

Ensaio em campo e em estufa de utilização de bioestimulantes para regeneração de plantas de tomate indústria

Fábio Alexandre Prazeres Santos

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica - Hortofruticultura e Viticultura

Orientadores: Professor Doutor António Maria Marques Mexia
Doutora Patrícia Eduarda Domingos Vidigal

Júri:

Presidente: Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor António Maria Marques Mexia, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Doutora Ana Margarida da Costa Macedo Fortes, Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

I. Agradecimentos

Esta dissertação de Mestrado contou com valorosos incentivos e contributos sem os quais não se teria tornado uma realidade. A cada um deles expresso aqui o meu agradecimento.

Primeiramente, agradeço ao Professor Doutor António Mexia do Instituto Superior de Agronomia (ISA) da Universidade de Lisboa (ULisboa) pelo desafio que me dirigiu para desenvolver este trabalho de investigação bem como pelas sugestões e correções efetuadas.

À Doutora Patrícia Vidigal do Centro de Investigação em Agronomia, Alimentos, Ambiente e Paisagem (LEAF - Linking Landscape, Environment, Agriculture and Food) do ISA-ULisboa pela orientação, simpatia e total disponibilidade que sempre demonstrou ao longo desta investigação, tanto na sua redação como na execução dos ensaios de campo e estufa.

Ao Centro de Competências para o Tomate Indústria, na pessoa do Engenheiro João Santos Silva por me ter dado a oportunidade de desenvolver esta investigação.

Agradeço também à Doutora Ana Margarida Fortes do Instituto de Biosistemas e Ciências Integrativas (BioISI) da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) pelo apoio na componente de biotecnologia vegetal, nomeadamente na definição dos bioestimulantes a utilizar nos ensaios e respetivas concentrações.

À Professora Doutora Maria Manuela Abreu do ISA-ULisboa pela cedência de material e de um espaço físico imprescindíveis à realização do ensaio de estufa e ainda pela sugestão e posterior orientação na integração de uma componente de solos neste trabalho.

Deixo uma palavra de agradecimento ao Engenheiro Nuno Lopes, da Sociedade Agrícola Ortigão Costa, responsável pela parcela onde foi desenvolvido o ensaio de campo, pelo apoio prestado.

À Professora Doutora Helena Oliveira e à Investigadora Cecília Rego do ISA-ULisboa pelas análises fitopatológicas efetuadas a plantas em estudo.

À Professora Doutora Cristina Oliveira do ISA-ULisboa pelas sugestões de melhoria no âmbito da primeira fase de dissertação.

A todos os meus Professores e amigos no ISA e na ESAS pela formação e conhecimento que me proporcionaram.

Aos meus pais, à minha irmã e à Filipa por terem estado sempre presentes ao longo desta grande e difícil caminhada, agradeço-vos o apoio, carinho, incentivo e compreensão pelas muitas ausências. Sem vós não teria sido possível.

A todos o meu muito obrigado!

II. Financiamento

O trabalho de investigação descrito nesta dissertação foi realizado com o apoio do Grupo Operacional PDR2020 – Lycopersicon Two Times (LTT), Parceira n.º 64 - Iniciativa n.º 112.



III. Resumo

A possibilidade de obter uma segunda colheita de tomate indústria na mesma parcela durante a mesma campanha apresenta uma oportunidade com potencial de mercado, possibilitando uma otimização económica do investimento inicial (preparação do solo, fertilização de fundo, plantas). Através da realização deste estudo pretendeu-se avaliar a capacidade regenerativa de duas variedades de plantas de tomate de indústria - Faber F1 e H1301 - após o corte resultante da colheita. Os cortes foram realizados de formas distintas, um a 4,5 cm de altura do solo, deixando a planta desprovida de folhas enquanto o outro foi efetuado acima dessa altura, de forma aleatória, ficando a planta com algumas folhas. Para além disso, testou-se a viabilidade da utilização de dois bioestimulantes como indutores da capacidade regenerativa das plantas decapitadas, o AlgaFert, e o Bio_X. Delineou-se um ensaio em condições controladas, no ISA, e outro em campo, no Ribatejo. Os resultados demonstraram que em condições controladas, 84% das plantas regeneraram após a colheita, não existindo diferenças significativas em relação aos diferentes produtos aplicados e às variedades em estudo. As restantes plantas (16%) acabaram por secar, sendo que dessas 92%, correspondiam às que sofreram o corte a 4,5 cm. Em campo, a variedade Faber F1 em conjunto com o produto Bio_X e com um corte acima de 4,5 cm resultou em 76% de plantas regeneradas. A tipologia do solo contribuiu também para um maior sucesso na capacidade regenerativa em campo; solos de textura franco-argilo-limosa formam agregados de maiores dimensões que permitiram uma maior fixação da planta ao solo durante a colheita mecânica, para além de possibilitar a manutenção da integridade do caule decapitado.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L., bioestimulantes, regeneração, intensificação sustentável.

IV. Abstract

Obtaining a second harvest from the same plot in tomato for industry during one production campaign presents an opportunity with market potential, enabling an economic optimization of the initial investment (soil preparation, background fertilization, plants). This study, evaluated the regenerative capacity of two varieties of tomato plants for industry - Faber F1 and H1301 - after the decapitation that results from harvest. The cuts were made in different heights, one cut at 4.5 cm above ground, leaving the plant devoid of leaves while the other was made 4.5 cm above ground, leaving the plant with some leaves. In addition, it was tested the benefit that biostimulants can offer in order to induce or boost the regenerative capacity of the decapitated plants. During this study two biostimulants were tested, AlgaFert, and Bio_X. The experiments were performed under controlled conditions, at ISA, and under field conditions, at Ribatejo. The results showed that under controlled conditions, 84% of the plants regenerated after harvest, with no significant differences in relation to the different biostimulants applied and the varieties under study. The remaining plants (16%) dried out, of which 92% correspond to those that have been cut 4.5 cm above ground. In the field, the Faber F1 variety together with the Bio_X product and with a 4.5 cm above ground cut resulted in 76% of regenerated plants. The soil typology also contributed to a greater success in the regenerative capacity in field conditions; soils with a loam-clay-loam texture form larger aggregates that allowed a greater fixation of the plant to the soil during mechanical harvesting, in addition to maintaining the integrity of the decapitated stem.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., biostimulants, regeneration, sustainable intensification.

V. Índice

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1. A planta em estudo	15
2.1.1. Produção e importância económica.....	15
2.1.2. Morfologia	15
2.1.3. Ciclo biológico	16
2.1.4. Condições edafo-climáticas.....	18
2.1.4.1. Clima	18
2.1.4.2. Solos.....	18
2.1.5. Fertilização	19
2.1.6. Rega.....	20
2.1.7. Proteção Fitossanitária	21
2.2. Regeneração de tomateiros	23
2.3. Influência da altura de corte no processo regenerativo	25
2.4. Bioestimulantes	26
2.4.1. Extratos de algas.....	26
2.4.1.1. <i>Spirulina</i>	27
Utilização de <i>Spirulina</i> em agricultura	27
Algafert.....	28
2.5. Propriedades Físicas do Solo	28
2.5.1. Textura	29
2.5.2. Estrutura.....	31
3. MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1. Material vegetal	33
3.1.1. Heinz 1301	33
3.1.2. Faber F1.....	33
3.2. Bioestimulantes	33
3.2.1. Produto A – BIO_X.....	33

3.2.2. Produto B – AlgaFert	34
3.3. Ensaio em condições controladas	35
3.3.1. Caracterização do local experimental	35
3.3.2. Delineamento experimental	35
3.3.2.1. Instalação	35
3.3.2.2. Primeira Colheita / Corte	38
3.3.2.3. Aplicação de bioestimulantes	39
3.3.2.4. Segunda Colheita	40
3.3.2.5. Rega	40
3.3.2.6. Fertilização	41
3.3.2.7. Fitossanidade.....	42
3.4. Ensaio em Campo.....	44
3.4.1. Caracterização do local experimental	44
3.4.2. Delineamento experimental	45
3.4.2.1. Instalação	45
3.4.2.2. Primeira Colheita / Corte	46
3.4.2.3. Aplicação de bioestimulantes	47
3.4.2.4. Rega	48
3.4.2.5. Fertilização	50
3.4.2.6. Controlo de Infestantes	50
3.4.2.7. Fitossanidade.....	50
3.5. Estudo Edáfico.....	52
3.5.1. Caracterização do local de estudo.....	53
3.5.2. Delineamento experimental	53
3.5.2.1. Separação e quantificação de agregados	53
3.5.2.2. Análise granulométrica.....	54
4. RESULTADOS	56
4.1. Estufa.....	56
4.1.1. Primeira Colheita / Corte	56

4.1.2. Segunda Colheita / Corte	59
4.2. Ensaio de Campo.....	64
4.2.1. Primeira Colheita / Corte	64
4.3. Estudo Edáfico.....	69
5. CONCLUSÕES.....	72
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS.....	81
Anexo I – Modelo de folha de registo das observações visuais efetuadas na parcela.....	81
Anexo II – Boletim analítico do Solo da parcela Alto dos Casais	82
Anexo III – Operações culturais efetuadas na parcela Alto dos Casais	88
Anexo IV – Boletins analíticos da água do furo da parcela Alto dos Casais	89
Anexo V – Fertilização efetuada na parcela Alto dos Casais	93
Anexo VI – Tratamentos fitossanitários efetuados na parcela Alto dos Casais	94

VI. Índice de Figuras

Figura 1 – Pormenor da regeneração de uma planta de tomate no ensaio <i>in vivo</i> . Fonte: CCTI (2017).....	25
Figura 2 – Diagrama triangular para classificação da textura adaptado aos limites internacionais das frações granulométricas (adaptado de Pereira Gomes & Antunes da Silva). Fonte: CMIA, s.d.	31
Figura 3 – Instalação do ensaio em estufa.	36
Figura 4 – <i>Fusarium oxysporum</i> (fusariose vascular).	38
Figura 5 – Primeira Colheita.	39
Figura 6 – Localização da parcela Alto dos casais.	45
Figura 7 – Instalação do ensaio em campo.	46
Figura 8 – Corte manual das plantas.	47
Figura 9 – Aplicação de bioestimulantes por rega manual no ensaio de campo.	48
Figura 10 – Estação de monitorização da humidade do solo.	49
Figura 11 – Localização das parcelas em estudo.	53
Figura 12 – Vibrador mecânico.	54
Figura 13 – Massa dos frutos (MFr), massa fresca (MF) e massa seca (MS) da VARIEDADE_1 e VARIEDADE_2 após a 1ª colheita.....	57
Figura 14 – Número médio de frutos por variedade.	58
Figura 15 – Número médio de frutos maduros (M), verdes (V) e laranjas (L) após a 1ª colheita.	59
Figura 16 – Evolução cronológica do processo regenerativo do tomateiro desde a 1ª colheita / corte (zero-dacE) até à 2ª colheita / corte (67-dacE).	60
Figura 17 – Massa média dos frutos por função da combinação variedade x corte x produto aplicado.....	61
Figura 18 – Massa fresca em função da combinação variedade x corte x produto aplicado.	62
Figura 19 – Massa seca em função da combinação variedade x corte x produto aplicado.	62
Figura 20 – Número médio de frutos em função da combinação variedade x corte x produto aplicado.....	63
Figura 21 – Percentagem de frutos verdes (V), laranjas (L) e maduros (M) da VARIEDADE_1 em função da combinação corte x produto aplicado.	64
Figura 22 – Percentagem de frutos verdes (V), laranjas (L) e maduros (M) da VARIEDADE_2 em função da combinação corte x produto aplicado.	64
Figura 23 – Teor de humidade do solo (%) em diferentes profundidades durante o ensaio em campo.	65

Figura 24 – Regeneração das plantas oito dias após o corte.....	66
Figura 25 – Estado das plantas 23 dias após o corte.	67
Figura 26 – Épocas expectáveis para cada fase de desenvolvimento dos tomateiros em campo para que seja viável uma segunda colheita. Adaptado de Cubillos (2015).....	68
Figura 27 – Análise granulométrica do solo das parcelas em estudo.....	69
Figura 28 – Dimensões dos agregados das parcelas em estudo.....	70
Figura 29 – À esquerda arranque total das plantas pela raiz na parcela do Escaroupim, à direita a permanência do sistema radicular intacto após a passagem da colhedora na parcela Central.	71

VII. Índice de Quadros

Quadro 1 – Temperaturas cardinais para a cultura do tomate. Fonte: Almeida (2006).	18
Quadro 2 – Quantidade de macronutrientes principais a aplicar à cultura (kg/ha) em função da produção esperada (t/ha). Fonte: Almeida (2006).	19
Quadro 3 – Principais problemas fitossanitários que afetam a cultura do tomate de indústria. Fonte: Amaro & Mexia (2006).....	22
Quadro 4 – Lotes e dimensões respetivas de terra fina. Fonte: Ramos <i>et al.</i> (2016).	29
Quadro 5 – Influência exercida pelas frações do solo sobre algumas das suas propriedades e comportamentos. Adaptado de Weil & Brady (2017).	30
Quadro 6 – Composição do produto AlgaFert. Fonte: Biorizon biotech (2019).	34
Quadro 7 – Delineamento experimental aplicado ao ensaio de estufa para estudo do efeito de várias combinações de bioestimulantes para a regeneração da parte área decapitada. .	40
Quadro 8 – Fertilização aplicada no ensaio em estufa, de acordo com as datas de aplicação (daiE e dacE). Indicação do nome comercial e composição dos produtos utilizados, bem como das quantidades e métodos de aplicação.....	42
Quadro 9 – Tratamentos fitossanitários efetuados via foliar no ensaio em estufa, de acordo com as datas de aplicação (daiE e dacE). Identificação dos tipos de produtos utilizados no combate às pragas-chave da cultura, nome comercial, substância ativa e quantidades aplicadas.....	44
Quadro 10 – Delineamento experimental aplicado ao ensaio de campo para estudo do efeito de várias combinações de bioestimulantes para a regeneração da parte área decapitada. .	48
Quadro 11 – Fertilização aplicada no ensaio em campo, de acordo com as datas de aplicação (daiC e dacC). Indicação do nome comercial e composição dos produtos utilizados, bem como das quantidades e métodos de aplicação.....	50
Quadro 12 – Tratamentos fitossanitários efetuados via foliar no ensaio em campo, de acordo com as datas de aplicação (daiC e dacC). Identificação dos tipos de produtos utilizados no combate às pragas-chave da cultura, nome comercial, substância ativa e quantidades aplicadas.....	52
Quadro 13 – Percentagem de plantas regeneradas no ensaio de estufa x campo.	66

VIII. Lista de Símbolos e Abreviaturas

ANOVA – análise de variância

B – boro

B1 – tiamina

B2 – riboflavina

B12 – cobalamina

CaO – óxido de cálcio

CC – capacidade de campo

CTC – capacidade de troca catiónica

Cu – cobre

dacC – dias-após-corte-campo

dacE – dias-após-corte-estufa

daiC – dias-após-instalação-campo

daiE – dias-após-instalação-estufa

Fe – ferro

K₂O – óxido de potássio

MF – massa fresca

MFr – massa dos frutos

MgO – óxido de magnésio

Mn – manganês

Mo – molibdénio

MS – massa seca

N – azoto

NPK – azoto, fósforo, potássio

NUTS – Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos

P₂O₅ – pentóxido de fósforo

ROS – *reactive oxygen species*

RNS – *reactive nitrogen species*

s.d. – sem data

TSWV – *Tomato spotted wilt virus*

Zn – zinco

1. INTRODUÇÃO

Em 2018 a produção de tomate para indústria (TI) em Portugal atingiu 1,2 milhões de toneladas (WPTC, 2019). Esta produção é conseguida através da obtenção de uma produtividade média acima das 80 toneladas por hectare (IFAP, 2018), que faz de Portugal o oitavo maior produtor mundial de TI, depois dos EUA, China, Itália, Espanha, Turquia, Brasil e Chile (WPTC, 2019). De forma a promover uma produtividade agrícola sustentável e competitiva a longo prazo, mantendo a nossa importância no mercado mundial, é imperativo aumentar a produtividade sem aumentar a exploração dos recursos naturais e o investimento em fatores de produção. O custo de plantação da cultura de TI representa 10% do total da conta de cultura. A possibilidade de obter uma segunda colheita da mesma parcela durante a mesma campanha apresenta uma oportunidade com potencial de mercado, possibilitando uma otimização económica do investimento inicial (preparação do solo, fertilização de fundo, plantas). Esta ideia assenta nos dois pilares de intensificação sustentável proposta por José Lima Santos (2013). O primeiro defende o aumento da eficiência na utilização dos fatores de produção, por aplicação dos mesmos de um modo mais preciso e dirigido, a agricultura de precisão, versando ainda outras tecnologias. O segundo pilar, complementar ao primeiro, baseia-se na utilização de processos ecológicos, como a predação, o parasitismo, as simbioses, as micorrizas, as rotações culturais e as consociações de culturas, entre outros, de forma a substituir fatores de produção de origem industrial como pesticidas, fertilizantes e energia fóssil. O conhecimento aprofundado do funcionamento dos ecossistemas agrários (segundo pilar) é um bem público no sentido económico do termo, isto é, uma vez disponível, pode ser utilizado gratuitamente por qualquer agricultor para melhorar o seu sistema produtivo, sendo, portanto, difícil a quem produziu a tecnologia remunerar o seu esforço de investigação (Santos, 2013).

Foi com base neste pressuposto que foi apresentado ao Programa de Desenvolvimento Rural 2020 (PDR2020) o Grupo Operacional PDR2020 – Lycopersicon Two Times (LTT), um consórcio constituído por diversas empresas do setor agrícola ligado à produção de TI e liderado pelo Centro de Competências para o Tomate Indústria (CCTI) que representa o setor de TI, desde a produção até à indústria.

O principal objetivo deste Grupo Operacional e conseqüentemente do presente trabalho, consiste em encontrar soluções tecnológicas que permitam obter uma segunda produção de tomate durante uma única campanha, através da indução da regeneração das plantas já estabelecidas em campo.

A capacidade regenerativa da planta de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) foi demonstrada anteriormente (Kartha *et al.*, 1977; Harada *et al.*, 2005), contudo embora eficiente envolve

custos elevados. Plantas de tomate em campo por vezes sofrem cortes ocasionais que são regenerados sobre a forma de *callus* (Harada *et al.*, 2005). Esta observação por Harada *et al.* (2005) conduziu ao desenvolvimento do método de decapitação completa (CDM). Foi com base nestes estudos que se decidiu estudar a regeneração do TI em condições de campo junto de produtores de parceiros do projeto LTT.

