

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DO REPOLHO SOB DIFERENTES
TURNOS DE REGA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NA REGIÃO
SERRANA DO ESPÍRITO SANTO**

GUILHERME PETERLE

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
MARÇO – 2021**

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO REPOLHO SOB DIFERENTES
TURNOS DE REGA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NA REGIÃO
SERRANA DO ESPÍRITO SANTO

GUILHERME PETERLE

Dissertação apresentada ao Centro de
Ciências e Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte Fluminense
Darcy Ribeiro, como parte das exigências
para obtenção do título de Mestre em
Produção Vegetal

Orientador: Prof. Elias Fernandes de Sousa

Coorientador: Prof. Claudinei Martins Guimarães

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

MARÇO – 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

UENF - Bibliotecas

Elaborada com os dados fornecidos pelo autor.

P479

Peterle, Guilherme.

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO REPOLHO SOB DIFERENTES TURNOS DE REGA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NA REGIÃO SERRANA DO ESPÍRITO SANTO / Guilherme Peterle. - Campos dos Goytacazes, RJ, 2021.

59 f.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2021.

Orientador: Elias Fernandes de Sousa.

Coorientador: Claudinei Martins Guimarães.

1. Cultivo protegido. 2. Estresse hídrico. 3. irrigação. 4. *Brassica oleracea*. I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. II. Título.

CDD - 630

DESEMPENHO AGRONÔMICO DO REPOLHO SOB DIFERENTES
TURNOS DE REGA EM SISTEMA AGROECOLÓGICO NA REGIÃO
SERRANA DO ESPÍRITO SANTO

GUILHERME PETERLE

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

Aprovada em 4 de março de 2021

Comissão Examinadora:

Prof. José Carlos Mendonça (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Claudinei Martins Guimarães (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UENF

Pesq. Jacimar Luiz de Souza (DSc., Fitotecnia) - INCAPER

Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientador)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Itamar Peterle e Maria Clarice Gomes Peterle;
Aos Meus Irmãos, Gabriel e Rafael;
Aos Meus Avós, José e Maria; Gilson e Renilde;
A Kariny, minha namorada;
Aos Meus amigos de longa data, André, Dandara, Eduardo, Jessica e Mariana;
A todos os amigos da UENF e Incaper.

Dedico este trabalho

AGRADECIMENTOS

Agradeço,
A Deus;
Aos meus pais, meus irmãos pelo apoio e confiança;
À minha família;
À minha namorada;
A Universidade Estadual do Norte Fluminense “Darcy Ribeiro” (UENF) pela concessão da bolsa;
Ao meu orientador Prof. Elias pelos ensinamentos, oportunidades e apoio durante esses anos;
Aos meus amigos de graduação e pós-graduação que conquistei durante essa jornada pelo companheirismo e alegria que me proporcionaram durante esse tempo;
Aos amigos e colegas do laboratório de engenharia agrícola;
Ao Incaper, pelo apoio para execução dos experimentos;
Aos servidores do Incaper, em especial aos responsáveis pela Unidade de Referência em Agroecologia, Fabio, Mario, José Felipe, Luiz Henrique e Jacimar, grandes amigos!
A todos que direta ou indiretamente fizeram parte desta jornada.

SUMÁRIO

Dedicatória	ii
Agradecimentos	iii
Lista de tabelas	v
Lista de figuras	vi
Resumo	vii
Abstract	viii
1. Introdução	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivos gerais	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Revisão de literatura	4
3.1. A cultura do repolho	4
3.2. Importância econômica	5
3.3. Uso da Irrigação	5
3.4. Eficiência no uso da água e produtividade	6
3.5. Estresse hídrico	7
4. Material e métodos	8
4.1. Local dos experimentos	8
4.2. Delineamento experimental	9
4.3. Manutenção do experimento e condução das plantas.....	10
4.4. Variáveis avaliadas	14
5. Resultados e discussão	16
5.1. Variáveis meteorológicas	16
5.2. Crescimento	21
5.3. Produtividade	24
5.4. Eficiência no uso da água	26
5.5. Classificação das cabeças	27
5.6. Variáveis gerais	28
6. Conclusões	33
7. Referências	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Composição média de compostos orgânicos no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES.....	11
Tabela 2.	Comprimento das folhas para os experimentos em ambiente protegido e campo.....	22
Tabela 3.	Largura das folhas para os experimentos em ambiente protegido e campo.....	23
Tabela 4.	Não formação de cabeças comerciais para diferentes turnos de rega em ambiente protegido e campo.....	24
Tabela 5.	Valores de ET_c , lâmina total, produtividade e produtividade corrigida para os experimentos conduzidos em ambiente protegido e campo.....	25
Tabela 6.	Eficiência no uso da água para os experimentos em ambiente protegido e campo	26
Tabela 7.	Distribuição de “cabeças” de repolho “Red Dynasty” por classe de peso para ambiente protegido, 2020	28
Tabela 8.	Distribuição de “cabeças” de repolho “Red Dynasty” por classe de peso para campo, 2020	28
Tabela 9.	Resumo do teste de médias para parte porcentagem de área sombreada, diâmetro do caule, circunferência da cabeça, altura da cabeça e comprimento da raiz nos cultivos de repolho roxo em ambiente protegido e em campo.....	29
Tabela 10.	Resumo do teste de médias para parte aérea total, parte comercial, número de folhas, massa seca da cabeça, massa seca não comercial e massa seca da raiz nos cultivos de repolho roxo em ambiente protegido e em campo.....	30

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1.	Imagem da Unidade de Referência em Agroecologia. Área circulado em azul, local do experimento, ambiente protegido. Área circulado em vermelho, local do experimento 2, campo.....	9
Figura 2.	Etapas do preparo de solo e plantio das mudas de repolho roxo variedade “Red Dynasty”. A – Incorporação do composto orgânico na linha de cultivo. B – Linha de cultivo pronta para plantio das mudas. C – Mudas plantadas com espaçamento uniforme. D – Área molhada pela irrigação.....	12
Figura 3.	Insumos utilizados no controle de pragas nos experimentos. A – Produto comercial para controle biológico da traça-das-crucíferas. B – Detergente neutro para controle de formigas e pulgão. C – Tefrósia, inseticida botânico para controle do pulgão. D e E – Ataque de pulgão. F – Aplicação manual do controle para pragas.....	14
Figura 4.	Temperaturas máxima (T. Máx.), média (T. Méd.) e mínima (T. Mín.), em °C, registradas durante o período experimental, A – ambiente protegido e B – campo.....	17
Figura 5.	Umidade relativa do ar máxima (U.Máx), mínima (U.Méd) e mínima (U.Mín), em %, registradas durante o período experimental, A – ambiente protegido e B - campo.....	18
Figura 6.	Evapotranspiração da cultura e evapotranspiração de referência, para os experimentos, A – ambiente protegido e B – campo.....	19
Figura 7.	Umidade do solo estimada (%) e umidade do solo medida (%) para os experimentos, A – ambiente protegido e B – campo.....	20
Figura 8.	Precipitações ocorridas durante o período experimental.....	21

RESUMO

PETERLE, G; M.S., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Março de 2021. Desempenho agrônômico do repolho sob diferentes turnos de rega em sistema agroecológico na região serrana do Espírito Santo. Orientador: Prof. Elias Fernandes de Sousa. Coorientador: Prof. Claudinei Martins Guimarães.

Como uma alternativa para viabilizar o cultivo, minimizar custos e expandir a produtividade, foi desenvolvido na agricultura moderna, a técnica do cultivo protegido, que vinculado às novas tecnologias aplicadas a área de irrigação e controle fitossanitário tendem a aumentar a produtividade e, também quesitos relacionados à qualidade do produto. O repolho é atualmente a hortaliça mais importante da família Brassicaceae (crucíferas). Caracteriza-se por ser planta herbácea que apresenta caule curto, direto e sem ramificações, possui folhas arredondadas e cerosas, havendo uma superposição das folhas centrais, formando a “cabeça” compactada. O efeito do estresse hídrico no desenvolvimento do repolho roxo ainda não é bem elucidado na literatura. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do estresse hídrico no desenvolvimento do repolho roxo. Foram realizados dois experimentos: cultivo em ambiente protegido e campo. Para ambiente protegido, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, tendo como tratamento quatro turnos ou períodos de irrigação (T1= irrigação diária; T2= turno de rega de 2 dias; T3= turno de rega de 4 dias T4= turno de rega de 6 dias) com quatro unidades experimentais. No experimento conduzido em campo, os tratamentos foram os mesmos, porém com a adição de mais um turno de rega (T5= turno de rega de 8 dias). Cada unidade experimental foi composta por 5 plantas, das quais foram avaliadas 3 plantas centrais, denominadas plantas úteis da parcela. O espaçamento utilizado para a cultura foi de 1 x 0,3 metros, totalizando 1,8 m² por parcela. O ciclo médio até a maturação foi de 114 dias após o plantio, ocorrendo a maturação total nas duas áreas cultivadas. A maior produtividade foi encontrada nos menores turnos de rega, tanto para o ambiente protegido 26 t ha⁻¹ como para o campo 38,7 t ha⁻¹. Na medida em que os turnos de rega aumentavam, a produtividade reduzia em ambos os experimentos.

Palavras-chave: Cultivo protegido, estresse hídrico, irrigação, *Brassica oleracea*.

ABSTRACT

PETERLE, G., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2021. Agronomic performance of cabbage under different return shifts in the agroecological system in the mountain region of Espírito Santo. Advisor: Prof. Elias Fernandes de Sousa. Co-advisor: Prof. Claudinei Martins Guimarães.

As an alternative to make cultivation feasible, minimize and expand productivity, a technique of protected cultivation was developed in modern agriculture, which linked to new technologies applied to the area of irrigation and phytosanitary control tend to increase productivity and, also issues related to product quality. Cabbage is currently the most important vegetable in the Brassicaceae family (cruciferous). It is characterized by being a herbaceous plant that has a short, direct stem without branches, has rounded and waxy leaves, with a superposition of the central leaves, forming a compacted "head". The effect of water stress on the development of red cabbage is not well understood in the literature. In this sense, the objective of the work was to evaluate the impact of water stress on the development of red cabbage. Two experiments were carried out: cultivation in a protected environment and field. For a protected environment, a completely randomized design was used, with four shifts or periods of irrigation being used as treatment (T1 = daily irrigation; T2 = 2 day watering shift; T3 = 4 day watering shift; T4 = 6 watering shift days) with four experimental units. In the experiment conducted in the field, the treatments were the same, but with the addition of another irrigation shift (T5 = 8 day irrigation shift). Each experimental unit was composed of 5 plants, of which 3 central plants, called useful plants of the plot, were evaluated. The spacing used for the crop was 1 x 0,3 m, totaling 1,8 m² per plot. The average cycle until maturation was 114 days after planting, with total maturation occurring in the two cultivated areas. The highest productivity was found in the smallest irrigation shifts, both for the protected environment 26 t ha⁻¹ and for the field 38,7 t ha⁻¹. As irrigation shifts increased, productivity decreased in both experiments.

Keyword: Protected environment, water stress, irrigation, *Brassica oleracea*.

1. INTRODUÇÃO

O setor Brasileiro de Hortigranjeiro movimentou 16.806.200 t de hortaliças e frutas em 2019, representando aproximadamente R\$ 41 bilhões. Entre as hortaliças os produtos de destaque foram a batata, a cebola, o tomate, a cenoura, o repolho e a batata-doce (CONAB, 2020).

Tradicionalmente cultivam-se duas variedades de repolho no Brasil, o repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) e o repolho roxo (*Brassica oleracea* L. var. *Capitata f. rubra*), ambos possuem folhas arredondadas e cerosas, com formação de uma cabeça compacta. O elevado consumo é atribuído ao seu valor nutricional, com elevados teores de vitaminas além de apresentar fácil digestibilidade (SOARES et al., 2009; FILGUEIRA, 2012; SANTOS et al., 2016).

