattar et al., 2019), na produção e qualidade de frutos de berinjela (Cui et al., 2020) e melancia (Yusuf; Ogunbamowo; Obalowu, 2020) e, também, na produção e peso fresco da alcachofra (Bagherifard et al., 2021), dentre outros.

Afim de contribuir e ampliar no uso da água magnetizada na irrigação de cultivos agrícolas, objetivou-se com esse estudo, avaliar as diferenças nas características agrônômicas de cultivares de pimenta do gênero *Capsicum* quando submetidas a irrigação com água magnetizada.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em ambiente protegido entre os meses de maio a julho de 2020. Este era localizado na área experimental do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais - Campus Arinos, cujas coordenadas são 15°55'12,75" de latitude Sul, 46°8'5,57" de longitude Oeste e altitude de 525,0 m. O clima predominante da região é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno) segundo a classificação de Köppen-Geiger.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados distribuídos em esquema fatorial 4 x 2 com 5 repetições, cuja unidade experimental foi de 1 planta por vaso. O fator A era composto por 4 variedades de pimenta *Capsicum* spp. (cayenne, guadalajara, bico e cascavel) e o fator B por 2 tipos de água de irrigação, perfazendo a água normal de fonte de abastecimento e água magnetizada.

Os vasos plásticos utilizados para acomodar o solo possuíam 12 dm³ de volume e eram compostos, individualmente, por elemento filtrante formado por camada de 1 dm³ de brita n° 1, tela do tipo sombrite, sob o qual foi acomodado 11 dm³ de um Latossolo Vermelho Distroférico de textura média, cuja caracterização química e granulométrica são informadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química e granulométrica do solo usado no experimento.

pH	P	K	Ca	Mg	H	Al	SB	CTC	V	Areia	Silte	Argila
CaCl ₂	(mg dm ⁻³)			-----	cmolc dm ⁻³	-----			%	-----	g kg ⁻¹	-----
4,5	8,24	180	2,43	0,94	4,5	0,02	3,67	8,2	44,8	404	215	381

P, K e Na extraídos com HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹; Ca, Mg e Al extraídos utilizando-se KCl 1 mol L⁻¹ pH 7,0. Laboratório Nativa Agrícola, Formosa-GO (2019).

O solo provém de local da área experimental na profundidade de 20 cm. A calagem foi realizada com base na análise de solo, visando elevar a saturação por bases para 80% (Aguiar et al., 2014), cuja correção da acidez foi feita aplicando-se calcário dolomítico filler e em seguida mantido incubado em vasos por 40 dias, com umidade próxima à da capacidade de campo. A adubação também seguiu as recomendações de Aguiar et al. (2014), porém ajustadas para o volume de solo no vaso.

O plantio foi feito de forma manual, semeando 10 sementes por vaso e distribuídas em área útil da superfície do solo no vaso, com posterior desbaste após observar a formação de 85% de estande, deixando-se apenas uma planta por vaso. Os tratamentos culturais foram aqueles próprios à cultura, quando necessários, e compostos de controle manual das plantas espontâneas, escarificação superficial do solo antes da irrigação e manejos fitossanitários, com ou sem aplicação de produtos agroquímicos. As irrigações foram diárias e aplicadas manualmente. O manejo da irrigação foi realizado, inicialmente, determinando-se a evapotranspiração real da cultura (ET_{rc}) a partir do balanço hídrico de água no solo no interior dos vasos que

serviram como lisímetros de drenagem (Bernardo; Soares; Mantovani, 2015), metodologia esta usada em diversos trabalhos como os realizados por (Gusmão et al., 2018; Almeida et al., 2020; Alves et al., 2017). O procedimento foi constituído da adição de um volume de água conhecido até que cessasse o volume correspondente a drenagem. Após cessar a drenagem, o volume a ser irrigado foi obtido pela diferença entre o volume aplicado e volume drenado, resultando no volume retido. Para cada cultivar, eram utilizados 3 lisímetros de drenagem e a média do volume retido era utilizada como reposição hídrica.

Para a magnetização da água de irrigação usada no experimento, o procedimento e equipamento foram aqueles utilizados por Mendes et al. (2020) em condução de pesquisa paralela a este estudo, que consta da deposição de um magnetizador Sylocimol Rural, modelo Rural 3000 em reservatório com volume de 250 L durante todo o período avaliado. A água sem tratamento magnético também era depositada em reservatório separado, de mesmo volume ora citado. Convém salientar que os reservatórios eram abastecidos diariamente após as irrigações, de forma que o tratamento magnético de todo o volume não era inferior a 10 horas.

As variáveis alométricas (morfológicas) mensuradas foram: a altura de planta (AP); o diâmetro de coleto (DC); o número de folhas (NF); a área foliar (AF); a massa fresca e massa seca de caule e folhas; o número, a massa seca e fresca de frutos; o índice de colheita (IC) e também a eficiência de uso da água agrônômica (EUA).

A AP foi obtida por meio da medida da distância entre o coleto da planta até o ápice do ramo principal e o DC foi obtido por meio da medição a uma altura de 3 cm do nível do solo, com auxílio de paquímetro analógico, já o NF foi determinado por contagem visual.

A área foliar foi estimada de acordo com o estudo de Araújo et al. (2009) e adaptada, resultando na Equação 1 para o cálculo da AF total. Para isso, inicialmente foram mensurados os comprimentos e as larguras de 9 folhas em cada planta, sendo 3 folhas localizadas nos terços superior, médio e inferior. A área foliar então era estimada pelo produto da área das 9 folhas com o número de folhas por planta.

$$AF = (K + C + L) * NF \quad (1)$$

Onde:
 AF - Área foliar, em cm²,
 K - Coeficiente de correlação, 0,6;
 C - Comprimento médio da folha, em cm;
 L - Largura média da folha, em cm; e,
 NF - Número total de folhas.

A AP, o DC, o NF e a AF foram mensurados nos períodos de 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a emergência (DAE).

Já a variável número de frutos e massa total dos frutos foram analisadas ao final do ciclo da cultura, pela contagem visual e pesagem dos frutos, respectivamente.

Ao final do período correspondente ao ciclo cultural, as plantas foram desbastadas e separadas a parte aérea (caule, folhas e frutos). Em seguida, as diferentes partes foram secas em estufa, com temperatura constante de 70 °C por 76 horas. Após a secagem, foram determinadas a matéria seca do caule (MSCA), a matéria seca das folhas (MSFO) e a matéria seca dos frutos (MSFR) por meio de pesagem em balança com resolução de 0,001 g (Cardoso et al., 2014).