O número de meristemas axilares é uma condicionante ao sucesso da regeneração, um parâmetro que terá de ser analisado através da definição da altura de corte da planta aquando da colheita. Outro fator a ter em consideração para o sucesso da regeneração da planta decapitada, será a manutenção de um adequado sistema de rega. Para a regeneração da zona de corte será necessário testar diversos bioestimulantes para determinar qual(ais) a(s) substância(s) ativa(s) que oferece(m) a maior probabilidade de sucesso de regeneração. A combinação destes parâmetros será a base para a definição de um itinerário técnico, eficiente e rentável.

Para comprovar a viabilidade deste conceito, estabelecendo guias de conduta para o crescimento e sanidade das plantas nas condições de pós-corte, os ensaios serão realizados diretamente no campo e, paralelamente, em condições controladas. Em ambas as situações serão avaliados vários componentes, tais como, variedades de tomate, diferentes alturas de corte aquando da colheita, fitossanidade, rega, fertilização e bioestimulantes. De entre os bioestimulantes usados neste estudo, está um que será denominado BIO_X, por estar em fase de estudo para submissão de patente pela Doutora Margarida Fortes (BioISI - FCUL).

Assim para atingir o objetivo proposto, e no âmbito desta dissertação de Mestrado serão analisados parâmetros para cada uma das seguintes etapas:

- i) desenvolver uma fórmula de combinação de bioestimulantes para promover a regeneração da planta decapitada;
- ii) implementar um itinerário técnico para esta nova estratégia de produção, o que envolve:
 - a) definir as propriedades físicas do solo que possibilitam uma maior probabilidade de sucesso;
 - b) adequar o sistema de rega, altura de corte e aplicação de fertilizantes durante o processo de regeneração da planta até à maturação dos frutos;
 - c) estabelecer parâmetros para a estimativa de risco de agentes fitopatogénicos e modelar estratégias de combate;
- iii) por fim, avaliar aspetos quantitativos da segunda produção.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A planta em estudo

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertence à família *Solanaceae*, é originário da região ocidental da América do Sul, entre o Equador e o Chile; no entanto a sua domesticação ocorreu no México, onde era largamente cultivado pelos Astecas. No século XVI terá sido introduzido na Europa, sendo que no século XX, resultado do desenvolvimento da indústria do processamento, deu-se uma enorme expansão mundial desta cultura (Naika *et al.*, 2006).

2.1.1. Produção e importância económica

De acordo com dados da organização mundial World Processing Tomato Council (WPTC, 2019), em 2018 foram produzidas 34 830 000 t de tomate para processamento. Segundo a mesma fonte, o estado da Califórnia, nos Estados Unidos da América, foi o maior produtor representando 32% do total, seguido por Itália 14% e pela China 11%. Portugal posicionou-se como oitavo maior produtor mundial (3%), terceiro a nível Europeu, com uma produção de 1 150 000 t.

As Estatísticas Agrícolas – 2017, divulgadas pelo Instituto Nacional de Estatística (INE, 2018), revelam que o tomate para indústria é a cultura anual mais produtiva em Portugal, isto apesar de ser a sétima em termos de superfície agrícola, com 19 550 ha; destes, 78% situam-se na região do Alentejo, 20% na Área Metropolitana de Lisboa e 2% na região Centro, de acordo com as NUTS II.

A produtividade média dos últimos dez anos em Portugal ronda as 85 t/ha, sendo que o número médio de produtores se situa nos 473 em igual período. O número de organizações de produtores (OP) tem vindo a decrescer sendo que atualmente existem 14, que entregam matéria-prima em oito fábricas de processamento de pasta de tomate (IFAP, 2018).

2.1.2. Morfologia

O tomateiro é uma planta herbácea de estatura arbustiva, perene, mas usualmente cultivada como anual. As cultivares de crescimento determinado apresentam porte reduzido, bem como um período restrito de floração e frutificação, com a maturação a ocorrer de forma uniforme, facilitando a colheita mecanizada para posterior processamento industrial (Almeida, 2006).

Segundo Rick (1978) o crescimento determinado do tomateiro ocorre devido à presença da mutação recessiva *self-pruning* (*sp*), que apareceu espontaneamente na Flórida em 1914, tendo sido desde então amplamente introduzida em programas de melhoramento de plantas

para TI. Este gene recessivo *sp* provoca a “auto-poda”, ou seja, a perda da capacidade da planta em prosseguir a formação de ramos vegetativos após a floração.

O tomateiro apresenta um grande número de hastes, vários níveis de folhas, geralmente semiprostradas, que podem atingir até cerca de 1 m, terminando num gomo reprodutivo, uma inflorescência. Este processo desenvolve-se através da gema axilar da folha mais alta, onde o crescimento continua e dá origem a um novo ramo que poderá produzir uma ou duas inflorescências laterais, terminando, à semelhança do caule principal, com uma inflorescência (Anderlini, 1982).

Os ramos vegetativos e reprodutivos alternam-se formando as unidades simpodiais. Estas unidades são geralmente compostas por três folhas e duas inflorescências, com a emissão do primeiro cacho floral a ocorrer após oito a doze folhas. Nas cultivares de crescimento determinado, a partir da primeira inflorescência o número de folhas por unidade simpodial vai sendo reduzido gradualmente, até à formação de duas inflorescências consecutivas, após a formação de cinco a seis inflorescências no eixo principal, ocorrendo a transformação da totalidade do meristema apical vegetativo em floral. Este fenómeno resulta da diminuição progressiva da expressão do gene *sp*. Nas cultivares determinadas, os entrenós das plantas são em média 10 a 15% menores em comparação com as indeterminadas (Pnueli *et al.*, 1998). O sistema radicular do tomateiro difere de acordo com o método de propagação, uma vez que plantas transplantadas têm raízes mais superficiais e adventícias do que plantas originárias de sementeira direta que têm raízes mais aprumadas e profundas (Almeida, 2006).

A floração assume-se através de inflorescências que podem ganhar a forma de cachos ramificados ou bifurcados. Cada inflorescência tem entre 5 a 12 flores (Naika *et al.*, 2006). As flores são hermafroditas, actinomorfas e com corola amarela. A polinização é maioritariamente autogâmica, auxiliada por insetos (Almeida, 2006). O período de floração é limitado e não ocorre simultaneamente no mesmo cacho, seguindo-se o período de maturação dos frutos que se caracterizam por serem bagas multiloculares com forma periforme ou globosa. A superfície do fruto é lisa e de cor vermelha (Naika *et al.*, 2006).

2.1.3. Ciclo biológico

Em Portugal, o ciclo cultural do TI decorre entre março e meados de outubro, com uma duração variável:

- Ciclo Curto - 90 a 100 dias;
- Ciclo Médio - 100 a 120 dias;
- Ciclo longo - > 120 dias.

Em Portugal, as plantações iniciam-se no final do mês de março prolongando-se até meados de junho, enquanto as colheitas começam a meados de julho, terminando no decurso do mês de outubro (Almeida, 2006).

Segundo Steduto *et al.* (2012) podem definir-se diferentes etapas de desenvolvimento do tomateiro:

1. Estabelecimento / Desenvolvimento vegetativo – 40 a 50 dias;
2. Floração / Vingamento / Formação do fruto – 35 a 50 dias;
3. Maturação / Colheita – 15 a 20 dias.

O estabelecimento inicia-se com o transplante das plantas e finda quando as mesmas apresentam 5% de solo coberto, a sua duração é variável em função do stresse provocado pelo transplante (“crise de transplantação”), que tende a acentuar-se quando as plantas são transplantadas tardiamente. De seguida, ocorre um acelerado desenvolvimento vegetativo até ao vingamento, passando a cobertura do solo de 5% para 80-85%, paralelamente a raiz atinge a máxima profundidade. Durante esta fase de crescimento as necessidades hídricas e nutricionais aumentam exponencialmente, sendo que a falta destes fatores de produção leva a abortos florais, menor número de frutos vingados, alongamento do período de floração/vingamento e conseqüentemente menor uniformidade na maturação (Torres *et al.*, 2015).

Aquando da entrada em floração é fundamental que as plantas apresentem um bom desenvolvimento vegetativo, uma vez que o número de flores está intimamente ligado entre outros fatores ao bom desenvolvimento da parte aérea, condição indispensável na garantia de uma boa produção. A formação do fruto ocorre de forma escalonada, dado que uma mesma planta apresenta estádios de desenvolvimento diferentes. Nesta fase distinguem-se dois períodos, primeiramente o fruto cresce rapidamente, sendo fundamental manter o fornecimento de água e nutrientes. De seguida o fruto termina o seu crescimento vegetativo, acumulando grande parte de açúcares e antioxidantes e diminuindo as necessidades hídricas e nutricionais, sendo possível a ocorrência de stresses durante este intervalo (Torres *et al.*, 2015).

Por último, durante a maturação, os frutos verdes passam gradualmente a vermelhos (Torres, *et al.*, 2015). A colheita mecânica deve ocorrer quando a percentagem de frutos vermelhos representa 80 a 85% do número total de frutos (Lopes *et al.*, 2006). As variedades utilizadas devem ser *jointless*, de forma a que a abscisão ocorra entre o fruto e o cálice (Almeida, 2006).

2.1.4. Condições edafo-climáticas

2.1.4.1. Clima

O tomate é uma cultura de estação quente, exigente em temperatura e sensível à geada (Almeida, 2006). As temperaturas cardinais para a cultura do tomate encontram-se descritas no Quadro 1. A humidade relativa ideal para o desenvolvimento, crescimento e fertilidade da cultura oscila entre os 60 e os 85%, requerendo ainda entre 6 a 8 horas diárias de luz (Cubillos *et al.*, 2015).

Quadro 1 – Temperaturas cardinais para a cultura do tomate. Fonte: Almeida (2006).

Parâmetro	Temperatura (°C)
Danos pelo frio	< 6
Germinação	
Mínima	6-11
Ótima	18-24
Máxima	35
Taxa de assimilação líquida	25-30
Crescimento da raiz ótima	15-19
Vegetação	
Mínima	8-12
Ótima	22-25 dia e 15-18 noite
Máxima	32
Floração (temperatura ótima)	21
Vingamento dos frutos	
Mínima	10
Ótima	18-24
Máxima	32
Maturação do fruto (temperatura ótima)	15-22
Temperatura do solo	
Ótima	15-24
Máxima	34

2.1.4.2. Solos

A cultura do tomate prefere solos franco-arenosos profundos, com uma boa capacidade de retenção de água e arejamento (Naika *et al.*, 2006). Contudo, a cultura adapta-se a uma grande diversidade de solos, dos arenosos aos argilosos, desde que bem drenados, atendendo a que não tolera o encharcamento, propício ao surgimento de doenças radiculares (Steduto *et al.*, 2012).

Idealmente, os valores de pH do solo mais adequados para a cultura correspondem a um intervalo de pH entre os 6 e os 7 (Bell *et al.*, 2014). Esta cultura é moderadamente sensível à salinidade, e prefere valores de condutividade elétrica entre 1,5 e 2,0 dS/m (Cubillos, 2015). Para o desenvolvimento das plantas é importante manter um nível adequado de matéria orgânica no solo, sendo de evitar teores muito elevados, como por exemplo as terras turfosas, devido à sua elevada capacidade de retenção de água e deficiência em nutrientes (Naika *et al.*, 2006).

As propriedades físicas do solo serão objeto de estudo no capítulo 2.5. desta dissertação, atendendo à importância que representam para o concretizar dos objetivos definidos.

2.1.5. Fertilização

À semelhança do que sucede com outros fatores de produção a aplicação de fertilizantes deve obedecer cada vez mais a uma gestão criteriosa, de forma a serem empregues na forma mais eficiente possível, aumentando a rentabilidade e minimizando os impactos ambientais, contribuindo para uma agricultura cada vez mais sustentável.

A recomendação de fertilização deve ter em consideração a produção esperada, o comportamento do fertilizante no solo e os resultados das análises de solo e de água (Quadro 2); caso a parcela integre uma zona vulnerável a nitratos devem ser respeitados os pressupostos que constam do Programa de Ação para Várias Zonas Vulneráveis de Portugal Continental (Portaria n.º 259/2012 de 28 de agosto).

Quadro 2 – Quantidade de macronutrientes principais a aplicar à cultura (kg/ha) em função da produção esperada (t/ha). Fonte: Almeida (2006).

Produção Esperada (t/ha)	N (kg/ha)	P ₂ O ₅ – níveis no solo (kg/ha)						K ₂ O – níveis no solo (kg/ha)					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
90	220	240	200	170	140	100	90	280	240	200	150	120	100
100	240	250	210	180	150	110	100	290	250	210	160	130	120
120	280	260	220	190	160	120	110	300	260	220	170	140	130

O nitrogénio é um elemento fundamental para a obtenção de ótimos crescimentos e elevadas produtividades, sendo que a cultura do tomate extrai entre 2,2 e 2,4 kg de N por cada tonelada de frutos produzida. Assim, para a obtenção de uma produtividade de 100 t/ha poderão ser necessários 240 kg de N (Yara, 2020). No entanto, há que ter em consideração que o excesso deste macronutriente também poderá provocar uma diminuição da produtividade, pelo que

assume grande importância o cálculo preciso das quantidades a aplicar, bem como a forma de aplicação, que deverá ser efetuada em duas fases, primeiro uma adubação de fundo e depois várias fertilizações de cobertura (fertirrega) durante o ciclo da cultura.

Outro dos macronutrientes principais, o fósforo assume grande importância na fase de crescimento inicial, nomeadamente no desenvolvimento radicular, que permite o estabelecimento das plantas transplantadas. Este elemento é igualmente importante na fase da floração/vingamento. Em solos com baixos níveis de fósforo, a adição do mesmo aumenta a produtividade e permite um melhor amadurecimento dos frutos (Candilo *et al.*, 1995).

A cultura de TI é bastante exigente em potássio, elemento fundamental como garantia de uma elevada produtividade, assumindo grande importância durante o processo de maturação dos frutos.

O cálcio, um macronutriente secundário contribui para o aumento da produção de frutos e diminui a incidência da podridão apical dos frutos. O magnésio contribui para a firmeza dos frutos e para a síntese de clorofila na planta fundamental no processo fotossintético (Hao *et al.*, 2003).

2.1.6. Rega

O tomateiro tem o seu desenvolvimento intensamente influenciado pelas condições de humidade do solo. A deficiência em água é um dos fatores limitantes à obtenção de produtividades elevadas e de frutos de boa qualidade, assim a reposição de água no solo por rega, na quantidade e momento oportuno, é decisiva para o sucesso da cultura (Marouelli *et al.*, 2002).

A cultura do tomate consome entre 400 a 800 mm de água desde o transplante até à colheita, em função do clima, variedade, tipo de solo e manejo. Em determinadas condições e fases do ciclo a cultura pode consumir uma média de 4 a 7 mm de água por dia em climas sub-húmidos, sendo que em regiões mais áridas esse valor pode atingir os 8 a 9 mm/dia (Steduto *et al.*, 2012).

Atualmente, em Portugal, a cultura é regada por sistema de gota-a-gota, com recurso a fita de rega, obtendo-se eficiências de rega na ordem dos 90% (Almeida, 2006).

Na cultura de TI para além da produção, também a qualidade dos frutos assume capital importância. Os parâmetros qualitativos da matéria-prima podem ser de caráter agronómico, como por exemplo, frutos com podridão apical, frutos rachados, firmeza dos frutos, entre outros, ou de caráter tecnológico, como o teor de sólidos solúveis, pH, viscosidade e cor. O teor de sólidos solúveis (grau *brix*) é o parâmetro que assume maior relevância tanto para os

agricultores, atendendo a que determina o seu rendimento, como para a indústria dado que permite uma redução de custos com a desidratação, afetando positivamente a produção de concentrado (Almeida *et al.*, 2005).

A rega caracteriza-se como um dos fatores que mais influencia o teor de sólidos solúveis, verificando-se uma relação inversa entre a quantidade de água aplicada à cultura e o grau *brix*. Em grande parte dos estádios de desenvolvimento da cultura a água de rega administrada tem como objetivo a satisfação da evapotranspiração. A partir do momento em que surge um primeiro fruto com 1 cm de diâmetro até ao primeiro fruto maduro, a planta encontra-se na fase de maior sensibilidade ao stresse hídrico, sendo que a aplicação de água abaixo das suas necessidades provoca uma grande quebra na produção. No período a partir do qual a planta apresenta o primeiro fruto maduro, estando os outros ainda alaranjados, a deficiência hídrica contribui para o aumento do grau *brix*, tendo um impacto reduzido na produção. Assim, por forma a aumentar o grau *brix* dos frutos, é prática comum reduzir-se a quantidade de água de rega aplicada a partir do início da maturação e/ou antecipar o corte da rega (Almeida *et al.*, 2005).

Segundo estudos desenvolvidos por Lopez *et al.* (2001), em solos arenosos e em regiões de clima mediterrâneo, o corte da rega só deverá ser efetuado nos últimos quinze dias que antecedem a colheita, para que não ocorram quebras significativas na produção.

2.1.7. Proteção Fitossanitária

A cultura é suscetível a diversas pragas e doenças (Quadro 3), sendo que na campanha de 2017, duas pragas, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Genn.) e os ácaros eriofídeos (*Aculops lycopersici* Tryon), assumiram particular importância pelos prejuízos que causaram.

Quadro 3 – Principais problemas fitossanitários que afetam a cultura do tomate de indústria. Fonte: Amaro & Mexia (2006).

PROBLEMAS FITOSSANITÁRIOS	
Nome Comum	Nome Científico
Míldio	<i>Phytophthora infestans</i>
Vírus do bronzeamento do tomateiro	TSWV
Lagarta do tomate	<i>Helicoverpa armigera</i>
Traça-do-tomateiro	<i>Tuta absoluta</i>
Mosca-branca	<i>Bemisia tabaci</i>
Ácaros	<i>Aculops lycopersici</i> , <i>Tetranychus cinnabarinus</i> e <i>Tetranychus evansi</i>
Afídeos	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Aphis craccivora</i> , <i>Myzus persicae</i> e <i>Aphis fabae</i>

A mosca-branca (*Bemisia tabaci*) transmite vírus que retardam o desenvolvimento das plantas e que levam a perdas na produção. Esta praga é ainda responsável pelo amadurecimento irregular dos frutos, dificultando o reconhecimento do ponto ótimo de colheita, tornando a parte interna dos frutos esbranquiçada e esponjosa devido à injeção de enzimas que causam mudanças na fisiologia da planta levando ao amadurecimento irregular da fruta e coloração interna retardada (Sani *et al.*, 2020). Além disso, este inseto excreta substâncias açucaradas que cobrem as folhas a partir das quais se desenvolve um fungo, a fumagina. Este afeta o processo fotossintético levando a quebras na produção e na qualidade dos frutos (Haji, *et al.*, 2005).