O repolho é uma cultura bienal, cultivada como anual, exigindo temperaturas amenas ou frias, apresentando notável tolerância a geadas. Sob temperaturas baixas, há a emissão do pendão floral. Já temperaturas elevadas ocasionam a formação de cabeças pouco compactas, ou a total ausência de cabeças, nas cultivares de outono-inverno (CASSOL et al., 2017).

A formação da cabeça do repolho se deve à interrupção do crescimento do meristema terminal, que impede a expansão das folhas internas. O broto terminal fica protegido pelas folhas comprimidas. O imbricamento das folhas (folhas que se sobrepõem completamente depois de expandidas) é característico do repolho (CEAGESP, 2014).

A ocorrência de chuvas fortes no desenvolvimento da cultura pode causar redução da produtividade devido à incidência de doenças favorecidas pelo excesso de umidade no dossel da planta. A falta de chuvas favorece a incidência de pragas e faz a irrigação se tornar necessária devido à sensibilidade da cultura ao estresse hídrico.

Como alternativa para viabilizar o cultivo, minimizar custos e expandir a produtividade foi desenvolvida a técnica do cultivo protegido, que vinculado às

novas tecnologias aplicadas à área de irrigação, fertirrigação e controle fitossanitário tendem a aumentar a produtividade e, também quesitos relacionados à qualidade do produto, inclusive visual e nutricional. Nesse contexto, vem crescendo no Brasil, o cultivo de hortaliças em ambiente protegido, devido principalmente, à relativa facilidade em manejar o cultivo quando comparado ao sistema convencional em campo aberto, principalmente devido ao melhor controle sobre variações climáticas (MELO et al., 2012).

Como ocorre com outras espécies botânicas, o déficit hídrico pode afetar o desenvolvimento da cultura, principalmente quando se dá em mais de uma fase do desenvolvimento da planta (OLIVEIRA et al., 2014). Taiz e Zeiger (2013) reforçam que a prática da irrigação de culturas reflete o fato de que a água é um recurso-chave que limita a produtividade agrícola. Levando em consideração que durante períodos de seca, as plantas sofrem déficits hídricos que levam à inibição do crescimento e da fotossíntese.

O estresse hídrico afeta o crescimento e a produtividade das culturas de várias maneiras, normalmente com respostas negativas na produção. A primeira resposta das plantas ao déficit hídrico, consiste no decréscimo da produção da área foliar, redução na condutividade estomática, senescência precoce e a abscisão foliar.

Desta forma, com o intuito de compreender melhor os efeitos do estresse hídrico no desenvolvimento da cultura do repolho, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do turno de rega no desenvolvimento do repolho variedade “Red Dynasty” (*Brassica oleracea var. capitata f. rubra*) em sistema orgânico, cultivado em ambiente protegido e em campo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho agronômico do repolho roxo (*Brassica oleracea* var. *capitata f. rubra*) em função do estresse hídrico em diferentes turnos de rega, cultivados em sistema protegido e em campo dentro do sistema agroecológico.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar e comparar o consumo hídrico e a produtividade da cultura do repolho roxo submetida a diferentes turnos de rega;

Avaliar a resposta agronômica da cultura do repolho em função de dois ambientes: protegido e em campo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A cultura do repolho

O repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), pertencente à família *Brassicaceae*, está entre as principais fontes de alimento consumido nos países desenvolvidos, sendo superado apenas pelas solanáceas. Nunes (2009) cita que dentre as variedades botânicas da espécie *B. oleracea*, o repolho se destaca por ser a hortaliça com maior expressão econômica em nível mundial, tanto pela sua ampla distribuição e baixo preço, como pelo alto consumo.

É notado por ser um alimento altamente versátil à indústria e à mesa, podendo ser consumido cozido, *in natura*, em conserva e desidratado (Filgueira, 2012). É fonte de β -caroteno, vitaminas B1, B2, C, E, K e sais minerais, é bastante apreciado pelos consumidores (FERREIRA et al., 2002).

O sistema radicular do repolho pode atingir profundidade superior a 1,5 m, e a maior parte das raízes concentra-se entre 20 e 30 cm do solo. As folhas apresentam-se superpostas, formando “cabeça” compacta globular, globular-achatada ou cônica e coloração variando do verde-claro ao roxo (FILGUEIRA, 2012).

Originalmente, o repolho é uma hortaliça de clima temperado, bienal, independente do fotoperíodo, sendo a temperatura o fator limitante para o desenvolvimento da planta. Seu ciclo pode variar de 80 a 100 dias e sua produtividade geralmente supera 50 t ha⁻¹ (SILVA et al., 2014).

Todas as variedades de *B. oleracea* se originaram de uma mesma variedade de couve silvestre (*B. oleracea* var. *Silvestris*) com origem em regiões de clima mais ameno. O repolho possui três variedades: *B. oleracea* L. var. *capitata* L. (repolho liso), *B. oleracea* L. var. *Sabauda* Martens (repolho crespo) e *Brassica oleracea* var. *capitata* f. *rubra* (repolho roxo), sendo este primeiro avaliado como o mais cultivado e comercializado (DRAGHICI et al., 2013; FILGUEIRA, 2012).

Ao longo do tempo, foram obtidas cultivares de repolho adaptadas a temperaturas elevadas, e, em consequência disso ampliaram-se os períodos de plantio e de colheita (FILGUEIRA, 2012). No mercado brasileiro, existem inúmeras opções de cultivares e híbridos de diferentes empresas e procedências, recomendados para plantio em todas as estações do ano (DOMINGUES NETO et al., 2014).

Desta forma, a escolha criteriosa da cultivar, depende da época de plantio e das condições de solo e clima, bem como do potencial genético para formação de “cabeças” compactas e de bom tamanho para comercialização local (DOMINGUES NETO et al., 2014).

3.2 Importância econômica

No seguimento de hortaliças, como qualquer outra, o repolho pode gerar grande número de empregos devido à exigência por mão de obra que vai desde a semeadura até a comercialização. Estima-se que cada hectare plantado com hortaliças pode gerar, em média, entre 3 a 6 empregos diretos e um número idêntico de indiretos (melo e VILELA, 2007; SILVA et al., 2012).

Os cultivos se concentram em grande parte nos cinturões verdes, próximo às capitais e nas regiões serranas, sendo cultivadas tanto por meio da agricultura familiar quanto pelos grandes produtores de hortaliças, (CAETANO, 2013).

Dados disponibilizados pelo CEASA-ES, referente à comercialização de repolho branco e roxo na grande Vitória, apontam que o comércio em 2019 foi de 14 770 t de repolho fresco, gerando um montante de R\$ 11.907.302,09. Dessa produção 62% teve origem do município de Santa Maria de Jetibá, interior do Espírito Santo. O valor médio de comercialização do quilo do produto situou-se entre R\$ 0,79 e R\$ 1,13 para o repolho branco e repolho roxo, respectivamente (CEASA-ES, 2020).

3.3 Uso da irrigação

As hortaliças têm o desenvolvimento influenciado pelas condições de disponibilidade de água no solo. Quando há deficiência, a água se torna o fator limitante para a obtenção de altas produtividades e produtos de qualidade, porém

o excesso pode ser prejudicial. A reposição de água através da irrigação, em quantidade e no momento ideal, é decisiva para o sucesso na horticultura.

O fornecimento de água afeta o desenvolvimento, a sanidade e a qualidade da produção. Isto ocorre porque a irrigação, além de disponibilizar a água para as culturas, aumenta a umidade e diminui a temperatura do ar e do solo.

Para o manejo adequado da água de irrigação é necessário o controle diário da umidade do solo e/ou da evapotranspiração, durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura. Para tanto, é indispensável o conhecimento de parâmetros relacionados às plantas, ao solo e ao clima, para determinar o momento oportuno de irrigar e a quantidade de água a ser aplicada (MARQUELI et al., 1996).

Tradicionalmente, o cultivo do repolho é realizado em canteiros, em condições de campo e utilizando, principalmente, o método de irrigação por aspersão convencional. Atualmente, com o desenvolvimento da plasticultura nacional, o cultivo de hortaliças em estufas e túneis plásticos tem sido muito difundido (ANDRADE JUNIOR e KLAR, 1997).

3.4 Eficiência no uso da água e produtividade

Com a crescente necessidade de se utilizar a água de forma mais eficiente, tendo em vista a escassez do recurso em todo o país e a irregularidade das chuvas ocorridas, e agravado pelo alto crescimento populacional nos últimos anos, é necessária uma maior eficiência no uso da água visando aumentar a lucratividade dos cultivos. Para isso, o produtor tem lançado mão de ferramentas como o cultivo em ambiente protegido, além de tentar controlar de forma eficiente a quantidade de água a ser aplicada, de modo a atender somente as necessidades hídricas de cada cultura (VIOL et al., 2017).

O manejo adequado e estratégico da água pode ser feito utilizando-se o índice de eficiência de uso da água para o planejamento e a tomada de decisão da irrigação, aumentando-se a produtividade da cultura (KARATAS et al., 2009).

Imtiyaz et al. (2000) avaliaram o efeito de diferentes lâminas de irrigação na produtividade do repolho e obtiveram os melhores rendimentos com lâminas de irrigação, correspondendo a 80% da evapotranspiração da cultura estimada a partir do Tanque Classe A.

3.5 Estresse hídrico

Os fatores abióticos, possuem níveis múltiplos de controle sobre a fotossíntese, além de luz e temperatura, a produção de fotoassimilados pode ser alterada em plantas sob estresse hídrico (Taiz e Zeiger, 2013). Assim, o déficit hídrico pode ser um dos principais responsáveis por acarretar reduções na produtividade agrícola, o que deve ser contornado, por ser um dos fatores ambientais que pode comprometer praticamente todos os aspectos relacionados ao desenvolvimento (PASSOS et al., 2006)

Para garantir o fornecimento de água por mais tempo aos seus tecidos, as plantas reduzem a sua área de transpiração, diminuindo a sua expansão celular e, conseqüentemente, sua área foliar (ANJUM et al., 2011). Essa resposta fisiológica é relevante, pois promove uma diminuição na interface planta/atmosfera com a redução da transpiração, com conseqüente queda na assimilação fotossintética. Movidas pela redução na transpiração, essas ações defensivas favorecem uma conservação de água no solo por um período mais prolongado de tempo (TAIZ et al., 2017).

Entretanto, tais efeitos dependem do grau de intensidade do estresse e da espécie cultivada, podendo essas plantas desenvolver mecanismos de tolerância ou até mesmo de adaptação a tais condições (SILVA et al., 2011a), afim de minimizar prejuízos biológicos. A carência de informações sobre estresse hídrico do repolho roxo em sistemas orgânicos de produção não é explícita.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do Experimento

Os experimentos foram conduzidos na Unidade de Referência em Agroecologia do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER, localizada na Fazenda Experimental Mendes da Fonseca - FEMF, no município de Domingos Martins, no estado do Espírito Santo (22°48' S, 43°41' W, 950 m). De acordo com Souza et al. (2017), a temperatura média máxima nos meses mais quentes varia entre 26,7 e 27,8°C e a temperatura média mínima nos meses mais frios varia entre 8,5 e 9,4°C. O clima é tropical de altitude, com uma média de precipitação pluviométrica anual de 1.357 mm, registrando as menores precipitações nos meses de junho a agosto.

Toda a área da Unidade de Referência é cultivada sob manejo orgânico desde 1990, possuindo 2,5 ha, subdivididos em 15 talhões de solos, onde se realizam as experimentações. O primeiro experimento foi desenvolvido durante o período de 16/07 a 3/11/2020, no talhão 06, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso, em ambiente protegido na estufa 02 (Figura 1), com dimensões de 25 m de comprimento, 7 m de largura e “pé-direito” de 3 m, revestido com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150 micra, com 3 anos de uso e orientação norte-sul, com revestimento lateral em tela de sombreamento com 50% de retenção da luminosidade solar. A análise de solo apresentou as seguintes características: pH em água (7,08); matéria orgânica (3,63/dag kg¹); fósforo (707,0 mg/dm³); potássio (755,0 mg/dm³); cálcio (10,11 cmol_c/dm³); magnésio (2,75 cmol_c/dm³); soma de bases (15,08 cmol_c/dm³); H+Al (1,2 cmol_c/dm³); Al+3 (0,0 cmol_c/dm³); capacidade de troca catiônica potencial (16,28 cmol_c/dm³).

