

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM**  
**ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA SANTARÉM**  
**MESTRADO DE ENGENHARIA AGRONÓMICA**

**Desenvolvimento e crescimento da cultura do brócolo (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) para indústria. Aplicação às variedades “*Parthenon*” e “*Titanium*”.**

Afonso Pereira da Silva

**Santarém**

**2022**

**INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM**  
**ESCOLA SUPERIOR AGRÁRIA SANTARÉM**  
**MESTRADO DE ENGENHARIA AGRONÓMICA**

**Desenvolvimento e crescimento da cultura do brócolo (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) para indústria. Aplicação às variedades “*Parthenon*” e “*Titanium*”.**

Trabalho realizado com vista à obtenção do

Grau de Mestre em Engenharia Agronómica

Nome: Afonso Pereira da Silva

Nº: 140330012

Orientador interno: Professor Artur José Guerra Amaral

**Santarém**

**2022**



## Agradecimentos

No decorrer desta dissertação várias pessoas, entidades e profissionais ligados ao sector foram importantes para a realização deste projeto, nesse sentido agradeço:

Ao meu orientador, Professor Artur Amaral, pela sugestão do tema, exigência e organização com que trabalha, pelo constante diálogo que estabelecemos no desenrolar do mesmo;

À empresa “FMGM”, em particular à Eng<sup>a</sup> Sofia Marques, pela oportunidade que me foi dada na utilização de uma parcela para a instalação do campo de ensaio;

À Escola Superior Agrária de Santarém, pela oportunidade em estudar numa área que me sempre fascinou, pelos momentos que passei, as coisas que aprendi, e os amigos que fiz. Agradeço a todos os Professores e encarregados pelo muito que me ensinaram;

Aos meus Pais, pois a eles devo a minha educação e formação. A toda a minha Família;

À Madalena e ao meu irmão, bem como a todos os meus colegas e amigos, por terem feito parte deste meu percurso.

## Resumo

A cultura do brócolo para indústria constitui uma importante atividade na região da Lezíria Tejo. Esta é a principal região produtora no país. A escolha das variedades a plantar é condicionada por um conjunto de fatores: adaptação às condições culturais, produtividade, tolerância a doenças e pragas e exigências de qualidade por parte da indústria.

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação estudo do desenvolvimento e crescimento de 2 cultivares de brócolo de indústria (*Parthenon* e *Titanium*). Para este estudo foi instalado um ensaio de campo, na localidade da Golegã, em condições reais de cultivo. Foi avaliado *in situ* o desenvolvimento das plantas, através da observação do número de folhas, altura média das plantas e fases de desenvolvimento. Bissemanalmente, foram colhidas aleatoriamente 8 plantas de cada tratamento, determinando-se o peso verde (PV) e seco (PS) de cada uma das suas componentes (folhas, caules e inflorescência) e o diâmetro médio das inflorescências. No final, foi estimada a produtividade e o diâmetro médio das inflorescências.

A variedade *Titanium* apresentou maior produtividade (14 888 kg/ha) em relação à *Parthenon* (11 127 kg/ha), com diferenças estatisticamente significativas. A fase de desenvolvimento 41 (formação da cabeça) iniciou-se no *Titanium* com um somatório de temperaturas na ordem dos 470 – 500 C° dia, enquanto as plantas de *Parthenon* iniciaram essa fase aos 500 – 550°C dia.

A variedade *Parthenon* possui um PS total da planta superior à variedade *Titanium*. Foi possível ajustar o modelo logístico às duas variedades. O modelo estimou o valor de 234,7 g/Plt e 208,1 g/Plt de PS total, respetivamente para *Parthenon* e *Titanium*. Aos 81 DAP, a variedade *Titanium* apresentou diâmetros das cabeças ligeiramente superiores à *Parthenon* (162 mm na *Titanium* e 157 mm na *Parthenon*), embora as diferenças não sejam significativas (valor  $p > 0,05$ ). Ambas as variedades alcançaram a maior percentagem de cabeças comerciais aos 81 DAP, com um somatório de temperaturas entre 900 e 1000 °C dia.

**Palavras-chave:** *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck, Variedades, Crescimento, Desenvolvimento, Somatório de temperaturas.

## Abstract

The culture of broccoli for industry is an important activity in the Lezíria Tejo region. This is the main producing region in the country. The choice of varieties to plant is conditioned by a set of factors: adaptation to cultural conditions; productivity; tolerance to diseases and pests and quality requirements by the industry.

The present work aimed to evaluate the development and growth of 2 industrial broccoli cultivars (Parthenon and Titanium). For this study, a field trial was installed, in the locality of Golegã, under real cultivation conditions. Plant development was evaluated in situ, by observing the number of leaves, average plant height and stages of development. Biweekly, 8 plants were randomly harvested from each treatment, determining the green weight (PV) and dry weight (PS) of each of its components (leaves, stems and inflorescence) and the mean diameter of the inflorescences. In the end, the productivity and the average diameter of the inflorescences were estimated.

The Titanium variety showed higher productivity (14,888 kg/ha) in relation to Parthenon (11,127 kg/ha), with statistically significant differences. The development phase 41 (head formation) started at Titanium with a sum of temperatures in the order of 470 – 500 °C day, while the Parthenon plants started this phase at 500 – 550 °C day.

The Parthenon variety has a higher total plant dry weight than the Titanium variety. It was possible to adjust the logistic model to the two varieties. The model estimated the value of 234.7 g/Plt and 208.1 g/Plt of total PS, respectively for Parthenon and Titanium. At 81 DAP, the Titanium variety presented head diameters slightly larger than the Parthenon, although the differences (162 mm in Titanium and 157 mm in Parthenon) are not significant ( $p$  value > 0.05). Both varieties reached the highest percentage of commercial heads at 81 DAP, with a sum of temperatures between 900 and 1000 °C day.

**Keywords:** Brassica oleracea L. var. italica Plenck, Varieties, Growth, Development, Sum of temperatures.

# Índice

1.	Introdução .....	1
2.	Revisão bibliográfica .....	3
2.1.	Enquadramento da cultura no sistema de produção do Lezíria Tejo .....	3
2.2.	Caracterização da planta .....	4
2.2.1.	Enquadramento taxonómico.....	4
2.2.2.	Morfologia .....	4
2.2.3.	Ciclo vegetativo e fases de desenvolvimento .....	5
2.3.	Exigências climáticas .....	6
2.3.1.	Influência da temperatura no desenvolvimento da planta .....	6
2.3.2.	Influência do fotoperíodo .....	8
2.3.3.	Influência da humidade e da rega.....	8
2.4.	Exigências edáficas .....	9
2.5.	Características do brócolo para indústria .....	9
3.	Material e métodos.....	10
3.1.	Localização .....	10
3.2.	Caracterização do solo .....	10
3.3.	Caracterização do climática e elementos meteorológicos do ano .....	11
3.4.	Tecnologia cultural e instalação do campo .....	14
3.4.1.	Preparação do Terreno .....	14
3.4.2.	Instalação da cultura .....	14
3.4.3.	Rega.....	15
3.4.4.	Controlo das infestantes .....	15
3.4.5.	Tratamentos .....	15
3.4.6.	Colheita .....	16
3.5.	Caracterização das variedades .....	16
3.5.1.	<i>Parthenon</i> .....	16
3.5.2.	<i>Titanium</i> .....	17
3.6.	Delineamento experimental .....	18
3.6.1.	Variáveis observadas.....	19
4.	Resultados e discussão.....	20
4.1.	Evolução do desenvolvimento da cultura .....	20
4.1.1.	Estatura .....	20

4.1.2.	Número médio de folhas por planta .....	21
4.1.3.	Diâmetro da cabeça .....	22
4.1.4.	Fases de desenvolvimento e efeito da temperatura .....	23
4.2.	Evolução do crescimento .....	26
4.3.	Estimativa da produtividade .....	32
4.4.	Discussão .....	33
4.4.1.	Efeito da temperatura no desenvolvimento vegetativo .....	33
4.4.2.	Efeito da temperatura na formação e desenvolvimento da cabeça.....	35
5.	Notas conclusivas e perspectivas futuras .....	36
6.	Referências Bibliográficas .....	38
1.	Anexos .....	42
1.1.	Pesos Secos .....	42
1.2.	Estimativa de produção.....	43

## Índice figuras

<b>Figura 1-</b> Campo de ensaio sito nas Praias, vila da Golegã. Fonte: Google Earth. ....	10
<b>Figura 2 -</b> Termopluviograma para a região da localização do campo de ensaio e período do ciclo cultural, ano de 2021.....	12
<b>Figura 3 -</b> Evolução comparativa dos valores da temperatura máxima, média e mínima, médias mensais do local, ano 2021, e valores mensais do período normal (1971-2010) para Santarém.....	13
<b>Figura 4 -</b> Evolução comparativa dos valores da precipitação mensal acumulada no local, ano 2021, e valores mensais do período normal (1971-2010) para Santarém. ....	13
<b>Figura 5-</b> Pormenor do plantador de brócolo de 4 linhas. ....	14
<b>Figura 6-</b> Aspeto cabeça da cultivar Parthenon. (Fonte: Catálogo Broccoli Sakata, 2017). ....	16
<b>Figura 7 -</b> Aspeto cabeça da cultivar Titanium. (Fonte: Catálogo Broccoli Sakata, 2017). ....	17
<b>Figura 8 -</b> Esquema do delineamento experimental. ....	18
<b>Figura 9 -</b> Observação do início da formação da cabeça;.....	19
<b>Figura 10 -</b> Evolução comparativa da estatura média das plantas (cm) das variedades Parthenon e Titanium. ....	20
<b>Figura 11-</b> Evolução comparativa do número médio de folhas por planta, das variedades Parthenon e Titanium. ....	21
<b>Figura 12 -</b> Evolução comparativa do diâmetro das cabeças observado (círculos e triângulos) e estimados (linhas) das variedades Parthenon e Titanium. ....	22
<b>Figura 13-</b> Somatório de Temperaturas durante o ciclo cultural. ....	24
<b>Figura 14 -</b> Início formação da cabeça (fotografia tirada com auxílio de lupa no laboratório da ESAS). ...	25
<b>Figura 15-</b> Evolução da matéria seca foliar das variedades Parthenon e Titanium.....	26
<b>Figura 16-</b> Evolução da matéria seca dos caules nas variedades Parthenon e Titanium. ....	27
<b>Figura 17 –</b> Evolução da matéria seca da cabeça das variedades Parthenon. ....	28
<b>Figura 18 -</b> Evolução da matéria seca da cabeça das variedades Titanium.....	28
<b>Figura 19 -</b> Evolução do peso da matéria seca total das plantas de variedade Parthenon e Titanium. Os símbolos representam os valores observados e as linhas os valores estimados pelo modelo logístico....	29
<b>Figura 20 -</b> Razão peso seco total das componentes com o peso total da planta das variedades Parthenon e Titanium.....	31
<b>Figura 21 -</b> Estimativa da produtividade das duas variedades. ....	32

## Índice de quadros

<b>Quadro 1</b> - Superfície cultivada (ha) e produção (t) de brócolos nos anos 2018, 2019 e 2020, em Portugal (Fonte: INE).....	3
<b>Quadro 2</b> - Enquadramento taxonómico da família das Brassicáceas (Fonte: Almeida, 2013). .....	4
<b>Quadro 3</b> - Tratamentos fitossanitários: designação, praga ou doença, data de aplicação e dose.....	15
<b>Quadro 4</b> - Descrição dos principais parâmetros do delineamento experimental. ....	18
<b>Quadro 5</b> - Valores dos coeficientes da função de regressão logística, de correlação e o erro padrão do ajustamento, relativo ao diâmetro das cabeças das variedades Parthenon e Titanium.....	23
<b>Quadro 6</b> - Síntese das fases do brócolo com base na escala BBHC e respetivos somatórios de temperaturas.....	24
<b>Quadro 7</b> - Valores regressão linear da evolução da matéria seca da cabeça das variedades Parthenon e Titanium. ....	27

## 1. Introdução

Atualmente, a grande maioria dos consumidores procura seguir hábitos de consumo mais saudáveis, no que respeita à sua alimentação. Uma grande percentagem da população procura uma alimentação variada e equilibrada, capaz de proporcionar a energia adequada e o bem-estar físico. Estas mudanças de hábitos alimentares provocam também alterações nos sistemas de produção, bem como, na ação desempenhada pelos agricultores. Estes, são levados a satisfazer, seja em quantidade seja em qualidade, o consumidor final. Nesse âmbito, a produção de legumes, hortícolas, frutas e/ou de alimentos nutracêuticos, isto é, alimentos que para além de satisfazerem as necessidades nutricionais contém outros compostos benéficos para a saúde, é incentivada. Por outro lado, são cada vez impostos mais parâmetros de qualidade e limites inferiores de resíduos, o que implica, em consequência, uma menor utilização de produtos fitofarmacêuticos, beneficiando, deste modo, a saúde dos consumidores e a sustentabilidade ambiental dos agro-sistemas (Mexia, A., 2018).

Uma das culturas que está a ganhar importância na alimentação é a couve-brócolo. Os consumidores e os nutricionistas não procuram apenas o papel acumulador de cálcio que as couves possuem, mas sim dos glucosinolatos, isotiocianatos ou outros compostos com enxofre, a par do ácido ascórbico (Mexia, A., 2018).

Portugal, e em particular as regiões do Ribatejo-Oeste, estão situados numa zona privilegiada para a produção de couve-brócolo, uma vez que conjuga vários fatores que conduzem à elevada produtividade e qualidade do produto final (Carvalho, 2001). As condições naturais resultantes do clima mediterrânico permitem a diferenciação de características no produto para os mercados dos frescos e indústria. Por outro lado, a sua inserção nos sistemas de produção constitui uma enorme vantagem agronómica e económica, atenuando os efeitos negativos de um sistema de monocultura (Amaral, A., 2018).