O índice de colheita (IC) foi determinado por meio da Equação 2.

$$IC = \frac{Y}{P} \quad (2)$$

Onde:
 IC - Índice de colheita; g g⁻¹;
 Y - Produção da planta, em g, e;
 P - Massa total da planta, em g.

A taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRPA) foi determinada pela Equação 3.

$$TCRPA = \frac{MSPA}{90} \quad (3)$$

Onde:

TCRPA - Taxa de crescimento relativo da parte aérea; em g dias⁻¹;
MSPA - Matéria seca da parte aérea (MSCA + MSFO), em g, e;
90 - Período de avaliação, em dias.

Para calcular a eficiência agrônômica do uso da água (EUA), foi utilizada a metodologia proposta por Bernardo (1995), que consiste na razão entre a lâmina real evapotranspirada pela cultura e a lâmina aplicada pela irrigação (Equação 4).

$$EUA = \left(\frac{MST}{ETrc} \right) \quad (4)$$

Onde:

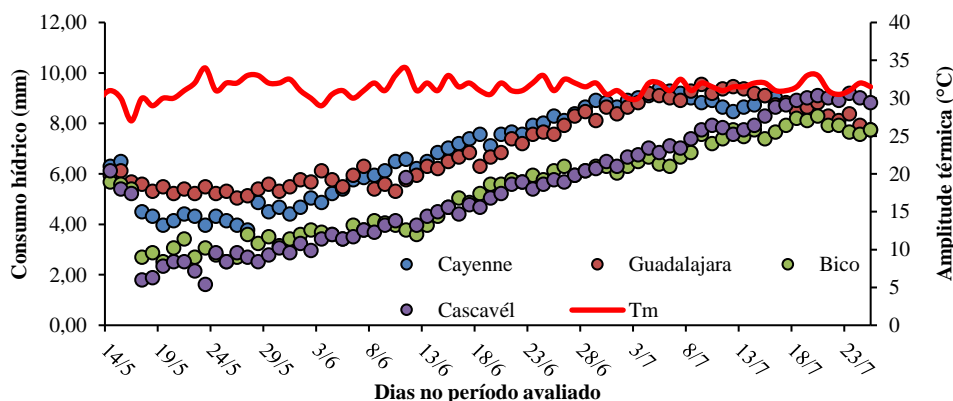
EUA - Eficiência do uso da Água, em mm g⁻¹;
ETrc – Evapotranspiração real total da cultura (mm), e;
MST - Biomassa acumulada pela planta inteira, em g.

Após a tabulação dos dados das variáveis analisadas, estas foram submetidas à análise estatística ao nível $p < 0,05$ por meio do software Sisvar v.5.7 (Ferreira, 2014). Em caso de significância, os fatores quantitativos foram analisados por regressão múltipla e as qualitativas por teste de média de Tukey a 5% de probabilidade. Quando necessário, utilizou-se o software Sigma Plot v.11 para fazer os ajustes de equações sigmoidais (logísticas) para o crescimento limitado de plantas, conforme sugerido por Lopes & Lima (2015) e os pontos de inflexão foram calculados conforme Florentino et al. (2010). Com os resultados, foram geradas figuras e tabelas para melhor interpretação e discussão dos resultados.

3. Resultados e Discussão

A Figura 1 mostra o consumo hídrico médio das variedades de pimenta ao longo do ciclo avaliado. É possível observar que a amplitude térmica dentro do ambiente protegido não ultrapassou os 5 °C e que o consumo hídrico foi, praticamente constante, a partir dos 78-80 DAE, ou seja o consumo hídrico variou, prioritariamente, devido à demanda hídrica das cultivares. O consumo hídrico ou lâmina de irrigação, no final do ciclo, foram de 469,56 mm (Cayenne), 555,56 mm (Guadalajara), 423,86 mm (Bico) e de 430,38 mm para a Cascavel.

Figura 1 - Consumo hídrico das cultivares e amplitude térmica no interior do ambiente protegido, para o ciclo avaliado.



Pelo resumo da análise de variância mostrado na Tabela 2, verifica-se influência isolada do fator água (A) na AP e da época (E) em todas as variáveis analisadas na cultivar Cayenne. Observa-se o incremento de 12,47% na AP quando usada água magnetizada na irrigação, se comparada à água normal.

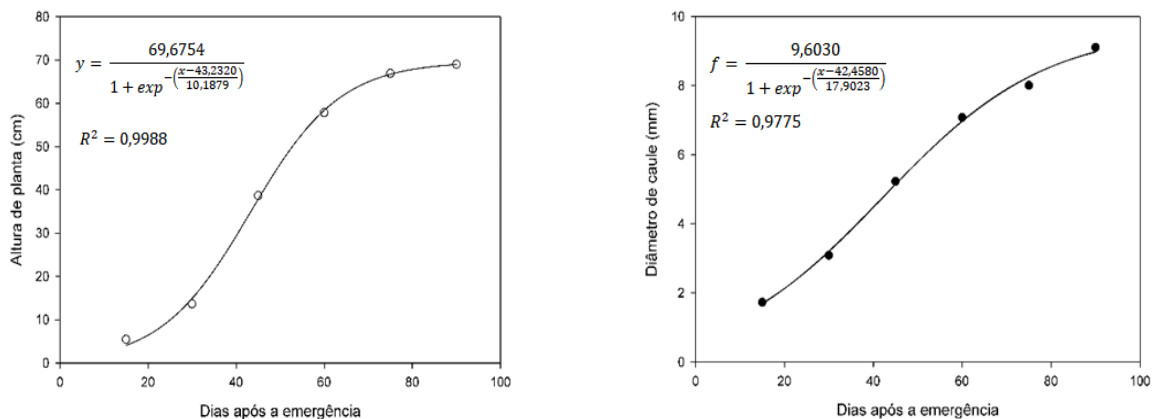
Tabela 2 - Resumo da análise de variância e médias em relação ao tipo de água para as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Cayenne