O segundo experimento foi desenvolvido no período de 23/07 a 10/11/2020, no talhão 04, em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argiloso (Figura 1), conduzido durante o período de 23 de julho até 11 de novembro de 2020, com a seguinte caracterização do solo, na profundidade 0-20 cm, obtida antes da

implantação do experimento: pH em água (6,7); matéria orgânica (4,7 dag kg⁻¹); fósforo (276,3 mg/dm³); potássio (322,1 mg/dm³); cálcio (7,9 cmol_c/dm³); magnésio (2,13 cmol_c/dm³); soma de bases (10,8 cmol_c/dm³); H+Al (3,3 cmol_c/dm³); Al⁺³ (0,0 cmol_c/dm³); capacidade de troca catiônica potencial (12,4 cmol_c/dm³).



Figura 1- Imagem da Unidade de Referência em Agroecologia. Área circutada em azul, local do experimento 1, e ambiente protegido. Área circutada em vermelho, local do experimento 2, campo.

Fonte: INCAPER, 2019.

4.2 Delineamento experimental

Os experimentos foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos (turno de rega variável) e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Cada unidade foi composta por cinco plantas, das quais foram avaliadas três plantas centrais, denominadas plantas úteis da parcela. O espaçamento utilizado para a cultura foi de 1 x 0,3 m, totalizando 1,5 m² por parcela. Os tratamentos foram: t1= irrigação diária; t2= turno de rega de 2 dias; t3= turno de rega de 4 dias t4= turno de rega de 6 dias; e t 5= turno de rega de 8 dias. O experimento em ambiente protegido não contou com o tratamento 5.

Os resultados obtidos foram submetidos à Análise de Variância, em nível de 5% de probabilidade. Verificando efeito significativo, os dados foram submetidos ao teste Tukey, em nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram executadas utilizando o software estatístico SigmaPlot 14.5.

4.3 Manutenção do experimento e condução das plantas

O manejo da irrigação foi realizado via clima, em que a Evapotranspiração de referência (ET_0) foi estimada pela equação de Hargreaves e Sammani (1985), uma equação simples que necessita apenas da temperatura do ar, e coeficientes dependentes da latitude do local e época do ano, a qual está descrita pela Equação. 1. Esta equação, pode ser expressa da seguinte forma:

$$ET_0 = 0,023 Ra (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})^{0,5} (T + 17,8) \quad (1)$$

Em que:

Ra é a radiação extraterrestre, em mm dia^{-1} ,

$T_{\text{máx}}$ é a temperatura máxima do ar, em $^{\circ}\text{C}$,

$T_{\text{mín}}$ é a temperatura mínima do ar, em $^{\circ}\text{C}$,

T é a temperatura média do ar, em $^{\circ}\text{C}$.

Em cada área experimental foi instalado um Termo-higrômetro a dois metros de altura, para coleta da temperatura máxima e mínima do ar, e umidade relativa (%) do ar. Os dados foram coletados diariamente e tabulados em planilhas, de forma manual.

A determinação da evapotranspiração da cultura (ET_c) envolve a evaporação de água e a transpiração da cultura. O cálculo da ET_c é feito, normalmente, empregando-se a Equação 2:

$$ET_c = ET_0 K_c \quad (2)$$

Em que:

ET_0 é a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}),

K_c é o coeficiente da cultura.

O valor de K_c varia conforme a cultura e com fase fenológica. Para a cultura do repolho o K_c pode variar drasticamente de acordo com a região, época de cultivo e variedade. Autores encontraram valores de K_c variando de 0,75 a 0,95 para Doorembos e Pruitt (1977) e 1,01 a 1,05 para Araujo et al. (2019), ambos trabalhando com variedades de repolho branco. Para variedades de repolho roxo os dados de K_c não são encontrados na literatura.

A água utilizada no sistema de irrigação era pressurizada pelo desnível do reservatório, que se localizava em cotas maiores. Os sistemas de condução de água eram compostos por tubulações de Policloreto de Vinila (PVC). Em ambos os cultivos os sistemas de irrigação foram compostos por uma linha principal até chegar no filtro de discos. Um registro foi usado para controlar a vazão de água no sistema e um manômetro para indicar a pressão no sistema de distribuição e nas linhas laterais compostas por mangueiras gotejadoras. As mangueiras gotejadoras possuíam os emissores distribuídos a 0,1 metro entre si e possuíam vazão de 0,7 L h⁻¹, trabalhando em uma pressão constante de 5 m.c.a.

A capacidade de campo do solo foi determinada pelo método da bacia, usando a metodologia descrita pela Embrapa (2016), onde construiu-se uma bacia no solo, com largura de 1 m e comprimento de 2 m. O solo da bacia foi umedecido completamente até uma profundidade de 1,5 m, por meio de represamento de água. Após o umedecimento do solo, a superfície foi coberta com um plástico para evitar evaporação. A umidade do solo é então determinada, em intervalos de 12 horas, por amostragem em cada camada de 10 a 20 cm, conforme desejado. A amostragem e determinação da umidade do solo continuou até que se notou estabilidade no teor de água no solo em um intervalo de 24 horas, sendo esse valor igual à capacidade de campo.

O preparo do solo foi realizado no dia 09/07/2020, usando enxada rotativa para destorroamento do solo e incorporação da cobertura vegetal. Para abertura dos sulcos foi utilizado o sulcador de três linhas, abrindo os sulcos com distância entre si de 1 m e profundidade de 0,20 m. No dia 10/07/2020 foi aplicada a dose de composto orgânico recomendada por Souza e Resende (2014) aplicando 30 t ha⁻¹ posteriormente sendo incorporado ao solo com o uso do trator de rabiças (TR), implemento motorizado (Figura 2A e 2B). Para a adubação de cobertura foi aplicado 5 t ha⁻¹. As características químicas do composto podem ser observadas na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Composição média de compostos orgânicos no período de 1990 a 2009. Incaper, Domingos Martins/ES

Amostra	pH	N	P	K	Ca	Mg	MO	C/N
Macronutrientes (dag kg ⁻¹)							(dag Kg ⁻¹)	
C. Orgânico	7,3	2,0	1,2	1,2	4,8	0,5	52	16/1

Fonte: Souza, 2015 (p.82).

O plantio das mudas de repolho (Figura 2C) foi realizado no dia 16/07/2020, para o experimento em ambiente protegido. Nos primeiros 15 dias após o transplante (DAT) não houve diferenciação na irrigação, visando o estabelecimento das plantas de repolho (Figura 2D). Após este período, deu-se início à diferenciação dos tratamentos. Para o experimento em campo, o transplante das mudas ocorreu no dia 23/07/2020, seguindo as mesmas recomendações para o cultivo em ambiente protegido. Os tratos culturais foram aplicados de acordo com o desenvolvimento da cultura. Aproximadamente aos 15 DAT foi realizada a amontoa, com objetivo de auxiliar na estabilidade das plantas, reduzir tombamento e controlar a população de plantas invasoras. Aos 45 DAT outra capina foi realizada, controle da população de plantas invasoras.

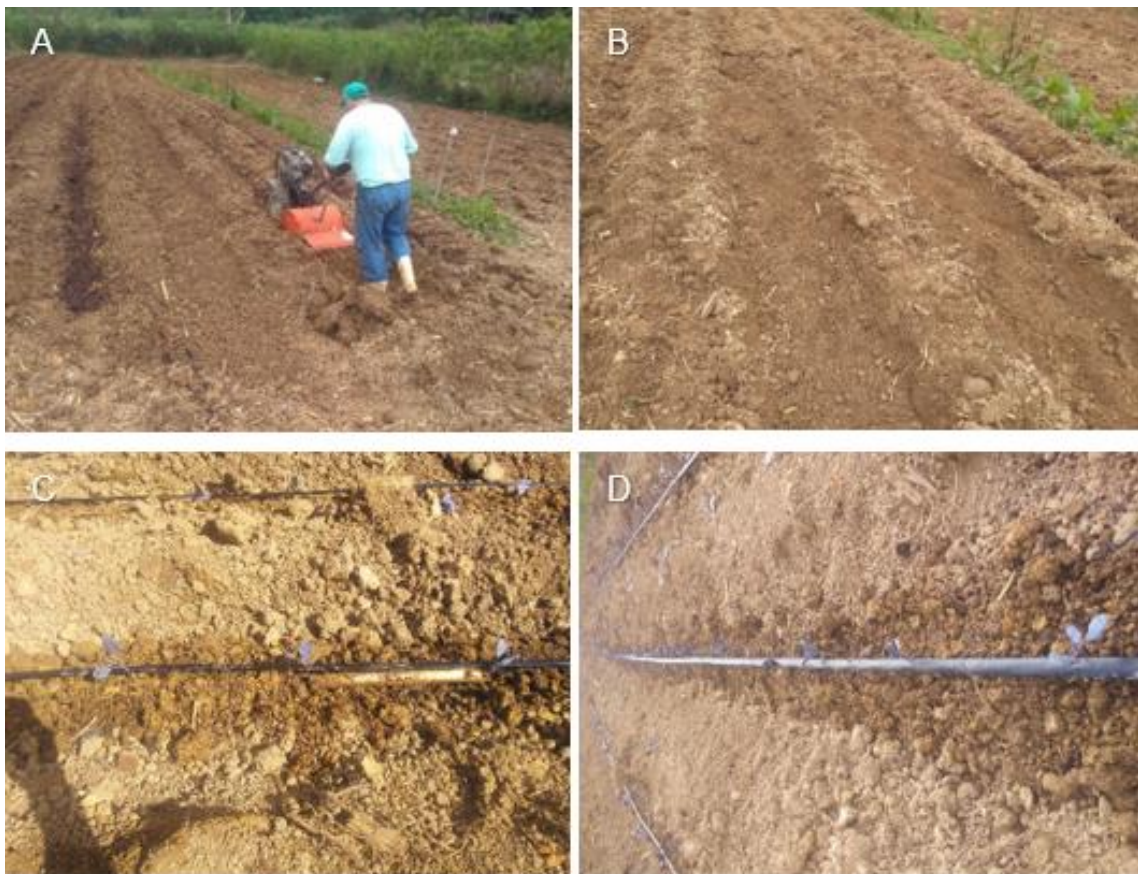


Figura 2 - Etapas do preparo do solo e plantio das mudas de repolho roxo variedade “Red Dynasty”. A – Incorporação do composto orgânico na linha de cultivo. B – Linha de cultivo pronta para plantio. C – Mudas plantadas com espaçamento uniforme. D – Faixa irrigada.

O controle de pragas foi realizado utilizando métodos alternativos e defensivos biológicos. A traça-das-crucíferas *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) é a principal praga do repolho e frequentemente infestam a cultura

causando sérios danos (Freitas et al., 2012). Para controle da traça das crucíferas foi utilizado o produto biológico comercial BTControl®, que tem como agente biológico *Bacillus thuringiensis*, var. *Kurstaki*, linhagem HD-1 (Figura 3A). Para o controle de formigas cortadeiras e pulgão, foi aplicada calda com água e detergente neutro concentrado a 2% do volume de calda (Figura 3B). O ataque de pulgão verde (*Myzus persicae*) leva ao encarquilhamento das folhas (Figura 3D e 3E).