Nos últimos anos, na região Ribatejo-Oeste tem-se vindo a observar um incremento da taxa de incidência e maior severidade nos ataques de pragas e doenças na couve-brócolo. Estes ataques poderão estar associados a outros complexos fúngicos e/ou bacterioses. As razões para este facto não são totalmente claras (Casemiro, 2018). Dentre os principais fatores que poderão contribuir para esta situação podem-se apontar os seguintes (Amaral, 2016, comunicação pessoal): condições de natureza climática, nomeadamente, as relacionadas com temperatura e humidade superiores à média no período do outono; maior quantidade de inóculo presente, pelo facto de a cultura existir ao longo de todo o ano (couve-brócolo de primavera e de outono/inverno); dominância

de uma só variedade; falta de meios de luta preventivos e/ou curativos eficazes e economicamente viáveis. Deste modo, é imprescindível encontrar variedades alternativas que sejam mais tolerantes aos stresses bióticos, abióticos e, simultaneamente, sejam mais produtivas, correspondendo aos padrões de qualidade exigidos pelos consumidores e empresas de transformação.

É neste contexto que este trabalho reporta ao estudo da adaptação de duas variedades de brócolo. A obtenção de dados sobre o desenvolvimento, nomeadamente sobre o integral térmico das principais fases e/ou do crescimento irão permitir a validação de modelos que, entre outros aspetos, permitirá um melhor posicionamento dos tratamentos, ou mesmo da data de colheita, em função das condições climáticas.

Neste sentido, propõe-se com este trabalho avaliar o comportamento de duas variedades (*Parthenon* e *Titanium*) em termos de desenvolvimento, crescimento, produtividade e qualidade das cabeças.

## 2. Revisão bibliográfica

### 2.1. Enquadramento da cultura no sistema de produção do Lezíria Tejo

No início do século XIX, a plantação de brócolos teve início na Europa, mais propriamente em Itália. Apenas na segunda metade do século XX a cultura se tornou popular fora de Itália, expandindo-se para os EUA (Estados Unidos da América) e, posteriormente, para os restantes países Europeus (Almeida, 2013; Schiavon et al., 2015).

Em Portugal, os brócolos são cultivados, principalmente, na região da Lezíria Tejo e do Oeste. Estas regiões dispõem de adequadas condições edáficas e climáticas para o seu cultivo, estando a cultura bem inserida nos sistemas de produção aí existentes (Carvalho, 2001). No período de 2018 a 2020 a superfície média em Portugal foi cerca de 3 200ha, com uma produção total de, aproximadamente, 37 400t (**Quadro 1**).

**Quadro 1** - Superfície cultivada (ha) e produção (t) de brócolos nos anos 2018, 2019 e 2020, em Portugal (Fonte: INE).

Ano	Superfície (ha)	Produção (t)
2018	3 238	36 894
2019	3 127	37 992
2020	3 950	46 186
Média	3 183	37 443

A região da Lezíria Tejo é caracterizada, de modo geral, por apresentar uma elevada especialização cultural, com predomínio das culturas arvenses, hortícolas extensivas e culturas permanentes (olival e vinha).

A cultura da couve-brócolo para indústria na região é instalada em duas épocas: no final do inverno, início da primavera (época primaveril) e no final do verão, início do outono (época outonal). Planta-se, mais frequentemente, como procedente de uma cultura de primavera de regadio (tomate-de-indústria, batata, milho, cebola ou abobrinha).

O cultivo da couve-brócolo nesta região tem aumentado devido ao interesse das indústrias de congelados e do mercado em fresco. Existem também razões de natureza agronómica que motivam esse aumento: a necessidade de incrementar a biodiversidade, através da rotação cultural; a recuperação dos nutrientes deixados pela cultura anterior; a quebra do ciclo de determinadas pragas e doenças; para além de funcionar como complemento económico das explorações, especialmente daquelas que se dedicam às culturas de tomate e milho (Amaral, A., 2018).

## 2.2. Caracterização da planta

### 2.2.1. Enquadramento taxonómico

As brássicas pertencem, taxonomicamente, à família Brassicaceae (=Cruciferae), ordem Capparales (**Quadro 2**). Esta família é composta aproximadamente por 350 géneros e 3 500 espécies, onde se incluem muitas espécies com interesse agronómico, mas também muitas espécies consideradas infestantes (Almeida, 2013; Rimmer, Shattuck & Buchwaldt, 2007).

**Quadro 2** - Enquadramento taxonómico da família das Brassicáceas (Fonte: Almeida, 2013).

<b>Reino</b>	Plantae
<b>Sub-reino</b>	Tracheobionta (Plantas Vasculares)
<b>Superdivisão</b>	Spermatophyta (Plantas com sementes)
<b>Divisão</b>	Magnoliophyta (Angiospérmicas)
<b>Classe</b>	Magnoliopsida (Dicotiledóneas)
<b>Subclasse</b>	Dilleniidae
<b>Ordem</b>	Capparales
<b>Família</b>	Brassicaceae (sin. Cruciferae)

### 2.2.2. Morfologia

A planta do brócolo apresenta um ciclo vegetativo bienal, embora com um ciclo cultural anual, e são uma hortaliça cultivada pela sua inflorescência, designada por “cabeça”, que se comercializa em fresco ou congelada (Almeida, 2013).

Segundo Schiavonet (2015) o brócolo é uma planta com elevada semelhança à couve-flor no que toca à sua constituição botânica. O brócolo, em relação à couve-flor, possui um caule relativamente mais longo, folhas de nervuras menos salientes, pedúnculos compridos e mais distanciados e tem a inflorescência central menos compacta, de colorações que variam do verde ao azulado, com emissão de numerosos rebentos nas axilas das folhas, que terminam em capítulos de flores imperfeitas. Os ápices florais são constituídos de botões com pétalas de coloração amarelada, separadas em 4. Os estames são organizados em 6 longos segmentos. O pistilo é comprido com um estigma esférico. O fruto é denominada síliqua, de formato alongado, que, no seu interior, possui um septo onde estão localizadas as sementes, de formato redondo e de coloração escura, em ambas as faces.

### 2.2.3. Ciclo vegetativo e fases de desenvolvimento

A caracterização do ciclo vegetativo e das fases de desenvolvimento na cultura do brócolo pode recorrer a diversas escalas fenológicas, nomeadamente: a de Feller et al., (1995) Meier, U. (1997); Theunissen, J. und A. Sins, (1984): Growth stages of Brassica crops for crop protection purposes. Sci. Horticult. 24, 1-11. Contudo, mais recentemente, muitos autores têm optado pela escala fenológica BBCH (2001) para esse efeito (Amaral, A.; Baldonado, P., 2018; Amaral, A.; Casimiro, M., 2018). Esta escala considera um código numérico de dois dígitos, em que o primeiro dígito expressa a fase de desenvolvimento principal e o segundo dígito concretiza uma subfase, dentro da fase principal. Deste modo, é possível caracterizar com maior detalhe o desenvolvimento das plantas, o que poderá ser muito importante para distinguir o efeito dos tratamentos que se pretende estudar, como é o caso das variedades.

De acordo com a escala fenológica BBCH (2001), a cultura da couve-brócolo apresenta as seguintes fases de desenvolvimento: germinação (código 0; desenvolvimento vegetativo e do caule principal (código 10-19), nesta fase os cotilédones ficam completamente desenvolvidos e dá-se o início do crescimento das folhas verdadeiras (1 a 9 folhas); formação de folhas laterais (código 20-29), crescem ainda mais folhas laterais (de 9 até 18 ou mais folhas); alongamento do caule e crescimento da roseta (código 30-39), o caule irá crescer até atingir cerca de 80% do seu tamanho final; desenvolvimento vegetativo e início da formação da cabeça (código 40-49), o caule e as folhas continuam a desenvolverem-se, mais lentamente, e dá-se o início da formação da cabeça; Emergência da inflorescência (código 50-59), nesta fase a inflorescência principal ficará visível entre as folhas superiores, e observam-se as primeiras flores (ainda fechadas); floração (código 60-69), esta fase fica marcada pelo início (flores abrem) e o fim da mesma (pétalas caem); desenvolvimento do fruto (código 70-79), os frutos crescem até ficarem completamente formados; amadurecimento de frutas e sementes (código 80-89); senescência (código 90-99).

Na cultura de brócolo para a indústria de congelação e/ou para o mercado em fresco, o produto economicamente útil são as cabeças, com peso e diâmetro adequado. Deste modo, o ciclo cultural compreende o período entre a plantação (fase 13 a 14) até à fase da formação da cabeça (fase 49-50).

## 2.3. Exigências climáticas

### 2.3.1. Influência da temperatura no desenvolvimento da planta

A influência térmica no desenvolvimento de uma cultura é frequentemente definida em termos de temperatura base ( $T_b$ ); temperatura ótima ( $T_{opt}$ ) e temperatura máxima ( $T_{max}$ ). Os valores das temperaturas cardinais podem variar com a fase do desenvolvimento (Diputado & Nichols, 1989).

De acordo com Aparecido (2008), a germinação da semente e o desenvolvimento de brócolos pode ocorrer na faixa de 4 a 35 °C, mas a faixa ótima ocorre quando a temperatura média mensal do ar oscila entre 16 a 18 °C.

Segundo Almeida (2013) durante a fase de crescimento dos brócolos, temperaturas entre 20 e 24 °C proporcionam um desenvolvimento normal da planta. O autor refere ainda que abaixo dos 5°C o crescimento da inflorescência é muito lento. Temperaturas abaixo de zero podem ter efeitos negativos na cultura, podendo causar lesões por congelamento e, como tal, reduzir o rendimento e a qualidade da cabeça.

#### 2.3.1.1. Valores da temperatura base

A temperatura base ( $T_b$ ) ou zero de vegetação é a temperatura a partir da qual a planta não se desenvolve. Com temperaturas iguais ou inferiores à temperatura base, as plantas não desenvolvem folhas e não ocorre indução floral (Runkle & Blanchard, 2011).

Alguns autores utilizam a  $T_b$  padrão de 4,5°C para todas as cultivares (Fyffe & Titley, 1989) enquanto outros calcularam a  $T_b$  em 1°C com uma temperatura ótima ( $T_{opt}$ ) de 21°C (Diputado & Nichols, 1989). Ferreira (2016) num ensaio com a variedade Naxos utilizou a  $T_b$  de 5°C. Contudo, outros autores consideram a  $T_b$  de 4°C (Almeida, D., 2006; Amaral, A.; Baldonado, P., 2018; Amaral, A.; Casimiro, M., 2018;). Existem autores que relatam  $T_b$  de 0°C entre a fase do início da floração até à maturação comercial (Wurr et al., 1991, 1992; Grevsen, 1998) de 3°C (Diputado & Nichols, 1989) ou de 7°C (Dufault, 1997).

### 2.3.1.2. Efeito da temperatura na formação e crescimento da cabeça

Tangune (2012) afirma que as temperaturas superiores a 30°C podem provocar deformações na cabeça, em cultivares sensíveis a elevadas temperaturas. Deste modo, estas variedades são sensíveis a mudanças repentinas da temperatura, podendo ocorrer um desenvolvimento excessivamente rápido da cabeça e alongamento do pedúnculo. Schiavon et al., (2015) referem que os brócolos podem iniciar o desenvolvimento dos seus primórdios florais sob temperaturas relativamente altas. Contudo, estas condições originam também a possibilidade de ocorrerem desordens fisiológicas e suscetibilidade a doenças. A temperatura elevada na fase inicial do crescimento da cabeça leva a que ocorra defeitos de qualidade (Björkman e Pearson 1998; Heather et al., 1992).

A temperatura mais adequada para o início da formação da cabeça é de 15-16°C (Wheeler et al. 1995; Fellows et al. 1997). Com temperaturas superiores a 21-22°C a planta terá dificuldade acrescida em iniciar a formação da mesma (Gauss & Taylor 1969).

Schiavon et al., (2015) afirma que plantas que se encontrem na fase de indução da formação inflorescência, quando sujeitas a períodos de temperaturas elevadas, podem reverter a indução da fase reprodutiva para a fase de crescimento vegetativo. Assim, o tamanho das inflorescências poderá ficar reduzido, formando botões florais com tamanhos desiguais e originando o desenvolvimento de folhas ou brácteas nos pedúnculos florais.

São necessários pelo menos 60 dias, com condições de temperatura favoráveis, ou seja, somatórios de temperatura na ordem dos 700 - 800°C dia e com temperaturas médias não inferiores a 10°C, nem superiores a 24°C, para se dar o início do desenvolvimento da cabeça. Para a região da Lezíria Tejo são necessários pelo menos 90 dias e uma integral de temperatura entre 900 a 1 200°C dia para que a cabeça de brócolo atinja o diâmetro pretendido para a colheita (Casimiro, M., Amaral, A., 2018).

### **2.3.2. Influência do fotoperíodo**

O fotoperíodo é o tempo de exposição à luz que as plantas recebem por dia, ou seja, o número de horas que a planta ficará exposta à luz e à escuridão, ao longo da sua fase de desenvolvimento. Na cultura do brócolo este fator poderá influenciar o desenvolvimento e a formação da cabeça, em função da época de cultivo (primavera/verão ou outono/inverno). Vários autores afirmam que o fotoperíodo não altera a fase de indução floral na cultura do brócolo, mas sim as temperaturas (Marshall and Thompson, 1987; Thapa, 1994; Tan et al. 2000). O início da floração é induzido mais eficazmente com baixas temperaturas, do que por fotoperíodos longos (Fujime 1988). A passagem da fase vegetativa para a de formação da cabeça é determinada pela temperatura (Miller et al. 1985; Mourão & Hadley 1998) e não pelo fotoperíodo (Tan et al. 2000).