Os ácaros eriofídeos vivem preferencialmente na página inferior das folhas onde sugam o conteúdo das células epidérmicas, originando o seu bronzeamento e enrolamento, levando-as a murchar e secar. O seu desenvolvimento é potenciado por calor e tempo seco, que levam ao encurtar do seu ciclo biológico. Estes ácaros podem provocar estragos consideráveis e levar mesmo à destruição de uma plantação.

A mosca-branca, tal como os ácaros eriofídeos instalam-se na página inferior das folhas sendo que as técnicas/equipamentos de aplicação molham maioritariamente a página superior da planta e grande parte dos produtos utilizados apresentam modo de ação por ingestão/contacto, sendo por isso, a eficácia dos tratamentos fitossanitários em muitos casos reduzida. Ao invés de outras espécies, a população de mosca-branca apresenta-se de forma

desordenada, isto é não existe relação entre a fase do ciclo biológico da praga e a zona da planta em que esta se encontra.

Na generalidade dos casos, os ácaros eriofídeos pelo facto de apresentarem dimensões microscópicas só são detetados quando já efetuaram estragos na cultura. A utilização continuada de inseticidas da família química dos piretróides tem provocado efeitos nefastos sobre a fauna auxiliar e levado ao aparecimento de resistências, sendo fundamental proceder-se à alternância de famílias químicas de pesticidas (M. Ferreira, comunicação pessoal, 2017).

Para minimizar os prejuízos causados por estas duas pragas à que ter em consideração os fatores de nocividade, entre eles: a sanidade das plantas de viveiro; histórico da parcela relativamente a ataques anteriores; nível de adubações, em especial a azotada; desequilíbrios hídricos; temperatura e humidade; vento, com ação na dispersão das populações; chuva, que limita, em certa medida, o desenvolvimento populacional; abundância de auxiliares; existência de bordaduras; natureza das infestantes e toxicidade provocada aos auxiliares por pesticidas utilizados para combater doenças e outras pragas.

Assim, ao longo deste trabalho será adotada uma metodologia de observação e quantificação dos inimigos da cultura (Anexo I) e serão avaliados os fatores de nocividade – Estimativa do Risco (Amaro, 2003).

2.2. Regeneração de tomateiros

Através da observação da capacidade regenerativa da planta de tomate (Kantha *et al.*, 1977) e da formação de *callus* por cortes ocasionais (Harada *et al.*, 2005) implementou-se um estudo em condições controladas de forma a desenvolver múltiplos rebentos a partir de uma só planta, proporcionando uma propagação em massa do tomateiro de forma mais económica, a que chamaram o método de decapitação completa (CDM). Plantas de tomateiro após expandirem totalmente a sua décima folha verdadeira foram decapitadas entre a sétima e oitava folhas verdadeiras, forçando inúmeros rebentos laterais. Posteriormente, esses rebentos foram cortados abaixo da primeira folha livre, originando em média 79 novos rebentos por planta, a partir da diferenciação de *callus*, 36 dias após a decapitação. O número médio de rebentos regenerados em cada haste lateral aumentou de acordo com as posições foliares mais altas (Harada *et al.*, 2005).

As lesões provocadas nas plantas causam stresse oxidativo, através da alteração de diversos processos metabólicos (Prasad *et al.*, 1994). Os principais mecanismos de defesa induzidos sob stresse oxidativo são os compostos fenólicos que possuem atividade antioxidante (Dias *et al.*, 2005). As feridas dos tecidos das plantas aumentam a atividade da fenilalanina amônia liase, enzima chave dos fenilpropanóides, fortemente influenciada pela luz e pela ação de

fotorreceptores, como o fitocromo, provocando a biossíntese de compostos fenólicos por parte das células vegetais (Saltveit *et al.*, 2005; Dias *et al.*, 2015). Estes compostos participam na proteção dos tecidos vegetais da ação prejudicial de espécies reativas de oxigénio (Stratil *et al.*, 2007). Os fenóis são oxidados principalmente pelo polifenoloxidase (PPO), que promove a hidroxilação de monofenóis a o-difenóis e catalisa a oxidação de o-difenóis em o-quinonas (Gill *et al.*, 2010). Esta oxidação enzimática provoca reações que causam o escurecimento do tecido da planta (Saltveit *et al.*, 2005). No método de CDM, o escurecimento dos tecidos é frequentemente observado em superfícies cortadas de algumas cultivares de tomate que possuem menor regeneração da parte aérea (Johkan *et al.*, 2008). Johkan *et al.* (2008), utilizando o método de CDM verificaram um incremento no número de rebentos regenerados 15 vezes superior quando procederam ao sombreamento da superfície de corte das hastes. O stresse ocorrido nas superfícies cortadas desencadeia um metabolismo oxidativo que danifica proteínas, clorofilas, lípidos e ácidos nucleicos. Os compostos fenólicos têm a capacidade de atenuar esse efeito, acumulando-se em redor do local da incisão. Segundo os mesmos autores o aumento da formação de rebentos aumenta em hastes sombreadas em resultado de uma menor concentração de compostos fenólicos. Nas hastes sombreadas verificou-se uma concentração inferior destes compostos por comparação com as hastes não sombreadas, dado que ao protegerem as superfícies cortadas da luz reduzem o stresse oxidativo. Os compostos fenólicos estão associados à idade, geralmente ocorre diferenciação mais facilmente nos tecidos juvenis do que nos tecidos adultos (De Donato *et al.*, 1989). A exposição à radiação ultravioleta induz um stresse na planta provocando alterações no desenvolvimento e metabolismo da mesma, induzindo uma redução da área foliar, da massa fresca e seca e do conteúdo em água. Em contrapartida leva ao incremento de compostos fenólicos que desempenham a função de fitoprotetores (Boeger *et al.*, 2006). Assim, a proteção da planta à luz ultravioleta pode explicar a razão pelo qual o sombreamento do corte promove a regeneração da parte aérea.

Com base nestas observações o Centro de Competências para o Tomate Indústria (CCTI), na campanha de 2016, realizou um ensaio de campo, na Quinta das Correias, Cartaxo, com o objetivo de estudar uma possível regeneração das plantas de tomate. A colheita mecânica ocorreu no dia 7 de agosto, dois dias após esta operação instalou-se novamente a fita de rega e começou-se a regar, sendo que no dia 23 de agosto (16 dias após a colheita), deu-se por concluído o ensaio dado que apenas ocorreu a regeneração de quatro plantas (Figura 1). Nas linhas do ensaio verificou-se existir bastante variabilidade em relação ao número de hastes que cada planta possuía após o corte, sendo que nenhuma apresentava folhas. A variedade em estudo foi a H1301. O número reduzido de plantas regeneradas pode ter ficado a dever-se ao facto da rega só ter sido ligada dois dias após o corte, sendo que estes foram dias em

que as temperaturas atingiram valores muito elevados. Para além disso, existiu uma forte incidência de pragas, o que certamente terá prejudicado o ensaio, dado que não existiu possibilidade de efetuar nenhum tratamento fitossanitário (J. Silva do CCTI, comunicação pessoal, 2017).



Figura 1 – Pormenor da regeneração de uma planta de tomate no ensaio *in vivo*. Fonte: CCTI (2017).

2.3. Influência da altura de corte no processo regenerativo

As plantas controlam a abertura e fecho dos estomas de forma a realizar as trocas gasosas essenciais para a fotossíntese, assim como para controlar as perdas de água por evapotranspiração (Harrison *et al.*, 2020) O xilema é a via de transporte da água desde o sistema radicular até ao ápice da componente vegetativa. A força motriz responsável por esse movimento de ascensão é a pressão negativa gerada no interior das folhas pela transpiração (Chavarria & Santos, 2012).

As plantas de tomateiro quando submetidas a stresse hídrico reduzem a produção de frutos, a altura das plantas, o número de folhas, a taxa fotossintética, a transpiração, a condutância estomática e aumentam a temperatura foliar. As plantas mais vigorosas sob condições de stresse hídrico, apresentam mecanismos fisiológicos que permitem o seu desenvolvimento nessas condições. Contudo, a biomassa excessiva requer uma maior quantidade de água no solo devido à maior transpiração total da planta (Bernier *et al.*, 2008). Assim, a aceleração da senescência e da abscisão foliar sob condições de stresse hídrico é um mecanismo que a planta utiliza para redução da área foliar, tendo como resultado direto a redução da transpiração e a conservação da água no solo (Anjum *et al.*, 2011).

A altura das plantas e o número de folhas são as melhores características para a seleção indireta de plantas de tomateiro resistentes ao stresse hídrico (Morales *et al.*, 2015). As plantas sob stresse hídrico reduzem a turgescência celular (Torrecillas *et al.*, 1996) e a produção de etileno, o que resulta na menor expansão da célula e, conseqüentemente, na redução do crescimento. Partindo desse pressuposto, plantas que não reduzem a altura sob condições de stresse hídrico, podem apresentar mecanismos morfofisiológicos que permitem o seu desenvolvimento nessas condições, ou seja, possuem mecanismos que aumentam a eficiência no uso da água (Morales *et al.*, 2015), exemplo disso é o sinal proporcionado pelo

ácido abscísico produzido no sistema radicular que induz o fecho dos estomas (Taylor *et al.*, 2000).

2.4. Bioestimulantes

Inicialmente os bioestimulantes foram essencialmente utilizados em modo de produção biológico e em hortícolas e frutícolas de alto valor de mercado. Atualmente estão a ser cada vez mais introduzidos na agricultura convencional de forma a responder aos imperativos económicos e de sustentabilidade (EBIC, 2013).

Estes têm vindo a ser cada vez mais utilizados no âmbito de uma agricultura sustentável, atendendo a que ativam vários processos fisiológicos que melhoram a eficiência do uso de produtos químicos e de fertilizantes minerais, que apresentam custos cada vez mais elevados, estimulando o desenvolvimento das plantas com menor consumo destes *inputs* (Kunicki *et al.*, 2010).

Embora não haja uma definição consensual, segundo a European Biostimulants Industry Council (2013), os bioestimulantes vegetais contêm substâncias e / ou microrganismos cuja função, quando aplicados às plantas ou à rizosfera é estimular processos naturais para melhorar / beneficiar a captação de nutrientes, a eficiência dos nutrientes, a tolerância ao stresse abiótico e a qualidade da colheita.

Os bioestimulantes podem organizar-se em quatro principais grupos de substâncias: os aminoácidos e hidrolisados de proteínas; os ácidos húmicos; os microrganismos e inóculos e os extratos de algas (Zandonadi, 2016).

A absorção de bioestimulantes pela planta é influenciada pelo método de aplicação, podendo ser aplicados via pulverização foliar, rega, tratamentos de sementes ou no substrato, também sendo possível a combinação de duas ou mais formas de uso (Mackinnon *et al.*, 2010).

2.4.1. Extratos de algas

As algas são organismos fotossintéticos que convertem a energia da luz do sol para energia química pelo processo de fotossíntese. Estas possuem uma estrutura reprodutiva simples. A biomassa de algas contém vários compostos com diversidade de estruturas e funções. As algas do ponto de vista biotecnológico são divididas em microalgas, macroalgas e cianobactérias. Por vezes, as cianobactérias também são incluídas no grupo das microalgas (Becker, 2007).

Os extratos de algas são suplementos nutritivos, bioestimulantes ou biofertilizantes, que atuam como alternativa aos fertilizantes químicos na agricultura e horticultura de forma a aumentar o crescimento e o rendimento das plantas. Estes contêm na sua composição

diversas hormonas vegetais, tais como auxinas, giberelinas e ácido abscísico. Para além disso, também são ricos em elementos químicos como o cálcio, magnésio, potássio, cloro, enxofre, fósforo, iodo, zinco e cobre. Os extratos de algas são amplamente utilizados em diversas culturas devido aos efeitos de promoção do crescimento que provocam nas plantas e por contribuírem para uma maior tolerância das culturas a stresses abióticos, como a salinidade, as temperaturas extremas, a deficiência de nutrientes e a seca (Battacharyya *et al.*, 2015)

2.4.1.1. *Spirulina*

A *Spirulina* é a planta mais antiga da Terra, com cerca de 3,6 mil milhões de anos, responsável pela formação da atual atmosfera terrestre através da libertação de oxigénio resultante do processo fotossintético. Esta é uma cianobactéria multicelular, filamentosa, que possui uma alta concentração de macro e micronutrientes, aminoácidos essenciais, proteínas, lípidos, vitaminas, nutrientes e antioxidantes (Soni *et al.*, 2017).

A *Spirulina* é uma fonte rica em proteínas vegetais, que representam 60 a 70% da sua massa (Balasubramani *et al.*, 2016), por comparação a farinha de soja contém cerca de 35% de proteína. Qualitativamente, esta microalga fornece proteínas bastante diversas dado que possui uma gama de aminoácidos essenciais muito completa (Soni *et al.*, 2017).

As vitaminas que se encontram naturalmente na *Spirulina* são a B1, B2, B12 e o precursor da vitamina A - β -caroteno, sendo o valor deste último incomumente elevado, cerca de trinta vezes superior ao encontrado numa cenoura. A vitamina B12 encontra-se também ela em quantidades muito elevadas cerca de quatro vezes mais do que a quantidade presente em fígado cru, sendo este considerado uma das suas maiores fontes (Soni *et al.*, 2017).

A *Spirulina* contém diversos elementos como ferro, magnésio, cálcio e fósforo (Balasubramani *et al.*, 2016).

Utilização de *Spirulina* em agricultura

Em ensaios de campo de trigo de inverno (*Triticum aestivum* L.) utilizou-se a *Spirulina* para avaliar a sua influência no crescimento e desenvolvimento da planta, verificando-se que o número de grãos por espiga e a altura da haste foram os que obtiveram melhores resultados por comparação com outras algas testadas (Michalac *et al.*, 2016).

Na cultura do milho para grão aplicaram-se micronutrientes (zinco, manganês e cobre), em duas modalidades distintas. Uma das modalidades consistiu em aplicarem os micronutrientes através da *Spirulina*, sendo que na outra aplicaram os micronutrientes com recurso a um fertilizante convencional. Após a colheita verificaram que na modalidade em que aplicaram a

Spirulina os grãos apresentaram um maior teor em microelementos, nomeadamente zinco, manganês e cobre, concluindo que a aplicação de *Spirulina* terá contribuído para a sua maior biodisponibilidade (Tuhy *et al.*, 2015).

A aplicação de *Spirulina* em plantas de tomate aumentou a biodisponibilidade de zinco nas plantas, com um custo económico relativamente baixo e com um inegável contributo para a sustentabilidade da atividade agrícola (Anitha *et al.*, 2016).

Algafert

O AlgaFert (Biorizon Biotech, Espanha) é um fertilizante natural hidrossolúvel constituído por 90% de um hidrolisado enzimático de *Spirulina*. A sua composição 100% natural permite a utilização deste fertilizante em qualquer tipo de hortícola, ornamental ou fruteira (Biorizon Biotech, 2018).

O AlgaFert é completamente inócuo e melhora a qualidade das raízes e a resistência das plantas sem prejudicar ou comprometer a sua qualidade final. A sua utilização é especialmente recomendada para os seguintes fins: promoção da germinação de sementes; aumento da velocidade de enraizamento das plantas; estimulação da floração, melhorando a qualidade do pólen e conseqüentemente o vingamento; crescimento dos frutos, através do aumento do metabolismo das plantas; estimulação da cor natural dos frutos e homogeneidade do calibre e da maturação; aumento das resistências a stresses abióticos; contribui para a regeneração de tecidos danificados; contribui para ultrapassar danos causados por fitotoxicidade e aumenta a eficácia de penetração dos tratamentos fitossanitários. Este produto contribui ainda para o aumento de resistência das plantas aos ataques de pragas e doenças (Biorizon Biotech, 2018).

O produto AlgaFert apresenta uma composição complexa formada pela associação de diversos elementos (ferro, cobre, zinco, manganês, magnésio) e substâncias orgânicas (algas e hidrolisados de proteínas), com função bioestimulante, assentes numa matriz NPK. A utilização do AlgaFert na cultura do tomate levou a aumentos de rendimento na ordem dos 25 a 30%, por comparação com plantas não fertilizadas e de 30 a 34% de aumento dos pigmentos fotossintéticos (clorofila e carotenoides) (Sirbu *et al.*, 2016).

2.5. Propriedades Físicas do Solo

Os solos são constituídos por um conjunto de partículas sólidas de natureza orgânica e inorgânica, ar e água, formando um sistema trifásico, sólido, líquido e gasoso. As partículas da fase sólida variam em tamanho, forma, natureza mineralógica e composição química e, a sua combinação nas várias configurações possíveis forma a denominada matriz do solo. O

solo é considerado como sendo um corpo natural organizado, designando-se por porosidade os interstícios existentes na sua matriz (Reinert & Reichert, 2006).

O crescimento de inúmeras espécies vegetais está intimamente relacionado com as propriedades físicas do solo, tal como a dinâmica da água e dos nutrientes, quer sejam transportados no interior ou à superfície dos solos. Duas das propriedades físicas mais importantes do solo são a textura, definida pela distribuição das partículas inorgânicas de acordo com a sua dimensão, e a estrutura do solo definida pela forma como essas mesmas partículas, os constituintes orgânicos e o biota do solo se organizam formando unidades estruturais designadas por agregados (Weil & Brady, 2017).

2.5.1. Textura

A determinação da classe textural de um solo implica a sua análise granulométrica. Esta é estabelecida efetuando-se a separação, por sedimentação e crivagem, e a determinação quantitativa das partículas inorgânicas do solo de diferentes dimensões (Quadro 4).

Quadro 4 – Lotes e dimensões respetivas de terra fina. Fonte: Ramos *et al.* (2016).