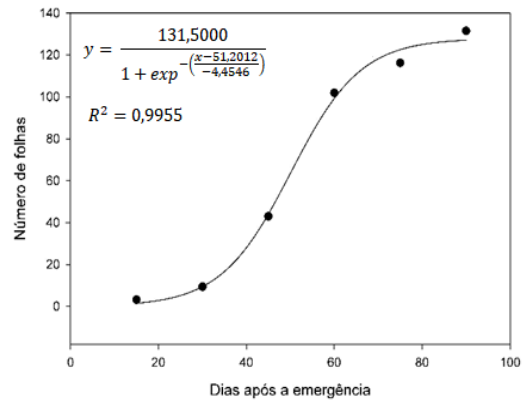
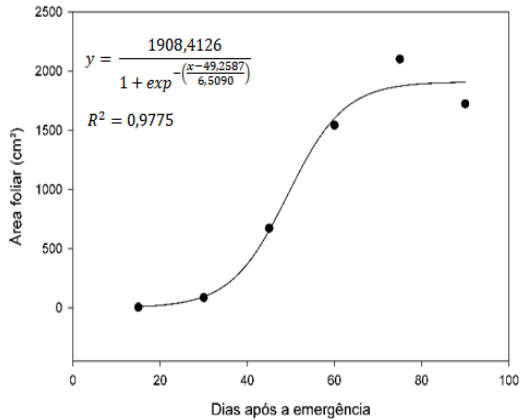
Fonte de variação	GL	Quadrados médio			
		Altura (cm) ¹	Diâmetro (mm)	A. Foliar (cm ²) ¹	N. Folhas ¹
Bloco	4	1,62**	0,17**	107,27*	3,36 ^{ns}
Água (A)	1	2,37**	0,00 ^{ns}	69,87 ^{ns}	2,16*
Época (E)	5	61,75**	3,92**	3260,55**	166,61**
A x E	5	0,21 ^{ns}	0,02 ^{ns}	14,46 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Resíduo	44	0,33	0,01	28,51	1,41
CV (%)		9,56	5,64	19,90	16,38
Tipo de Água		Médias			
Normal		39,14b	5,71a	942,05a	64,36a
Magnetizada		44,72a	5,72a	1101,12a	70,70a

Letras iguais na coluna não se diferenciam por Tukey a 5% de probabilidade. GL - Grau de liberdade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo; CV (%) - Coeficiente de variação; 1 - Dados transformados por SQRT (Y+1).

Em relação à época de avaliação, o modelo matemático ajustado na AP, DC, AF e NF foi o logístico para crescimento limitado (Lopes & Lima, 2015) mostrado na Figura 3. Pode-se observar que na AP houve aumento máximo até os 74 DAE (68,70 cm) com valor assintótico de 69,67 cm. Após essa época o crescimento em altura foi limitado, possivelmente, devido à translocação de fotoassimilados para crescimento em DC e enchimento de frutos.

Figura 3 - Variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Cayenne.





Para DC o máximo incremento ocorreu até os 90 DAE (8,78 mm), entretanto a planta ainda continuou incrementando o DC de forma lenta, para suportar a carga de folhas e frutos dos próximos ciclos. A assíntota de DC equivale a 9,60 mm (incremento de 10,34%). Para a AF houve aumento significativo até os 74 DAE (1098,47 cm) com valor assintótico de 1908,4 cm. E o NF teve aumento significativo até os 74 DAE, com valor de inflexão de 131,49 e assintótico de 131,5 folhas. Para Araújo et al. (2009), o aumento do DC favorece o equilíbrio do crescimento da parte aérea da planta, reduzindo assim a possibilidade de tombamento.

Observa-se que a variedade Cayenne começou a limitar o seu crescimento para as variáveis AP, DC, AF e NF após os 74 DAE e isso pode ser explicado pela fase em que a planta se encontrava, priorizando a translocação de fotoassimilados para a produção dos frutos. Essa limitação de crescimento se deve ao comportamento fisiológico de plantas semi-perenes, devido à forte relação do mecanismo de fonte e dreno, onde, durante o processo reprodutivo, as folhas mais velhas enviam fotoassimilados para os frutos, além de ocorrer o processo de renovação da área foliar (Vieira et al., 2010). A limitação da AF é um processo natural de senescência das folhas mais velhas, que também possuem maior área, processo este aliado à formação de um grande número de folhas jovens com tamanho reduzido (Oka, 2017).

Ao observar a Tabela 3, pode-se verificar influência significativa de forma isolada para os fatores água (A) e Época (E) em todas as variáveis analisadas na cultivar Cascavel. Pelas médias do fator A, observa-se que a água magnetizada possibilitou um incremento na ordem de 10,26% (AP), 4,9% (DC), 17,19% (AF) e 11,68% em NF.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância e médias em relação ao tipo de água para as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Cascavel

Fonte de variação	GL	Quadrados médio			
		Altura (cm) ¹	Diâmetro (mm)	A. Foliar (cm ²) ¹	N. Folhas ¹
Bloco	4	25,11**	6,26**	68,50**	0,39 ^{ns}
Água (A)	1	97,79**	1,32*	114,26**	1,49*
Época (E)	5	6166,48**	823,88**	6320,65**	130,44**
A x E	5	7,69 ^{ns}	0,33 ^{ns}	11,20 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Resíduo	44	4,30	12,98	13,90	0,25
CV (%)		7,91	8,94	12,76	9,24
Tipo de Água		Médias			

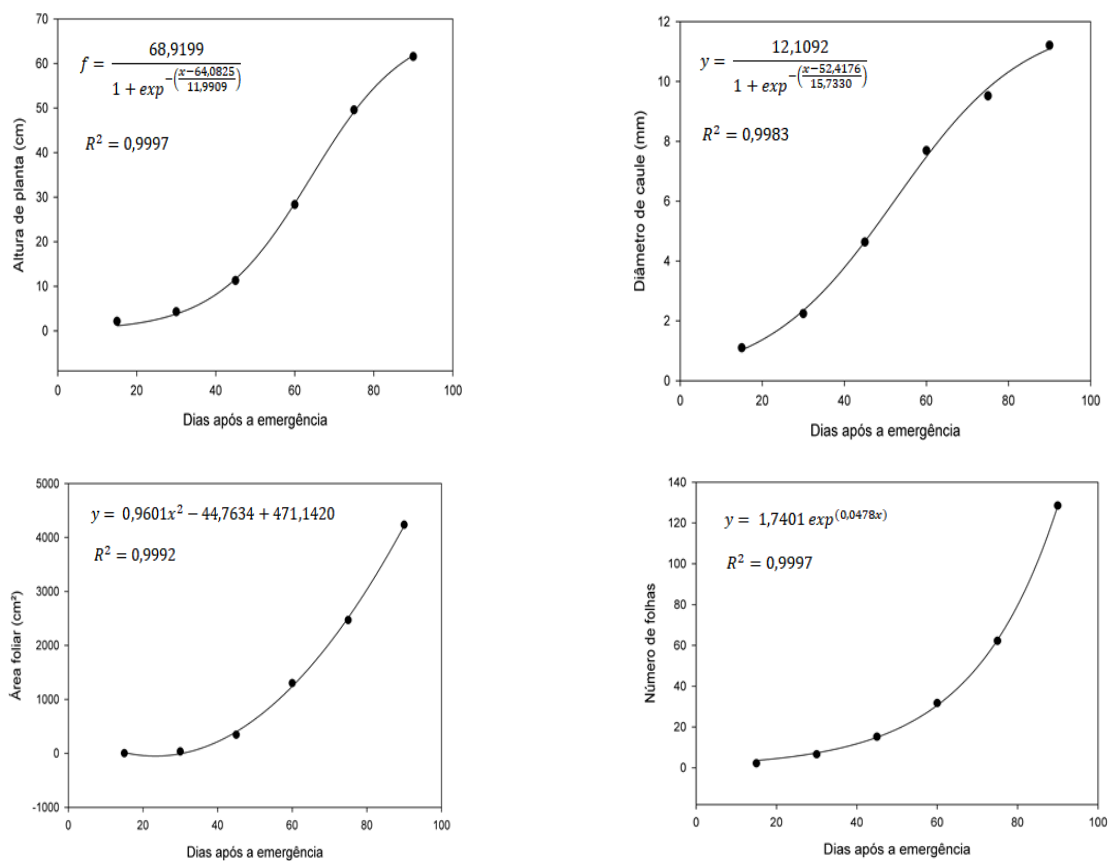
Normal	24,94b	5,92b	1286,82b	38,80b
Magnetizada	27,50a	6,21a	1508,06a	43,33a