Outra medida para controlar o pulgão, foi a aplicação de extrato de tefrósia (*Tephrosia vogelii* Hook. F.), um inseticida botânico (Figura 3C). A planta de origem africana, são plantas perenes, eretas, herbáceas, subarborescentes ou arbustivas, apresentando um crescimento lento (LIMA FILHO et al., 2014). Apresentam em suas sementes e principalmente raízes, o alcaloide rotenona, uma substância que vem sendo há longo tempo utilizada como inseticida e anestésico, desde antes do advento dos inseticidas organossintéticos. A partir dos anos 50 e principalmente na década de 70, nos Estados Unidos, as raízes dessa espécie foram importadas e utilizadas em jardins com o intuito de controlar insetos e ectoparasitas em animais (Viegas Junior, 2003). A aplicação deste produto botânico e de outros produtos alternativos foi feita por meio de pulverizador costal (Figura 3f).



Figura 3 - Insumos utilizados no controle de pragas nos experimentos. A – Produto comercial para controle biológico da traça-das-crucíferas. B – Detergente neutro para controle de formigas e pulgão. C – Tefrósia, inseticida botânico para controle do pulgão. D e E – Ataque de pulgão e F – Aplicação dos produtos alternativos.

As aplicações de detergente neutro ocorreram inicialmente para controle de formigas cortadeiras, que atacaram as mudas recém-transplantadas, decapitando o meristema apical e folhas, a aplicação ocorreu pontualmente no formigueiro. A partir de 25^o DAT, a calda com detergente neutro a 2% passou a ser aplicada semanalmente, via pulverizador costal elétrico. O produto comercial BtControl[®] foi aplicado semanalmente após o transplante, via pulverizador costal elétrico, a dose usada conforme recomendação do fabricante.

4.4 Variáveis avaliadas

O conteúdo da água no solo foi monitorado semanalmente com a determinação de umidade, em peso, pelo método padrão de estufa, durante a

aplicação dos tratamentos, de modo a permitir o acompanhamento do balanço hídrico do solo, comparado ao consumo de água pela cultura, estimado via clima. O monitoramento diário de temperatura e da umidade relativa do ar foi aferido pelos termo-higrômetros instalados no centro de ambos os experimentos.

Durante o desenvolvimento das plantas, foi realizada a avaliação do crescimento das folhas, medindo a largura e o comprimento. Com a parte comercial colhida se estimou a produtividade de matéria fresca para cada tratamento, elevando a produtividade para Kg ha^{-1} . A eficiência do uso da água (EUA) foi determinada pela relação entre produtividade e lâmina de água. No pós-colheita foram avaliadas as variáveis, massa fresca total, massa fresca da cabeça, circunferência da cabeça, altura da cabeça, massa seca da cabeça, massa seca total, diâmetro do caule e comprimento da raiz.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Variáveis Meteorológicas

Na Figura 4A, pode-se observar a variação da temperatura do ar durante o ciclo de cultivo em ambiente protegido. Quando as temperaturas máximas variaram entre 20,3 a 40,1°C, aos 112 e 84 DAT, e as temperaturas mínimas variaram entre 6,9 a 21,2°C, aos 41 e 106 DAT, respectivamente. A temperatura média variou entre 16,3 e 28,6°C, com um valor médio durante todo ciclo de 22,5°C.

Para o cultivo em campo, Figura 4B, as temperaturas máximas variaram entre 17,4 a 38,4°C, aos 39 e 75 DAT, respectivamente. As temperaturas mínimas variaram entre 7,4 a 21,1°C nos 41 e 106 DAT, respectivamente. A temperatura média variou entre 13,2 °C e 27,5°C, com um valor médio durante todo ciclo de 21,0°C, superior ao limite adequado para o desenvolvimento da cultura, que é de 15 a 20°C (Filgueira, 2007).

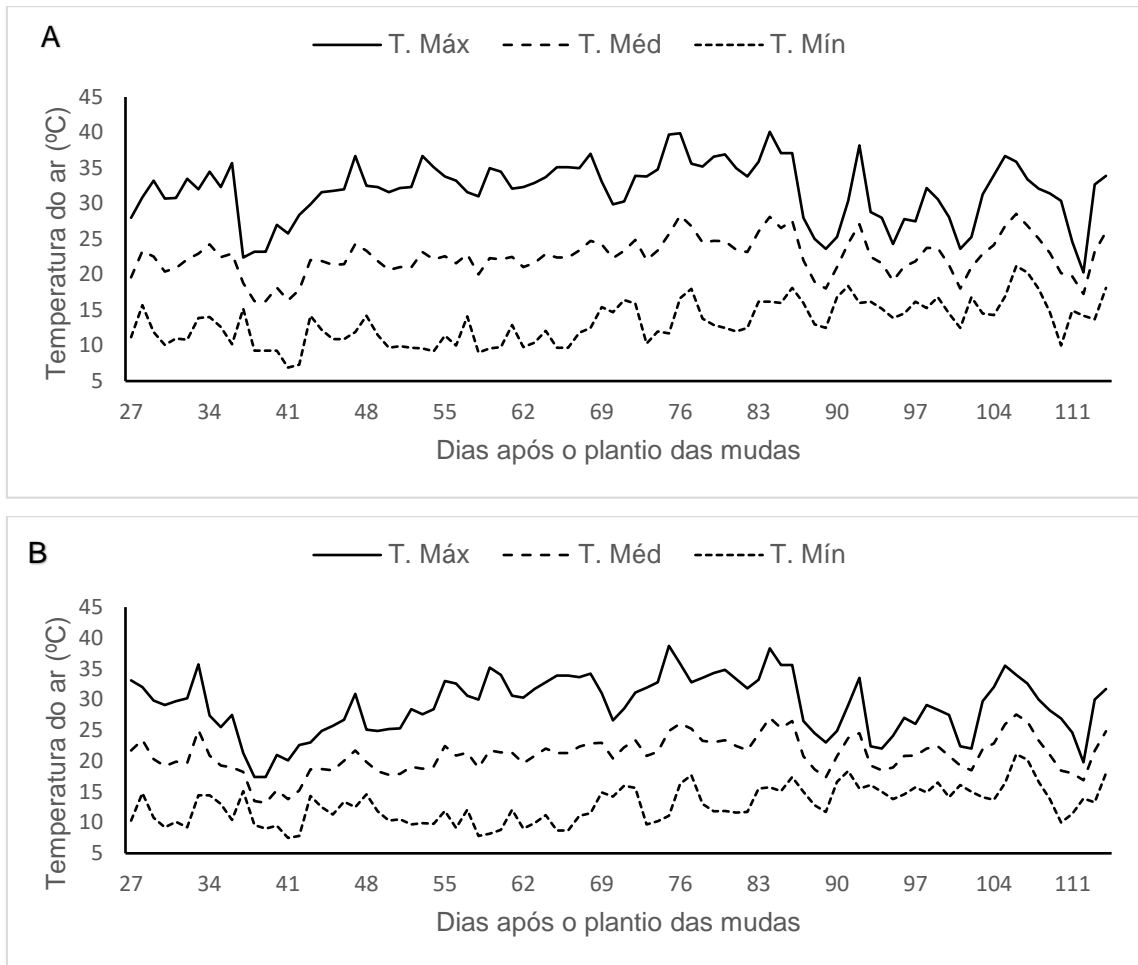


Figura 4 - Temperaturas máxima do ar (T. Máx.), média do ar (T. Méd.) e mínima do ar (T. Mín.), em °C, registradas durante o período experimental, A - ambiente protegido e B - campo.

A umidade relativa do ar é a razão entre a pressão de vapor d'água na atmosfera e a pressão de vapor d'água saturado. A temperatura é diretamente proporcional à pressão de vapor (Costa, 2003).

A média da umidade do ar registrada em ambiente protegido (Figura 5A), durante o experimento, foi de 65,6%. A média de umidade do ar máxima se manteve em 99%, a média das mínimas foi de 32,3%. A menor umidade do ar foi registrada no 43; 64; 65; 71 e 93 DAT, atingindo o valor de 10%.

A média da umidade do ar registrada em campo (Figura 5B), durante o experimento, foi de 68,3%. A média de umidade relativa do ar máxima se manteve em 99%, a média das mínimas foi de 37,7%. A menor umidade do ar foi registrada no 21; 64; 73 e 93 DAT, atingindo o valor de 10%.

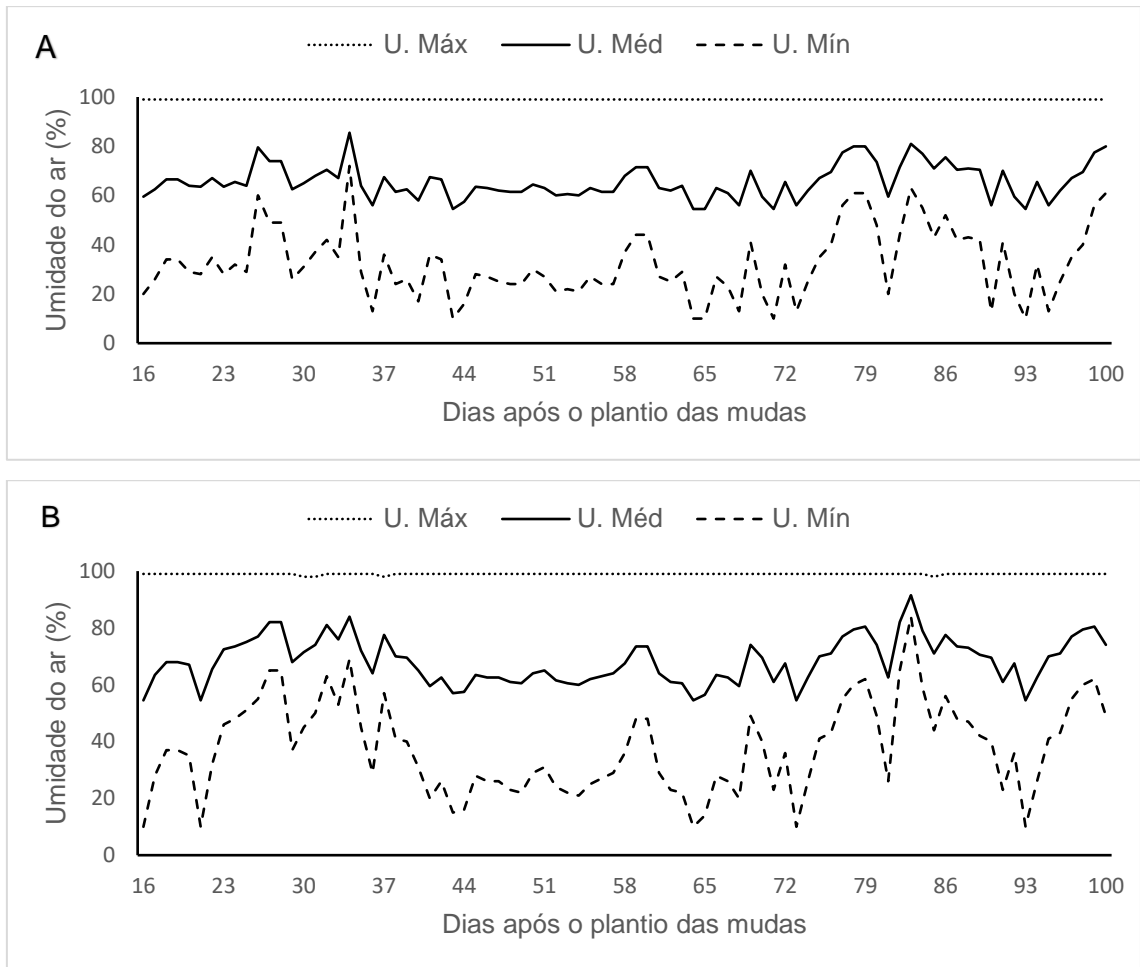


Figura 5 - Umidade máxima (U.Máx), umidade média (U.Méd) e umidade mínima (U.Mín), em %, registrado durante o período experimental, A – ambiente protegido e B – campo.

A média de umidade relativa do ar foi superior no experimento em campo, essa diferença de 5,4% na umidade média do ar pode ser ligada a diferentes fatores, dentre elas a temperatura do ar. A umidade do ar tende a ser menor em maiores temperaturas, o que ocorre dentro do ambiente protegido, onde a média de temperaturas é maior.