### **2.3.3. Influência da humidade e da rega**

A cultura da couve-brócolo é exigente em água e requer humidade no solo para uma obtenção de maior produtividade e qualidade, principalmente na fase intermédia (formação da inflorescência) e na fase final do ciclo cultural (Almeida, 2013; Schiavon et al., 2015). O stresse hídrico durante o ciclo cultural, irá afetar diversos processos fisiológicos Schiavon et al., (2015). Para não haver stresse hídrico, principalmente nos meses com maiores taxas de evaporação, a rega deve ser mais frequente, principalmente na fase de formação das inflorescências. Esta cultura utiliza, como principais sistemas de rega: a rega por aspersão; a rega de superfície (sulcos), a microaspersão e a rega gota-a-gota ou localizada. Para termos uma rega controlada e de alta eficiência temos de nos basear nas necessidades hídricas da cultura. Esta é dada pela evapotranspiração, ou seja, pela perda de água do solo (evaporação) e da planta (transpiração) para a atmosfera. Esta perda tem que ser repostada, de modo que não haja comprometimento da produção. A partir da medição direta da evapotranspiração da cultura em condições de campo, nas diversas fases de desenvolvimento, os coeficientes da cultura ( $K_c$ ) deverão ser determinados (Almeida, 2013; Schiavon et al., 2015). Por outro lado, se houver humidade excessiva no solo pode ocorrer a queda da inflorescência, a formação de caule oco e o incremento de doenças oriundas do solo.

## 2.4. Exigências edáficas

Quanto às preferências edáficas, o brócolo prefere solos ricos em matéria orgânica, com uma boa capacidade de armazenamento de água e solos com uma textura ligeira que se adaptam melhor à cultura de inverno (Almeida, 2013).

O brócolo é uma cultura moderadamente sensível à salinidade e à acidez do solo. Um solo ácido pode aumentar a sua suscetibilidade à *Plasmodiophora brassicae*, conhecida por causar a doença “Potra da couve”. O pH ótimo para o desenvolvimento desta cultura oscila entre os 6,5 e 7,0. Quando em presença de valores de pH inferiores, podem registarem-se carências de molibdénio (Mo). Por outro lado, quando são valores de pH mais elevados, estes levam a um aumento as carências nutricionais, especialmente de elementos como manganês (Mn) e o boro (B) e também do molibdénio (Mo) (Almeida, 2013; Schiavon et al., 2015).

## 2.5. Características do brócolo para indústria

No mercado de indústria a empresa que assegura o escoamento do produto faz cumprir normas de entrega, bem como, datas para a mesma. No brócolo, o escalonamento das transplantações é indicado semanalmente pela empresa, de acordo com a capacidade de transformação. A empresa faz o adiantamento das plantas e/ou semente, quando solicitado, de modo a recolher informações detalhadas sobre as áreas do produto que irá receber.

A indústria define com principais critérios de colheita os seguintes parâmetros: dimensão máxima do diâmetro de cabeça inferior a 200mm; ausência de folhas; o corte da cabeça deverá ser sempre efetuado junto ao primeiro florete. Estes critérios têm como objetivo entregas de cabeças compactas, floretes curtos e com pesos médios por volta dos 850g, existindo alguma tolerância até 1 200g. Todo o brócolo rececionado na fábrica é pesado, classificado e identificado por lotes. O brócolo deve encontra-se em perfeito estado de consumo (fresco), isento de queimaduras, coloração verde, no estado de maturação certo, sem podridões, livre de afídeos, lagartas, lesmas e isento de resíduos tóxicos. Os lotes são rejeitados quando são detetados afídeos (piolhos) lagartas, lesmas ou caracóis; apresentem matérias estranhas (paus, pedras, vidros, óleos, etc.) ou apresentem matéria vegetal não derivada do produto rececionado.

### 3. Material e métodos

#### 3.1. Localização

O ensaio experimental foi instalado numa das parcelas da empresa FMGM, em condições normais de cultivo. Esta empresa tem sede na vila da Golegã, distrito de Santarém e possui, aproximadamente, 100ha. A empresa dedica-se à produção de culturas arvenses, incluindo horto-industriais e, mais recentemente, a noqueiras.

O estudo decorreu numa parcela cultivada com brócolos para processamento industrial (*Brassica oleracea* L. var. *itálica* Plenck) localizada na zona das Praias (39°22'39"N; 8°28'36"W) de acesso relativamente fácil, delimitado num extremo pela estrada de campo e, no outro extremo, pelo rio Tejo (**Figura 1**). A parcela possui cerca de 3ha e teve milho como antecedente cultural.



**Figura 1-** Campo de ensaio sito nas Praias, vila da Golegã. Fonte: Google Earth.

#### 3.2. Caracterização do solo

O campo de ensaio foi instalado num solo pertencente à unidade pedológica dos Fluviosolos éutricos, associados a Fluviosolos calcários (Je2) segundo o esquema da FAO (Cardoso et. al., 1971). Esta unidade corresponde à família dos Aluviosolos Modernos de textura mediana unidade “Ac” de acordo com a classificação de Cardoso (1965). Os solos pertencentes a esta família apresentam textura mediana, incluindo texturas desde as texturas francas, as franco-arenosas (com menos de 60% de areia), as franco-argilo-arenosa (mais de 20% de limo e menos de 30% de argila), as franco-argilosas (menos de 30% de argila) e as franco-limosas (menos de 60% de limo e mais de 20% de areia).

Os Aluviosolos e os Solos de Baixa caracterizam-se por serem solos incipientes, mas podem ter uma pequena acumulação da matéria orgânica à superfície, apesar de possuírem bom arejamento nessa camada superior. Todos eles possuem uma toalha freática mais ou menos profunda (mais profunda nos Aluviosolos Antigos) sujeita a oscilações acentuadas no decurso do ano. Porém, encontram-se geralmente humedecidos e influenciados fortemente na sua economia de água, vegetação e biologia pela presença dessa toalha freática. Os fenómenos de redução da toalha freática não se manifestam com intensidade porque esta oscila bastante e renova-se constantemente, mesmo nas alturas das inundações, o que permite permanentemente um elevado teor de oxigénio dissolvido na água.

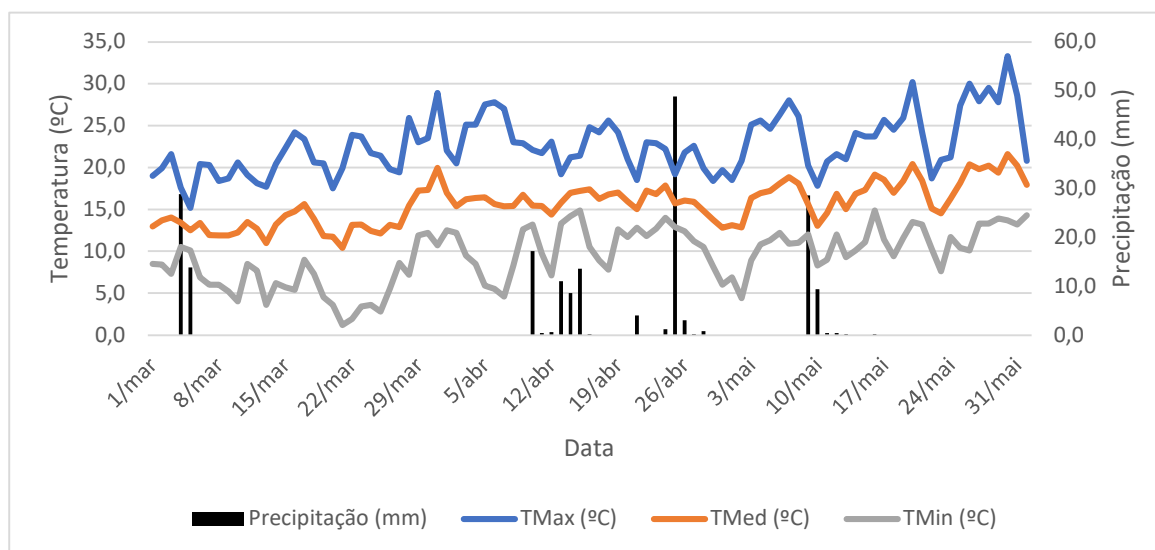
A anteceder a instalação do campo foi retirada uma amostra composta por recolha aleatória de solo em 20 pontos, efetuada com sonda de meia cana. Esta amostra foi analisada no laboratório da ESAS para caracterização dos principais parâmetros físico-químicos. O solo da parcela apresenta: textura de campo fina; pH (água) 8,2; 1,8% de MO; 475 mg/kg de  $P_2O_5$  assimilável e 226 mg/kg de  $K_2O$  assimilável; 0,5% de calcário total. As análises das bases de troca revelam que o solo apresenta: 13 meq/100g de  $Ca^{2+}$ ; 0,8 meq/100g de  $Mg^{2+}$ ; 0,4 meq/100g de  $K^+$ ; 0,5 meq/100g de  $Na^+$ ; 0,0 meq/100g de acidez titulável; 14,8 meq/100g de Capacidade de Troca Catiónica (CTC).

### 3.3. Caracterização do climática e elementos meteorológicos do ano

Na **Figura 2** apresenta-se a evolução das temperaturas mínimas, máximas, médias do ar ( $^{\circ}C$ ) diárias e ainda os valores da precipitação (mm) diárias, ocorridas no período do ciclo cultural do brócolo (meses março, abril e maio), no campo experimental. Estes dados foram obtidos a partir de uma estação meteorológica localizada a cerca de 2km do campo de ensaio.

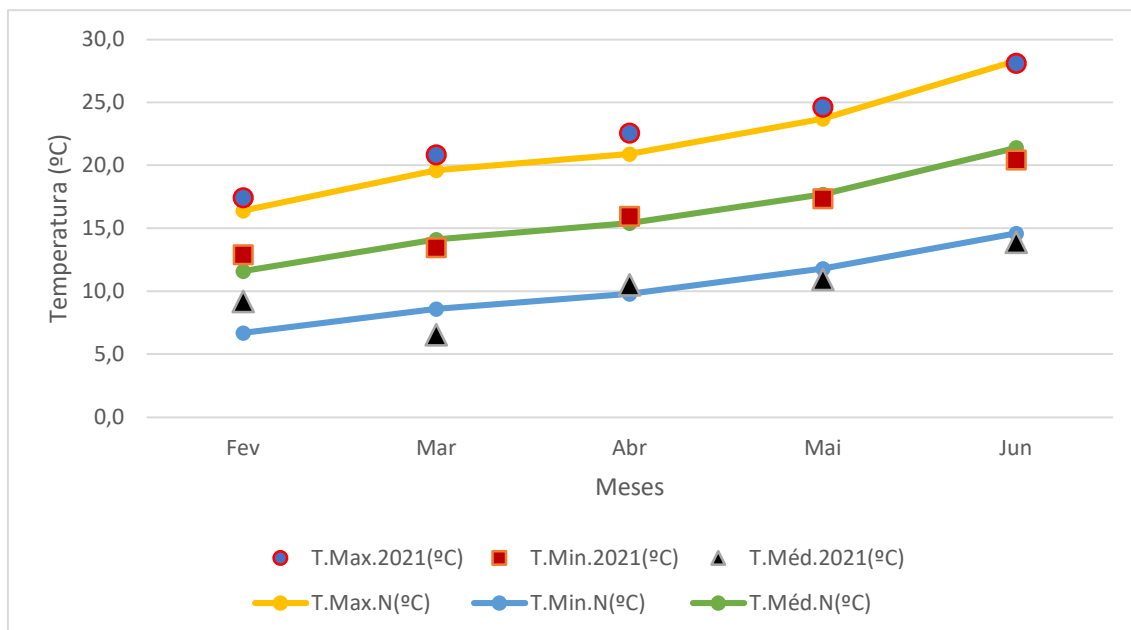
Pela sua observação podemos verificar que os valores da temperatura média se situaram ligeiramente abaixo dos  $15^{\circ}C$ , do início até ao final de março, situando-se entre os  $15^{\circ}C$  e os  $20^{\circ}C$  a partir do início de abril até ao final do mês de maio.

Os valores da precipitação concentraram-se mais no final de abril e, posteriormente, no final do decêndio.



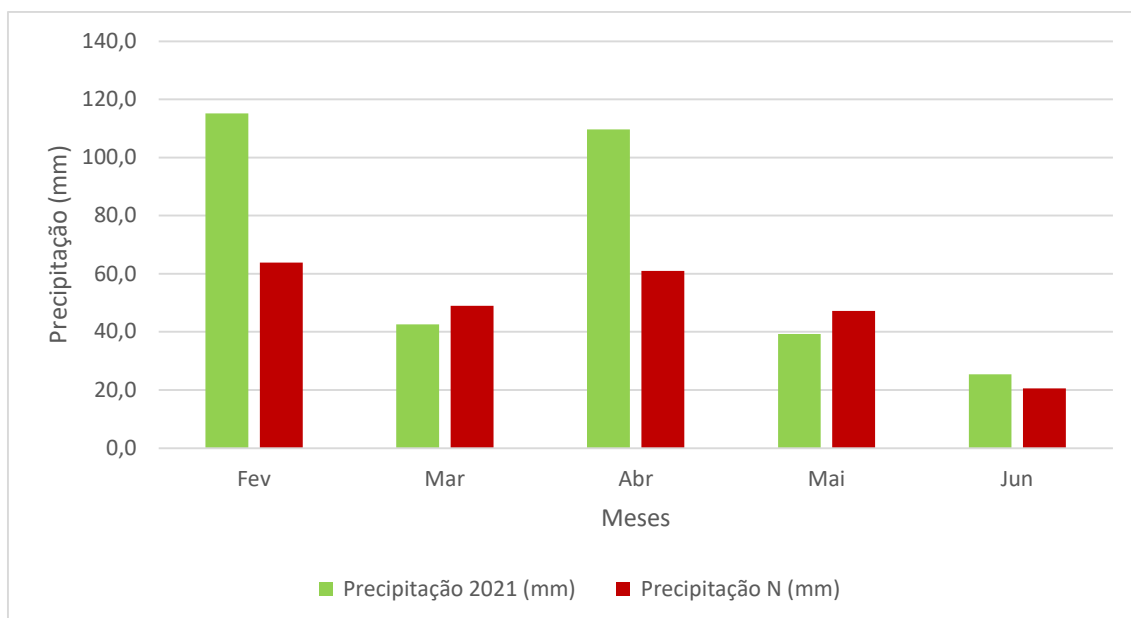
**Figura 2** - Termoplúviograma para a região da localização do campo de ensaio e período do ciclo cultural, ano de 2021.