Letras iguais na coluna não se diferenciam por Tukey a 5% de probabilidade. GL - Grau de liberdade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo; CV (%) - Coeficiente de variação; 1 - Dados transformados por SQRT (Y+1)

Os resultados reportados por Ahamed et al. (2013) mostram valores significativamente superior em plantas de pimentão irrigadas com água magnetizada, em cultivos sucessivos para os anos de 2011 e 2012, com rendimentos de aproximados 11% na AP, 14,1% no NF e 23,5% na AF. Considerando o presente estudo, os ganhos em crescimento já ocorreram no primeiro cultivo da variedade Cascavel, o que mostra a viabilidade do seu cultivo com irrigação com água tratada magneticamente.

De acordo com o modelo matemático ajustado na AP, DC, AF e NF para a variedade Cascavel (Figura 4), é possível observar que a AP atinge o ponto de inflexão de 68,59 cm aos 92 DAE, já para DC o ponto de inflexão ocorre aos 95 DAE (11,69 mm) com valor assintótico de 12,1 mm. Em ambos os casos, os pontos de inflexão e assíntotas ocorrem fora do período avaliado, demonstrando que a cultivar cascavel continua com o crescimento, mesmo em fase de colheita.

Figura 4 - Variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Cascavel.



Já na AF e NF observou-se crescimento exponencial durante o ciclo avaliado. Diferentemente da Cayenne, essa cultivar mantém o crescimento da parte aérea mesmo translocando fotoassimilados para os frutos. É possível que as condições de contorno em ambiente protegido também tenham influenciado nessas variáveis, pois, para Costa et al. (2017), ocorre um maior armazenamento de energia interna no ambiente, em função do filme de polietileno, energia esta que influi diretamente no metabolismo das plantas.

Conforme observado no resumo da análise de variância para a variedade Guadalajara (Tabela 4), verificou-se influência significativa de forma isolada para o fator água (A) na AF e Época (E) em todas as variáveis em estudo. Observa-se um incremento de 28,33% na AF quando utilizada a água magnetizada na irrigação.

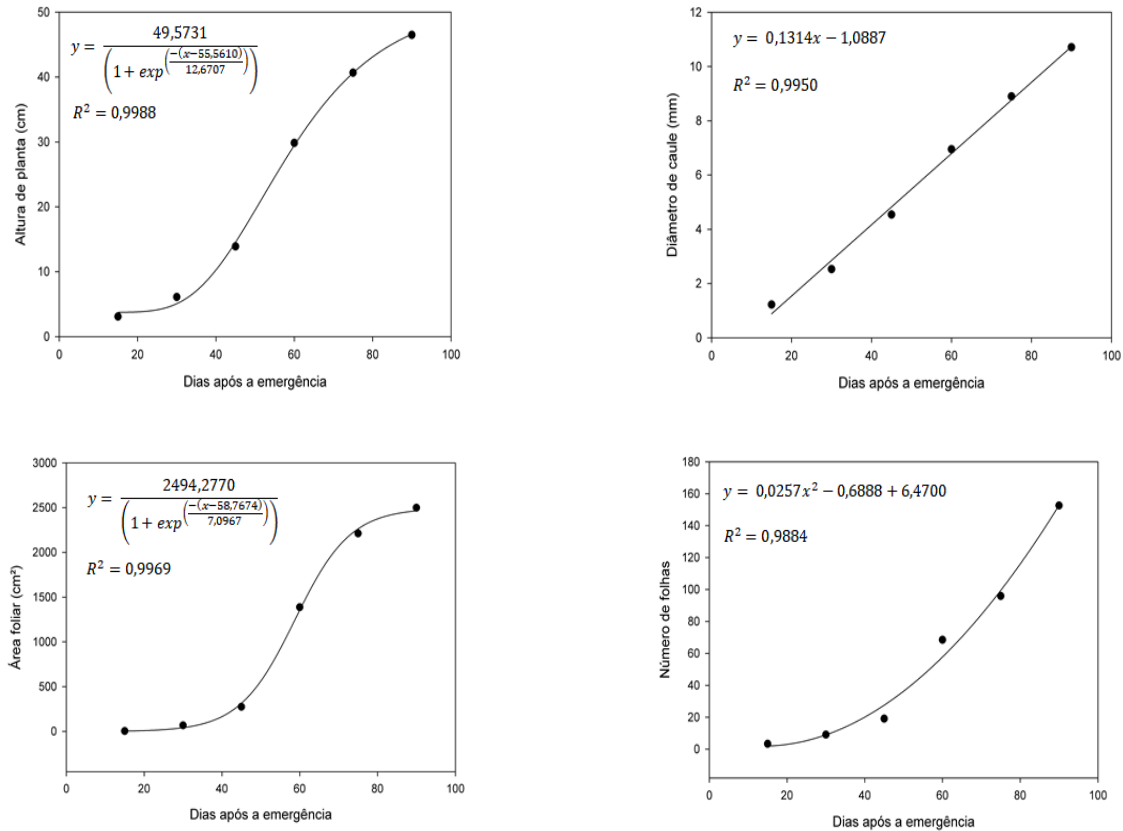
Tabela 4 - Resumo da análise de variância e médias em relação ao tipo de água para as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Guadalajara

Fonte de variação	GL	Quadrados médio			
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	A. Foliar (cm ²)	N. Folhas ¹
Bloco	4	0,66*	0,07**	140,02**	6,57**
Água (A)	1	0,43 ^{ns}	0,02 ^{ns}	165,22*	3,19 ^{ns}
Época (E)	5	40,68**	5,57**	4091,48**	161,76**
A x E	5	0,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	24,59 ^{ns}	0,48 ^{ns}
Resíduo	44	0,18	0,01	35,52	1,32
CV (%)		9,42	4,48	22,00	17,33
Tipo de Água		Médias			
Normal		22,35a	5,69a	940,36b	54,10a
Magnetizada		24,33a	5,93a	1206,80a	62,06a

Letras iguais na coluna não se diferenciam por Tukey a 5% de probabilidade. GL - Grau de liberdade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo; CV (%).