Os valores de evapotranspiração de referência (ET_{hs}) diária para o ambiente protegido, obtida a partir das temperaturas máximas e mínimas são apresentados a seguir na Figura 6, juntamente com os valores diários de evapotranspiração da cultura (ET_c).

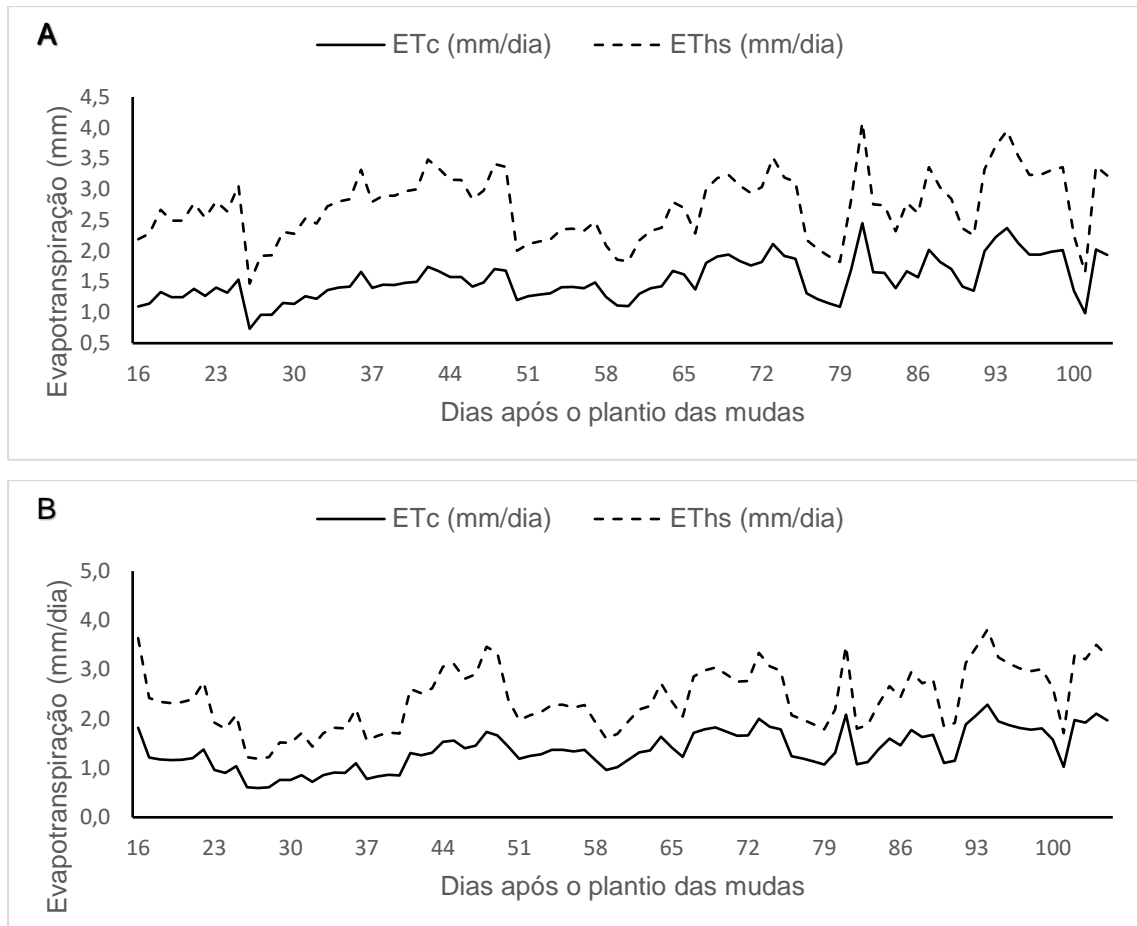


Figura 6 - Evapotranspiração da cultura e evapotranspiração de referência, para os experimentos, A - ambiente protegido e B - campo.

O ambiente protegido influenciou diretamente na ET_{hs} , apresentando o valor médio de $2,7 \text{ mm dia}^{-1}$, valor este superior ao obtido em campo (Figura 7), que foi $2,4 \text{ mm dia}^{-1}$. O maior valor da ET_{hs} foi encontrado no 81 DAT, com $4,1 \text{ mm dia}^{-1}$, e o menor valor no 26 DAT, com $1,5 \text{ mm dia}^{-1}$. A evapotranspiração de referência total do ciclo de cultivo foi de $239,5 \text{ mm}$. Com o ajuste do coeficiente cultural (K_c), a ET_c total foi de $134,5 \text{ mm}$.

Para o experimento em campo, o maior valor da ET_0 foi encontrado no 94 DAT, com $3,8 \text{ mm dia}^{-1}$, e o menor valor no 27 DAT, com $1,2 \text{ mm dia}^{-1}$. A evapotranspiração de referência total do ciclo de cultivo foi de $217,6 \text{ mm}$. Com o ajuste do coeficiente cultural (K_c), a ET_c total foi de $123,1 \text{ mm}$.

O coeficiente da cultura (K_c) foi ajustado de acordo com a umidade do solo. O K_c inicial foi de 0,5 até os 49 DAT, e depois foi de 0,6 até a maturação do repolho roxo. O k_c obtido nesse experimento foi diferente do encontrado por Araújo et al. (2019), que cultivando repolho variedade Fuyutoyo em sistema orgânico, em Seropédica, obtiveram valores de K_c para 4 fases de desenvolvimento: I (1,02); II

(1,03); III (1,05) e IV (1,01). Allen et al. (1998) recomendaram os valores de Kc para três fases: I (0,7); II (1,05) e III (0,95). Essa diferença entre Kc está relacionada a diversos fatores, altitude, clima e época de cultivo podem ser as causas ambientais que favoreceram esses baixos valores de Kc obtidos. Para variedades de repolho roxo dados de kc não são encontrados com facilidade na literatura, demonstrando a carência dessa informação para a cultura.

Na Figura 7, a seguir, são apresentados os dados de umidade do solo durante o experimento em ambiente protegido.

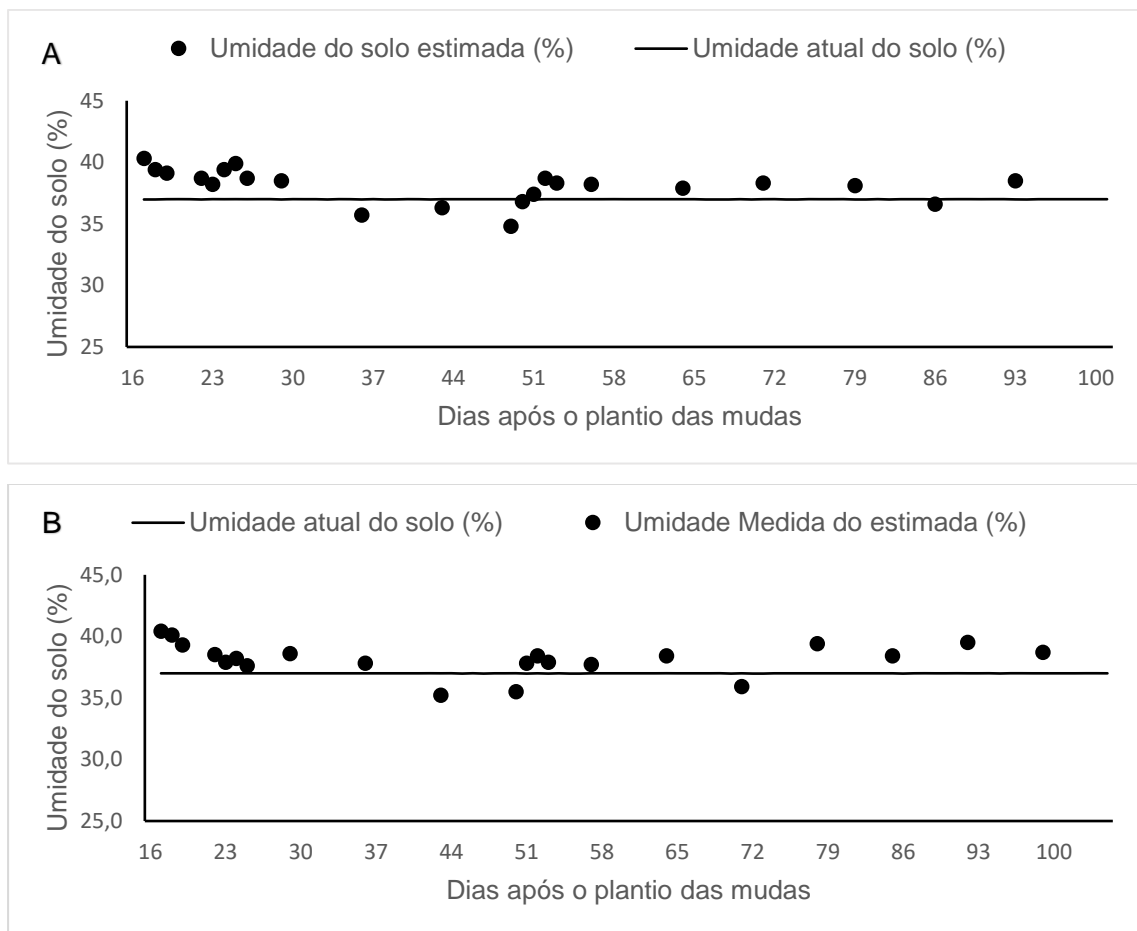


Figura 7 - Umidade do solo estimada (%) e umidade medida (%) para os experimentos: A - ambiente protegido e B - campo.

Na Figura 7A, os pontos se referem a umidade do solo obtido pelo método de secagem, relacionando a massa de água no solo e a massa do solo seco, expresso em porcentagem. Pode-se observar, que a umidade do solo se manteve próxima da umidade estimada do solo até próximo dos 30 DAT. A partir deste dia seu valor foi inferior, até o 51 DAT. Após o ajuste do Kc a umidade do solo medida permaneceu próxima da umidade do solo estimada, o mesmo ocorreu para o experimento em campo (Figura 7B).

A umidade do solo no experimento em campo teve o mesmo comportamento do ambiente protegido, porém se apresentou inferior à umidade estimada apenas aos 44 DAT. Após o ajuste de k_c a umidade do solo se manteve próxima à umidade do solo estimada.

No experimento em campo, a variável precipitação foi contabilizada durante todo período experimental, seus valores são apresentados na Figura 8, a seguir.

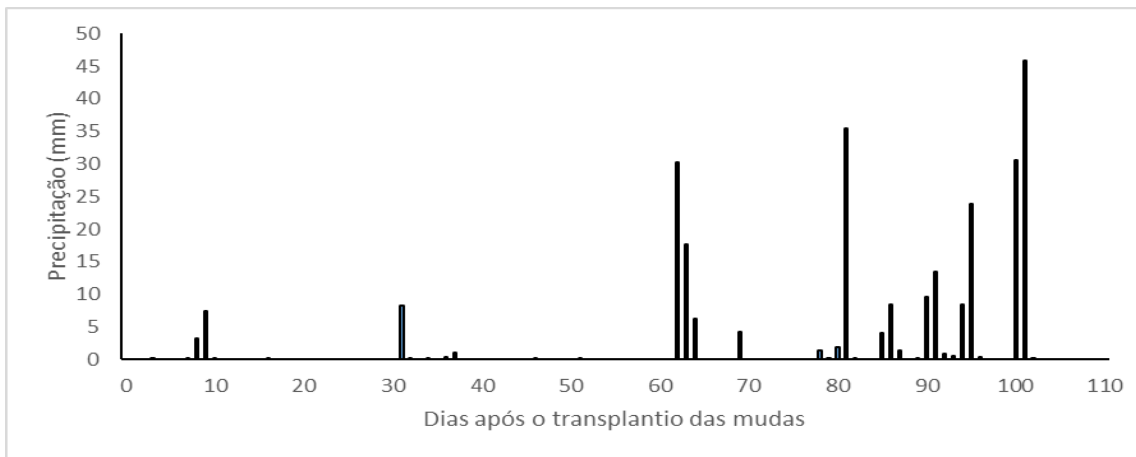


Figura 8 - Precipitações ocorridas durante o período experimental.