Fração	Limite dos diâmetros das partículas (mm)
Areia Grossa	2 - 0,2
Areia Fina	0,2 - 0,02
Limo	0,02 - 0,002
Argila	< 0,002

As partículas de areia são tendencialmente de forma mais ou menos esférica com uma composição mineralógica variada de acordo com a rocha a partir da qual se formou o solo (frequentemente constituídas por quartzo, feldspatos e micas). Já as partículas de argila são compostas por minerais de argila (caulinites, ilites, esmectites e vermiculites que são dissimétricas e aproximadamente planares) e ainda por óxidos e oxi-hidróxidos de ferro, alumínio e de manganês. O limo, granulometricamente, fica compreendido entre a areia e a argila, pelo que, no que se refere à sua composição apresenta características intermédias entre as duas frações, possuindo constituintes que se encontram quer na areia (principalmente silicatos da classe dos tectossilicatos) quer filossilicatos (principalmente micas e vermiculites de dimensão > 0,002 mm). A classe textural do solo afeta as suas propriedades como a drenagem, a capacidade de retenção de água, o arejamento e a consistência (Costa, 2004) (Quadro 5).

A classe textural de um solo é uma característica importante porque varia muito pouco ao longo do tempo, assim o uso e o manejo do solo afetam muito pouco a sua textura.

Quadro 5 – Influência exercida pelas frações do solo sobre algumas das suas propriedades e comportamentos. Adaptado de Weil & Brady (2017).

Propriedade / Comportamento	Classificação das propriedades associadas às frações do solo		
	Areia	Limo	Argila
Capacidade de retenção de água	Baixa	Média a alta	Alta
Arejamento	Bom	Médio	Baixo
Capacidade de drenagem	Alta	Lenta a média	Muito lenta
Teor de matéria orgânica no solo	Baixo	Médio a alto	Alto a médio
Decomposição da matéria orgânica	Rápida	Média	Lenta
Aquecimento na primavera	Rápido	Moderado	Lento
Suscetibilidade à compactação	Baixa	Média	Alta
Suscetibilidade à erosão eólica	Moderada (alta, se a areia for fina)	Alta	Baixa
Suscetibilidade à erosão hídrica	Baixa (a menos que a areia seja fina)	Alta	Baixa, se agregado; alta, quando não agregado
Potencial de expansão e contração	Muito baixo	Baixo	Moderado a muito alto
Impermeabilização de barragens, represas e aterros	Limitada	Limitada	Boa
Aptidão para cultivo após chuva	Boa	Moderada	Limitada
Potencial de lixiviação de poluentes	Alto	Médio	Baixo (a menos que seja fendilhada)
Capacidade de armazenamento de nutrientes	Baixa	Média a alta	Alta
Poder tampão	Baixo	Médio	Alto

O comportamento físico e químico dos solos não orgânicos depende fortemente das proporções relativas de areia, limo e argila, surgindo assim o interesse no estabelecimento de classes de textura, definidas por limites de variação das proporções de cada uma destas frações, constituintes da terra fina (fração < 2 mm) (Figura 2). As partículas com dimensões superiores a 2 mm denominam-se por elementos grosseiros (saibro, cascalho, pedra), sendo que apenas se considera que influenciam de forma mais ou menos marcada o comportamento do solo em quantidades superiores a 5% (Costa, 2004).

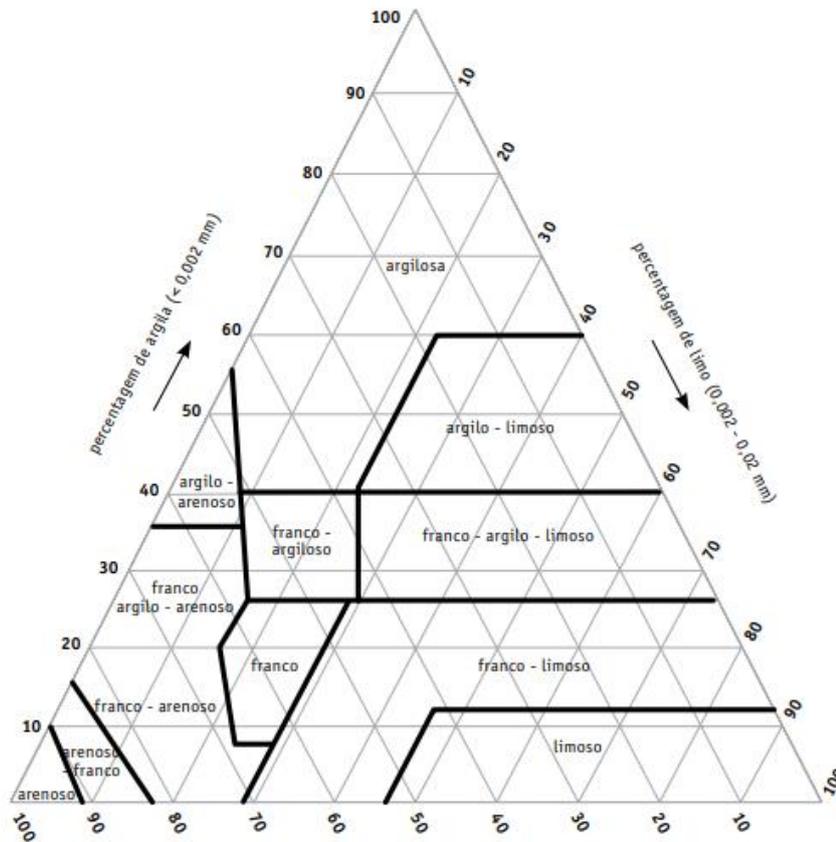


Figura 2 – Diagrama triangular para classificação da textura adaptado aos limites internacionais das frações granulométricas (adaptado de Pereira Gomes & Antunes da Silva). Fonte: CMIA, s.d.

2.5.2. Estrutura

Por estrutura do solo entende-se a característica física do solo expressa pelo tamanho, forma e arranjo das partículas e dos respectivos vazios, considerando-se não só as partículas individuais de areia, limo e argila, mas também as partículas compostas, isto é, os agregados estruturais (Costa, 2004).

A formação de agregados do tipo granular nos horizontes mais superficiais dos solos é uma propriedade muito dinâmica, atendendo a que estes se vão formando e desintegrando à medida que surgem novas condições no solo. Assim, um manejo do solo cuidado, que evite a compactação, assume particular importância na manutenção de agregados. Geralmente, os horizontes superficiais apresentam agregados granulares arredondados, relativamente grandes, os macroagregados, que são compostos por microagregados menores. Por sua vez, os microagregados, são compostos por minerais argilosos e de partículas de matéria orgânica com tamanhos ainda mais reduzidos, fungos, bactérias que podem ainda ser fracionados e individualizados em partículas de limo, argila e húmus (Weil & Brady, 2017).

Segundo Costa (2004), para a formação dos agregados no solo são necessárias ações de ligação entre partículas individuais e ações de separação e estabilização de conjuntos de partículas. As ações de ligação podem ser devidas a diversos fatores, que podem atuar individualmente ou em conjunto, tais como: os coloides minerais (minerais de argila, óxidos e hidróxidos de ferro ou de alumínio); substâncias orgânicas de variada composição e estabilidade; microrganismos vivos (bactérias, fungos e actinomicetas); elementos da macrofauna do solo (minhocas, certos artrópodes, entre outros).

O arranjo das partículas define a porosidade, que por sua vez condiciona o arejamento e o movimento da solução do solo no seu interior. As partículas de argila, associadas a catiões, aderem a grãos de areia e ligam-se umas às outras através de moléculas de água (bipolares), que se orientam em relação às cargas dos catiões presentes na solução formando agregados. Com a desidratação dos solos as partículas de argila aproximam-se, tornando mais forte a coesão entre elas. A estabilidade dos agregados aumenta com o aumento do número de pontos de contato entre as partículas constituintes, considerando-se fraca quando as unidades estruturais são pouco resistentes à pressão, ou seja, quando apresentam poucos agregados inteiros. Nos solos bem estruturados a presença de agregados grandes e estáveis, os macroagregados, possibilita a existência de poros grandes, pelos quais a água e o ar podem mover-se livremente e as raízes das plantas encontram caminhos fáceis para se desenvolver. Em oposição ao tipo de solos bem estruturados, solos compactados apresentam um número reduzido de macroporos, sendo por isso o movimento de água e o crescimento de raízes muito dificultados (Reinert & Reichert, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram realizados dois ensaios em locais distintos, tendo um decorrido em condições controladas, no Horto do ISA e outro em campo.

3.1. Material vegetal

Nos ensaios testaram-se duas variedades de tomate-indústria, concretamente H1301 (Heinz Seed®, Portugal) - VARIEDADE_1 e Faber F1 (Isi Sementi S.p.A., Itália) - VARIEDADE_2.

3.1.1. Heinz 1301

A variedade H1301 é considerada uma referência em solos que ofereçam condições para uma maturação precoce, conjugando um alto potencial de produção com *brix* elevado. É uma planta que apresenta bom arranque no cedo, de folhagem forte e sã, conferindo-lhe maior resiliência em termos fitossanitários. O catálogo da empresa apresenta-a como resistente a *Verticillium* (raça 0), *Fusarium* (raças 0 e 1), *Alternaria alternata* e *Stemphylium* e tolerante a *Alternaria solani*, a *Clavibacter michiganensis* e a *Xanthomonas campestris*. Esta variedade apresenta um ciclo de aproximadamente 105 dias (Nextera, 2018).

3.1.2. Faber F1

A variedade Faber F1 apresenta plantas rústicas com excelentes produtividades e frutos com resistência à sobre maturação, elevada consistência e grau *brix* superior a 5. Do ponto de vista fitossanitário esta variedade está catalogada como apresentando resistência elevada a *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici* (raças 0 e 1), *Verticillium albo-atrum* (raça 0), *Verticillium dahliae* (raça 0) e resistência intermédia a *Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis*, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita*, *Meloidogyne javanica*. A variedade Faber F1 apresenta um ciclo de aproximadamente 118 dias (Isi Sementi, 2017).

3.2. Bioestimulantes

Neste estudo aplicaram-se dois bioestimulantes, via rega, o BIO_X e o AlgaFert, que apresentam diferentes características.

3.2.1. Produto A – BIO_X

O produto BIO_X é um bioestimulante com base numa hormona de crescimento que se encontra em fase de submissão da patente, assumindo esta designação por proteção de direitos intelectuais. Em ensaios realizados o BIO_X desacelerou a senescência foliar

atrasando a perda total de clorofila, associando-se este resultado à sua capacidade antioxidante. Posteriormente foi ainda sugerido que BIO_X tenha capacidade de intervir ao nível dos genes das enzimas que provocam a degradação da clorofila. Existem evidências que sugerem que BIO_X, em plantas sujeitas a stresse, por exemplo a uma seca, melhora o estado redox das células, nomeadamente através da diminuição de espécies reativas de oxigénio (ROS) e de nitrogénio (RNS), permitindo a estabilização das membranas (comunicação pessoal, da equipa de investigação).

3.2.2. Produto B – AlgaFert

Quadro 6 – Composição do produto AlgaFert. Fonte: Biorizon biotech (2019).

COMPOSIÇÃO (%)			
N Total	0,75	Vitaminas	
N Orgânico	0,60	Betacaroteno	(Pro Vit. A)
P ₂ O ₅ solúvel em água	7,40	Tocoferol	(Vit. E)
K ₂ O solúvel em água	3,20	Tiamina	(Vit. B1)
Aminoácidos livres	5,60	Riboflavina	(Vit. B2)
Aminoácidos essenciais		Niacina	(Vit. B3)
Fenilalanina	0,16	Piridoxina	(Vit. B6)
Isoleucina	0,39	Cianocobalamina	(Vit. B12)
Leucina	0,11	Inositol	
Lisina	1,20	Ácido Fólico	
Metionina	0,14	Biotina	(Vit. H)
Treonina	0,23	Ácido Pantoténico	
Triptofano	0,03	Pigmentos	
Valine	0,34	Ficocianina	
Arginina	0,40	Clorofila	
Aminoácidos não essenciais		Carotenóides	
Ácido aspártico	0,50	Nutrientes	
Ácido glutâmico	0,08	Cálcio, fósforo, magnésio, cromo, ferro, sódio, zinco,	
Alanina	0,28	cobre, potássio, manganês, germânio, selénio	
Cistina	<0,05	Ácidos Gordos Essenciais	
Glicina	0,42	Ácido linoleico, ácido palmítico, ácido esteárico,	
Histidina	0,16	ácido oleico, ácido palmitoleico, ácido palmítico e	
Prolina	0,54	linoleico	
Serina	0,28		
Tirosina	<0,05		
Hidroxiprolina	0,01		
Hidroxilisina	0,01		
Asparagina	0,01		

3.3. Ensaio em condições controladas

3.3.1. Caracterização do local experimental

O ensaio em condições controladas realizou-se no Horto de Química Agrícola Boaventura de Azevedo, do Instituto Superior de Agronomia (38°70'81.17"N, -9°18'51.02"W), em Lisboa e teve a duração de 175 dias. O Horto contemplava a possibilidade de arejamento zenital e lateral. A abertura lateral permitia ainda a saída dos carros porta-vasos, onde estavam as plantas em estudo, através de trilhos *Decauville*, para um abrigo de rede metálica, sendo um parâmetro controlado manualmente. Para além do presente estudo, estavam presentes na restante área do Horto ensaios de milho, arroz, tomate, oliveira e medronheiro a decorrer simultaneamente por investigadores do ISA.

O clima na região em que o ISA se insere, de acordo com a classificação climática de Köppen, é temperado húmido, Csa, com invernos frios e húmidos e verões quentes e secos (AEMET & IPMA, 2011). Em termos médios anuais, a temperatura é de 16,9 °C e a precipitação de 691 mm (Climate-data, s.d.).

De forma a replicar as condições do ensaio de campo, o solo utilizado para o ensaio de estufa foi colhido na parcela Alto dos Casais, em Escaroupim, Salvaterra de Magos.

O solo, segundo os respetivos boletins de análise (Anexo II), apresentava uma textura grosseira (franco arenosa), pH ligeiramente alcalino (7,3), baixa concentração de matéria orgânica (11,7 g/kg), CTC (6,96 cmol+/kg) e não salino (condutividade elétrica de 0,133 mS/cm). Em termos de nutrientes extraíveis continha concentrações baixas de nitrogénio, potássio e cálcio, elevadas de ferro, zinco, cobre, boro e magnésio e muito altas de fósforo.

3.3.2. Delineamento experimental

3.3.2.1. Instalação

O ensaio no Horto iniciou-se após a colheita manual de solo num esquema em ziguezague na área da parcela para obter uma maior representatividade (Figura 3A). Uma vez no Horto, o solo foi estendido sobre um plástico, num local abrigado da chuva, com arejamento e sem exposição solar, e após ter sido homogeneizado foi deixado a secar (Figura 3B).

Após a secagem do solo procedeu-se à sua crivagem com recurso a uma malha de 1 cm, para que todo o solo depositado nos vasos apresenta-se condições semelhantes em termos granulométricos (Figura 3C). De seguida, com recurso a uma balança, pesaram-se 9 kg de solo para cada um dos vasos previamente limpos (Figura 3D), no total de 80 vasos, humedecidos até 70% da capacidade máxima de retenção de água.

No zero-daiE (dias-após-instalação-estufa) foi estabelecido um ensaio de duas variedades. Plantou-se uma planta por vaso, 40 de cada variedade, totalizando uma amostragem de 80 vasos (Figura 3E). As plantas foram obtidas através da empresa Relcampo, Lda (Santarém), entidade parceira do grupo operacional PDR2020 – LTT. Segundo informação dada pela empresa, as sementes das duas variedades foram semeadas a 9 de fevereiro de 2018. A distribuição dos vasos sobre carros porta-vasos que deslizam sobre trilhos *Decauville* foi aleatória (Figura 3F).



Figura 3 – Instalação do ensaio em estufa. A - Colheita do solo; B - Secagem do solo; C - Crivagem do solo; D - Enchimento dos vasos; E - Plantação; F - Disposição dos vasos em estufa.

Devido a um problema fitossanitário houve uma redução de cinco plantas da VARIEDADE_1 e duas plantas da VARIEDADE_2. Aos 49-daiE detetaram-se em algumas plantas de tomate sintomas presumivelmente de *Fusarium oxysporum* (fusariose vascular), nomeadamente murchidão, clorose unilateral (Figura 4A e 4B) e necrose do xilema (Figura 4C e 4D). Estas suspeitas confirmaram-se após o isolamento efetuado em laboratório com o valioso apoio da Engenheira Cecília Rego do ISA, aos 60-daiE (Figura 4E). Atendendo ao facto de não existirem meios de luta eficazes para esta doença radicular, a solução encontrada foi a de eliminar as plantas que manifestavam sintomas, retirando ainda o solo dos vasos onde essas plantas se encontravam, minimizando a possível contaminação de outros vasos por esporulação.

No início do mês de julho voltaram a surgir plantas com sintomas característicos de *F. oxysporum*. Após a análise do material vegetal, efetuada aos 99-daiE, no laboratório de Patologia Vegetal do Instituto Superior de Agronomia, com o precioso contributo da Professora Helena Oliveira, concluiu-se que os tomateiros de ambas as cultivares estavam afetados por *F. oxysporum* (isolado consistentemente das raízes e da região do colo) muito provavelmente f.sp.*radicis-lycopersici*. Isolaram-se igualmente das raízes fungos do género *Colletotrichum*, muito provavelmente da espécie *C. coccodes*, afetando sobretudo a VARIEDADE_1. Ainda que não se tenha efetuado isolamento é bastante provável que alguns dos sintomas evidenciados pelos frutos fossem também de *Colletotrichum*.

O fungo de solo (*F. oxysporum*) levou ao arranque de sete plantas. Atendendo a que ainda não tinha sido efetuado nenhum tratamento com os produtos em estudo, nem efetuado nenhum corte, decidiu-se retirar as plantas que se destinavam ao controlo.



Figura 4 – *Fusarium oxysporum* (fusariose vascular). A e B – Murchidão e clorose unilateral; C e D – Necrose do xilema; E – Isolamento e confirmação de *F.oxysporum*.

3.3.2.2. Primeira Colheita / Corte

De forma a reproduzir-se a colheita em campo, 108-daiE, procedeu-se à colheita dos frutos. Estes foram separados em verdes, laranjas e maduros, contabilizados e pesados. De seguida, procedeu-se ao corte das plantas (Figura 5A e 5B), efetuando-se dois tipos de corte distintos, considerando-se a partir de agora como zero-dacE (dias-após-corte-estufa).

O CORTE_1 foi feito em 17 vasos da VARIEDADE_1 e em 19 vasos da VARIEDADE_2. Este corte foi realizado a 4,5 cm do solo, tendo a globalidade das plantas ficado desprovidas de folhas. O CORTE_2 foi efetuado mais acima, com alguma aleatoriedade, em 18 vasos da VARIEDADE_1 e em 19 vasos da VARIEDADE_2, tendo sido apenas levado em conta o cuidado de deixar a planta com algumas folhas. Os cortes foram efetuados com uma tesoura de poda, desinfetada e limpa após cada corte.