Ao analisar a Figura 5, observa-se que para a variedade Guadalajara, a AP apresenta aumento até os 90 DAE (48,96 cm) com valor assintótico de 49,57 cm. Quanto à AF, esta teve o máximo crescimento até os 82 DAE, com ponto de inflexão de 2493,67 cm² e assíntota de 2494,27 cm². De acordo com o valor de assíntota, percebe-se que a partir dos 82 DAE, a planta incrementou apenas 0,02% em AF constatando um acréscimo pequeno nessa variável, porém, continuidade do crescimento. Observa-se que a variedade Guadalajara limita o crescimento em AP enquanto a AF apresenta comportamento diferente ao observado na variedade Cascavel, no entanto, semelhante ao observado na Cayenne.

O DC e o NF aumentam de forma linear e exponencial respectivamente, durante todo período avaliado. Nota-se que a variedade Guadalajara investe em folhas novas e aumento expressivamente no NF, haja visto que o incremento em AF é pouco expressivo (0,02%), enquanto inicia o processo de produção dos frutos, o que explica o aumento no DC de caule para suportar o aumento de massa da parte aérea.

Figura 5 - Variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Guadalajara.

Pode-se observar pelo resumo da análise de variância para a cultivar Bico (Tabela 5), que o fator Água (A) influenciou significativamente no NF e Época (E) influenciou em todas as variáveis em estudo. Teve-se um incremento na ordem de 23,37% no NF quando utilizada a água magnetizada na irrigação.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância e médias em relação ao tipo de água para as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Bico

Fonte de variação	GL	Quadrados médio			
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	A. Foliar (cm ²)	N. Folhas
Bloco	4	0,36 ^{ns}	0,04 ^{ns}	46,65 ^{ns}	1,96 ^{ns}
Água (A)	1	0,11 ^{ns}	0,02 ^{ns}	9,26 ^{ns}	3,43**
Época (E)	5	43,32**	5,07**	4245,27**	171,94**
A x E	5	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	22,06 ^{ns}	1,35 ^{ns}
Resíduo	44	0,09	0,01	14,68	0,57
CV (%)		7,51	4,67	17,21	12,84

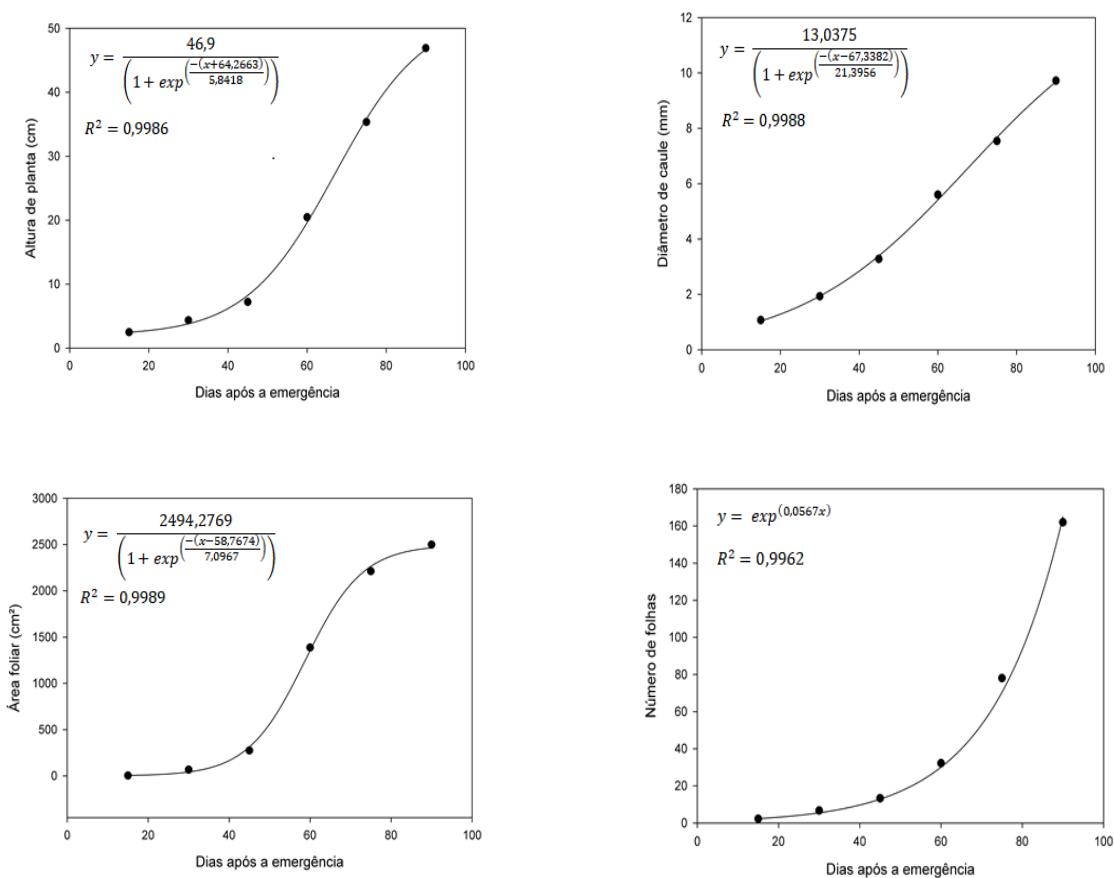
Tipo de Água	Médias			
Normal	19,29a	4,79a	809,23a	43,93b
Magnetizada	19,60a	4,93a	919,87a	54,20a

Letras iguais na coluna não se diferenciam por Tukey a 5% de probabilidade. GL - Grau de liberdade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo; CV (%) - Coeficiente de variação.