A evolução comparativa dos valores médios mensais, para a temperatura máxima, média e mínima, do ano de 2021 na Chamusca, com os valores normais (período 1971-2010), são apresentados na **Figura 3**. Pela sua observação podemos verificar que os valores da temperatura máxima de fevereiro a maio, se situaram ligeiramente acima dos valores normais; os valores médios aproximaram-se da normal, registando-se, no entanto, um valor inferior, relativamente à média da temperatura mínima. Os valores médios mensais das temperaturas de 2021, registadas pela estação meteorológica de Chamusca, estiveram compreendidas entre os 6,6°C (TMin.) e os 28,1°C (TMax.). Nos meses em que a cultura esteve instalada (março, abril e maio) a temperatura mínima diária ocorreu no mês de março com 1,2°C e a máxima mais elevada, ocorreu no mês de maio com 33,3°C.



**Figura 3** - Evolução comparativa dos valores da temperatura máxima, média e mínima, médias mensais do local, ano 2021, e valores mensais do período normal (1971-2010) para Santarém.

Em termos de precipitação (**Figura 4**) ao longo do crescimento da cultura podemos observar que o mês mais chuvoso ocorreu em fevereiro, contabilizando um total de 115,2 mm, seguindo-se o mês de abril (109,6 mm) e março (42,6 mm). Em comparação com as médias de anos anteriores (1971-2010), no ano de 2021, registou-se um acréscimo de 90,7 mm.



**Figura 4** - Evolução comparativa dos valores da precipitação mensal acumulada no local, ano 2021, e valores mensais do período normal (1971-2010) para Santarém.

### 3.4. Tecnologia cultural e instalação do campo

#### 3.4.1. Preparação do Terreno

A parcela teve como precedente a cultura do milho. A preparação do solo, para instalar as plantas de brócolos, foi efetuada através das seguintes operações: gradagem, passagem com subsolador e novamente uma gradagem. Finalizou-se a preparação do solo com a sua modelação em leira alta, através de um armador-fresador. O conjunto destas operações teve como objetivo principal fornecer as condições necessárias ao bom desenvolvimento da cultura, de modo a obter o máximo rendimento da mesma.

Simultaneamente à preparação do solo existiu ainda uma adubação de fundo (700 kg/ha de adubo com uma proporção N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O de 13:10:20). Este adubo foi incorporado pela gradagem, aquando da preparação do solo.

#### 3.4.2. Instalação da cultura

As plantas foram transportadas e acondicionadas em tabuleiros de esferovite. A plantação decorreu no dia 11 de março e ocorreu mecanicamente, por intermédio de um plantador de 3 camalhões, 6 linhas (**Figura 5**). A cultivar do campo de cultivo foi a variedade *Parthenon*, instalada em linha dupla, com um compasso de 0,75m x 0,40m, o que corresponde a uma densidade de 33 333 plantas por hectare. As plantas da variedade *Titanium*, foram plantadas manualmente, assegurando-se os mesmos compassos e densidades.



**Figura 5-** Pormenor do plantador de brócolo de 4 linhas.

### 3.4.3. Rega

O sistema de rega utilizado foi o de aspersão, com aspersores estacionários. Este sistema de rega é apropriado para a maioria das culturas e é adaptável a quase todos os solos regáveis, porque os aspersores possuem uma larga gama de características e capacidades.

Ao longo do ciclo da cultura a rega foi conduzida consoante as condições climáticas e o desenvolvimento da cultura, tendo as dotações de rega variado entre 3 e 15mm.

### 3.4.4. Controlo das infestantes

As infestantes, que crescem juntamente com a cultura, interferem no desenvolvimento normal desta, comprometendo a produção. No ensaio, o controlo das mesmas realizou-se nos dias 13 de março, quimicamente, e no dia 15 de abril, mecanicamente, respetivamente. O controlo químico realizou-se com a aplicação de dois herbicidas, cujas substâncias ativas (sa) são: metazacloro (pc “Butisan S”) com uma dose de 1,6 l/ha e oxifluorfena (“Fuego”) a 0,05 l/ha. O metazacloro (sa) foi aplicado para controlar infestantes como as gramíneas e a oxifluorfena (sa) para controlar dicotiledóneas e monocotiledóneas. O controlo mecânico realizou-se com auxílio de um sachador de 2 linhas.

### 3.4.5. Tratamentos

Durante o acompanhamento da cultura foram usados vários produtos fitofarmacêuticos para combater as pragas e doenças (**Quadro 3**).

**Quadro 3** - Tratamentos fitossanitários: designação, praga ou doença, data de aplicação e dose.

Substância(s) Ativa(s)	Designação Comercial	Praga/Doença	Data	Dose (L ou kg /ha)
Deltametrina	Decis	Piolho	13 março	0,1 L/ha
Mancozebe, Metalaxil	Ekyp	Alternaria	14 abril	2,5 kg/ha
Cipermetrina	Cythriner max	Mosca Branca	14 abril	0,1 L/ha
Lambda-cialotrina + Clorantraniliprole	Ampligo	Lagarta da couve	1 maio	0,4 L/ha
Fluxapiraxade + Difenconazol	Dagonis	Alternaria	1 maio	1 L/ha

### 3.4.6. Colheita

A colheita do brócolo é realizada manualmente e deve cumprir os parâmetros descritos no capítulo 2.5. Ao longo do ensaio realizaram-se 2 colheitas (de modo a garantir a homogeneidade das cabeças) nos dias de 28 e 31 de maio. Na colheita de 28 de maio, houve algumas cabeças com excesso de tamanho, que foram consideradas “refugo” (5% da carga total).

## 3.5. Caracterização das variedades

### 3.5.1. *Parthenon*

O *Parthenon* é uma variedade de referência, tanto para o mercado fresco como para a indústria, pelos seus grandes rendimentos e capacidade de adaptação a diferentes ambientes e épocas de ano. A planta é vigorosa, de estatura baixa. Produz inflorescências de forma abobadada, com floretes muito curtos e de pequeno tamanho, o que as torna muito compactas e pesadas. O grão é de cor verde-escuro e tamanho fino. Possui um elevado grau conservação em campo, mantendo uma grande qualidade.



**Figura 6-** Aspeto cabeça da cultivar Parthenon. (Fonte: Catálogo Brocolli Sakata, 2017).

### 3.5.2. *Titanium*

*Titanium* é uma variedade semi-precoce cuja cabeça se destina tanto para o mercado fresco, como para a indústria. Possui bons rendimentos e capacidade de adaptação a diferentes ambientes e épocas de ano. A planta é vigorosa, de estatura baixa. Produz inflorescências de forma abobadada e compactas, com floretes muito curtos e de pequeno tamanho, o que as torna muito compactas e pesadas. O grão é uniforme, de cor verde e tamanho muito fino. Possui bom comportamento no campo e pós-colheita, mantendo uma grande qualidade.



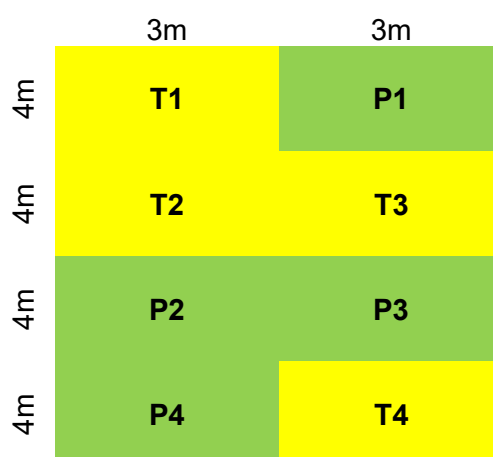
**Figura 7** - Aspeto cabeça da cultivar Titanium.  
(Fonte: Catálogo Broccoli Sakata, 2017).

### 3.6. Delineamento experimental

No **Quadro 4** apresentam-se os principais parâmetros do delineamento experimental e na **Figura 8** o esquema experimental.

**Quadro 4** - Descrição dos principais parâmetros do delineamento experimental.

Parâmetro	Descrição
Tipo de ensaio	Ensaio mono-fatorial
Fator a estudar	Variedades de brócolo
Dispositivo experimental	Parcelas totalmente aleatórias
Tratamentos	Variedades: <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Parthenon</i> – P</li><li>• <i>Titânium</i> - T</li></ul>
Nº de repetições	4
Dimensão da parcela experimental	2 leiras (3m) por 4m = 12m <sup>2</sup>
Área total do campo de ensaio	12 m <sup>2</sup> x 2 tratamentos x 4 repetições = 96 m <sup>2</sup>



**Figura 8** - Esquema do delineamento experimental.

### 3.6.1. Variáveis observadas

Ao longo do período cultural foi avaliada a evolução do crescimento, através da colheita destrutiva 8 plantas de cada variedade (2 por repetição) realizada com um intervalo de 7 em 7 dias. Posteriormente, as plantas foram transportadas para o laboratório de análise foliar da ESAS, onde se procedeu à separação de cada componente da planta (caules, folhas e cabeça) e à determinação do seu peso verde. Seguidamente, o material foi colocado em estufa ventilada, à temperatura de 65°C, até peso constante, determinando-se o peso seco de cada componente em balança de precisão, até às centésimas da grama. No local foi avaliado o desenvolvimento da cultura, através da observação das fases de desenvolvimento, de acordo com a escala BBCH. Procedeu-se ainda à quantificação da altura média e número de folhas por planta, tendo-se marcado 2 plantas, aleatoriamente, em cada um dos 4 talhões experimentais de cada variedade (8 plantas por variedade). Após o início da formação da cabeça (**Figura 9**) avaliou-se o diâmetro e o peso verde da cabeça, com uma periodicidade de 7 em 7 dias. Nas colheitas finais, para estimativa da produtividade, foram avaliados, ainda, os diâmetros e o peso verde das cabeças.



**Figura 9** - Observação do início da formação da cabeça;

## 4. Resultados e discussão

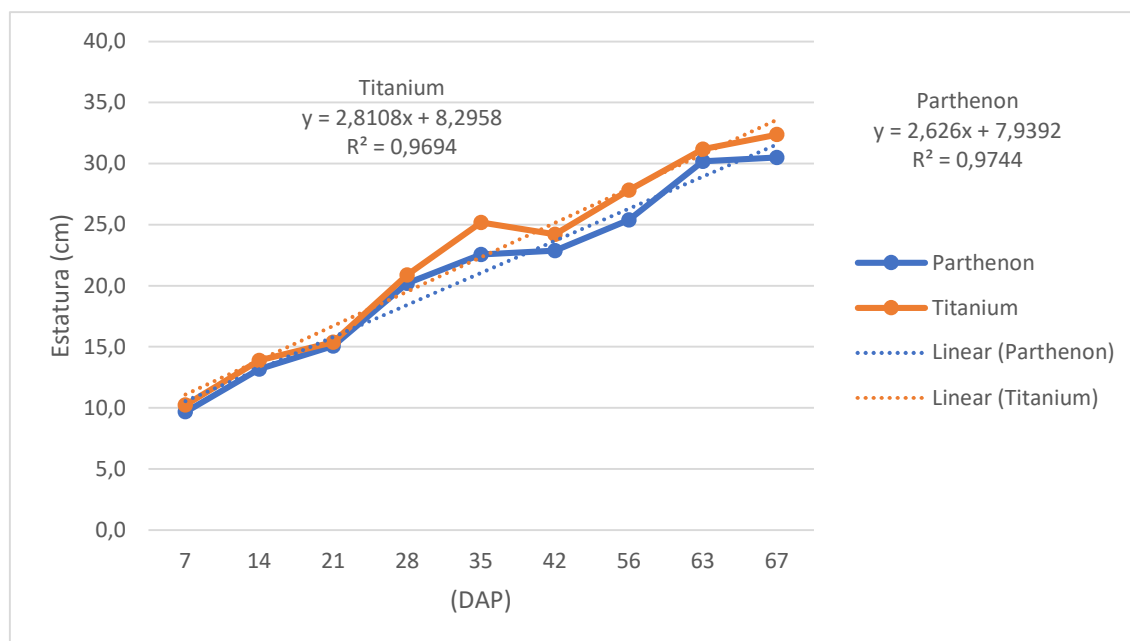
### 4.1. Evolução do desenvolvimento da cultura

Ao longo do ciclo cultural foi observado o desenvolvimento, através da estatura média, número de folhas por planta, fases de desenvolvimento pesos e diâmetro das cabeças dos brócolos.

#### 4.1.1. Estatura

A estatura das plantas, para ambas as variedades, apresenta uma evolução linear até aos 67 DAP (**Figura 10**). Considerando a observação realizada aos 67 DAP, a variedade Titanium apresenta uma estatura média ligeiramente superior, registando um crescimento de 32,4 cm, enquanto a variedade Parthenon apresenta uma estatura média de 30,5 cm, com um intervalo de confiança a 95% de  $\pm 1,0$  e 1,5cm, respetivamente.

As alterações verificadas entre os 35 e 56 DAP podem-se dever a erro de medição ou ao efeito da temperatura.



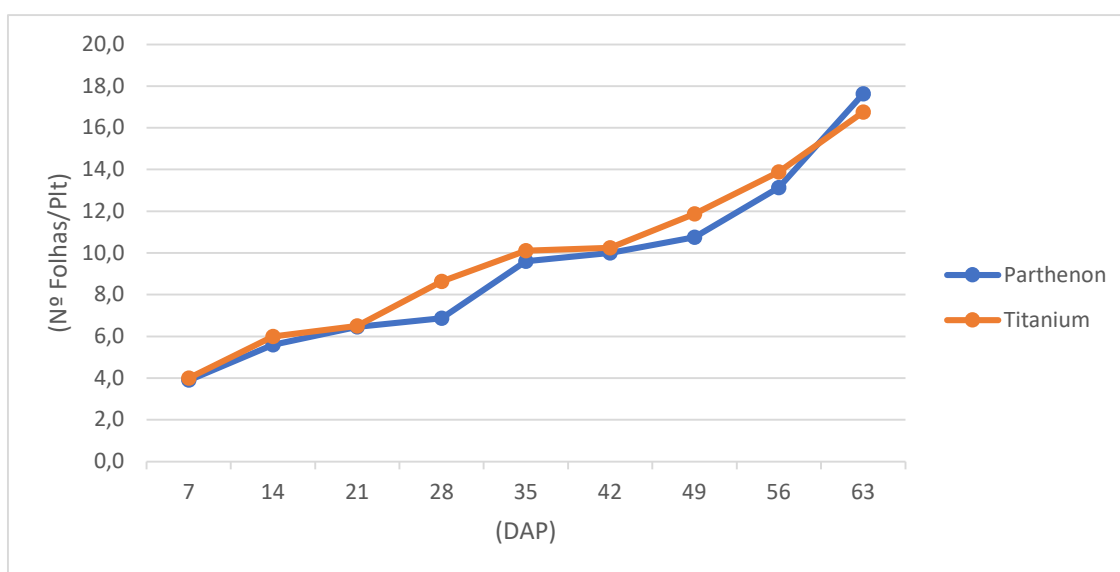
**Figura 10** - Evolução comparativa da estatura média das plantas (cm) das variedades Parthenon e Titanium.