Pode-se notar que os eventos de precipitação ocorreram com maior frequência após os 61DAT. O maior volume foi registrado aos 101DAT, com volume de 45,8 mm, o acumulado de chuvas foi de 266,6 mm durante o experimento.

5.2 Crescimento

Durante o período de condução do experimento se avaliou semanalmente o crescimento das folhas, medindo o comprimento e a largura. Para facilitar o processo de acompanhamento do crescimento, em cada planta foram marcadas duas folhas, e por unidade experimental foram escolhidas 2 plantas. Na Tabela 2, são apresentados os dados do desenvolvimento em comprimento das folhas para o experimento em ambiente protegido.

Tabela 2 – Comprimento das folhas para os experimentos em ambiente protegido e campo

Turno de rega	Comprimento das folhas em (cm)				
	37 dias	48 dias	64 dias	72 dias	96 dias
Ambiente protegido					
1	23,5	29,3	33,2	34,5	36,5
2	22,3	28,3	31,5	33,7	35,8
4	21,5	28,7	30,2	31,2	32,3
6	20,5	27,0	31,1	31,5	31,9
Campo					
1	18,8	27,3	32,9	34,1	35,4
2	18,3	25,5	32,3	34,8	36,7
4	16,0	26,5	29,8	35,0	37,2
6	14,5	25,0	29,3	32,5	33,3
8	18,0	24,4	30,8	31,7	32,3

Para o experimento em ambiente protegido, a partir do transplante as plantas apresentaram um excelente desempenho no crescimento das folhas, atingindo valores entre 20,5 e 23,5 cm no 37º DAT. Do 37º DAT ao 64º DAT as plantas tiveram um crescimento uniforme chegando no comprimento de 30,2 a 33,2 cm. A partir de 64 DAT o crescimento das plantas foi mais lento, apresentando pouquíssima variação, aos 96 DAT as plantas obtiveram o seu maior comprimento, atingindo valores de 31,9 até 36,5 cm.

Em relação ao comprimento das folhas para o experimento em campo (Tabela 2), pode-se observar que no 37º DAT a variável avaliada oscilou entre 14,5 a 18,8 cm, valores superiores aos encontrados no cultivo em ambiente protegido, para a mesma data. Após essa data o crescimento continuou acelerado até o 64º DAT atingindo valores entre 29,3 e 32,9 cm, depois deste período o crescimento foi lento atingindo valor de 32,3 cm no tratamento 5 e 37,2 cm no tratamento 4, sendo este o que obteve maior crescimento no comprimento da folha.

Quando compara os valores de comprimento das folhas do experimento em ambiente protegido com o experimento em campo observa que os valores médios para esta variável foram menores no ambiente protegido, indicando menor vigor das plantas para esta condição. Outro ponto a ser observado é que as maiores

médias de comprimento foram obtidas no tratamento 3, seguido do tratamento 2 e do tratamento 1, para a experimentação em campo.

Na Tabela 3, observa-se o crescimento das folhas em largura para o experimento em ambiente protegido, no 01º DAT a largura das folhas estava em uma média de 3 a 4 cm, apresentando crescimento acelerado até o 37º DAT. Quando a largura das folhas variava de 11,3 a 13,7 cm nesse dia. A partir do 37º DAT as plantas tiveram desenvolvimento acelerado até o 64º DAT quando a largura das folhas divergiu de 18,7 a 22,9 cm. Depois desse período o crescimento foi menos acelerado atingindo valores de até 27,2 cm no tratamento com melhor desenvolvimento.

Tabela 3 – Largura das folhas para os experimentos em ambiente protegido e campo, em diversos dias após o transplante

Turno de rega (dias)	Largura das folhas em (cm)				
	37 dias	48 dias	64 dias	72 dias	96 dias
Ambiente protegido					
1	13,7	17,3	22,9	25,4	27,2
2	12,5	17,3	20,8	22,4	23,3
4	12,0	17,7	18,7	19,2	19,6
6	11,3	15,3	20,0	20,5	20,8
Campo					
1	11,0	15,5	17,5	23,3	27,7
2	9,8	15,3	19,6	26,5	31,5
4	9,3	14,8	16,6	26,9	32,6
6	8,7	14,8	17,0	23,7	28,8
8	10,8	16,5	17,0	23,4	29,5

Vale ressaltar que o experimento conduzido em ambiente protegido sofreu drasticamente com ataque de Pulgão durante seu desenvolvimento. Cividanes (2003) observou que a duração da fase ninfal de *B. brassicae* em repolho é reduzida com o aumento da temperatura em laboratório e ocorre maior duração da fase ninfal a 15 °C, com 17,0 dias. A menor duração, nessa mesma condição, ocorre a 27 °C com 7,8 dias. Com a rápida duração da fase ninfal o pulgão entra em fase reprodutiva com menor tempo, favorecendo o crescimento da população. Além

disto, a ausência de precipitações pluviométricas sobre as folhas, favorece o crescimento da população de pulgões.

Ainda na Tabela 3, o crescimento em largura da folha para o experimento em campo, pode observar que no 37º DAT a largura das folhas variou de 8,7 a 11 cm, respectivamente, para os tratamentos 4 e 1. A partir do 37º DAT o crescimento se manteve constante até o 96º DAT quando as médias de largura variaram de 27,7 até 32,6, os maiores valores de largura foram obtidos no tratamento 3 e os menores no tratamento 1. Na literatura são escassos trabalhos que relatam relação entre largura o comprimento da folha em hortaliças.

5.3 Produtividade

As *Brássicas* possuem peculiaridades e exigências específicas para produção. Dentre as exigências da cultura do repolho, a temperatura tem destaque, podendo ser o principal fator limitante para a produção. Contudo, ao longo do tempo, foram obtidas cultivares adaptadas a temperaturas elevadas, ampliando consequentemente os períodos de plantio e de colheita (Filgueira, 2008). Porém, outros fatores podem interferir na formação da parte comercial desse grupo de plantas. Na Tabela 4, pode-se observar a resposta da cultura ao turno de rega e a não formação de cabeças comerciais.

Tabela 4 - Não formação de cabeças comerciais para diferentes turnos de rega em ambiente protegido e campo

Tratamentos	Ambiente Protegido (%)	Campo (%)
1	6,45	0,00
2	12,90	3,22
3	19,35	12,90
4	29,03	12,90
5	-	16,13

Os valores apresentados na Tabela 4 são utilizados para a correção da estimativa de produtividade para os cultivos, pois foram avaliadas apenas cabeças compactadas.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de ET_c , lâmina total, produtividade total e produtividade corrigida para cada tratamento no experimento em ambiente protegido e campo. A correção foi obtida sobre a produtividade média e o índice de não compactação de cabeça.

Tabela 5 - Valores de ET_c , lâmina total, produtividade e produtividade corrigida para os experimentos conduzidos em ambiente protegido e campo

Turno de Rega	Ambiente protegido				Campo			
	ET_c (mm)	Lâmina total (mm)	Prod. (t ha ⁻¹)	Prod. corr. (t ha ⁻¹)	ET_c (mm)	Lâmina total (mm)	Prod. (t ha ⁻¹)	Prod. corr. (t ha ⁻¹)
1	134,45	134,45	27,8a	26,0a	123,1	389,7	38,7a	38,7a
2	134,26	134,26	14,6b	12,7b	118,3	384,9	35,2ab	34,0ab
4	132,49	132,49	9,6b	7,8b	121,3	387,9	30,9bc	26,9bc
6	130,49	130,49	6,3b	4,4b	119,9	386,5	23,6c	20,5c
8	-	-	-	-	119,7	386,3	24,0c	20,1c

Médias nas colunas seguidas de mesmas letras não se diferem no teste de Tukey em 5% de significância.

No experimento em ambiente protegido, o tratamento 1 apresentou maior produtividade média, com 27,8 t ha⁻¹, seguido do tratamento 2 com 14,6 t ha⁻¹, do tratamento 3 com 9,6 t ha⁻¹ e por último o tratamento quatro com 6,3 t ha⁻¹. Esses valores de produtividade consideram que todas as plantas cultivadas são produtivas, porém isso não ocorre, pois normalmente uma pequena porcentagem de plantas não forma cabeças comerciais, logo, com os dados de porcentagem de não formação de cabeça calculando-se a produtividade média corrigida. Os valores de produtividade média corrigida são de 26,0 t ha⁻¹ para o tratamento 1, seguido do tratamento 2 com 12,7 t ha⁻¹, seguido pelo tratamento 3 com 7,8 t ha⁻¹ e por último o tratamento 4 com 4,4 t ha⁻¹. Na Figura 5 a redução de produtividade do tratamento 2 foi 52% inferior ao tratamento 1, uma expressiva redução.

Para o experimento em campo, os valores médios de produtividade obtidos no tratamento 1 apresentaram maior produtividade média com 38,7 t ha⁻¹, seguido do tratamento 2 com 35,2 t ha⁻¹, do tratamento 3 com 30,9 t ha⁻¹, do tratamento 5 com 24,0 t ha⁻¹ e por último o tratamento 4 com 23,6 t ha⁻¹. Da mesma forma que no experimento em ambiente protegido, também foram calculadas as produtividades médias corrigidas, através dos valores de não compactação da cabeça. Os valores de produtividade média corrigida são de 38,7 t ha⁻¹ para o tratamento 1, seguido do tratamento 2 com 34,0 t ha⁻¹, seguido pelo tratamento 3 com 26,9 t ha⁻¹, seguido pelo tratamento 4 com 20,5 t ha⁻¹ e por último o tratamento

5 com 20,1 t ha⁻¹. Houve uma redução de produtividade no tratamento 2 de 12%, bem menos expressivo do que a redução obtida para o experimento em ambiente protegido.

Em estudos utilizando diferentes tipos de palhadas, Torres et al. (2015) obtiveram produtividade variando de 14,7 a 19,2 t ha⁻¹ com a variedade de repolho “Astrus plus”. Souza e Garcia (2013), utilizando a cultivar de repolho híbrido “Shinsei” alcançaram 67,52 t há⁻¹ em sistema orgânico avaliando adubação verde em pré-cultivo, associada a compostos orgânicos com distintos níveis de N. Silva et al. (2011b) trabalhando com a variedade de repolho roxo “Red Jewel” em diferentes espaçamentos, alcançaram produtividade de 45,6 t ha⁻¹. A grande divergência nos resultados apresentados neste trabalho e nos citados anteriormente aponta que são inúmeras as variáveis que interferem na produtividade, dentre elas pode citar variedade e espaçamento como as principais. Cavarianni (2008) encontrou maiores produtividades em plantios mais adensados, por outro lado as cabeças tiveram peso maior em plantios menos adensados.

5.4 Eficiência no uso da água (EUA)

A eficiência no uso da água relaciona a biomassa produzida e a lâmina de água aplicada, obtendo-se a relação kg m⁻³. Essa relação é fundamental nos estudos referentes à demanda hídrica de culturas, uma vez que está diretamente ligado o consumo de água com a resposta produtiva da cultura. Para o repolho roxo esses dados são escassos na literatura. Na Tabela 6, são apresentados os valores de Eficiência no uso da água para os experimentos conduzidos em ambiente protegido e campo.

Tabela 6 - Eficiência no uso da água para os experimentos em ambiente protegido e em campo

Turno de Rega (dias)	Eficiência no uso da água Ambiente protegido (kg m ⁻³)	Eficiência no uso da água Campo (kg m ⁻³)
1	19,36	9,93
2	9,48	8,84
4	5,87	6,93
6	3,41	5,32
8	-	5,21

No experimento em ambiente protegido a água foi distribuída para as plantas somente pelo sistema de irrigação, não havendo outra forma de acréscimo. Já para o experimento em campo, houve fornecimento de água pela irrigação e um grande acréscimo pela precipitação pluviométrica, ocorrida durante o ciclo de cultivo.