Pela Figura 6, observa-se que a AP aumentou consideravelmente até os 90 DAE com 46,9 cm. Em estudo anterior com a pimenta bico, cultivar BRS Moema, Santos (2018) encontrou valor de altura de planta de 49,4cm, com crescimento inicial significativo até os 77 dias após o plantio. Outro fator que pode ser observado no desenvolvimento da variedade Bico, foi o aumento exponencial do NF, que segundo Halfor (2010) está diretamente relacionado à quantidade de frutos que são produzidos, pois o fruto é o principal dreno de fotoassimilados nas plantas durante a fase de produção.

Para AF o ponto de inflexão ocorreu aos 68 DAE (2494,12 cm²), com valor assintótico de 2494,27 cm², e para DC o ponto de inflexão ocorre aos 95 DAE (12,5 mm), com valor assintótico de 13,03 mm, porém fora do período avaliado.

Figura 6 - Variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para a variedade Bico.



Comparando a morfologia das cultivares aos 90 dias, observa-se na Tabela 6 a influência variedade (V) em todas as variáveis em estudo. Verifica-se maior AP da cultivar Cayenne, seguida por Cascavel e por último Bico e Guadalajara, estas não diferindo estatisticamente entre si. Já no DC observou-se semelhança entre as cultivares Cascavel e Guadalajara; e entre a Cayenne e a Bico. A cultivar Cascavel apresentou maior média de AF destoando das demais, com semelhança entre a Bico e Guadalajara e por último Cayenne. Quanto ao NF, houve semelhança nas cultivares Bico e Guadalajara, estas diferentes da Cascavel e Cayenne, as quais apresentaram menor média que as demais.

Em todas as cultivares avaliadas, observou-se que os crescimentos ao longo do ciclo e aos 90 dias apresentaram hábitos de crescimento indeterminado, típico da cultura da pimenta. Em plantas de hábito indeterminado, o crescimento e o desenvolvimento são processos competitivos, pois o crescimento não cessa quando o vegetal entra em floração e isto confere a elas florescimento e frutificação contínuos, assim, por exemplo, são encontrados em uma mesma planta, frutos em diversos estádios de maturação (Lopes & Lima, 2015; Gonçalves et al., 2015; Jorge et al., 2018), além disso, o gênero *Capsicum* possui elevada diversidade genética (Silva et al., 2020) o que explica os diversos modelos matemáticos ajustados ao crescimento das cultivares em estudo e as médias diferentes no final do ciclo.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância e médias em relação ao tipo de água e cultivar para as variáveis altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas para as cultivares.

Fonte de variação	GL	Quadrados médio			
		Altura (cm)	Diâmetro (mm)	A. Foliar (cm ²)	N. Folhas
Bloco	4	0,03 ^{ns}	0,02 ^{ns}	30,34 ^{ns}	1,53 ^{ns}
Variedade (V)	3	5,44**	0,20**	972,54**	4,23**
Água (A)	1	0,39 ^{ns}	0,00 ^{ns}	34,25 ^{ns}	0,04 ^{ns}
V x A	3	0,16 ^{ns}	0,02 ^{ns}	38,84 ^{ns}	1,99 ^{ns}
Resíduo	28	0,2	0,02	47,37	1,81
CV (%)		5,99	4,85	13,15	11,27
Cultivar		Médias			
Guadalajara		46,49c	10,71a	2499,25b	152,60a
Bico		46,90c	9,72b	2942,87b	162,00a
Cascavel		61,58b	11,21a	4234,64a	128,50b
Cayene		69,02a	9,11b	1722,53c	131,50b

Letras iguais na coluna não se diferenciam por Tukey a 5% de probabilidade. GL - Grau de liberdade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo; CV (%) - Coeficiente de variação.

Segundo o resumo da análise de variância mostrado na Tabela 7, houve influência do fator variedade no NFR, MSFR, MSFO, MSCA, EUA e na TCRPA. Pode se observar que a cultivar Bico e Guadalajara possuem os maiores NF, com maior MSFR também para a Bico.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância e médias em relação ao tipo de água e cultivar para as variáveis número de frutos (NFR), massa seca de fruto (MSFR), massa seca de folha (MSFO), massa seca de caule (MSCA), eficiência de uso da água (EUA), taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRPA) e índice de colheita (IC)

FV	GL	Quadrados médio						
		NFR ¹	MSFR ¹	MSFO ¹	MSCA ¹	EUA ¹	TCRPA ¹	IC
Bloco	4	7,96 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,063 ^{ns}	0,051 ^{ns}	2,5E-05 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0018 ^{ns}
Cultivar (C)	3	89,79**	0,319**	8,088**	6,666**	0,005**	0,079**	0,008**
Tipo de água (A)	1	4,19 ^{ns}	0,173 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,109 ^{ns}	6,7E-05 ^{ns}	0,0011 ^{ns}	0,0018 ^{ns}
C x A	3	3,83 ^{ns}	0,298 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,099 ^{ns}	0,0003 ^{ns}	0,0005 ^{ns}	0,0031 ^{ns}
Resíduo	28	3,16	0,083	0,227	0,381	0,00013	0,0027	0,0009
CV (%)		26,23	20,28	15,65	15,35	1,52	5,82	3,95
Média (A)		55,7	1,42	3,05	16,47	0,7461	0,32	0,083

Cultivar	Médias						
	------(g)-----						
	g mm ⁻¹	g dia ⁻¹	frutos g ⁻¹				
Guadalajara	99,3a	1,63ab	6,50b	13,7b	0,73b	0,24b	0,08a
Bico	84,9a	2,19a	6,80b	15,4b	0,74b	0,27b	0,113a
Cascavel	12,5b	0,99b	19,00a	26,50a	0,77a	0,56a	0,023b
Cayenne	26,1b	1,86ab	6,00b	10,3b	0,73b	0,19b	0,114a

Letras iguais na coluna não se diferenciam por Tukey a 5% de probabilidade. GL - Grau de liberdade; ** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade; * - Significativo a 5% de probabilidade; ns - Não significativo; CV (%) - Coeficiente de variação; 1 - Dados transformados por SQRT (Y+0,5)

A MSFO e MSCA podem ser interpretadas pela TCRPA, cuja maior média foi obtida pela cultivar Cascavel e esses valores são reflexos de uma maior EUA por essa cultivar. Uma maior EUA retornou maior TCRPA, ou seja, ao maior acúmulo de fotoassimilados, portanto maior massa de matéria seca de folha e de caule para cada unidade de água absorvida. Entretanto, a Cascavel não obteve maiores IC e NFR pois essa cultivar priorizou a produção de frutos maiores e mais pungentes e isso envolve elevado gasto energético.