Para determinar a massa fresca (MF) produzida na primeira fase da cultura, foram pesadas as partes aéreas colhidas após o corte (Figura 5C). O valor de MF é apresentado em gramas de MF por planta. Para a massa seca (MS), as mesmas amostras foram colocadas numa

estufa de secagem de ventilação forçada, a 60 °C durante três dias (Figura 5D). A MS é expressa em gramas de MS por planta (Figura 5E).



Figura 5 – Primeira Colheita / Corte: A e B - Corte das plantas; C - Pesagem de MF; D - Secagem das amostras; E - Pesagem de MS.

3.3.2.3. Aplicação de bioestimulantes

Foram testados dois bioestimulantes, BIO_X denominado PRODUTO_A e AlgaFert denominado PRODUTO_B. O delineamento experimental para o estudo do efeito dos bioestimulantes, apresenta-se no Quadro 7, tendo-se aplicado por rega manual. Ambos os

produtos foram aplicados imediatamente após o corte, tendo as restantes quatro aplicações sido realizadas em intervalos de cinco dias durante um período de 25 dias.

Aplicaram-se 200 ml do PRODUTO_A com uma concentração de 100 µM e 200 ml do PRODUTO_B com uma concentração de 90% (m/V) de substância ativa, a *Spirulina*. Como controlo, foram aplicados 200 ml de água desionizada.

Quadro 7 – Delineamento experimental aplicado ao ensaio de estufa para estudo do efeito de várias combinações de bioestimulantes para a regeneração da parte área decapitada.

VARIEDADE_1	CORTE_1	PRODUTO_A PRODUTO_B CONTROLO
	CORTE_2	PRODUTO_A PRODUTO_B CONTROLO
VARIEDADE_2	CORTE_1	PRODUTO_A PRODUTO_B CONTROLO
	CORTE_2	PRODUTO_A PRODUTO_B CONTROLO

3.3.2.4. Segunda Colheita

Aos 67-dacE, procedeu-se à segunda colheita de frutos, tendo os mesmos sido separados em verdes, laranjas e maduros, contabilizados e pesados. De seguida, procedeu-se ao corte das plantas junto ao solo. A metodologia utilizada para a determinação da MF e da MS após o segundo corte foi semelhante ao descrito no ponto 3.3.2.2.

3.3.2.5. Rega

Para que fosse possível que todos os vasos se encontrassem em iguais condições, com exceção dos parâmetros em estudo, a componente hídrica mereceu particular atenção. Assim, aquando da instalação do ensaio, efetuou-se o cálculo da capacidade máxima de retenção de água (CC). Começou-se por saturar o solo de um vaso e deixou-se que este atingisse a capacidade máxima de retenção de água, à pressão atmosférica, tendo sido

coberto com um prato para evitar a evaporação. A massa foi determinada quando o solo deixou de perder água por escoamento em função da gravidade. Este é um método grosseiro que nos confere aproximadamente a capacidade máxima de retenção de água no solo, permitindo regar em função do valor alcançado. Após determinada a capacidade máxima de retenção de água as regas com água desionizada foram calculadas de forma a não ultrapassar 70% da CC. Este limite foi ajustado em função do estado fenológico e/ou das condições meteorológicas.

3.3.2.6. Fertilização

A adubação de fundo consistiu na incorporação de 2 g de adubo organo-mineral por planta, LABIN® 5-9-18 (Nutrisapec, Portugal), aquando do enchimento dos vasos. Esta adubação foi calculada tendo em conta a análise de solo (Anexo II).

Atendendo a que alguns frutos manifestavam sintomas de podridão apical, para suprimir algumas carências nutritivas, nomeadamente de cálcio aplicou-se um adubo foliar rico neste nutriente, o Complezal® Cálcio (Bayer, Portugal). Próximo das datas de colheita procedeu-se à adubação foliar com um adubo constituído essencialmente por potássio, o Complezal® 5-8-10 (Bayer, Portugal). As aplicações de adubos foliares foram feitas com recurso a um pulverizador de mão, aquando da aplicação dos tratamentos fitossanitários. Esta aplicação conjunta teve como objetivo evitar a lavagem dos produtos aplicados e o aumento do período de humectação da folha, favorável ao desenvolvimento de doenças. Nos dias que se seguiram ao primeiro corte foram efetuadas adubações via rega com o adubo Complezal® Cálcio (Bayer, Portugal). No Quadro 8 são indicados os produtos utilizados na fertilização, bem como as dosagens e as datas de aplicação.

Quadro 8 – Fertilização aplicada no ensaio em estufa, de acordo com as datas de aplicação (daiE e dacE). Indicação do nome comercial e composição dos produtos utilizados, bem como das quantidades e métodos de aplicação.

Data de aplicação	Nome comercial	Composição	Quantidade aplicada	Método de aplicação
0-daiE	LABIN® 5-9-18 (Nutrisapec Portugal)	NPK 5-9-18 + MgO + Fe	2 g/vaso	Fundo*
63-daiE	Complezal® cálcio (Bayer CropScience Portugal)	15% CaO, 10% N + 2% MgO + B + Cu + Fe + Mn + Mo + Zn	2 mL/L	Foliar**
82-daiE 93-daiE 38-dacE 52-dacE	Complezal® 5-8-10 (Bayer CropScience Portugal)	NPK 5-8-10 + B + Cu + Fe + Mn + Mo + Zn	5 mL/L	Foliar**
2-dacE 7-dacE 17-dacE	Complezal® cálcio (Bayer CropScience Portugal)	15% CaO, 10% N + 2% MgO + B + Cu + Fe + Mn + Mo + Zn	2 mL/L	Rega**

(*) de acordo com as análises de solo (Laboratório Agrama - Anexo II).

(**) de acordo com o recomendado pelo fabricante

3.3.2.7. Fitossanidade

A estratégia de proteção fitossanitária implementada no ensaio seguiu as normas da proteção integrada, tendo sido utilizadas medidas diretas e indiretas de luta (Amaro, 2003).

Aquando da instalação do ensaio procedeu-se à inspeção prévia das plantas vindas do viveiro que aparentemente não manifestavam sintomas de qualquer patologia, como referido pelo viveirista Relcampo.

A existência dos carros porta-vasos em trilhos *Decauville* permitiu gerir a permanência ou retirada dos vasos da estufa envidraçada. Preconizou-se que as plantas ficavam no interior da estufa sempre que estava prevista a ocorrência de precipitação, de forma a minimizar a humectação das folhas, fator essencial ao desenvolvimento de diversas doenças e ainda de forma a evitar a lavagem dos produtos aplicados nas folhas. Nos restantes dias definiu-se que as plantas estariam no interior ou exterior da estufa em função da temperatura ótima para o estágio de desenvolvimento em que se encontravam. Em função das temperaturas registadas entre os seis-dacE e os 11-dacE, superiores a 35 °C, procedeu-se à colocação de uma rede de sombra sobre as plantas e à pulverização das mesmas com água, de forma a permitir o decréscimo de temperatura. As ameaças fitossanitárias são por vezes influenciadas pelo

equilíbrio nutricional das plantas, pelo que se tomou particular cuidado em evitar o excesso de adubação azotada.

Relativamente a doenças que afetam a parte aérea das plantas de tomate, causadas por fungos e pseudofungos, adotou-se particular atenção às mais referenciadas na bibliografia, nomeadamente *Phytophthora infestans* (míldio), *Leveillula taurica* (oídio “interno”), *Oidium neolycopersici* (oídio “externo”), *Passalora fulva* (cladosporiose), a *Alternaria tomatophila* (alternariose) e a *Botrytis cinerea* (podridão cinzenta) (Amaro & Mexia, 2006). Para além das medidas acima descritas, recorreu-se ainda a meios de luta químicos através de tratamentos preventivos aquando da ocorrência de condições favoráveis ao desenvolvimento destas doenças.

No que concerne a pragas teve-se principal atenção àquelas que mais estragos provocam nesta cultura, *Helicoverpa armigera* (lagarta dos frutos), *Tuta absoluta* (traça), *Tetranychus urticae* e *evansi* (ácaros tetraniquídeos), *Aculops lycopersici* (ácaros eriofídeos), *Frankliniella occidentalis* (tripes), afídeos e *Bemisia tabaci* (mosca branca) (Amaro & Mexia, 2006). As pragas que obrigaram ao combate químico foram o *Tetranychus urticae* e a *Tuta absoluta*. A primeira surgiu aos 17-dacE, com o acréscimo significativo das temperaturas, provocando estragos nas folhas ao passo que a segunda surgiu aos 32-dacE, provocando estragos nas folhas e nos frutos.

Os tratamentos químicos efetuados no ensaio foram aplicados com recurso a um pulverizador de mão, seguindo as regras de proteção integrada da alternância de famílias das substâncias ativas e tendo em consideração o número máximo de aplicações com determinado produto/substância ativa (Amaro, 2003) (Quadro 9).

Quadro 9 – Tratamentos fitossanitários efetuados via foliar no ensaio em estufa, de acordo com as datas de aplicação (daiE e dacE). Identificação dos tipos de produtos utilizados no combate às pragas-chave da cultura, nome comercial, substância ativa e quantidades aplicadas.

Datas de aplicação	Tipo de Produto	Nome Comercial	Substância Ativa	Quantidade*
25-daiE 35-daiE	Fungicida	Torero® (Ascenza Portugal)	Cimoxanil + Mancozebe	3 g/L
46-daiE 57-daiE	Fungicida	Melody® (Bayer CropScience Portugal)	Folpete + Iprovalicarbe	1,3 g/L
46-daiE 57-daiE 63-daiE 17-dacE 38-dacE	Fungicida	Stulln® (Ascenza Portugal)	Enxofre	2 g/L
46-daiE 57-daiE	Fungicida	Vitra® 40 Micro (IQV Agro Portugal)	Hidróxido de cobre	2,5 g/L
66-daiE	Fungicida	Ridomil Gold® R (Syngenta Crop Protection Portugal)	Oxicloreto de cobre + Metalaxil-M	4,7 g/L
82-daiE	Fungicida	Ortiva® (Syngenta Crop Protection Portugal)	Azoxistrobina	1 mL/L
17-dacE	Acaricida	Borneo® (Nufarm Portugal)	Etoxazole	2,5 mL/L
38-dacE	Inseticida	Boreal® (Ascenza Portugal)	Abamectina	0,6 mL/L

(*) de acordo com o recomendado pelo fabricante

3.4. Ensaio em Campo

3.4.1. Caracterização do local experimental

O ensaio em campo instalou-se na parcela Alto dos Casais (39°03'33.6"N; 8°45'37.0"W), em Escaroupim, Salvaterra de Magos, explorada pela Sociedade Agrícola Ortigão Costa, Lda, empresa parceira do grupo operacional PDR2020 – LTT (Figura 6).

Esta parcela apresenta uma área total de 11,64 ha. Nas parcelas adjacentes existiam as seguintes culturas: Norte – Vinha; Sul – Batata; Oeste – Tomate; Este – Tomate. O antecedente cultural na parcela em estudo foi o tomate.

De acordo com a classificação climática de Koppen o clima da área em estudo é do tipo mediterrâneo, mesotérmico húmido com estação seca e quente no verão apresentando invernos frios e húmidos (Csa) (AEMET & IPMA, 2011).

As características do solo apresentam-se no ponto 3.3.1., uma vez que o solo utilizado no ensaio em estufa era proveniente desta parcela.

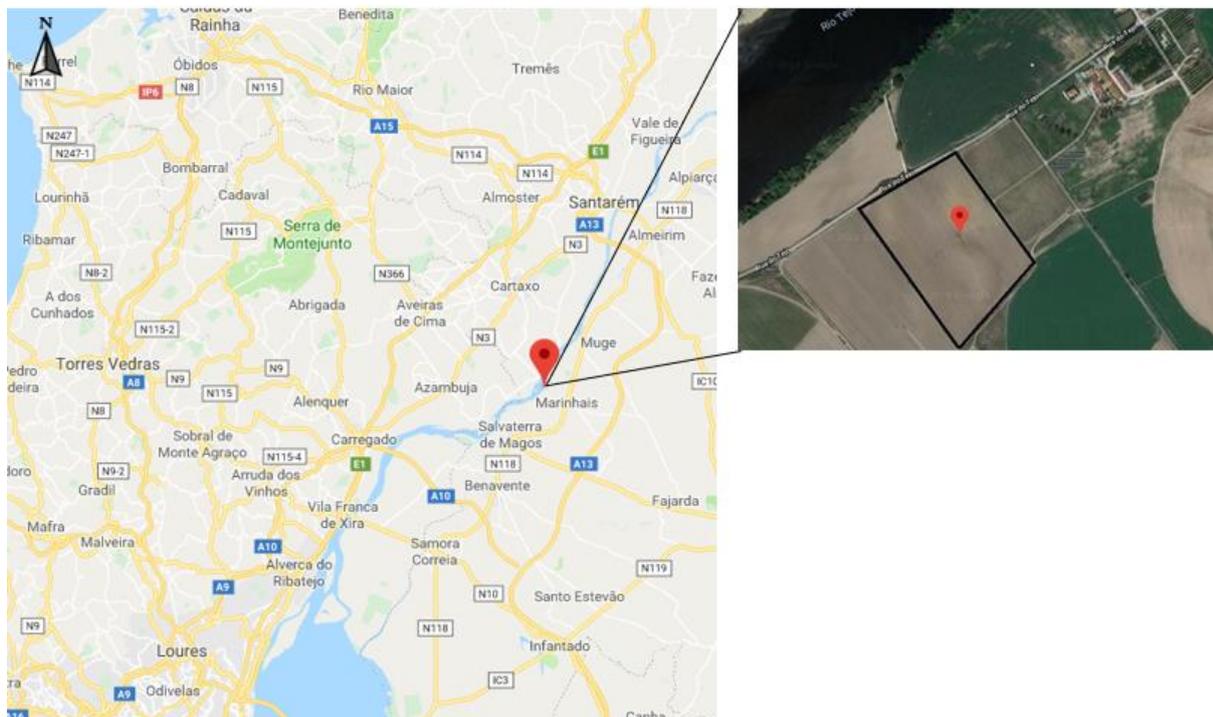


Figura 6 – Localização da parcela Alto dos casais.

3.4.2. Delineamento experimental

3.4.2.1. Instalação

O ensaio instalou-se nos dias 2 e 3 de maio de 2018, zero dias-após-instalação-campo (daiC). Procedeu-se à instalação manual de quatro linhas, cada uma das quais com 430 m de comprimento (Figura 7). Com o auxílio de uma cana previamente marcada, de forma a respeitar a distância na linha de 19 cm abriram-se as covas com um plantador manual, de seguida retiraram-se as plantas das placas alveoladas e procedeu-se ao seu transplante. A distância na entrelinha foi de 1,52 m, previamente definida pela distribuição mecânica da fita de rega. O compasso utilizado no ensaio foi exatamente igual ao que foi aplicado na restante

área da parcela transplantada mecanicamente. Preconizou-se uma instalação manual dado que a máquina que plantou a restante área da parcela estava afinada para tabuleiros com medidas diferentes dos utilizados no ensaio, sendo a afinação da mesma bastante dispendiosa.



Figura 7 – Instalação do ensaio em campo.

Neste ensaio utilizaram-se as mesmas variedades do ensaio em estufa. Nas restantes linhas da parcela foi instalada mecanicamente a VARIEDADE_1, pela empresa Sociedade Agrícola Ortigão Costa. Nas semanas que antecederam a plantação a empresa responsável pela parcela realizou a preparação de solo de acordo com as operações discriminadas no Anexo III.

3.4.2.2. Primeira Colheita / Corte

Nos dias que antecederam a colheita na parcela Alto dos Casais, a empresa responsável pela mesma efetuou a colheita em parcelas vizinhas, com uma tipologia de solos muito semelhante, em que a passagem da máquina de colheita arrancou por completo as plantas do solo. Esta observação levou à redefinição da estratégia inicial que previa o corte das plantas a duas alturas distintas através do ajuste da barra de corte da colhedora, para o corte manual, de forma a viabilizar o estudo. A constatação desta dificuldade deu origem a uma análise cuidada da tipologia de solo mais adequada para o desenvolvimento do projeto nos próximos anos, tal como apresentado no ponto 3.5.

A colheita dos frutos na parcela Alto dos Casais foi efetuada mecanicamente nas noites 119 e 120-daiC, sendo que a 123-daiC procedeu-se ao corte manual das plantas do ensaio (Figura 8), considerado agora como zero dias-após-corte-campo (zero-dacC).

O CORTE_1 foi feito em 160 plantas da VARIEDADE_1 e em 160 plantas da VARIEDADE_2. À semelhança do ensaio em estufa, este corte foi realizado a 4,5 cm do solo, tendo a globalidade das plantas ficado desprovidas de folhas. O CORTE_2 foi efetuado mais acima, com alguma aleatoriedade, em 160 plantas da VARIEDADE_1 e em 160 plantas da VARIEDADE_2, tendo sido apenas levado em conta o cuidado de deixar a planta com algumas folhas. Os cortes foram efetuados com uma tesoura de poda, desinfetada e limpa após cada corte.



Figura 8 – Corte manual das plantas.

3.4.2.3. Aplicação de bioestimulantes

O delineamento experimental para o estudo do efeito dos bioestimulantes, foi de acordo com o Quadro 10. Os produtos foram aplicados por rega manual, dois-dacC, em intervalos de cinco dias, durante um período de 20 dias, perfazendo um total de cinco aplicações (Figura 9). Aplicaram-se 200 ml do PRODUTO_A com uma concentração de 100 μ M e 200 ml do PRODUTO_B com uma concentração de 90% (*m/V*) de substância ativa, a *Spirulina*. Aos 23-dacC, o ensaio de campo foi dado como concluído.

Quadro 10 – Delineamento experimental aplicado ao ensaio de campo para estudo do efeito de várias combinações de bioestimulantes para a regeneração da parte área decapitada.