No ano de 2020, Silva, A & Amaral, A., num estudo realizado no Pombalinho, com a data de plantação a 24 de março, mostraram que aos 56 DAP as plantas da variedade *Parthenon* atingiram uma estatura de 45,2 cm e as de variedade *Naxos* registaram uma estatura média de 62,4cm.

A 17 de março de 2016, foi instalado na Lezíria do Tejo, Cartaxo, um ensaio de campo em condições normais de cultivo, onde Baldonado, P. & Amaral, A., mostraram que plantas da variedade *Parthenon*, com o mesmo compasso de plantação atingiram cerca de 70 cm aos 65 DAP. Por isso podemos constatar que as plantas da variedade *Parthenon* apresentam valores de estatura significativamente mais baixos no presente trabalho. Poderá haver várias justificações para tal (por exemplo, maior compactação do solo, viveiros, adubações, plantadores e métodos de medição diferentes, entre outros fatores) pelo que não nos foi possível atribuir uma justificação em concreto.

#### 4.1.2. Número médio de folhas por planta

A **Figura 11**, representa a evolução do número médio de folhas por variedade. Podemos verificar um aumento do número médio de folhas próprio do crescimento da planta entre os 42 e 63 DAP, passando de 10 (42 DAP) para cerca de 17 folhas (63 DAP) assumindo assim a totalidade final das folhas. A partir desta data (não representada no gráfico) há uma estabilização no número de folhas, até aos 81 DAP, uma vez que existe um maior crescimento da cabeça.



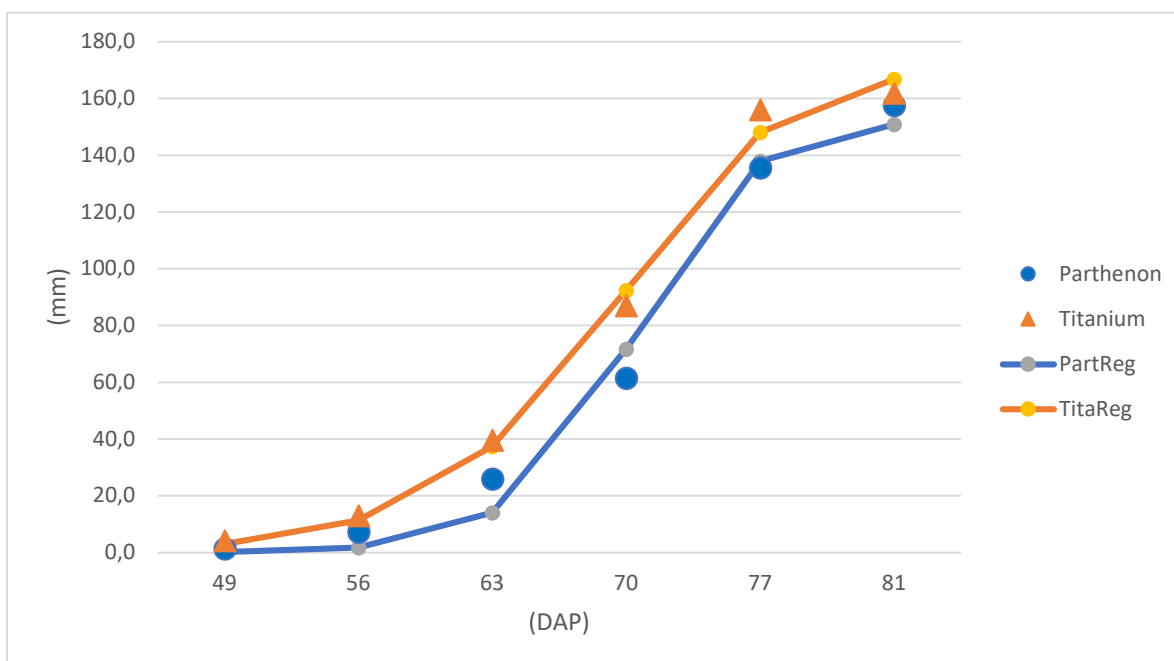
**Figura 11-** Evolução comparativa do número médio de folhas por planta, das variedades Parthenon e Titanium.

A 24 de março de 2020, Silva, A & Amaral, A., num estudo realizado no Pombalinho, com data de plantação 24 de março, mostraram que aos 56 DAP (data em que se registou a última observação) as plantas possuíam em média 16 folhas (independentemente dos tratamentos). Num outro estudo, realizado por Baldonado, P. & Amaral, A., instalado a 17 de março 2016 no Cartaxo com densidades de 3,33 plantas/m<sup>2</sup>, registaram um número de folhas médio por planta entre as 21 e 23. Casimiro, M., Amaral, A., (2018), registaram um número médio de 30 folhas por planta num ensaio instalado em Almeirim, para avaliação de datas de plantação. Deste modo, podemos verificar que os valores observados por nós, em relação à variedade *Parthenon*, se aproximam dos valores observados por Silva, A & Amaral, A. (2020).

#### 4.1.3. Diâmetro da cabeça

Se considerarmos a evolução do diâmetro das cabeças, o início da sua formação, em ambas as variedades, foi estimada aos 50 DAP, mais especificamente aos 49,5 DAP, para a variedade *Parthenon* e aos 48,5 DAP, para a variedade *Titanium*.

Foi possível ajustar um modelo logístico para a evolução do diâmetro das cabeças (**Figura 12**). Os pontos isolados representam os valores médios observados e as linhas com marcadores representam os valores estimados pelo modelo.



**Figura 12** - Evolução comparativa do diâmetro das cabeças observado (círculos e triângulos) e estimados (linhas) das variedades *Parthenon* e *Titanium*.

O coeficiente de correlação (R) os coeficientes da função logística ( $y = a / (1 + b \cdot \exp(-cx))$ ) e o erro padrão do ajustamento são apresentados no **Quadro 5**. Pela sua observação podemos verificar que o valor de R foi elevado, 0,982 e 0,997, respetivamente para a variedade *Parthenon* e *Titanium*. O valor do coeficiente “a” (assíntota) representa o valor máximo para o qual o diâmetro da cabeça tende a evoluir, dentro do período de recolha dos dados.

A evolução de diâmetros médios da cabeça foi similar entre tratamentos até aos 56 DAP, verificando-se que a partir deste período, a variedade *Titanium* apresentou um crescimento ligeiramente superior à variedade *Parthenon*. Aos 81 DAP (data da última colheita), a variedade *Titanium* apresentou 162 mm, enquanto a variedade *Parthenon* 157mm. É importante ter em conta o diâmetro da cabeça dos brócolos, uma vez que para indústria só se aceitam cabeças com diâmetro inferior a 200mm.

**Quadro 5** - Valores dos coeficientes da função de regressão logística, de correlação e o erro padrão do ajustamento, relativo ao diâmetro das cabeças das variedades *Parthenon* e *Titanium*.

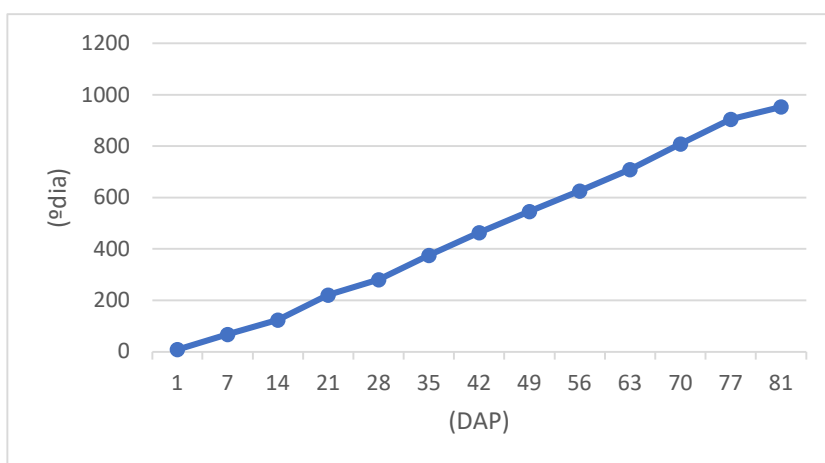
Coeficientes	Tratamentos	
	Parthenon	Titanium
<b>a</b>	157,10	187,09
<b>b</b>	2444204839	818509
<b>c</b>	0,31	0,19
<b>R</b>	0.982	0,997
<b>Erro Padrão</b>	16.492	6,475

A variedade poderá ser usada como fator no controlo do efeito do integral térmico no desenvolvimento das cabeças. Em condições de temperaturas mais elevadas, as cabeças poderão desenvolverem-se para além do tamanho ideal, aumentando a taxa de refugo, ou afetando o rendimento industrial.

#### 4.1.4. Fases de desenvolvimento e efeito da temperatura

Na **Figura 13** apresenta-se o somatório de temperaturas ao longo do ciclo cultural e no **Quadro 5** o integral térmico para algumas das fases de desenvolvimento, de acordo com a escala BBHC. Ambas as variedades foram plantadas na fase vegetativa de 3 folhas verdadeiras desenvolvidas (13). A fase vegetativa com 9 ou mais folhas verdadeiras desenvolvidas no caule principal teve início aos 28 DAP (19). Após este

período, a planta para além de continuar a emitir novas folhas, inicia o desenvolvimento mais acentuado da superfície foliar, bem como, o desenvolvimento em altura do caule. Na fase do início da formação da cabeça (fase 41) ocorre a estabilização do desenvolvimento das folhas e da estatura da planta. Na variedade *Titanium* a fase 41 iniciou-se após os 44 DAP, com um somatório de temperaturas na ordem dos 470 - 500°C dia, enquanto as plantas de variedade *Parthenon* iniciaram a mesma fase posteriormente aos 46 DAP, com um somatório de temperaturas entre os 500° e 550°C dia (**Figura 13**).



**Figura 13-** Somatório de Temperaturas durante o ciclo cultural.

**Quadro 6-** Síntese das fases do brócolo com base na escala BBCH e respetivos somatórios de temperaturas.

<i>Parthenon</i>			<i>Titanium</i>		
DAP	Fases BBCH	Integral Térmico (°C dia)	DAP	Fases BBCH	Integral Térmico (°C dia)
1	13	8,7	1	13	8,7
28	19	292	28	19	292
40	39	439	40	39	439
46	41	514	44	41	490
81	48	953	81	48	953

Realizaram-se várias colheitas ao longo do desenvolvimento da cabeça de modo a registar a fase de desenvolvimento desta. Neste trabalho considerou-se que a cabeça alcançou o diâmetro económico aos 81 DAP (data da última colheita) ao qual correspondeu um somatório de temperaturas na ordem dos 900 a 1000°C dia.



**Figura 14** - Início formação da cabeça (fotografia tirada com auxílio de lupa no laboratório da ESAS).

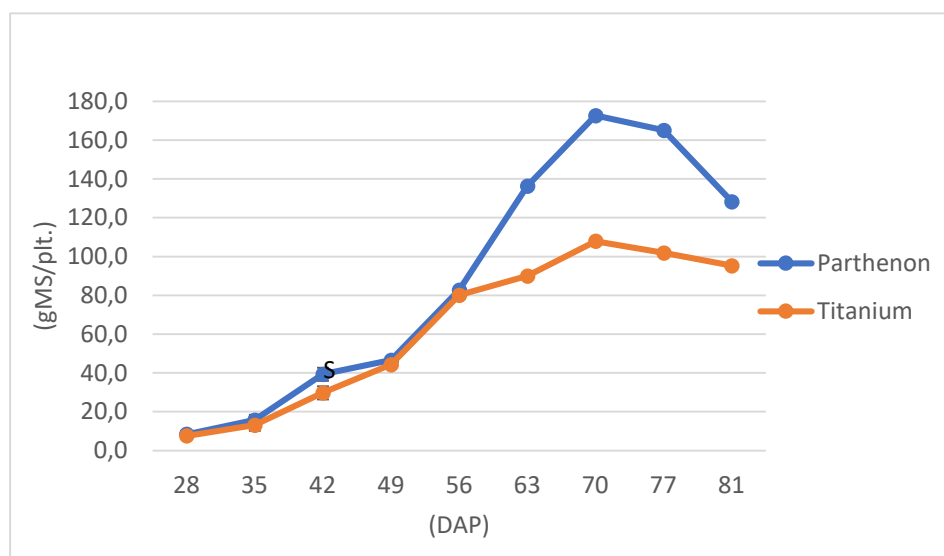
A 24 de março de 2020, Silva, A., & Amaral, A., num estudo realizado no Pombalinho mostraram que as plantas das 2 variedades (*Parthenon* e *Naxos*) atingiram a fase 41, aos 56 DAP com um somatório de temperaturas na ordem dos 600 - 700 °C dia. Foram necessários pelo menos 76 dias e uma integral de temperatura entre 900 a 1100°C dia para que a cabeça de brócolo atinja o diâmetro pretendido para a colheita.