Pode observar que a maior eficiência no uso da água foi obtida no turno de rega de um dia, no experimento conduzido em ambiente protegido atingindo $19,36 \text{ Kg m}^{-3}$. O tratamento com turno de rega de 6 dias apresentou a menor eficiência no uso da água ($3,41 \text{ Kg m}^{-3}$), valor 82,4% menor se comparado com o tratamento com turno de rega de 1 dia.

A eficiência no uso da água se apresentou em menores índices para o cultivo em campo, uma vez que no período de estudo houve precipitação acumulada de 266,6 mm. Nesse experimento o tratamento com turno de rega de um dia apresentou eficiência no uso da água de $9,93 \text{ Kg m}^{-3}$, a melhor obtida dentro desse experimento. Esse valor é semelhante ao obtido por Araújo (2016), cultivando repolho “Fugyoto” em sistema orgânico.

Marouelli et al. (2010), estudando os efeitos do plantio direto e plantio convencional de repolho durante os meses de junho a setembro de 2008, em Brasília, obtiveram EUA variando de 14,5 a 17,6 kg m^{-3} de matéria fresca, dentro de um stand de 27 mil plantas/ha. Valores semelhantes ao obtido no experimento conduzido em ambiente protegido e superior aos obtidos no experimento em campo em ambos o stand de 30 mil plantas/ha.

5.5 Classificação das cabeças

Na Tabela 7 é possível observar que no cultivo em ambiente protegido as maiores frequências de “cabeças” ocorreram nas classes de peso 2 = 500-750g e 1 = 250-500g. Na classe de peso 2 a maior frequência de “cabeças” foi de (50%) no turno de rega de 2 dias. Pode observar que apenas o turno de rega de 1 dia apresentou cabeças de classes 3 e 4, e os Turnos de rega de 2,4, e 6 dias apresentaram cabeças de classe 1.

Tabela 7 - Distribuição de “cabeças” de repolho “Red Dynasty” cultivado em ambiente protegido, por classes de peso, 2020

Tratamento	Classes					
	0	1	2	3	4	5
	% de cabeças					
1	-	8,33	41,66	33,33	16,67	-
2	16,66	33,33	50,00	-	-	-
3	50,00	33,33	16,66	-	-	-
4	75,00	25,00	-	-	-	-

Sugestão para classificação de repolho com base no peso de “cabeça” em g (0=<250; 1=250-500; 2=500-750; 3=750-1000; 4=1000-1250 e 5=1250-1500. Adaptado de Solva et al., (2012).

Na Tabela 8 é possível observar que no cultivo em campo as maiores frequências de “cabeças” ocorreram na classe 3 = 750-1000g. Na classe de peso 3 a maior frequência de “cabeças” foi de (50%) no turno de rega de 3 dias. Pode observar que apenas os turnos de rega de 1 e 2 dias apresentaram cabeças de classe 6, e apenas os Turnos de rega de 6 e 8 dias apresentaram cabeças de classe 1.

Tabela 8 - Distribuição de “cabeças” de repolho “Red Dynasty” cultivado em campo, por classes de peso, 2020

Tratamento	Classes					
	1	2	3	4	5	6
	% de cabeças					
1	-	8,33	25,00	25,00	16,66	25,00
2	-	16,67	33,33	25,00	8,33	16,66
3	8,33	-	50,00	33,33	8,33	-
4	-	58,33	41,66	-	-	-
5	16,67	41,66	41,66	-	-	-

Sugestão para classificação de repolho com base no peso de “cabeça” em g (1=250-500; 2=500-750; 3=750-1000; 4=1000-1250; 5=1250-1500 e 6=1500-2000. Adaptado de Silva et al., (2012).

O ponto de maturação do repolho se apresenta quando as cabeças estão compactas, com as folhas que revestem a cabeça apresentando os bordos voltados para trás. As folhas externas ficam mais caídas (Luz et al., 2002). Filgueira (2007) afirma que as cabeças com peso médio variando entre 1,5 a 2,0 kg têm maior aceitação pelos consumidores. Para Souza e Resende (2014), o consumidor prefere cabeças com peso médio entre 1 a 1,5 kg. Ambos descrevem o desejo do consumidor para o repolho verde, mais popular e mais cultivado.

5.6 Variáveis gerais

As médias de porcentagem de área sombreada, diâmetro do caule, circunferência da cabeça, altura da cabeça e comprimento da raiz para os experimentos em ambiente protegido e campo são apresentados na Tabela 9. Verifica-se que os dois experimentos apresentaram diferenças significativas na porcentagem de área sombreada (PAS), sendo que no experimento em ambiente protegido os turnos de rega de 1, 2 e 4 dias apresentaram estatisticamente o mesmo percentual, já o turno de rega de 6 dias apresentou o menor índice, isso demonstra que os maiores turnos de rega proporcionaram menor PAS. O maior turno de rega teve um decréscimo de 26,43% em relação ao menor turno de rega, para esta variável.

Já para o experimento em campo, os turnos de rega de 1, 2, 4 e 8 dias não diferiram estatisticamente, apresentando os maiores valores de PAS. O menor valor foi obtido no turno de rega de 6 dias.

Tabela 9 - Resumo do teste de médias para porcentagem de área sombreada, diâmetro do caule, circunferência da cabeça, altura da cabeça e comprimento da raiz nos cultivos de repolho roxo em ambiente protegido e em campo

Turno de Rega	Porcentagem de área sombreada	Diâmetro do caule (cm)	Circunferência da cabeça (cm)	Altura da cabeça (cm)	Comprimento da raiz (cm)
Ambiente protegido					
1	66,20 a	3,1a	39,6a	13,77a	36,75a
2	56,54ab	2,6ab	30,9ab	10,68ab	37,75a
4	56,45ab	2,3b	25,3b	8,65b	40,70a
6	48,70b	2,2b	22,8b	7,64b	45,50a
Média	56,97	2,56	29,72	10,19	40,19
CV	16,08	19,36	26,37	27,81	13,82
Campo					
1	62,83a	2,98a	45,31a	14,42a	36,50a
2	60,92a	2,91a	43,68ab	13,32ab	41,50a
4	57,58a	2,77a	41,68b	13,27ab	40,15a
6	48,71b	2,71a	37,83c	12,14b	38,00a
8	50,29a	2,69a	37,89c	12,58b	36,75a
Média	57,66	2,81	41,26	13,14	38,58
CV	10,46	5,76	8,17	7,29	8,91

Médias nas colunas seguidas de mesmas letras não se diferem no teste de Tukey em 5% de significância.

Para a cultivar estudada o comportamento do diâmetro do caule não apresentou diferenças significativas no experimento em campo, sendo estatisticamente iguais para todos turnos de rega. Para o experimento em ambiente protegido, o turno de rega de um dia foi superior aos outros turnos de rega, apresentando o maior diâmetro de caule, quando comparados o menor e maior turno de rega estudados, nota-se um incremento de 29,03% para esta variável.

Ainda na Tabela 9, pode-se observar que, os valores de circunferência da cabeça para o cultivo em ambiente protegido os tratamentos com menor turno de rega apresentaram-se maiores, o mesmo se repetiu para o experimento em campo. Para os dois cultivos também é observado que o turno de rega influenciou na altura das “cabeças”, onde turnos de regas menores produziram cabeças maiores. Desta forma, pode-se afirmar que o turno de rega influencia na circunferência e na altura da “cabeça” do repolho.

Para o comprimento da raiz, em ambos os experimentos não houve diferença significativa, demonstrando que o sistema radicular não teve sensibilidade ao turno de rega.

A variáveis parte aérea total, parte comercial, número de folhas não comerciais, massa seca da cabeça, massa seca não comercial e massa seca da raiz, em função de diferentes turnos de rega, para os experimentos em ambiente protegido e campo, são apresentadas na Tabela 10.

A parte aérea total contabiliza toda a biomassa acima do caule das plantas, considerando todas as folhas vivas. No cultivo em ambiente protegido a média de peso da parte aérea total foi significativamente superior no tratamento de irrigação diária, os demais tiveram médias inferiores. Porém, estatisticamente iguais entre si. O mesmo se repetiu para a parte comercial, onde as plantas do menor turno de rega tiveram o melhor desempenho, sendo esse turno de rega mais produtivo, enquanto os outros tiveram médias menores.

Tabela 10 – Resumo do teste de médias para parte aérea total, parte comercial, número de folhas, massa seca da cabeça, massa seca não comercial e massa seca da raiz nos cultivos de repolho roxo em ambiente protegido e em campo

Turno de rega	Parte aérea total (g)	Parte comercial (g)	Número de folhas (n)	Massa seca da cabeça (g)	Massa seca não comercial (g)	Massa seca da raiz (g)
Ambiente protegido						
1	1604,83a	843,33a	16,33b	43,50a	59,50a	11,00a
2	1023,42b	443,00b	20,75ab	20,08b	43,83b	14,00a
4	813,00b	292,15b	24,33a	16,33b	45,83b	10,00a
6	604,23b	189,85b	25,16a	12,33b	40,50b	10,00a
Média	1016,40	442,08	21,65	23,06	47,42	11,25
CV	43,56	66,71	20,32	58,91	19,45	16,39
Campo						
1	1889,00a	1172,67a	15,16a	64,67a	64,00ab	16,00a
2	1827,66a	1065,17ab	16,58a	62,33a	71,17a	18,00a
4	1584,17ab	935,33bc	16,50a	59,75a	56,83ab	15,00a

6	1280,83b	714,83c	17,92a	51,33a	49,58b	11,00a
8	1325,17b	727,83c	18,09a	59,92a	55,17ab	15,00a
Média	1581,37	923,17	16,85	57,80	59,35	15,00
CV	18,34	22,59	9,61	15,13	17,98	21,31

Médias nas colunas seguidas de mesmas letras não se diferem no teste de Tukey em 5% de significância.

Analisando a parte aérea total, para o experimento em campo, observou que as médias dos turnos de rega 1, 2 e 4 foram estatisticamente iguais entre si e superiores aos demais tratamentos. Quando comparados o menor e o maior turno de rega estudados, nota-se um incremento de 29,84% na parte aérea total. Ao analisar as médias da parte comercial, observou que o efeito dos turnos de rega foi mais acentuado, sendo os dois menores turnos de rega mais produtivos e os maiores menos produtivos, houve um incremento de 37,93% para esta variável, comparando-se o maior e o menor turno de rega aplicado. Os dados para cultivo em ambiente protegido e campo apontam que um dos efeitos de turnos de rega prolongados é a redução da parte aérea total e comercial das plantas.

O número de folhas, também apresentado na Tabela 10, é referente às folhas abertas durante o desenvolvimento da planta, folhas vivas que não fazem parte da “cabeça”. Notou-se que no experimento em campo as médias dessas folhas por planta não portaram diferença significativa entre os tratamentos, diferente do observado no experimento em ambiente protegido, em que os turnos de regas maiores aumentaram significativamente as médias de folhas por planta, atingindo média de 25,16 folhas por planta no turno de rega de 6 dias. Os valores de médias obtidos em campo estão dentro do observado por Cavarianni (2008), que ao estudar a interação entre densidade e doses de nitrogênio obteve média de 15,58 folhas em um stand semelhante ao deste estudo (31250 planta/ha) utilizando a cultivar “astrus”. Cavarianni (2008), avaliando doses de nitrogênio e densidades populacionais em repolho roxo, híbrido Red Jewel, também observou que na população de 31.250 plantas/ha tinha-se média de 14,25 folhas/planta. Em ambos os estudos citados os valores de número de folhas são inferiores aos obtidos neste trabalho.

A massa seca da cabeça apresentou diferença significativa entre os tratamentos do experimento em ambiente protegido, onde o turno de rega de um dia obteve a maior média com 43,5 g/planta, sendo superior a todos os outros turnos de rega. Já no experimento em campo não houve diferença significativa entre os turnos de rega, a variação de peso foi de 51,33g para o turno de rega de

6 dias com menor média e 64,67g para o turno de rega de um dia com a maior média.