Variedade	Corte	Modalidades			
VARIEDADE_2	C1	3	3	1	2
		2	1	3	1
		1	2	2	3
	C2	2	3	1	3
		1	1	3	2
		3	2	2	1
VARIEDADE_1	C1	1	2	3	3
		3	1	1	2
		2	3	2	1
	C2	3	3	2	1
		2	1	1	3
		1	2	3	2

Legenda	
1	Controlo
2	PRODUTO_B
3	PRODUTO_A

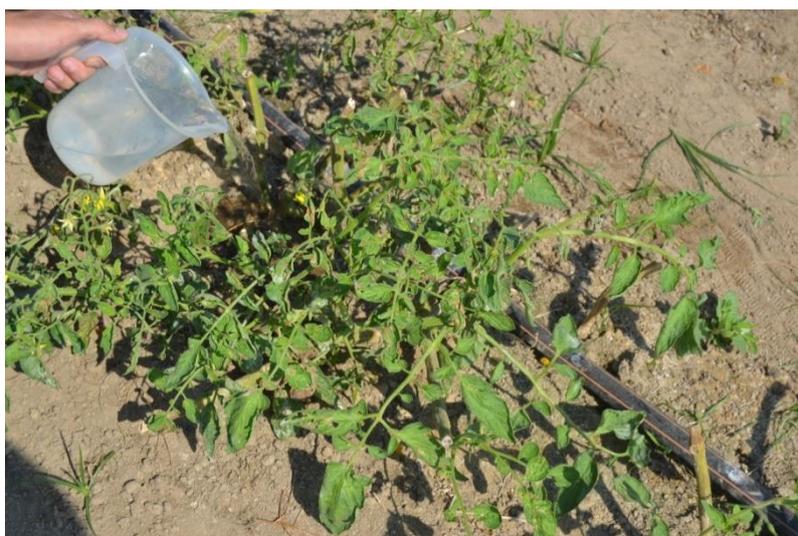


Figura 9 – Aplicação de bioestimulantes por rega manual no ensaio de campo.

3.4.2.4. Rega

Para proceder à rega das plantas utilizou-se o sistema de gota-a-gota com recurso a fita de rega. A fita foi distribuída mecanicamente aquando da plantação, com um espaçamento entre gotejadores de 20 cm. O caudal dos gotejadores foi de 0,72 L/h. Ao longo do ciclo cultural o técnico da empresa que explora a parcela responsabilizou-se pela gestão de rega, pelo que, consoante as condições meteorológicas e os dados obtidos pelo equipamento de monitorização adaptou o tempo de rega ao ciclo vegetativo da cultura. Os parâmetros da água

de rega também foram analisados de forma a perceber a qualidade da água, oriunda de um furo vertical existente na parcela (Anexo IV).

Após a colheita mecânica a fita de rega ficou completamente destruída, pelo que, assim que concluído o corte manual das plantas que compunham o ensaio distribuíram-se quatro novas fitas de rega. A reinstalação do sistema de rega teve o precioso contributo do responsável da parcela, o Engenheiro Nuno Lopes, da Sociedade Agrícola Ortigão Costa.

No zero-dacC procedeu-se a uma rega de 2 h, sendo que nos três dias seguintes continuou-se a regar de igual forma, atendendo a que o teor de água no solo se encontrava abaixo do coeficiente de emurchecimento. Este encontrava-se bastante baixo dado ter-se efetuado um corte de rega 12 dias antes do início da colheita. Após este período a gestão de rega efetuou-se tendo em conta as condições meteorológicas e a resposta das plantas aos bioestimulantes.

Nos dias que se seguiram à instalação do ensaio a Terrapro Technologies - Agricultura de Precisão, empresa parceira do grupo operacional PDR2020 – LTT, procedeu à instalação de uma estação de monitorização da humidade do solo (Figura 10). Esta era constituída por um *datalogger*, que permitiu o armazenamento de dados provenientes de um sensor; um sistema autónomo de energia, painel solar e bateria; um sistema de comunicação GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis) e uma sonda de capacitância de seis níveis (10, 20, 30, 40, 50 e 60 cm de profundidade).

Para análise dos dados recolhidos pela sonda a Terrapro Technologies (Portugal) disponibilizou o acesso a uma ferramenta *online*, Software uSens V 3.0, que permite a visualização de um mapa georreferenciado com a estação instalada e a consulta de gráficos da evolução da humidade do solo, ao longo do tempo, a várias profundidades. Através desta análise é possível verificar o crescimento radicular (quando existem consumos em profundidade), mas também se as dotações aplicadas estão a ser exageradas, humedecendo zonas fora da exploração das raízes.



Figura 10 – Estação de monitorização da humidade do solo.

3.4.2.5. Fertilização

A fertilização efetuou-se de forma homogénea em toda a parcela tendo em conta o resultado da análise de solos (Anexo II). Incorporou-se um adubo de fundo aquando da preparação do solo para a instalação da cultura. As restantes adubações foram feitas por fertirrega ao longo do ciclo vegetativo (Anexo V).

Após o corte, na área de ensaio, efetuou-se uma adubação administrada por fertirrega da solução azotada 32N e duas aplicações com recurso a um pulverizador manual do adubo Complezal® cálcio (Quadro 11).

Quadro 11 – Fertilização aplicada no ensaio em campo, de acordo com as datas de aplicação (daiC e dacC). Indicação do nome comercial e composição dos produtos utilizados, bem como das quantidades e métodos de aplicação.

Data de aplicação	Nome comercial	Composição	Quantidade aplicada	Método de aplicação
1-dacC	Solução azotada 32N	25% nitrato + 25% amónio + 50% ureia	100 L/ha	Fertirrega**
5-dacC 9-dacC	Complezal® cálcio (Bayer CropScience Portugal)	15% CaO, 10% N + 2% MgO + B + Cu + Fe + Mn + Mo + Zn	2 mL/L	Rega manual**

(**) de acordo com o recomendado pelo fabricante.

3.4.2.6. Controlo de Infestantes

O controlo de infestante levado a cabo pela empresa foi maioritariamente químico, através da aplicação de herbicidas (Anexo VI). Para além disso, foi efetuada uma sacha mecânica 26-daiC. Após o corte o controlo de infestantes na área de ensaio foi feito através de monda manual.

3.4.2.7. Fitossanidade

Os tratamentos fitossanitários realizados até à colheita foram efetuados na totalidade da parcela pela empresa (Anexo VI).

Com o intuito de avaliar a suscetibilidade das variedades aos inimigos da cultura, procedeu-se à estimativa do risco, tendo sido efetuadas observações semanais e aplicadas metodologias de quantificação dos inimigos, de forma a identificar e determinar a intensidade de ataque. Estas observações deram particular ênfase à mosca branca e aos ácaros, dado

que haviam sido as pragas que mais estragos provocaram na campanha anterior. Assim, a técnica de amostragem utilizada foi a observação visual, sendo que a amostra foi constituída por 25 plantas de cada uma das variedades em estudo, definidas da forma mais aleatória possível, tendo em conta apenas os ventos dominantes e o percorrer da parcela em ziguezague para garantir uma maior representatividade da amostra. Estas diretrizes obedeceram ao protocolo de observações (Anexo I), gentilmente cedido pela Professora Adjunta Maria do Céu Godinho da ESA de Santarém/IPS.

Após o corte, atendendo a que um dos fatores de nocividade da incidência de determinados inimigos é a colheita nas parcelas vizinhas era expectável que as pragas atacassem de forma severa as plantas do ensaio. Assim, zero-dacC instalou-se uma armadilha cromotrópica amarela, que não sendo seletiva, possibilita aferir que inimigos e auxiliares estão presentes na área de ensaio. Para *Tuta absoluta* (traça do tomate) recorreu-se a uma armadilha do tipo delta com feromona sexual. Para *Helicoverpa armigera* (lagarta do tomate), a armadilha utilizada era do tipo funil, também ela contendo feromona sexual.

Relativamente às doenças, a estimativa do risco baseou-se na observação visual das plantas, através do reconhecimento do sinal ou de sintomas diferenciadores de cada patogénico, sempre que existiam condições favoráveis à sua ocorrência, nomeadamente meteorológicas.

Após o corte foram efetuados dois tratamentos fitossanitários, com recurso a um pulverizador de mão, tal como descrito no Quadro 12.

Quadro 12 – Tratamentos fitossanitários efetuados via foliar no ensaio em campo, de acordo com as datas de aplicação (daiC e dacC). Identificação dos tipos de produtos utilizados no combate às pragas-chave da cultura, nome comercial, substância ativa e quantidades aplicadas.

Datas de aplicação	Tipo de Produto	Nome Comercial	Substância Ativa	Quantidade*
8-dacC	Fungicida	Torero® (Ascenza Portugal)	Cimoxanil + Mancozebe	3 g/L
8-dacC	Fungicida	Stulln® (Ascenza Portugal)	Enxofre	2 g/L
8-dacC	Inseticida	Boreal® (Ascenza Portugal)	Abamectina	0,6 mL/L
17-dacC	Fungicida	Torero® (Ascenza Portugal)	Cimoxanil + Mancozebe	3 g/L
17-dacC	Fungicida	Stulln® (Ascenza Portugal)	Enxofre	2 g/L
17-dacC	Inseticida	Boreal® (Ascenzarelcasm Portugal)	Abamectina	0,6 mL/L

(*) de acordo com o recomendado pelo fabricante

3.5. Estudo Edáfico

Face ao exposto no ponto 3.4.2.2. o consórcio decidiu que seria imprescindível proceder-se a um estudo de quais os solos com maior potencial para o sucesso do projeto em anos futuros. Assim, assumindo que as propriedades do solo da parcela Alto dos Casais inviabilizam este projeto, atendendo a que a colheita mecânica arranca as plantas pela raiz, procuraram-se de imediato solos em que tal não sucedesse, em colaboração com o CCTI, líder do grupo operacional LTT. Desta pesquisa surgiram algumas tipologias de solos em que as plantas quando sujeitas a colheita mecânica eram cortadas permanecendo o seu sistema radicular praticamente intacto.

Para que fosse possível compreender as propriedades do solo que permitiram estes dois resultados tão distintos, foi levado a cabo um estudo com o intuito de determinar a textura e

distribuição de agregados por classes granulométricas, em colaboração com a Professora Manuela Abreu, do ISA.

3.5.1. Caracterização do local de estudo

A parcela Central com uma área de 13 ha, localiza-se na União de Freguesias do Carregado e Cadafais, concelho de Alenquer, junto à central termoelétrica do Ribatejo ($39^{\circ}00'30.6''N$, $-8^{\circ}56'54.4''W$) (Figura 11).

O clima, de acordo com a classificação climática de Köppen, é temperado húmido, Csa, com invernos frios e húmidos e verões quentes e secos (AEMET & IPMA, 2011). Em termos médios anuais, a temperatura é de $16,5^{\circ}C$ e a precipitação de 678 mm (Climate-data, s.d.).

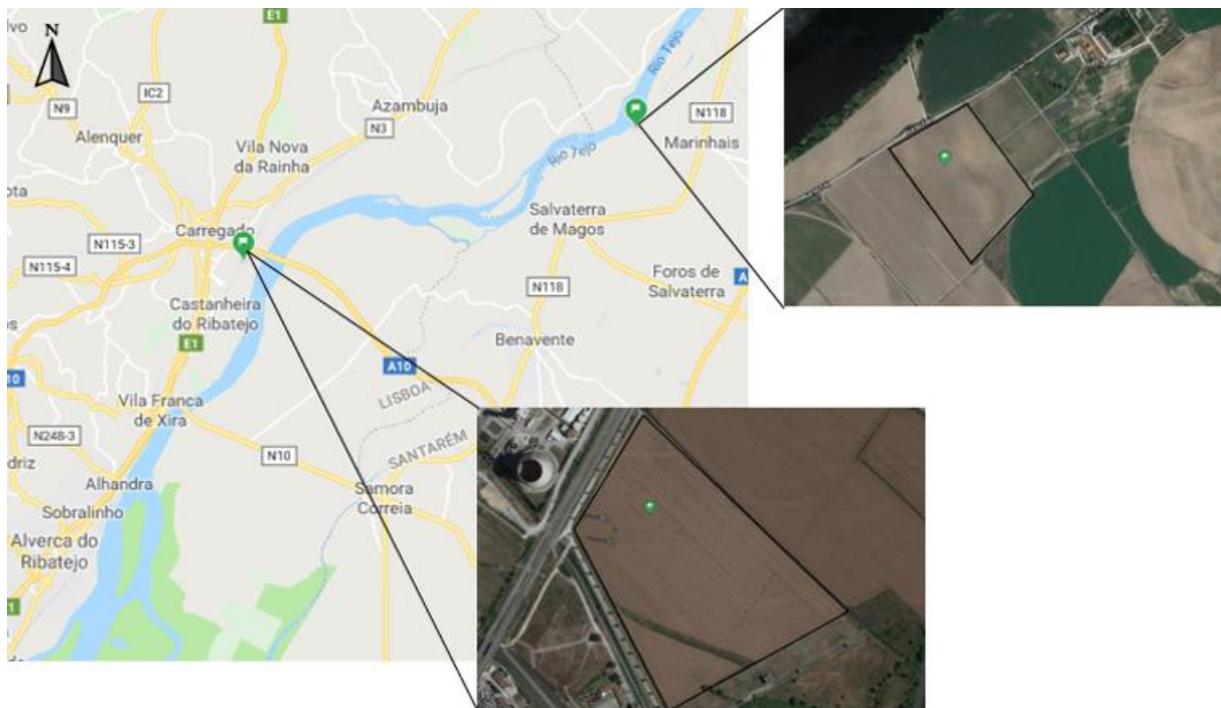


Figura 11 – Localização das parcelas em estudo.

3.5.2. Delineamento experimental

3.5.2.1. Separação e quantificação de agregados

Após a colheita do tomate procedeu-se à recolha das amostras de solo em ziguezague, pela área da parcela Alto dos Casais, onde estava localizado o ensaio de campo, de forma a garantir-se a representatividade das mesmas. Igual procedimento foi efetuado na parcela Central, no Carregado. Com recurso a uma pá foram colhidas, cuidadosamente para minimizar a perturbação, três amostras de cada parcela junto ao sistema radicular das plantas, cada uma das quais com cerca de 1 kg. Neste processo tomou-se particular atenção à recolha, bem como ao acondicionamento das amostras, tendo sido envoltas em papel e colocadas em pequenas caixas de plástico de forma a evitar a destruição dos agregados.

As amostras foram levadas para o laboratório de Geoquímica Ambiental do Instituto Superior de Agronomia. Atendendo ao facto do solo se encontrar seco não houve necessidade de proceder à secagem do mesmo. A cada uma das amostras retirou-se aleatoriamente uma pequena porção com cerca de 5 g que constituiu a subamostra. Esta, foi introduzida num crivo de malha 0,05 mm e imersa em etanol de forma a estabilizar e fixar os agregados, minimizando a sua destruição e descartar as partículas < 0,05 mm. De seguida, a subamostra foi passada para um recipiente de vidro e colocada na estufa a 105 °C durante 48 h.

As várias frações de agregados foram separadas simultaneamente num vibrador mecânico (Figura 12), com os peneiros dispostos em coluna, os de malha maior em cima e os de malha mais pequena em baixo. Os peneiros utilizados pertenciam à série TYLER e apresentavam diferentes malhas (2 mm; 1 mm; 0,5 mm; 0,25 mm; 0,1 mm e 0,05 mm). Assim, colocou-se a subamostra no peneiro superior e acionou-se o vibrador mecânico com uma amplitude de 4,5 durante 2 min e 30 seg. As frações retidas em cada uma das malhas foram pesadas individualmente a fim de se determinar a massa de agregados por classe de tamanho. Foram realizadas cinco repetições (subamostras) por cada amostra de solo, sendo que os peneiros foram sendo limpos com um pincel sempre que ocorreu uma troca de solo.



Figura 12 – Vibrador mecânico.

3.5.2.2. Análise granulométrica

Para a análise da granulometria do solo das parcelas Alto dos Casais e Central colheu-se em cada uma delas 0,5 kg de solo, em ziguezague de forma a garantir uma maior representatividade das mesmas. De seguida transportaram-se as amostras para o Laboratório de Pedologia, do Instituto Superior de Agronomia, onde foram analisadas para determinação

das classes granulométricas (argila, limo, areia fina e areia grossa) recorrendo-se à metodologia de crivagem e sedimentação (Póvoas & Barral, 1992).

3.5.2.3. Análise Estatística

A análise estatística dos resultados foi realizada pelo programa estatístico GraphPad Prism5 (GraphPad Software, La Jolla, CA, USA). Os dados foram submetidos à análise de variância (one-way ANOVA), seguido do teste Tukey com um nível de significância de $p < 0.05$, ou foram submetidos a t-test Student com um nível de significância de $p < 0.05$.

4. RESULTADOS

4.1. Estufa

4.1.1. Primeira Colheita / Corte

No 108º dia colheram-se, contabilizaram-se e pesaram-se os frutos de ambas as variedades. Através da análise dos dados relativos à primeira colheita/corte procurou-se apenas avaliar as diferenças existentes entre as variedades, dado que ainda não haviam sido introduzidas outras variáveis em estudo. Avaliou-se o peso total dos frutos, o número médio de frutos por planta, bem como o respetivo estado de maturação, contabilizou-se ainda a massa fresca e seca.

Relativamente à massa dos frutos (MFr) registaram-se diferenças significativas, sendo que a VARIEDADE_1 apresentou uma produção média 26% superior à VARIEDADE_2 (Figura 13). No entanto, a VARIEDADE_2 apresenta um ciclo de 118 dias, ao passo que o ciclo da VARIEDADE_1 tem aproximadamente 105 dias, ambos considerados ciclos médios de acordo com Almeida (2006). Assim, atendendo a que a VARIEDADE_2 necessitaria de um maior número de dias para explorar todo o seu potencial produtivo, seria necessário atrasar a sua colheita para se poderem efetuar considerações definitivas acerca da produtividade.

No que respeita à biomassa, tanto a massa fresca (MF), como a massa seca (MS) das plantas da VARIEDADE_2 mostrou-se em média, respetivamente, 24 e 19% superior à das plantas da VARIEDADE_1, o que seria expectável tendo em consideração a duração do seu ciclo.