Casimiro, M., Amaral, A., em setembro de 2018, num estudo sobre os efeitos da temperatura no desenvolvimento de brócolos de indústria, realizado em Almeirim, mostraram que são necessários pelo menos 60 dias, com somatórios de temperatura na ordem dos 700 – 800°C dia para se dar o início do desenvolvimento da cabeça. Na região da Lezíria do Tejo são necessários pelo menos 90 dias e uma soma de temperaturas entre 900 a 1200°C dia para que a cabeça atinja o tamanho pretendido.

## 4.2. Evolução do crescimento

A evolução do peso da matéria seca foliar, como podemos observar na **Figura 15**, foi superior na variedade *Parthenon* ao longo do ciclo cultural, em comparação com a variedade *Titanium*. Aos 70 DAP, havia uma grande disparidade entre tratamentos, sendo que a variedade *Parthenon* registava mais 64,8g do que a variedade *Titanium*.

Após efetuar cálculo da Anova (fator único), observamos que os valores p numa fase inicial do ciclo vegetativo são estatisticamente significativos entre os 28 e 42 DAP (**Anexo 1.1**). Aos 49 e 56 DAP, não há diferenças estatisticamente significativas (valor  $p > 0,05$ ), sendo que a partir dos 63 DAP até aos 81 (data da última colheita), observamos que existem diferenças entre tratamentos, uma vez que  $p < 0,05$ . A variedade *Parthenon* apresentou, deste modo, maiores pesos secos de folhas, fase final do ciclo cultural. A descida dos valores do PS das folhas dos 70 aos 81 DAP poder-se-á dever a perda de material aquando da colheita das amostras e/ou translocação de assimilados para outras partes da planta, nomeadamente, da cabeça.

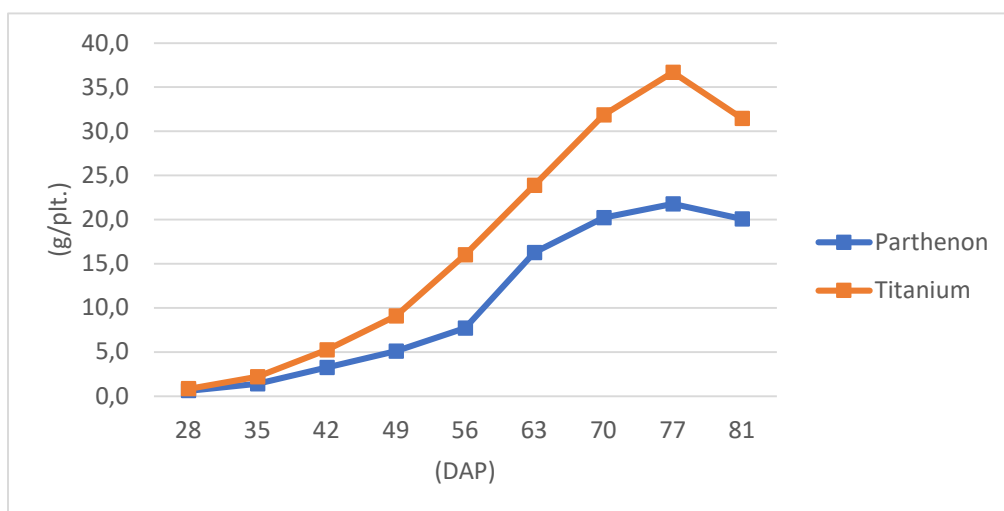


**Figura 15-** Evolução da matéria seca foliar das variedades *Parthenon* e *Titanium*.

Relativamente á evolução do peso da matéria nos caules e após calculo da Anova (fator único), podemos concluir que existem diferenças estatisticamente significativas a partir dos 35 DAP (**Anexo 1.1**). A **Figura 16** mostra-nos que a variedade *Titanium* apresenta caules mais pesados ao longo de todo o ciclo cultural, comparativamente com a variedade *Parthenon*. Até aos 28 DAP não existiam diferenças, uma vez que: valor  $p > 0,05$ .

Aos 81 DAP (data da última colheita), a variedade *Titanium* registava um peso médio da matéria seca dos caules de 31,4g, enquanto na variedade *Parthenon* o valor médio era de 20,1g. Deste modo, estes valores poderão confirmar a informação de que a

variedade *Titanium* foi desenvolvida com o objetivo de se adaptar à colheita mecânica, robotizada, equipamento que se encontra em fase final de desenvolvimento. (Jorge Faria, Sakata, comunicação pessoal).



**Figura 16-** Evolução da matéria seca dos caules nas variedades *Parthenon* e *Titanium*.

A função linear ( $y = a + bx$ ) foi a que se ajustou melhor aos dados observados do peso seco das cabeças, respetivamente para *Parthenon* (**Figura 17**) e *Titanium* (**Figura 18**). No **Quadro 7** apresentam-se os coeficientes da função e o coeficiente de correlação (R). Seria expectável ajustar, tal como ocorreu para a evolução dos diâmetros, o modelo logístico, à evolução do peso seco das cabeças. Este facto, poder-se-á dever a uma maior heterogeneidade do desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, das cabeças, bem como, aos períodos entre observações, que deveria ter sido encurtado.

**Quadro 7** - Valores regressão linear da evolução da matéria seca da cabeça das variedades *Parthenon* e *Titanium*.

Coeficientes	Tratamentos	
	Parthenon	Titanium
<b>a</b>	-124,70	-142,49
<b>b</b>	2,08	2,41
<b>R</b>	0,893	0,946
<b>Erro Padrão</b>	12,301	9,754

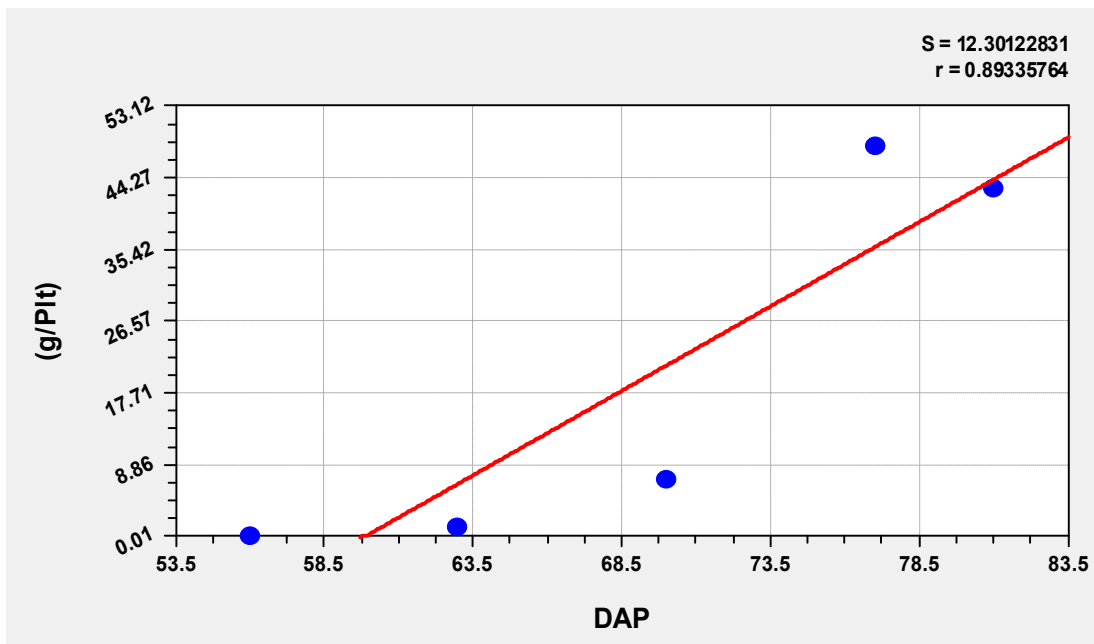


Figura 17 – Evolução da matéria seca da cabeça das variedades Parthenon.

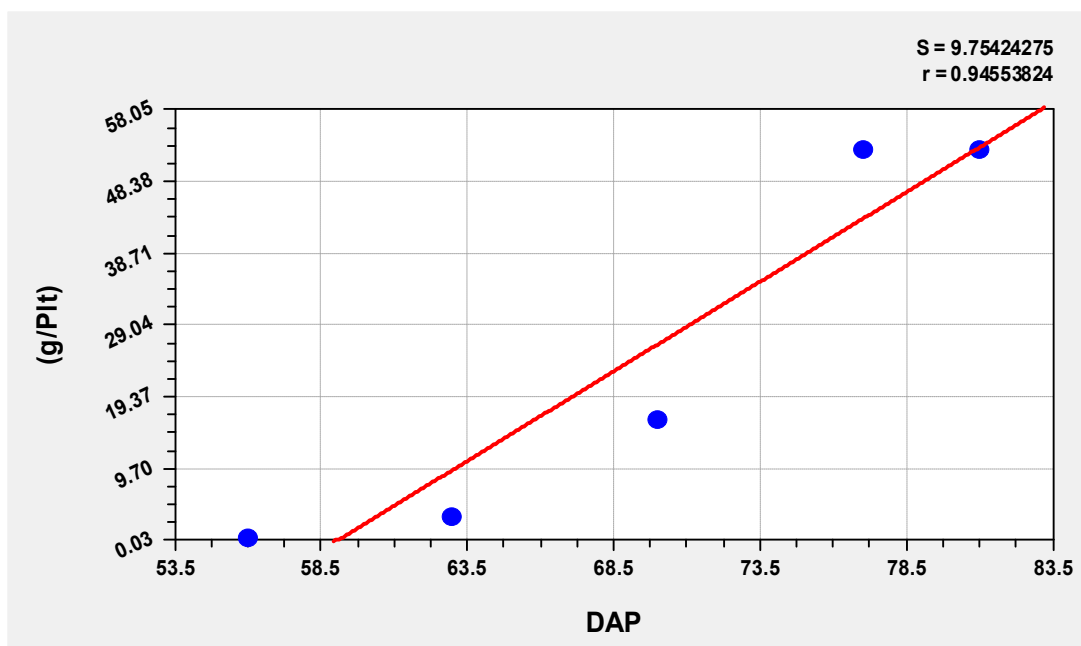
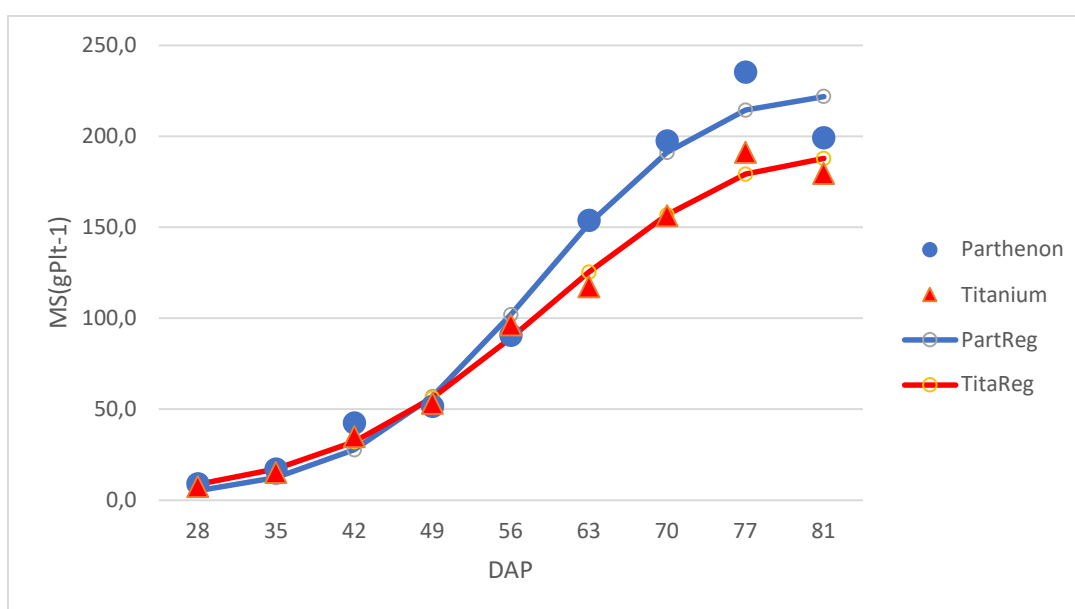


Figura 18 - Evolução da matéria seca da cabeça das variedades Titanium.

Após efetuar cálculo da Anova, observamos que os valores p são estatisticamente significativos até aos 70 DAP. A partir 77 e 81 DAP, os valores são de 0,28 e 0,27 respetivamente. Como tal, concluímos que não existem diferenças entre tratamentos, uma vez que  $p > 0,05$  (**Anexo 1.1**).

O maior peso seco das cabeças no *Titanium* poderá ser justificado pelo facto desta variedade apresentar uma ligeira antecipação na diferenciação e início da formação da cabeça.

Relativamente ao peso da matéria seca total das plantas (**Figura 19**), verificamos que não existem diferenças estatisticamente significativas entre as duas variedades (**Anexo 1.1**). A variedade *Parthenon* apresentou valores ligeiramente superiores no final do ciclo (dos 63 aos 77 DAP), registando um peso médio de 235g por planta aos 77 DAP, enquanto os *Titanium* registam 191g por planta, em igual data. No final do ciclo cultural ocorreu uma descida no peso seco total em ambas as variedades, pelo facto de algumas folhas da base entrarem em senescência e se ter perdido biomassa durante o transporte.