O comportamento da massa seca das folhas não comerciais foi semelhante para o cultivo em ambiente protegido, mantendo o tratamento com menor turno de rega a frente dos outros, com a maior média (59,5 g/planta), decrescendo de acordo com o aumento do turno de rega. No experimento em campo, a maior média de matéria seca não comercial foi encontrada no turno de rega de dois dias com 71,17 g/planta, a menor média foi observada no turno de rega de 6 dias, com média de 49,58 g/planta, com um decréscimo de 30,33% para esta variável.

A massa seca da raiz não apresentou diferença significativa, para ambos os experimentos, em função dos diferentes turnos de rega.

6. CONCLUSÕES

Para o experimento em ambiente protegido, o turno de rega influenciou na produtividade, crescimento de folha, compactação da cabeça, eficiência no uso da água, classificação da cabeça, matéria seca da cabeça, porcentagem de área sombreada, diâmetro do caule, circunferência da cabeça, altura da cabeça, parte aérea total, parte aérea comercial, massa seca da cabeça e massa seca não comercial. O número de folhas aumentou de acordo com o turno de rega estendido.

O comprimento da raiz e a matéria seca da raiz não sofreram influência do turno de rega no experimento em ambiente protegido.

Para o experimento em campo, o turno de rega influenciou na produtividade, compactação da cabeça, eficiência no uso da água, classificação da cabeça, matéria seca da cabeça, porcentagem de área sombreada, circunferência da cabeça, altura da cabeça, parte aérea total, parte aérea comercial e massa seca não comercial.

O comprimento da raiz, matéria seca da raiz, diâmetro do caule, número de folhas e massa seca da cabeça não sofreram influência do turno de rega no experimento em campo.

O cultivo de repolho roxo em campo apresentou maiores médias de produtividade, isso pode ser relacionado às precipitações, ao controle biológico da joaninha sobre o pulgão e às menores médias de temperatura diárias. A produtividade nos turnos de rega de um e dois dias se apresentou estatisticamente igual, podendo se optar pela irrigação a cada dois dias, não tendo redução na produtividade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. (1998) Crop Evapotranspiration: guidelines for computing crop requirements. Rome: FAO. 301p. FAO Irrigation and drainage paper 56.
- Andrade Junior, A. S; Klar, A. E. (1997) Manejo da irrigação da cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) através do tanque classe A. *Scientia agrícola*, v. 54, n. 1-2, p. 31-38.
- Anjum, S. A., Xie, X. Y., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African journal of agricultural research*, v. 6, n. 9, p. 2026-2032.
- Araujo, M. S. P (2016) *Coeficiente da cultura e produtividade do consorcio de milho caatingueiro com feijão-de-porco e do repolho plantado na palhada*. Dissertação (Engenharia Agrícola e Ambiental) – Seropédica – RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 58.
- Araujo, M. S. P., Sousa, E. F., Carvalho, D. F., Pereira, V. R. (2019) Evapotranspiração e coeficientes da cultura do repolho em sistema orgânico. *Irriga*, Botucatu, v. 24, n. 1, p. 98-108.
- Caetano, M. L. (2013) Informe técnico do repolho: In: Campo e negocio HF: Ano VII N°92: São Paulo. p24.
- Cassol, S.P.; Lenhardt, E.R.; Gabriel, V.J. (2017) Caracterização dos estádios fenológicos e a exigência de adubação do repolho. *Ciências agroveterinárias e alimentos*, n. 2, p.1-12. Disponível em: <<http://revista.faiacademias.edu.br/index.php/cava/article/view/389/244>>. Acesso em: 20 jan. 2021.

Cavarianni, R.L. (2008) *Densidades de plantio e doses de nitrogênio no desenvolvimento e produção de repolho*. Tese (Doutorado em Agronomia) Jaboticabal – SP, Universidade Estadual Paulista, 111p.

Ceagesp. (2014) *Normas de Classificação – Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura*. – São Paulo: PBMH. V.12, n.1.

CEASA - ES. Centrais de Abastecimento do Espírito Santo S.A. (2020) Banco de dados da estatística. Vitória: CEASA-ES. Disponível em: <<https://ceasa.es.gov.br/bancodedados>>. Acesso em: 28 jan. 2020.

Cividanes, F. J. (2003) Exigências térmicas de *Brevicoryne brassicae* e previsão de picos de populacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 38, n. 5, 561-566p.
CONAB. Companhia Nacional De Abastecimento. (2020) *Centrais de Abastecimento: Comercialização Total de Frutas e Hortaliças / Companhia Nacional de Abastecimento*. – v.1 – Brasília : Conab. Disponível em: <www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort> . Acesso em: 20 Fev. 2021.

Costa, E.V. (2003) Medidas da umidade relativa do ar em um ambiente fechado. *Revista brasileira de ensino de física*, v.25, n.3, 343-348.

Domingues Neto, F. J; Silva, G. P. P; Santos, T; Resende, F. V; Vidal, M. C. (2014) Cultivares e híbridos de repolho para produção orgânica no verão do Distrito Federal. *Cadernos de Agroecologia*, v. 9, n. 3.

Doorembos, J.; Pruitt, W. O. (1977) Crop water requirements. Campina Grande. FAO, p.144. (FAO irrigation end drainage paper, 24).

Draghici G.A., Lupu, M.A., Borozan, A.B., Nica, D., Alda, S., Alda, L., Gogoasa, I., Gergen, I., Bordean, D.M. (2013) Red cabbage, millennium's functional food. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, v.17, n. 4, 52- 55.

Embrapa (2016) Manejo da irrigação no algodoeiro. Circular técnica 139. Campina Grande - PB, 2016. 8p.

Ferreira, W. R; Ranal, M. A; Filgueira, F. A. R. (2002) Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-Malásia. *Horticultura brasileira*, v. 20, n. 4, p. 635-640.

Filgueira, F. A. R. (2007) *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 421p.

Filgueira, F. A. R. (2012) *Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa, MG:UFV. Imprensa Universitária, p. 421.

Hargreaves, G. H., Samani, Z. A. (1985) Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied engineering in agriculture* v.1, n.2, p. 96-99.

Imtiyaz, M; Mgadla, N. P; Manase, S. K; Chendo, K; Mothobi, E. O. (2000) Yield and economic return of vegetable crops under variable irrigation. *Irrigation Science*, v. 19, n. 2, p. 87-93.

Karatas, B. S; Akkuzu, E; Unal, H. B; Asik, S; Avci, M. (2009). Using satellite remote sensing to assess irrigation performance in Water User Associations in the Lower Gediz Basin, Turkey. *Agricultural Water Management*, v. 96, n.6, p. 982-990.

Lima Filho, O.F. Ambrosano, E.J., Rossi, F., Carlos, J.A.D. (2014) *Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: Capítulos 1-13*. Brasília, DF : Embrapa, 507.

Luz, F.J.F; Saboya, R.C.C; Pereira, P.R.V.S. (2002) O cultivo do repolho em Roraima. *Circular Técnica*, v. 7, 17p.

Marouelli, W.A., Abdalla, R.P., Madeira, R.N., Oliveira, A.S., Souza, R.F. (2010) Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.45, n.4, 369-375.

Melo, D. M; Castoudi, R; Charlo, H. C. O; Galatti, F. S; Braz, L. T. (2012) Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. *Revista Caatinga*, Mossoró. v. 25, n. 1, p. 58-66.

Melo, P. C. T., Vilela, N. J. (2007) *Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças*. Associação Brasileira de Horticultura. 11p. Disponível em: < http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf > Acesso em: 11 fev. 2020.

Nunes, T. C. F. (2009) *Avaliação dos efeitos da radiação gama em vegetais da espécie Brassica oleracea e minimamente processados*. Dissertação (Mestrado em Ciências) - São Paulo – SP, Centro de Tecnologia das Radiações, Universidade de São Paulo - USP, 102p.

Oliveira, A. E. S; Simeão, M.; Mousinho, F. E. P.; Gomes, R. L. F. (2014) Desenvolvimento do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) sob déficit hídrico cultivado em ambiente protegido. *Holos*, Natal, v. 1, p. 143-151.

Passos, E.E.M.; Passos, C.D; Prado, C.H.B. (2006) Comportamento sazonal do potencial hídrico e das trocas gasosas de quatro variedades de coqueiro-anão. Aracaju, *Embrapa Tabuleiros Costeiros*, 19.

Santos, E. S; Montenegro, A. A. A; Pedrosa, E. M. R; de França, Ê. F. (2016) Crescimento e produção de repolho sob diferentes adubações na presença e ausência de cobertura morta em agricultura familiar. *Irriga*, Botucatu, v. 21, n. 1, p. 74-89.

- Silva E.M.B., Silva T.J.A., Cabral C.E.A., Kroth B.E. & Rezende D. (2011a) Desenvolvimento inicial de gramíneas submetidas ao estresse hídrico. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 24, n. 2, 180-186.
- Silva, G.S, Cecílio Filho, A.B., Barbosa, J.C., Alves, A.U. (2011b) Aplicação de ácido bórico sobre as características produtivas do repolho em diferentes épocas. *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 3, 538-543.
- Silva, K. S; Santos, E. C. M; Benett, C. G. S; Laranjeira, L. T.; Eberhardt neto, E.; Costa, E. (2012) Produtividade e desenvolvimento de cultivares de repolho em função de doses de boro. *Horticultura Brasileira*, Brasília – DF, v. 30, 520-525.
- Silva, L. M.; Basílio, S. A; Junior, R. L. S.; Nascimento, M. V; Benett, C. G. S; Benett, K. S. S. (2014). Aplicação de ácido bórico sobre as características produtivas do repolho em diferentes épocas. *Journal of Neotropical Agriculture*, v. 1, n. 2, p. 26-34.
- Soares, L. R.; Pereira, D. C.; Monteiro V. H.; Souza, C. H. W.; Klein, M. R.; Silva, M. J.; Lorin, H. F.; Costa, L. A. M.; Costa, M. S. S. (2009) A avaliação de substratos alternativos para produção de mudas de repolho. *Revista Brasileira de Agroecologia*, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 1780-1783, 2009.
- Souza, J. L. (2015) *Agricultura orgânica: tecnologias para a produção de alimentos saudáveis*. V.3. Vitória – ES: Incaper, p.317.
- Souza, J. L. de; Favarato, L. F; Angeletti, M. da P; Guarçoni, R. C; Guimarães, G. P; Peterle, G. (2017) Produção de mini-repolho obtido por rebrota em sistema orgânico, com níveis de adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, Viçosa v.7, n.3, p.56-65.
- Souza, J. L., Garcia, R. D. C. (2013) Custos e rentabilidade na produção de hortaliças orgânicas e convencionais no estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.3, n.1, 11-24p.
- Souza, J. L., Resende, P. (2014) *Manual de horticultura orgânica*. 3. Ed. Viçosa – MG: Editora Aprenda fácil, 837p.
- Taiz, L.; Zeiger, E. (2013) *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, p.918.
- Taiz, L; Zeiger, E; Møller, I. M; Murphy, A. (2017) *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, p.888.
- Torres, J. L. R., Araújo, A. S., Barreto, A. C., Silva Neto, O. F., Silva, V. R., Vieira, D. M. S. (2015) Desenvolvimento e produtividade de couve-flor e repolho influenciados por tipos de cobertura do solo. *Horticultura brasileira*, Brasília – DF, v.33, n. 4, 510-514p.

Viegas Junior, C. (2003) *Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos*. *Quim. Nova*, vol. 26, n. 3, 390-400.

Viol, M. A; Carvalho, J. A., Lima, E. M. C., Rezende, F. C., Mattos, R. W. P, Rodrigues, J. L. M. (2017) Déficit hídrico e produção do tomate cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI*, v.11, n. 1, 1244 - 1253.