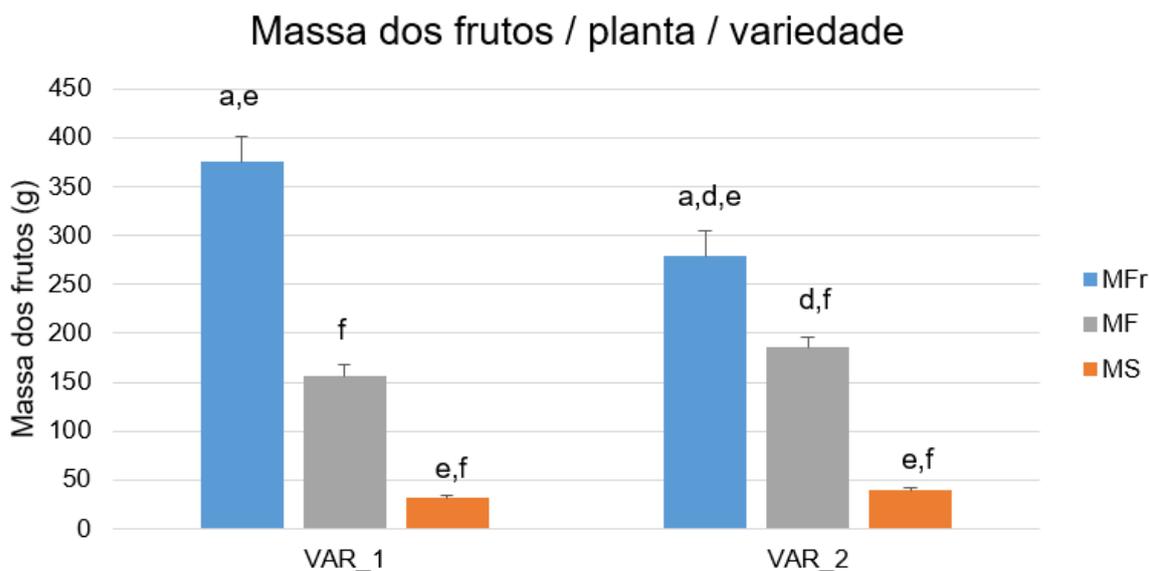


Figura 13 – Massa dos frutos (MFr), massa fresca (MF) e massa seca (MS) da VARIEDADE_1 e VARIEDADE_2 após a 1ª colheita. Os dados são médias \pm erro padrão de 40 plantas por variedade. (a) diferença significativa na MFr entre variedades; (b) diferença significativa na MF entre variedades; (c) diferença significativa na MS entre variedades; (d) diferença significativa na MFr e MF dentro da mesma variedade; (e) diferença significativa na MFr e MS dentro da mesma variedade; (f) diferença significativa na MS e MF dentro da mesma variedade. One-way ANOVA, post-hoc Tukey, $p < 0.05$.

A precocidade da VARIEDADE_1 permite uma antecipação do período de colheita que constitui uma mais-valia para a indústria possibilitando a receção dos frutos fora do pico da campanha. Para além disso, é condição indispensável para uma potencial segunda colheita, minimizando a possibilidade desta ser afetada pelas primeiras chuvas outonais. Apesar de a VARIEDADE_2 apresentar um ciclo cerca de 13 dias mais longo, optou-se pela sua escolha para este estudo uma vez que de acordo com o gestor de vendas da empresa que comercializa a variedade em Portugal, esta apresenta bastante vigor, emitindo muitos rebentos (D. Anjos, comunicação pessoal, 2018), o que poderá constituir uma vantagem no processo de regeneração da planta.

Relativamente ao número total de frutos por planta verificaram-se diferenças significativas entre variedades, dado que a VARIEDADE_1 produziu em média mais 43% de frutos que a VARIEDADE_2 (Figura 14). Contudo, os frutos da VARIEDADE_2 apresentaram um calibre 24% superior aos da VARIEDADE_1.

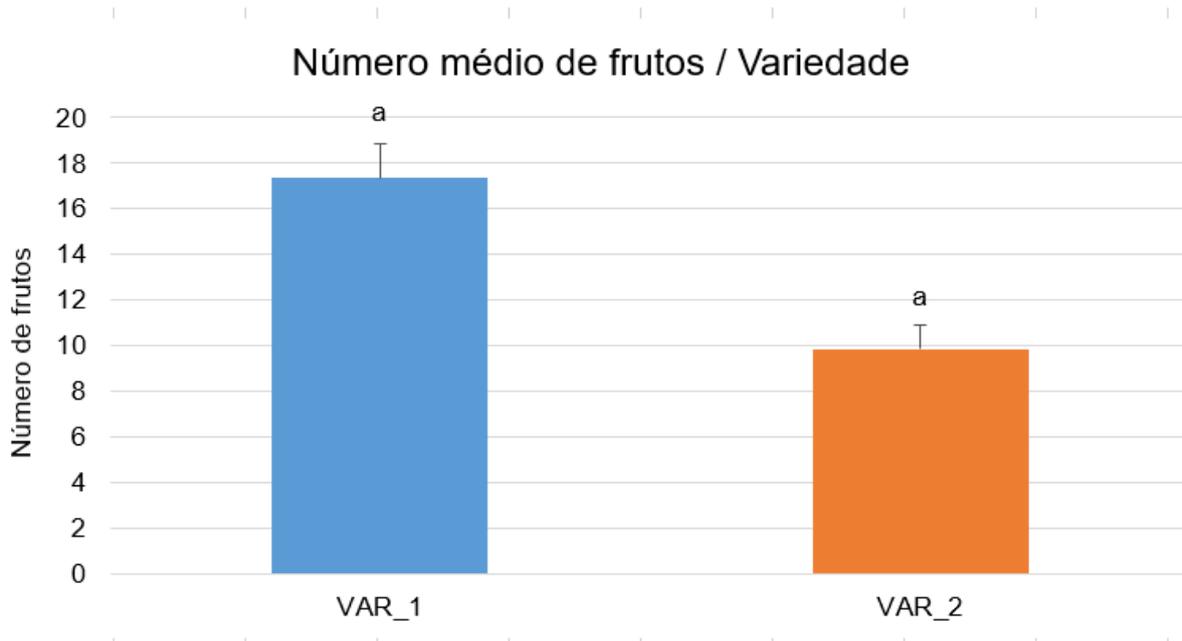


Figura 14 – Número médio de frutos por variedade. Os dados são médias \pm erro padrão de 40 plantas por variedade. (a) diferença significativa entre VARIEDADE_1 e VARIEDADE_2, t-Test Student, $p < 0.05$.

No que respeita ao estado de maturação dos frutos a VARIEDADE_1 produziu mais 57% de frutos maduros (M) que a VARIEDADE_2, o que seria expectável, atendendo à diferença da duração do ciclo de cada uma das variedades. As diferenças registadas entre o número de frutos laranjas (L) e verdes (V) não são consideradas significativas. Dentro da mesma variedade observam-se algumas diferenças significativas, nomeadamente entre os frutos maduros (M) e laranjas (L) da VARIEDADE_1 e entre os frutos laranjas (L) e verdes (V) em ambas as variedades. A percentagem de frutos verdes da VARIEDADE_1 é muito elevada, o que não seria previsível atendendo à duração do seu ciclo (Figura 15). As técnicas culturais utilizadas no ensaio, nomeadamente o número reduzido de fertilizações e uma baixa exposição solar, quando comparado com as condições de campo poderão justificar este valor. A otimização do ponto ótimo de colheita assume capital importância, por forma a garantir uma boa homogeneidade da maturação, coloração, acidez e elevados teores de sólidos solúveis, fundamentais numa primeira colheita que garantirá o rendimento do produtor.

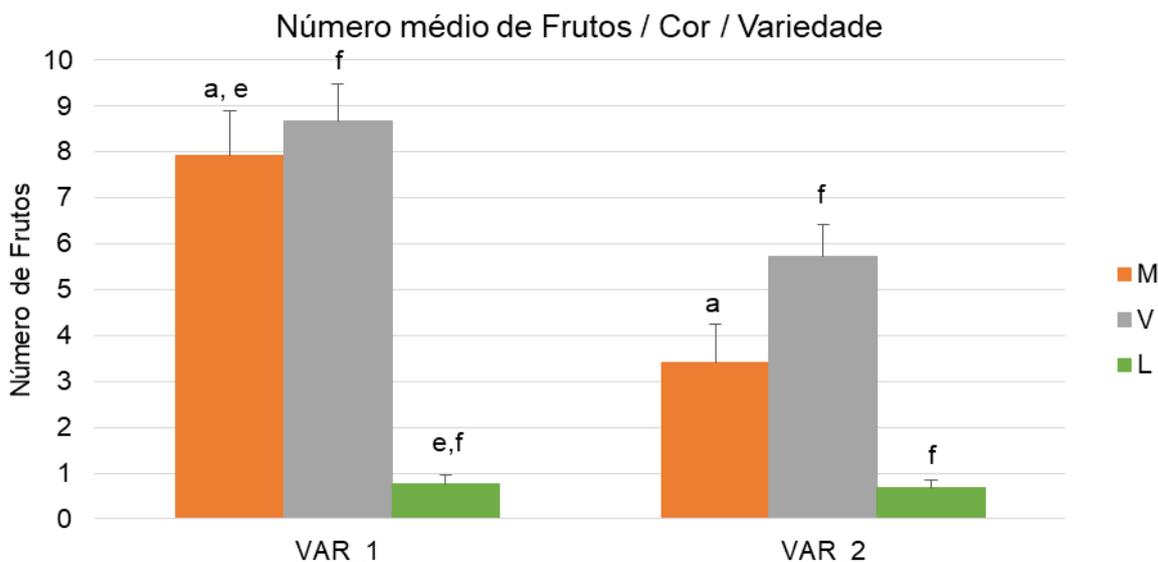


Figura 15 – Número médio de frutos maduros (M), verdes (V) e laranjas (L) após a 1ª colheita. Os dados são médias \pm erro padrão de 40 plantas por variedade. (a) diferença significativa em M entre variedades; (b) diferença significativa em V entre variedades; (c) diferença significativa em L entre variedades; (d) diferença significativa entre M e V dentro da mesma variedade; (e) diferença significativa entre M e L dentro da mesma variedade; (f) diferença significativa entre V e L dentro da mesma variedade. One-way ANOVA , post-hoc Tukey, $p < 0.05$.

4.1.2. Segunda Colheita / Corte

A 1ª colheita/corte processou-se 108 daiE, designando-se daí em diante de zero-dacE. Através da análise da Figura 16 constata-se a evolução cronológica da regeneração das plantas desde a 1ª colheita/corte, culminando com a data da 2ª colheita/corte, 67-dacE. Ao invés da 1ª colheita em que os parâmetros analisados tomaram apenas em consideração as diferenças entre as variedades, após a segunda colheita avaliou-se a capacidade regenerativa das plantas tendo em conta os diferentes tipos de corte e de bioestimulantes aplicados.



Figura 16 – Evolução cronológica do processo regenerativo do tomateiro desde a 1ª colheita / corte (zero-dacE) até à 2ª colheita / corte (67-dacE).

Das plantas em estudo 84% regeneraram após o primeiro corte não existindo diferenças significativas em relação aos diferentes produtos aplicados e às variedades em estudo. As restantes plantas (16%) acabaram por secar, sendo que dessas 92%, correspondia às que sofreram o CORTE_1 a 4,5 cm. No CORTE_1, as plantas ficaram totalmente desprovidas de folhas sendo a transpiração das mesmas muito reduzida não se gerando no seu interior uma pressão negativa que segundo Chavarria & Santos (2012) constitui uma força motriz para que ocorra o movimento de ascensão de água e nutrientes ao longo do xilema.

As plantas que acabaram por secar começaram por escurecer, sendo que segundo Saltveit *et al.* (2005), este fenómeno poderá ficar a dever-se à oxidação enzimática, que provoca reações que causam o escurecimento do tecido da planta. No método de decapitação completa (CDM), Johkan *et al.* (2008) constatou que o escurecimento dos tecidos é frequentemente observado em superfícies cortadas de algumas cultivares de tomate que possuem menor regeneração da parte aérea, verificando um incremento no número de rebentos regenerados 15 vezes superior quando procedeu ao sombreamento da superfície de corte das hastes.

As plantas submetidas ao CORTE_2 demonstraram ser as mais produtivas, quando comparadas com as sujeitas ao CORTE_1, assumindo esta variável particular importância para o sucesso do processo regenerativo (Figura 17). Harada *et al.* (2005), constatou que o número médio de rebentos regenerados em cada haste lateral aumentou de acordo com as

posições foliares mais altas, o que pode explicar o facto das plantas sujeitas ao CORTE_2 terem sido mais produtivas.

Na generalidade das modalidades a VARIEDADE_2 revelou-se a mais produtiva, ainda que a VARIEDADE_1, quando sujeita à combinação CORTE_2 x PRODUTO_B demonstra-se ser a modalidade mais produtiva de todas, com uma produção média de 226 g por planta. A VARIEDADE_2 demonstrou ser mais produtiva quando sujeita ao CORTE_2, independentemente do produto aplicado. A VARIEDADE_1, quando sujeita ao CORTE_1 e após aplicação do PRODUTO_A foi a variedade menos produtiva, com uma produção média de 36 g por planta, considerando-se também esta uma diferença significativa por comparação com as plantas da mesma variedade, sujeitas ao mesmo tipo de corte.

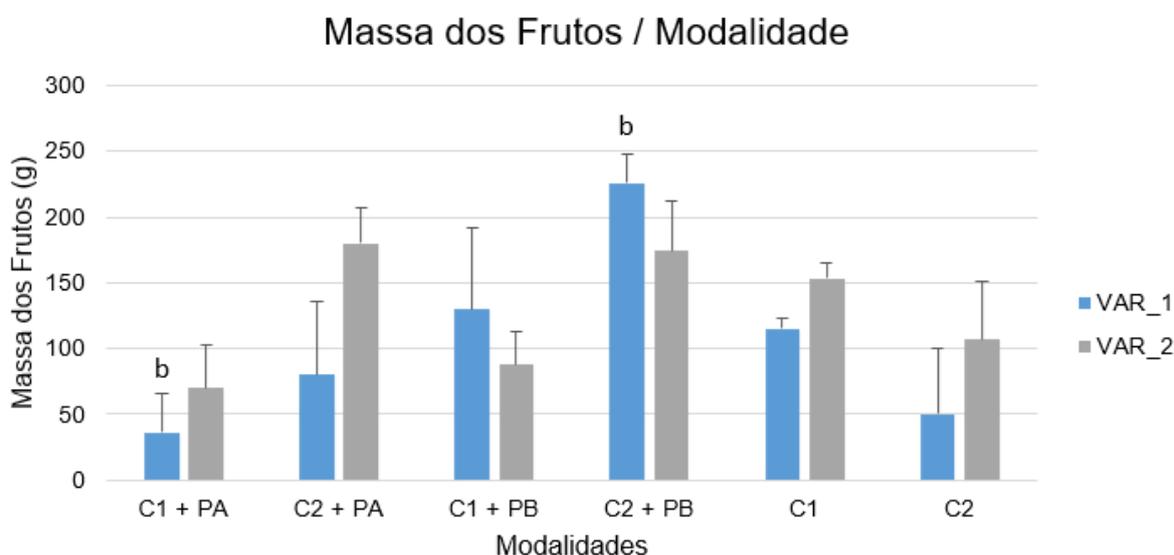


Figura 17 – Massa média dos frutos por função da combinação variedade x corte x produto aplicado. Os dados são médias \pm erro padrão de 40 plantas por variedade. (a) diferença significativa entre variedades com a mesma modalidade; (b) diferenças significativas na mesma variedade entre modalidades. One-way ANOVA , post-hoc Tukey, $p < 0.05$.

Após o segundo corte contabilizou-se a massa fresca e a massa seca de todos os tomateiros de forma a aferirem-se as diferenças de biomassa entre as modalidades em estudo. A biomassa quantificada foi a correspondente às folhas e aos caules dos tomateiros. Na generalidade as modalidades que apresentaram maior massa total dos frutos possuem igualmente uma maior quantidade de massa fresca. Constatou-se que a massa fresca resultante do CORTE_2 foi sempre superior à do CORTE_1 (Figura 18). Estes resultados eram expectáveis atendendo a que as plantas sujeitas ao CORTE_1, após a primeira colheita, sofreram uma incisão a cerca de 4,5 cm do solo, tendo-lhes sido suprimida toda a área fotossinteticamente ativa. Ao invés, nas plantas sujeitas ao CORTE_2, mantiveram-se

algumas folhas, bem como um maior comprimento ao nível do caule, o que para além de por si só já constituir um acréscimo de massa verde, potenciou o aumento desse mesmo valor.

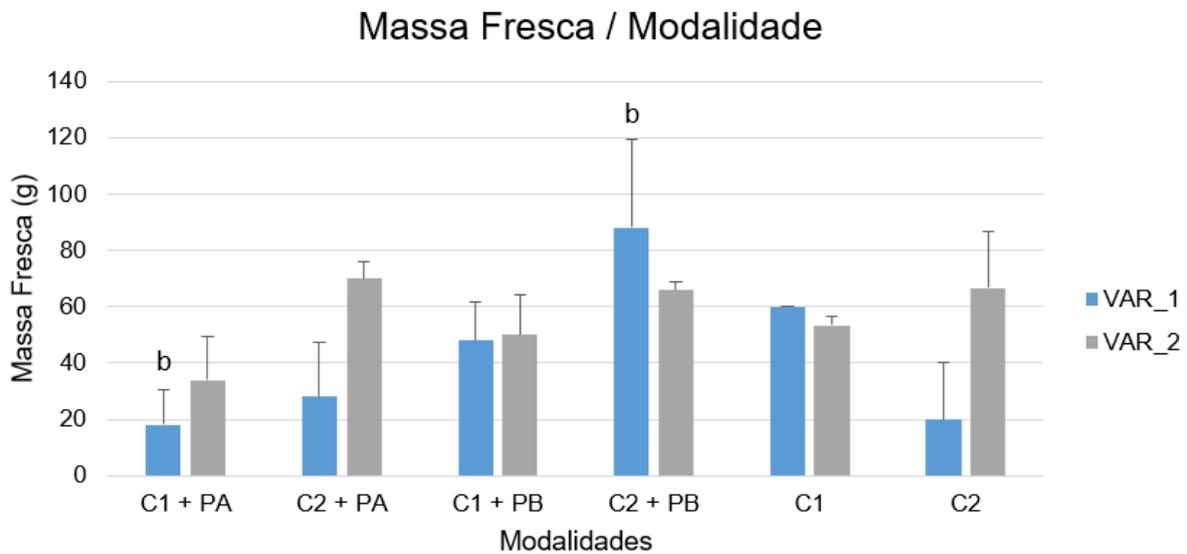


Figura 18 – Massa fresca em função da combinação variedade x corte x produto aplicado. Os dados são médias \pm erro padrão de 40 plantas por variedade. (a) diferença significativa entre variedades com a mesma modalidade; (b) diferenças significativas na mesma variedade entre modalidades. One-way ANOVA , post-hoc Tukey, $p < 0.05$.

Tal como esperado os resultados referentes à quantidade de massa fresca refletiram-se proporcionalmente nos valores de massa seca (Figura 19).