A pungência é um importante atributo comercial e de qualidade de pimentas frescas e processadas, sendo o conteúdo de capsaicina um dos requisitos principais para determinar a qualidade dos frutos e representa o princípio ativo das propriedades organolépticas e farmacêuticas. A capsaicina, juntamente com a dihidrocapsaicina, representam 90% dos capsaicinóides da maioria das variedades pungentes (Paulus et al., 2015.; Paula et. al., 2017).

Os melhores IC foram observados para as cultivares Guadalajara, Bico e Cayenne, isso é importante, pois o IC é uma medida da eficiência do transporte de fotoassimilados para o grão, então, quanto maior o IC observado para uma cultivar, maior é sua eficiência de conversão de produtos sintetizados para os frutos (Portela; Peil; Rombaldi, 2012).

4. Conclusão

Nas variáveis alométricas, onde o uso da água magnetizada foi significativo, houve um crescimento expressivo, a citar altura de planta, diâmetro de caule, área foliar e número de folhas na cultivar Cascavel, número de folhas nas cultivares Cayenne e Bico e área foliar na cultivar Guadalajara.

Foram observadas funções de crescimento diversas entre as cultivares, resultado da elevada diversidade genética e hábito de crescimento indeterminado.

A água magnetizada não exerceu influência no número de frutos, massa seca de fruto, massa seca de folha, massa seca de caule, eficiência de uso da água, taxa de crescimento relativo da parte aérea e índice de colheita, havendo diferença apenas entre as cultivares.

O índice de colheita e a eficiência de uso da água da variedade Cascavel apresentou menor média do que as demais cultivares, por ser uma planta que prioriza frutos maiores e de elevada pungência.

5. Referências

Abd-Elrahman, S. H., Shalaby, O. A. E. (2017). Response of wheat plants to irrigation with magnetized water under Egyptian soil conditions. **Egyptian Journal of Soil Science**. 57(4), 477-488.

Aguiar, A. T. E., Gonçalves, C., Paterniani, M. E. A. G. Z., Tucci, M. L. S., Castro, C. E. F. (2014). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas** (7^a ed.). Campinas: Instituto Agronômico, 452 p. (Boletim IAC, n.º 200).

Ahamed, M. E. M., ELzaawely, A. A., Bayoumi, Y. A. (2013). Effect of magnetic field on seed germination, growth and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Asian Journal of Crop Science**. 5, 286-294.

Alattar, E. M., Elwasife, K. Y., Radwan, E. S., Abuassi, W. A. (2019). Influence of magnetized water on the growth of corn (*Zea mays*) seedlings. **Romanian Journal of Biophysics**. 29(2), 39–50.

Almeida, B. M., Silva, V. B., Lopes, A. C. A., Gomes, R. L. F., Martins, L. V., Valente, S. E. S., Peron, A. P., Feitoza, L. L. (2020). Pimentas *Capsicum* L.: aspectos botânicos, centro de origem, diversificação e domesticação, importância socioeconômica e propriedades terapêuticas (Parte 1). In: **As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias**. Ponta Grossa (BR): Editora Atena, p.33-47.

Almeida, R. C., Deus, F. P., Diotto, A. V., Teixeira, A. L. P., Lemos, L. T. O., Pizzeta, S. C., Vieira, C. N. G. (2020). Desenvolvimento vegetativo do tomateiro sweet heaven irrigado com água tratada magneticamente. **Brazilian Journal of Development**. 6(2), 5428-5434.

Alves, E. S., Lima, D. F., Barreto, J. A. S, Santos, D. P., Santos, M. A. L. (2017). Determinação do coeficiente de cultivo para a cultura do rabanete através de lisimetria de drenagem. **Irriga**. 22(1), 194-203.

Araújo, J. S., Andrade, A. P., Ramalho, C. I., Azevedo, C. A. V. (2009). Cultivo de pimentão em condições protegidas sob diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 13(5), 559–565.

Babaloo, F., Majd, A., Arbabian, S., Sharifnia, F., Ghanati, F. (2018). The Effect of magnetized water on some characteristics of growth and chemical constituent in rice (*Oryza sativa* L.) var Hashemi. **Eurasian Journal of Biosciences**. 12(1), 129-137.

Bagherifard, A., Ghasemnezhad, A., Bagheri, A., Barani Motlagh, M., Rezayiasl, A. (2021). Evaluation of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) Plant Quality under Irrigation by Magnetized Water. **Ethno-Pharmaceutical Products**. 2(1), 38-44.

Bernardo S. (1995). **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, 657 p.

Bernardo, S., Soares, A. A., Mantovani, E. C. (2015). **Manual de Irrigação**. Viçosa: UFV, 625 p.

- Boeira, L. S., Diotto, A. V., Medeiros, A. P. R., Deus, F. P., Pinto, J. E. P., Gontijo, M. L., Rodrigues, K. (2020). Irrigação com água tratada magneticamente na cultura da *Melissa Officinalis* L. **Brazilian Journal Development**. 6(36), 14657- 14667.
- Caldas, A. L. D., Lima, E. M. C., Carvalho, J. A., Rezende, F. C. (2016). Manejo da irrigação em diferentes fases fenológicas da pimenta cayenne cultivada em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. 10(2), 553 – 564.
- Cardoso, A. A. S., Santos, J. Z. L., Tucci, C. A. F., Barbosa, M. B. (2014). Acúmulo de nutrientes e crescimento da pimenta-de-cheiro em função de doses de calcário. **Revista Agro@mbiente On-line**. 8(2), 165-174.
- Costa, E., Santo, T. L. E., Batista, T. B., Curi, T. M. R. C. (2017). Diferentes tipos de ambiente protegido e substratos na produção de pimenteiros. **Horticultura Brasileira**. 35(3), 458-466.
- Cui, H., Liu, X., Jing, R., Zhang, M., Wang, L., Zheng, L., Kong, L., Wang, H., Ma, F. (2020). Irrigation with Magnetized Water Affects the Soil Microenvironment and Fruit Quality of Eggplants in a Covered Vegetable Production System in Shouguang City, China. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**. 20(4), 2684-2697.
- Dantas, E. R., Araújo, A. S., Silva, E. V., Paiva, Y.F., Calado, J. Á., Lima, R.R. (2017). Extrato da pimenta ‘biquinho’ como revestimento comestível na conservação de goiabas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 12(4), 695-700.
- Dutra, F. L. A., Branco, I. G., Madrona, G. S., Haminiuk, C. W. I. (2010). Avaliação Sensorial e Influência do Tratamento Térmico no Teor de Ácido Ascórbico de Sorvete de Pimenta. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. 4(2),243-251.
- Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**. 38(2), 109-112.
- Florentino, H. O. Biscaro, A. F. V., Passos, J. R. S. (2012). Funções sigmoidais aplicadas na determinação da atividade metanogênica específica – AME. **Revista Brasileira de Biometria**. 28(1), 141-150.
- Generoso, T. N., Martinez, M. A., Rocha, G. C., Hamakawa, P. J. (2017). Water magnetization and phosphorus transport parameters in the soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 21(1), 9-13.
- Gonçalves, V. D., Muller, D. H., Fava, C. L. F., Camili, E. C. (2015). Maturação fisiológica de sementes de pimenta ‘bode vermelha’. **Revista Caatinga**. 28(3), 137–146.
- Gusmão, J. M., Vidal, V. M., Soares, F. A. L., Teixeira, M. B., Cunha, F. N., Moraes, W. G. S, Amaral, A. M. (2018). Características morfológicas e produtivas de cultivares de girassol sob diferentes reposições hídricas. **Global Science and Technology**. 11(1), 17-24.
- Halford, N. G. Photosynthate partitioning. In: Pua, E., Davey, M. (2010). **Plant developmental biology biotechnological perspectives**. Berlin: Springer, 67-82.
- Jorge, E.V.C., David, A. M. S. S., Figueiredo, J. C., Pinheiro, D. L. M., Silva, R. A. N, Alves, R. A. (2018). Estádio de maturação e repouso pós-colheita dos frutos na qualidade de sementes de pimenta biquinho. **Revista**