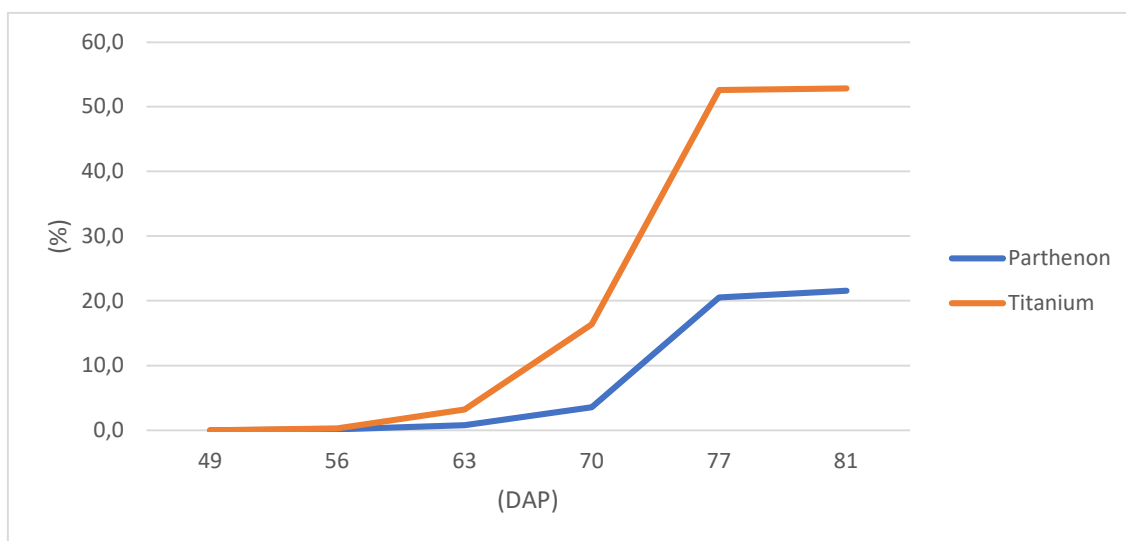
**Figura 19** - Evolução do peso da matéria seca total das plantas de variedade Parthenon e Titanium. Os símbolos representam os valores observados e as linhas os valores estimados pelo modelo logístico.

O modelo que se ajustou melhor aos dados observados foi também, neste caso a função logística. No **Quadro 8** apresentam-se o coeficiente de correlação (R) e os coeficientes da função, bem como o erro padrão do ajustamento à função logística.

**Quadro 8** - Valores dos coeficientes da função de regressão logística, de correlação e o erro padrão do ajustamento, relativo ao peso seco total das plantas das variedades *Parthenon* e *Titanium*.

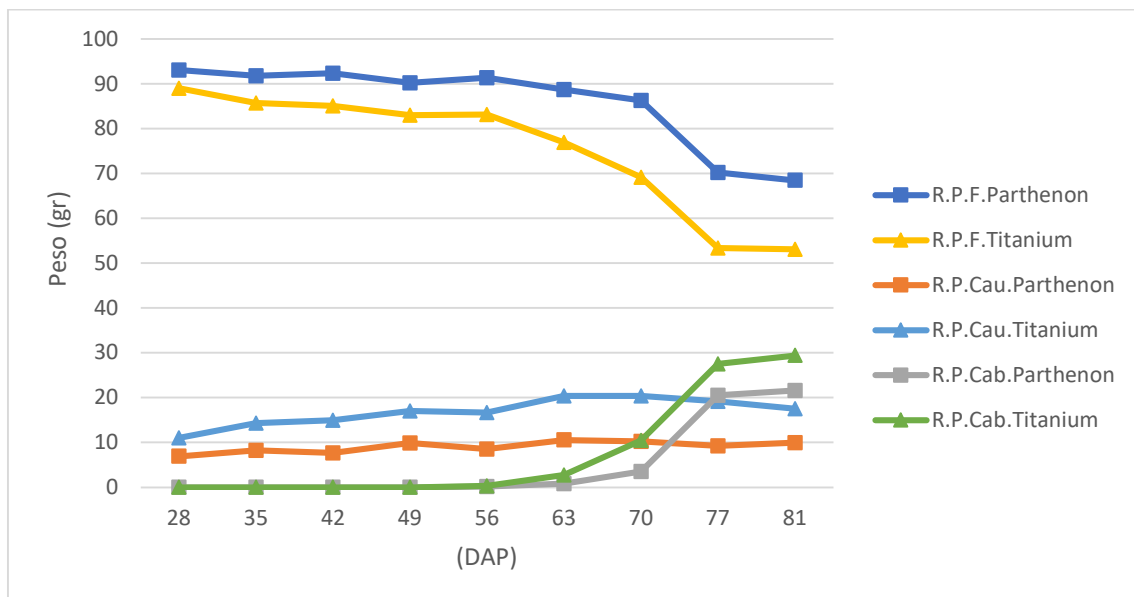
Coeficientes	Tratamentos	
	Parthenon	Titanium
<b>a</b>	234,73	208,06
<b>b</b>	1391,36	375,20
<b>c</b>	0,12	0,10
<b>R</b>	15,33	7,68
<b>Erro Padrão</b>	0,988	0,995

Na **Figura 20** apresenta-se o índice de colheita (relação entre a matéria seca da cabeça e a matéria seca total da planta) das 2 variedades (*Parthenon* e *Titanium*) nos diferentes DAP. Podemos observar que o índice de colheita da variedade *Titanium* é muito superior, registando uma diferença de 31,2% no final do ciclo vegetativo.



**Figura 19-** Índice de colheita das variedades Parthenon e Titanium.

No gráfico da **Figura 20**, apresenta-se a razão percentual, entre o peso seco (g/plt) das várias componentes da planta (folhas, caule e cabeça) e o peso seco total (g/plt) nas duas variedades (*Parthenon* e *Titanium*). Em relação à razão do peso seco das folhas podemos observar que a variedade *Parthenon* apresenta ao longo do ciclo cultural valores superiores à variedade *Titanium*. No entanto, a variedade *Titanium* apresenta-se com maior biomassa canalizada para os caules e para a cabeça. Estes dados, associados ao facto de a estatura desta variedade ser também ligeiramente superior, poderá indiciar que se trata de uma variedade com uma arquitetura mais adequada à colheita mecânica. Para além disso, o *Titanium* aparenta ser mais eficiência na produção de assimilados e na sua canalização para a cabeça, pois com menor área foliar consegue apresentar maior produtividade.

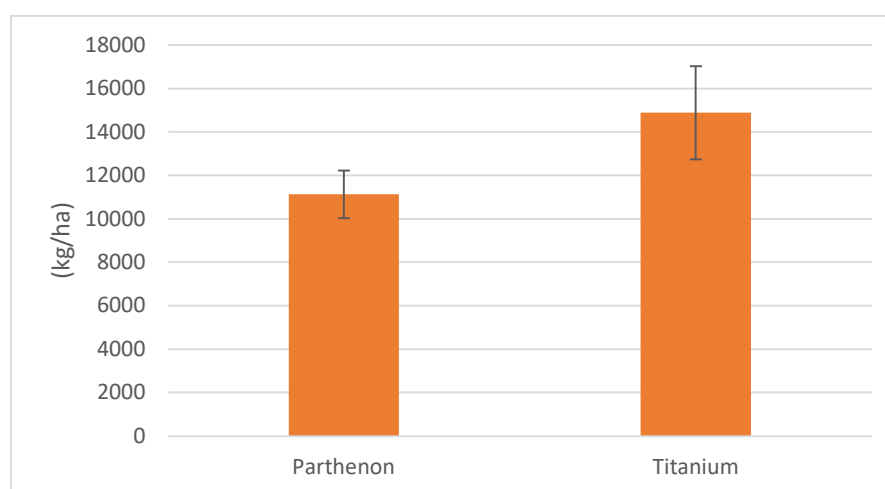


**Figura 20** - Razão peso seco total das componentes com o peso total da planta das variedades *Parthenon* e *Titanium*.

### 4.3. Estimativa da produtividade

A **Figura 21** mostra-nos que a variedade *Titanium* apresenta em termos absolutos um maior peso médio das cabeças, com valores de produções da ordem dos 14 888 kg/ha à data da última colheita (81DAP), enquanto a estimativa de produção para a variedade *Parthenon* é da ordem dos 11 127 kg/ha. Aos valores apresentados foram retirados 10%, justificado pelo facto de nem todas as plantas produzirem cabeça, de o número de plantas transplantado ser muito inferior aquele obtido teoricamente (devido a falhas de plantação, área das cabeceiras).

Através da análise de variância, verificamos existir uma diferença significativa entre produtividades ( $p < 0,05$ ). A variedade *Titanium*, em termos produtivos é superior à variedade *Parthenon* (**Anexo 1.2.**).



**Figura 21** - Estimativa da produtividade das duas variedades.

## 4.4. Discussão

### 4.4.1. Efeito da temperatura no desenvolvimento vegetativo

Amaral, A., & Casimiro, M., (2018) avaliaram o efeito do regime térmico no desenvolvimento do brócolo, através de diferentes datas de plantação. O ensaio teve como objetivo avaliar o efeito da temperatura no desenvolvimento e crescimento do brócolo para indústria, variedade *Parthenon*. Foram considerados quatro tratamentos (D<sub>1</sub>-7/09; D<sub>2</sub>-16/09, D<sub>3</sub>-26/09 e D<sub>4</sub>-1/10). O número final de folhas (até à data da colheita) na planta, não foi influenciado pela temperatura, nem pela duração do ciclo cultural. Os tratamentos D1 e D2 (maior duração do ciclo cultural e maior somatório de temperaturas) apresentam maior produção total de matéria seca. O início do desenvolvimento da cabeça ocorreu por volta dos 60 DAP, sendo ligeiramente mais cedo em D3, possivelmente devido ao desenvolvimento mais regular das plantas, consequência dum regime térmico mais favorável; O tratamento D4 apresentou menor peso seco total da planta e menor peso seco das cabeças, consequência das temperaturas mais baixas que se fizeram sentir ao longo deste tratamento.

Silva, A. & Amaral, A., 2020 avaliaram comparativamente o desenvolvimento e produtividade de duas variedades de brócolo (*Naxos* e *Parthenon*) num campo experimental, na região do Pombalinho, instalado no dia 23 de março de 2020. Estes autores observaram que até aos 42 DAP a evolução da altura média das plantas por tratamento não variou de forma significativa, sendo registado um maior desenvolvimento vegetativo da cultura a partir desse período. Verificaram ainda um aumento exponencial do número médio de folhas por planta, entre os 42 e 56 DAP, passando de 10 (42 DAP) para 16 folhas (56 DAP). A partir deste período ocorreu uma evolução muito lenta, tendo estabilizado até aos 74 DAP.

Tan et al. (2000) ao realizarem observações no período desde a emergência da planta até ao início da formação da cabeça encontraram uma relação linear entre a soma dos graus dia (considerando a temperatura média) e o número total de folhas. Hadley e Pearson (1998) descobriram que a taxa de produção de folhas aumenta linearmente a uma temperatura ótima acima de 20°C e cai para zero, aproximadamente, a 6°C.

A relação entre a temperatura e o aumento da área foliar da couve-brócolo foi descrita por Olesen e Grevsen (1997). Estes autores observaram que a taxa de expansão da área foliar relativa era uma função linear com a temperatura média diária, considerando uma temperatura base de 0,7°C. Os mesmos autores também observaram taxas de expansão mais baixas em temperaturas acima de 21°C.

Rahman et al. (2007) verificaram que a área foliar expandiu com o aumento da temperatura média de crescimento, passando de 8,8°C para 20,6°C e diminuiu, posteriormente, com o aumento da temperatura de até 27,5°C.

Kałużewicz et al. (2013) demonstraram que a relação entre o somatório de temperaturas e a taxa de crescimento da área foliar foi linear. A relação determinada no estudo, permitiu diferenciar quatro fases de crescimento foliar. A taxa de crescimento foliar mais lenta (88,6 cm<sup>2</sup> por 100°C dia) ocorreu antes do 10 DAP. Após esta fase, nas duas semanas seguintes, o aumento de 100°C dia originou um crescimento de cerca 500 cm<sup>2</sup> de área foliar, provavelmente pelo facto de a raiz estar mais desenvolvida. O aumento mais significativo de área foliar foi observado entre os 24 e 27 DAP, que correspondeu à integral de temperatura de 323 a 545°C dia e uma taxa de crescimento foliar de 1883cm<sup>2</sup>. Após este aumento, iniciou-se o crescimento da cabeça de brócolo. Na última fase, a área de expansão da folha diminuiu para 801cm<sup>2</sup> por 100°C dia, devido ao intenso crescimento da cabeça de brócolo.

#### 4.4.2. Efeito da temperatura na formação e desenvolvimento da cabeça

Casimiro, M., Amaral, A., 2018, sugerem que são necessários pelo menos 50 a 60 dias, com condições de temperatura favoráveis, ou seja, somatórios de temperatura na ordem dos 700 – 800°C dia e com temperaturas médias não inferiores a 10°C nem superiores a 24° C, para se dar o início do desenvolvimento da cabeça, e que são necessários pelo menos 90 dias e um integral de temperatura entre 900 a 1200°C dia para que a cabeça atinja o diâmetro pretendido para a colheita.

Silva, A., Amaral, A., 2020 concluíram que, de acordo com a escala de BBHC, as plantas atingiram a fase 41 (início da formação da cabeça), por volta dos 56 DAP, com um somatório de temperaturas na ordem dos 600 - 700°C dia. Para a região do Pombalinho, em particular, são necessários pelo menos 76 dias e uma integral de temperatura entre 900 a 1100 ° C dia para que a cabeça de brócolo atinja o diâmetro pretendido para a colheita.

Rahman et al. (2007) mostraram que, para a couve-flor, a relação entre o diâmetro da cabeça e a temperatura era curvilínea. O diâmetro da cabeça aumentou com a subida da temperatura média até 20,6°C na primeira temporada e 21,5°C, na segunda temporada.

Para o brócolo, Pearson e Hadley (1988) provaram que a relação entre o somatório de temperaturas, em graus-dia, e logaritmo do diâmetro da cabeça foi linear.

Kałużewicz, et al. (2013), demonstraram que o aumento do diâmetro da cabeça foi determinado por uma curva exponencial. O aumento do diâmetro da cabeça foi lento até 15 mm, apresentando as plantas um valor médio de 18 folhas. Nesta fase, o aumento do somatório de temperaturas em 100° C dia levou a um aumento do diâmetro da cabeça em 6mm. Essa fase foi caracterizada também por um rápido crescimento da área foliar. A partir do momento em que a cabeça ultrapassa os 15mm de diâmetro, o seu crescimento aumenta muito rapidamente. O coeficiente de correlação entre o diâmetro da cabeça e o somatório de temperaturas neste período foi muito alto ( $r = 0,92$ ). O aumento do somatório de temperaturas em 100° C dia originou, a partir da fase dos 15mm de diâmetro, um crescimento no diâmetro da cabeça em 350mm. As cabeças atingiram o tamanho máximo a 900° C dia. A correlação entre a taxa de crescimento da cabeça e seu tamanho também foi confirmada por Wurr et al. (1990) na couve-flor.