de Ciências Agrárias. 61, 1-7.

Krishnaraj, C., Yun, S. I., V.K, A. (2017). Effect of magnetized water (Biotron) on Seed Germination of Amaranthaceae family. **Journal of Academia and Industrial Research (JAIR)**. 5(10), 152-156.

Lopes, N. F., Lima, M. G. S. (2015). **Fisiologia da produção**. Viçosa: UFV, 492 p.

Lorenzoni, M. Z., Rezende, R., Seron, C. C., Souza, A. H. C. (2021). Yield and quality of bell pepper fruits irrigated with magnetically treated water. **Revista de Agricultura Neotropical**. 8(3), 1-3.

Martins, M. S., Marques, T. A, Santos, D. C, Santos R. C, Pradela, V.A. (2018) Estudo de como a água magnetizada pode auxiliar na produção de muda de alface. **Bioenergia em revista: diálogos**. 8(2), 29-38.

Matos, K., Blanco, A., Columbié, M., Sánchez, E. (2018). Influencia del agua tratada magnéticamente en la obtención de posturas de lechuga (*Lactuca sativa*, L). **Hombre, Ciencia y Tecnología**. 15(4), 1-8.

Melo, L. F., Gomes, R. L. F., Silva, V. B, Monteiro, E. R., Lopes, A. C. A, Peron, A. P. (2014). Potencial ornamental de acessos de pimenta. **Ciência Rural**. 44(11), 2010-2015.

Mendes, J. P. P., Amaral, A. M., Verssiani, M. A. S, Santos, M. Â. C. M. (2020). Crescimento e qualidade de mudas de baru em resposta a hidrotretor e água magnetizada. **Scientia Plena**. 16(11), 1-10.

Oka, J. M. (2017). Crescimento e acúmulo de nutrientes em Pimenteira-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacquin) cv. Lupita. Tese de doutorado. Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil.

Olaniyi, Y. K., Ogunlela, A. O. (2017). Effects of magnetized water on the vegetative growth and yield of tomato. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**. 19(1), 1–8.

Paula, F. L.M., Paula, A. L., Frizzone, J. A., Boas, M. A. V, Gomes, A. W. A, Souza C. (2017). Concentração de capsaicinóides em pimenta Tabasco com doses de CO₂ aplicadas via irrigação. **Horticultura Brasileira**. 35(3), 390-394.

Paulus, D., Valmorbida, R., Santin, A., Toffoli, E., Paulus, E. (2015). Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**. 33(1), 91-100.

Pereira Jr., C. C. (2018). **Crescimento e produção da pimenta biquinho sob lâminas de irrigação e doses de biofertilizante** Tese de doutorado, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, Brasil.
Pinto, C. M. F., Cruz, R. M. (2011). Agronegócio da pimenta (*Capsicum* sp.) em Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**. 29(2), S5744-S5765.

Portela, I. P., Peil, R. M. N., Rombaldi, C. V. (2012). Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura Brasileira**. 30(2), 266-273.

Pradela, V.A., Yoshida, C. H. P., Santos, D.C., Santos, R.C., Lapaz, A. M. (2018). Produção de mudas de alface em resposta ao uso de água tratada magneticamente. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**. 12(3), 299-306.

Rego, L. S., Fernandes, P. O. (2019). Atividade funcional da pimenta vermelha (*Capsicum* sp-solanacea) e

pimenta do reino (*Piper nigrum*-piperaceae). **Revista da FAESF**. 2019; 3(3), 33-41.

Santana, C. M., Almeida, F. B., Silva, F. R., Melo, W. F., Tabalera, G. G., Sarmiento, W. E., Sobrinho, W. S., Linhares, P. C. F. Análise da utilização da pimenta (*Capsicum frutescens* L.) e sua indicação medicinal: Revisão. **PUBVET**, 11(4), 327-332.

Santos, A. S. (2018). Características agrônômicas, físico-químicas e sensoriais de linhagens de pimenta biquinho cultivadas em sistema orgânico. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

Silva, L. S. N., Morais, G. C., Costa, L. S., Santos, J. F. F., Filha, C. M. R. S, Silva, R. N. O. (2020). Diversidade genética em genótipos de *Capsicum annuum* L. (Solanaceae) promissores para uso ornamental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. 7(17), 1165-1174.

Vieira, E. L., Souza, G. S., Santos, A. R., Silva, J. S. (2010). **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis:E-book; 230p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/biologia/livros/MANUAL%20DE%20FISIOLOGIA%20VEGETAL.pdf>

Yusuf, K. O., Ogunbamowo, T. R., Obalowu, R. O. (2020). Effect of magnetized water on water use efficiency, yield and nutritional qualities of watermelon under deficit irrigation. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**. 22(3), 51-60.

Yusuf, K. O., Ogunlela, A. O. (2017). Effects of deficit irrigation on the growth and yield of tomato irrigated with magnetized water. **Environmental Research, Engineering and Management**. 73(1), 59-68.