## 5. Notas conclusivas e perspectivas futuras

Com este trabalho avaliou-se o desenvolvimento e o crescimento de duas variedades de brócolo (*Parthenon* e *Titanium*), adaptadas à época do ano em que decorreu o ensaio de campo (Primavera/Verão). Teve também como objetivo avaliar as necessidades em °Cdia no desenvolvimento das principais fases, nomeadamente, o período da formação da cabeça.

De um modo geral, apresentam-se as seguintes notas conclusivas:

- O maior desenvolvimento vegetativo da cultura ocorreu a partir dos 35 DAP em ambos os tratamentos. Aos 67 DAP, a variedade *Titanium* apresenta uma estatura média ligeiramente superior, em relação à variedade *Parthenon*;

- A variedade *Parthenon* apresentou um peso seco total da planta superior à variedade *Titanium*, apresentando, em termos gerais, um maior vigor;

- O número médio de folhas aumentou mais significativamente entre os 42 e 63 DAP, passando de 10 (42 DAP) para cerca de 17 folhas (63 DAP);

- A *Parthenon* apresenta, ao longo do ciclo cultural valores superiores de MS nas folhas, enquanto a variedade *Titanium* apresenta-se com maior biomassa canalizada para os caules e para a cabeça;

- A variedade *Titanium* iniciou a fase 41 (início da formação da cabeça) após os 44 DAP, com um somatório de temperaturas na ordem dos 470 - 500°C dia, enquanto as plantas da *Parthenon* iniciaram a mesma fase posteriormente, aos 46 DAP, com um somatório de temperaturas entre os 500° e 550° C dia. A *Titanium* é, deste modo, mais precoce na formação da cabeça;

- A cabeça alcançou o diâmetro económico aos 81 DAP (data da última colheita) ao qual correspondeu um somatório de temperaturas na ordem dos 900 a 1 000°C dia em ambas as variedades.

- O valor da matéria seca da cabeça na variedade *Titanium* foi superior ao da variedade *Parthenon*, pois o peso da cabeça da variedade *Titanium* foi sempre ligeiramente superior ao longo do ciclo cultural;

Através da análise de variância, verificamos existir uma diferença entre produtividades (valor  $p < 0,05$ ). A variedade *Titanium* (cerca de 15 t/ha), em termos produtivos é superior à variedade *Parthenon* (cerca de 11 t/ha).

Este trabalho veio abrir o leque de questões acerca do comportamento e crescimento da planta em várias fases culturais.

Os resultados agora obtidos poderão ser conjugados com outros, de modo a serem usados na parametrização da temperatura base, e validação de modelos de desenvolvimento e crescimento. A utilização destes, constituirá um instrumento de apoio à tomada de decisão não só para os produtores, como para os técnicos, organizações de produtores e empresas ligadas ao setor.

Perspetiva-se a necessidade de continuar este tipo de ensaios de modo a melhorar as potencialidades da cultura na região.

## 6. Referências Bibliográficas

Almeida, D. (2006). Manual de culturas hortícolas. 1o volume. Lisboa: Editorial Presença, 2006.

Almeida, D. (2013). Manual de Culturas Hortícolas – Volume I – 2a Edição. Barcarena: Editorial Presença

Amaral,A. (2018). Manual técnico sobre a cultura da couve-brócolo: melhoria da proteção contra mosca-da-couve e alternariose. SafeBrócolo, 11-20

Amaral, A., Baldonado, P., (2018) – Efeitos da densidade de plantação no desenvolvimento do brócolo para indústria, variedade” Parthenon”– Revista da UPIIS – Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém Vol. VI, Nº3, 2018, pp. 26-34.

Amaral, A., Casimiro, M., (2018) - Efeito da temperatura no desenvolvimento do brócolo de indústria na Região do Vale do Tejo – Revista da UPIIS – Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém Vol. VI, Nº3, 2018, pp. 35-44.

Aparecido (2008). Produtividade e qualidade de brócolos em função da adubação e espaçamento entre plantas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP

BBCH-Monograph. Growth stages of plants - Entwicklungsstadien von Pflanzen - Estadios de las plantas - Développement des Plantes. Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin und Wien. 622 p.

Björkman, Thomas, and Karen J. Pearson. "High temperature arrest of inflorescence development in broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica* L.)." *Journal of Experimental Botany* 49.318 (1998): 101-106.

Cardoso, J. V. J. C. (1965). Solos de Portugal – Sua classificação, caracterização e génese – 1- A sul do Rio Tejo. Lisboa: Secretaria de Estado da Agricultura, Direção-Geral dos Serviços Agrícolas.

Cardoso, J.C.; Bessa, M.T.; Marado, M.B. (1978). Carta dos solos do Serviço de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário. Secretaria de estado do ambiente.Comissão Nacional do Ambiente. Instituto Hidrográfico.

Carvalho, A., 2001. Manual de Proteção Integrada de Culturas Hortícolas. s.l. : Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste, 2001.

Diputado, M.T., Nichols, M.A. 1989. The effect of sowing date and cultivar on the maturity characteristics of broccoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*). *Acta Hort.* 247, 59-66.

Dufault, R.J., 1997. Determining heat unit requirements for broccoli harvest in coastal South Carolina. *J. American Society Hort. Sci.* 122(2),169-174.

Ferreira, F.M. 2016. Avaliação do efeito da data de plantação na produtividade e qualidade da variedade de couve-brócolo (*Brassica oleracea* var. *itálica*) "Naxos". Estimativa da data de colheita a partir de dados da temperatura. Escola Superior Agrária de Santarém : s.n., 2016.

Feller et al., (1995) Meier, U. (1997); Theunissen, J. und A. Sins, (1984): Growth stages of Brassica crops for crop protection purposes. *Sci. Horticult.* 24, 1-11.

Fellows J.R., Reader R.J., Wurr D.C.E. 1997. A model for leaf production and apex development in calabrese. *J. Hort. Sci.* 72/2: 327-337.

Fyffe, D.C., Titley, M.E., 1989. Phenology studies and the prediction of harvest dates of broccoli in the Lockyer Valley. *Acta Hort.* 247, 53-58.

Fujime, Y. 1988. A difference of response to low temperature between cauliflower and broccoli. *Acta Hort.* 218: 141-151.

Gauss J.F., Taylor G.A. 1969. A morphological study on the time of reproductive differentiation of apical meristem of *Brassica oleracea* L. var. *italica*, Plenck, cv. 'Coastal'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94: 105-108.

Google Earth. Acedido no dia 6 de outubro de 2020. [www.earth.google.com/web/](http://www.earth.google.com/web/)

Grevsen, K., 1998. Effects of temperature on head growth of broccoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*): parameter estimates for a predictive model. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73(2), 235-244.

Grevsen K., Olesen J.E. 1999. Modeling development of broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) from transplanting to head initiation. *Hort. Sci. & Biotech.* 74: 698-705

Hadley P., Parson S. 1988. Effects of environmental factors on progress to crop maturity in selected brassica crops. *Acta Hort.* 459: 61-70.

Heather DW, Sieczka JB, Dickson MH, Wolfe DW. 1992. Heat tolerance and holding ability in broccoli. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117, 887–92

INE, 2019, Estatísticas Agrícolas 2018, Instituto Nacional de Estatística – Acedido em Junho 2020.

Kaluzewicz, A., Krzesinski, W., Knaflewski, M., Lisiecka, J., Spizewski, T., Fraszczak, B., Department of Vegetable Crops, Poznań University of Life Sciences Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań, Poland Received: September 24, 2012; Accepted: March 21, 2013

Marshal, B., Thompson, R., 1987. A model of the influence of air temperature and solar radiation on the time to maturity of calabrese *Brassica oleracea* var. *italica*. *Ann. Bot.* 60(5), 513-519

Mexia, A. (2018). Manual técnico sobre a cultura da couve-brócolo: melhoria da proteção contra mosca-da-couve e alternariose. *SafeBrócolo*, 7-9.

Miller, C.H., Konsler, T.R. and Lamont, W.J., 1985. Cold stress influence on premature flowering of broccoli. *HortScience* 20(2), 193-195.

Mourao I.M.G., Hadley P. 1998. Environmental control of plant growth development and yield in broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) crop responses to light regime. *Acta Hort.* 459: 71-79.

Olesen J.E., Grevsen K. 1997. Effects of temperature and irradiation on vegetative growth of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) and broccoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*). *J. Exp. Bot.* 48: 1591-1598.

Pearson S., Hadley P. 1988. Planning calabrese production. *Grower* 110: 21-22.

Rahman H.U., Hadley P., Pearson S. 2007. Relationship between temperature and cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) growth and development after curd initiation. *Plant Growth Regul.* 52: 61-72.

Rimmer, S. R., Shattuck, V. I., Buchwaldt, L. (2007). Part I – Introduction. *Compendium of Brassica Diseases* (pp. 1-14). St. Paul: The American Phytopathological Society

Rodrigues, J. M. T., (2016). Efeitos de diferentes densidades e compassos na cultura de brócolo na variedade *Parthenon*. – Trabalho de Fim de Curso de Licenciatura em Agronomia. Santarém: Escola Superior Agrária de Santarém – Instituto Politécnico de Santarém.

Runkle, E., Blanchard, M. (2011) – Implication of base temperature. *Technically Speaking*, 46

SAKATA IBÉRICA- Catálogo general brócoli 2017

Schiavon, A., Blind, A. D., Eckstein, B., Pinheiro, J. B., Vendrame, L. P. C, Hanashiro, M. M., Jorge, M. H. A., Vidal, M. C., Filho, M. M., Botrel, N., Madeira, N. R., Melo, R. A. C. (2015). *Coleção Plantar Brócolis*. Brasília: Embrapa

Silva, A. P., (2020). Avaliação do desenvolvimento e produtividade das variedades de brócolo “Naxos” e “*Parthenon*”. – Trabalho de Fim de Curso de Licenciatura em Agronomia. Santarém: Escola Superior Agrária de Santarém – Instituto Politécnico de Santarém.

Tangune, B. F. 2012. Produção de brócolis irrigado por gotejamento, sob diferentes tensões de água no solo. Lavras : UFLA, 2012.

Tan D.K.Y., Birch C.J., Wearing A.H., Rickert K.G. 2000. Predicting broccoli development I. Development is predominantly determined by temperature rather than photoperiod. *Scientia Hort.* 84: 227-243.

Thapa, M.P., 1994. The Effect of Photoperiod on Curd Initiation of Cauliflower (*Brassica oleracea* var. *botrytis*). M.Sc. Thesis, University of Reading.

Theunissen, J. und A. Sins, (1984): Growth stages of Brassica crops for crop protection purposes. *Sci. Horticult.* 24, 1-11.

Wheeler TR, Ellis RH, Hadley P, Morison JIL. 1995. Effects of CO<sub>2</sub>, temperature and their interaction on the growth, development and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis*). *Scientia Horticulturae* 60, 181-97.

Wurr, D.C.E., Fellows, J.R., Hambidge, A.J., 1991. The influence of field environmental conditions on calabrese growth and development. *J. Hort. Sci.* 66(4), 495-504.

# 1. Anexos

## 1.1. Pesos Secos

DAP	PS Folhas (A)					PS Caules (B)				
	Parthenon (g/Plt)	Titanium (g/Plt)	DMS	F	p	Parthenon (g/Plt)	Titanium (g/Plt)	DMS	F	p
28	8,45	6,75	1,73	2,60	0,00913	0,63	0,84	0,23	3,84	0,07039
35	15,75	13,08	2,79	6,77	0,02087	1,42	2,19	0,29	31,81	0,00006
42	39,31	29,77	3,41	10,13	0,00664	3,26	5,23	0,75	31,44	0,00006
49	46,64	44,25	0,72	0,45	0,51322	5,10	9,08	1,12	58,01	0,00000
56	82,80	80,05	0,41	0,15	0,70620	7,72	16,02	1,56	130,87	0,00000
63	136,44	90,10	5,62	27,47	0,00012	16,27	23,87	3,49	21,79	0,00036
70	172,78	108,00	4,62	18,02	0,00114	20,23	31,87	4,92	23,28	0,00042
77	165,20	101,92	7,21	45,25	0,00001	21,77	36,68	2,98	115,26	0,00000
81	128,39	95,29	4,55	15,60	0,00424	20,07	31,44	2,83	53,53	0,00008

DAP	PS Cabeças (C)					PS Total (D)				
	Parthenon (g/Plt)	Titanium (g/Plt)	DMS	F	p	Parthenon (g/Plt)	Titanium (g/Plt)	DMS	F	p
28	-	-	-	-	-	9,08	7,58	1,17	7,54	0,0158
35	-	-	-	-	-	17,17	15,26	2,46	2,75	0,1193
42	-	-	-	-	-	42,56	35,00	7,05	5,29	0,0373
49	-	-	-	-	-	51,73	53,33	8,56	0,16	0,6957
56	0,12	0,28	0,07	20,62	0,0005	90,63	96,35	16,20	0,57	0,4613
63	1,19	3,22	1,58	7,62	0,0153	153,91	117,19	20,69	14,49	0,0019
70	6,86	16,36	4,06	22,66	0,0005	199,87	156,22	36,31	6,00	0,0306
77	48,33	52,57	8,13	1,25	0,2818	235,30	191,17	26,58	12,68	0,0031
81	45,93	52,84	10,67	1,39	0,2721	194,39	179,57	23,43	1,33	0,2820

## 1.2. Estimativa de produção

### SUMÁRIO

<i>Grupos</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Parthenon	4	44508,65491	11127,16	1246752
Titanium	4	59552,70447	14888,18	4778653

### ANOVA

<i>Fonte de variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	28290428,4	1	28290428	9,390383	0,02210078	5,987377607
Dentro de grupos	18076212,8	6	3012702			
Total	46366641,2	7				