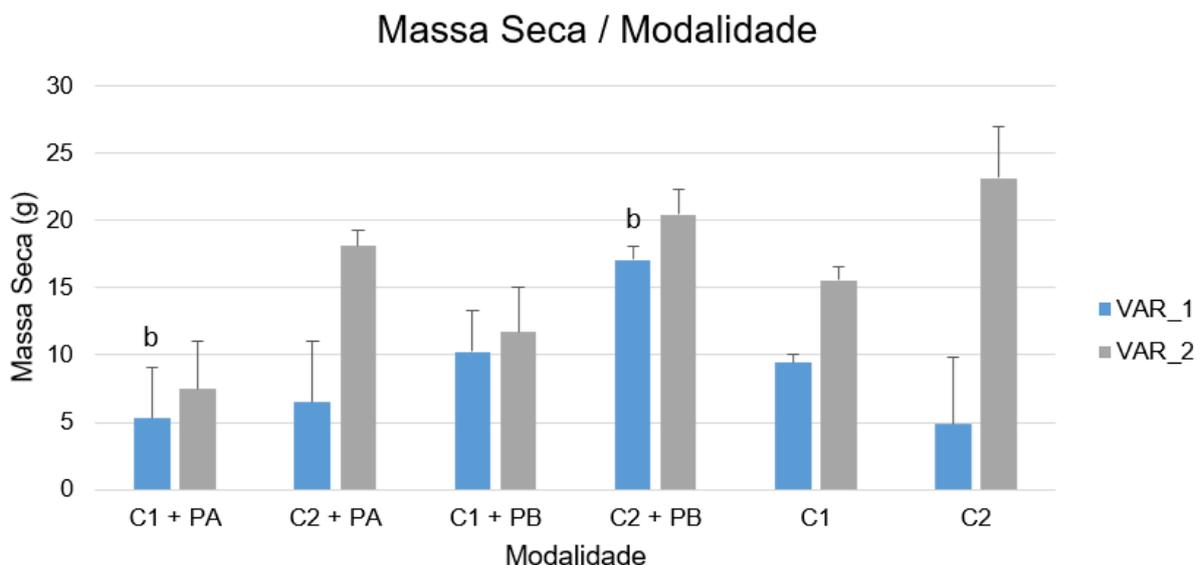


Figura 19 – Massa seca em função da combinação variedade x corte x produto aplicado. Os dados são médias \pm erro padrão de 40 plantas por variedade. (a) diferença significativa entre variedades com a mesma modalidade; (b) diferenças significativas na mesma variedade entre modalidades. One-way ANOVA , post-hoc Tukey, $p < 0.05$.

O número médio de frutos (Figura 20) foi superior em todas as plantas da VARIEDADE_1, com a exceção das plantas de controlo associadas ao CORTE_2. Registam-se diferenças significativas entre o número médio de frutos das plantas da VARIEDADE_1, sujeitas ao CORTE_1 e PRODUTO_A, com as restantes plantas da mesma variedade, com igual tipo de corte. As plantas de controlo da VARIEDADE_1, sujeitas ao CORTE_2 apresentam diferenças significativas quando comparadas com plantas da mesma variedade sujeitas ao mesmo tipo de corte.

Relativamente ao número total de frutos, a VARIEDADE_1 produziu em termos médios mais 43% de frutos face à VARIEDADE_2. O calibre médio do fruto na VARIEDADE_1 é de 21,6 g, ao passo que na VARIEDADE_2 é de 28,25 g (Figura 20).

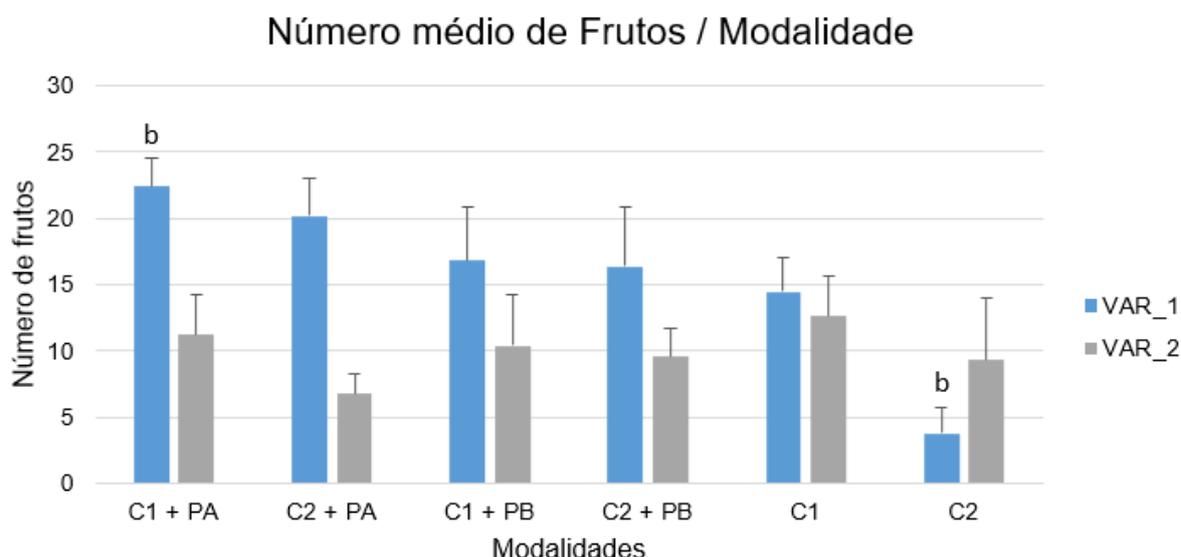


Figura 20 – Número médio de frutos em função da combinação variedade x corte x produto aplicado. Os dados são médias \pm erro padrão de 40 plantas por variedade. (a) diferença significativa entre variedades com a mesma modalidade; (b) diferenças significativas na mesma variedade entre modalidades. One-way ANOVA , post-hoc Tukey, $p < 0.05$.

Do número total de frutos obtidos verificou-se que a VARIEDADE_1 apresentou uma percentagem de frutos maduros 57% superior em relação à VARIEDADE_2 (Figura 21).

Na VARIEDADE_1, a percentagem de frutos maduros foi superior nas plantas sujeitas ao CORTE_2 e submetidas à aplicação do PRODUTO_B. As plantas de controlo, onde se efetuou o CORTE_2, são as que apresentam a maior percentagem de frutos verdes. A percentagem de frutos laranjas é semelhante nas diferentes modalidades desta variedade.

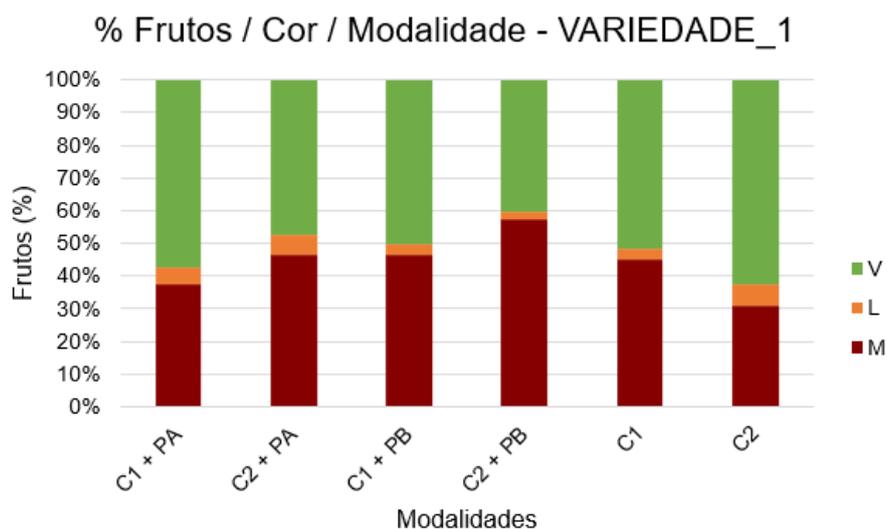


Figura 21 – Percentagem de frutos verdes (V), laranjas (L) e maduros (M) da VARIEDADE_1 em função da combinação corte x produto aplicado.

Na VARIEDADE_2, a percentagem de frutos maduros foi superior nas plantas de controlo sujeitas ao CORTE_2. As plantas sujeitas à aplicação do PRODUTO_B, são as que apresentam a maior percentagem de frutos verdes, independentemente do tipo de corte a que foram sujeitas (Figura 22).

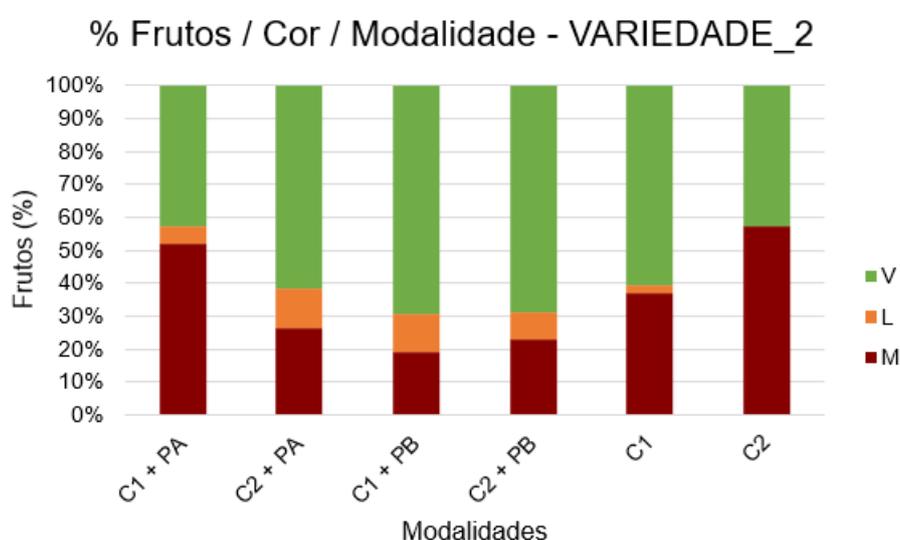


Figura 22 – Percentagem de frutos verdes (V), laranjas (L) e maduros (M) da VARIEDADE_2 em função da combinação corte x produto aplicado.

4.2. Ensaio de Campo

4.2.1. Primeira Colheita / Corte

Nos 123-daiC, também designados de zero-dacC, procedeu-se ao corte das plantas de ensaio. Imediatamente após este procedimento restabeleceu-se o sistema de rega, distribuindo-se pela área de ensaio quatro novas fitas de rega, de forma a suprir uma das

falhas apontadas pelo CCTI, que levaram ao insucesso do processo regenerativo, em 2016. O teor de humidade do solo a diferentes níveis de profundidade, situou-se em média, ao longo do ciclo cultural em torno dos 70%, 105-daiC procedeu-se ao corte da rega (Figura 23). Esta técnica é bastante usual, tal como descrito por Lopez *et al.* (2001), em solos arenosos, em regiões de clima mediterrâneo, o corte da rega deverá ser efetuado nos últimos quinze dias que antecedem a colheita, para permitir o aumento do grau *brix*, sem que ocorram quebras significativos na produção.

Após a colheita/corte reduziu-se a dotação de rega aplicada às plantas atendendo a que ficaram desprovidas de grande parte da componente vegetativa que as compunha, 11-dacC instalou-se de novo a sonda e verificou-se que ainda assim a água fornecida aos diferentes níveis de solo foi ligeiramente superior às necessidades.

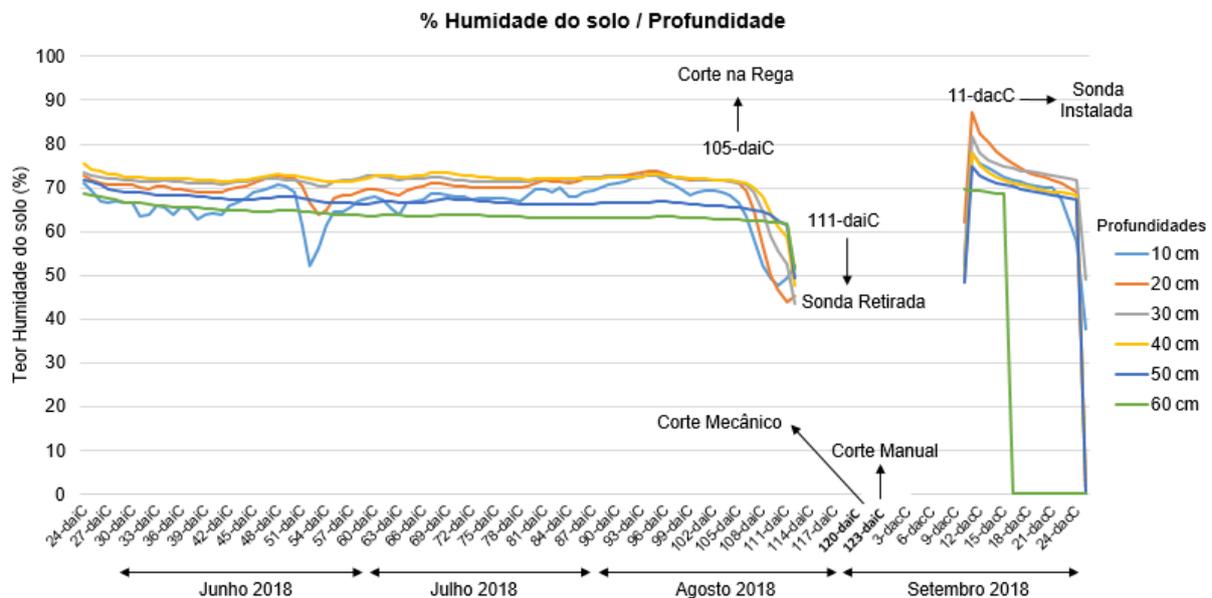


Figura 23 – Teor de humidade do solo (%) em diferentes profundidades durante o ensaio em campo.

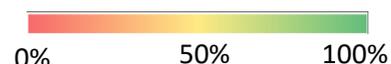
No que respeita aos resultados obtidos em campo, apenas 38% das plantas regenerou, não existindo diferenças significativas entre as variedades. Destas 72% sofreram o CORTE_2, o que é condizente com os resultados obtidos no ensaio em condições controladas (Figura 24). Para a VARIEDADE_1, ao compararem-se os resultados da aplicação dos produtos em estudo com as testemunhas conclui-se que estes não influenciaram os resultados (Quadro 13). Ao invés, para a VARIEDADE_2, os produtos aplicados permitiram aparentemente um incremento na taxa de regeneração das plantas, particularmente o PRODUTO_A.



Figura 24 – Regeneração das plantas oito dias após o corte.

Quadro 13 – Percentagem de plantas regeneradas no ensaio de estufa x campo.

		Estufa (%)	Campo (%)	
VAR_1	C_1	Produto_A	40	5
		Produto_B	80	25
		Controlo	100	20
	C_2	Produto_A	80	45
		Produto_B	100	60
		Controlo	100	70
VAR_2	C_1	Produto_A	60	40
		Produto_B	100	33
		Controlo	100	10
	C_2	Produto_A	100	76
		Produto_B	100	60
		Controlo	100	55



Aos 23-dacC o ensaio em campo foi dado como concluído, isto porque grande parte das plantas que o constituía, incluindo as que haviam regenerado, secaram, inviabilizando a continuidade do mesmo e conseqüentemente a medição dos diferentes parâmetros em estudo (Figura 25). As possíveis razões para a perda de plantas (plantas secas) poderão dever-se à descida acentuada das temperaturas noturnas, ao corte da água de rega efetuado antes da primeira colheita, ao forte ataque de tuta absoluta após a primeira colheita e à possibilidade de uma fitotoxicidade aquando da aplicação de produtos fitofarmacêuticos.



Figura 25 – Estado das plantas 23 dias após o corte.

A descida acentuada das temperaturas noturnas registadas após o corte das plantas contribuiu para este desfecho, sendo que reforça a ideia de que para se obter uma segunda produção é essencial a precocidade da primeira colheita que garante o rendimento do produtor. Assim, pode concluir-se que a instalação inicial das plantas deve ser antecipada ao máximo, sendo que em anos em que as condições edafo-climáticas não permitam a plantação entre o final do mês de março e o princípio do mês de abril a segunda colheita poderá ficar irremediavelmente comprometida. A esta instalação precoce da cultura não poderá dissociar-se a escolha da variedade. Esta deverá apresentar um ciclo tão curto quanto possível para que a primeira colheita seja também o mais cedo possível, minimizando a probabilidade do desenvolvimento das plantas regeneradas se processar sobre chuvas outonais ou baixas temperaturas que inviabilizem uma potencial segunda colheita.

O corte da água de rega efetuado 15 dias antes da primeira colheita provocou um abaixamento do teor de humidade do solo às diferentes profundidades o que contribuiu para o abrandamento da atividade metabólica da planta iniciando-se a sua senescência. Este poderá ser um fator que dificulta a reativação da atividade das plantas, pelo que nos dias que antecedem a 1ª colheita, não se deverá cortar por completo o fornecimento de água à cultura, de forma a não comprometer a sua regeneração. Assim será importante alcançar um equilíbrio saudável e economicamente rentável entre o teor de sólidos solúveis e a humidade do solo adequada.

Assim, após a primeira colheita em campo deverá efetuar-se o restabelecimento imediato da rega e da aplicação de adubos azotados e bioestimulantes que promovam a regeneração das plantas. Nesta fase as plantas já têm o seu sistema radicular completamente estabelecido, pelo não existirá fase de estabelecimento tendo em vista uma segunda colheita. Desta forma o ciclo após a regeneração tende a encurtar, podendo mesmo ficar cerca de 20 dias mais curto, caso as condições meteorológicas e fitossanitárias assim o permitam, tal como constatado no ensaio no Horto (Figura 26).

As pragas que afetam o tomateiro, nomeadamente *Tuta absoluta*, após a colheita das parcelas vizinhas, deslocaram-se para os locais onde ainda permaneciam plantas hospedeiras. Assim, o ensaio sofreu um ataque intenso da praga contribuindo para este desfecho. Relativamente à componente fitossanitária não será de descartar uma possível fitotoxicidade provocada pelos fungicidas aplicados nos pequenos rebentos.

O processo regenerativo revelou-se mais eficaz no ensaio em condições controladas, o que se poderá ficar a dever-se ao facto das plantas não estarem sujeitas a uma exposição solar tão intensa como as plantas em campo, tal como Johkan *et al.* (2008) que constataram um incremento de rebentos regenerados 15 vezes superior quando se procedeu ao sombreamento da superfície de corte das hastes.

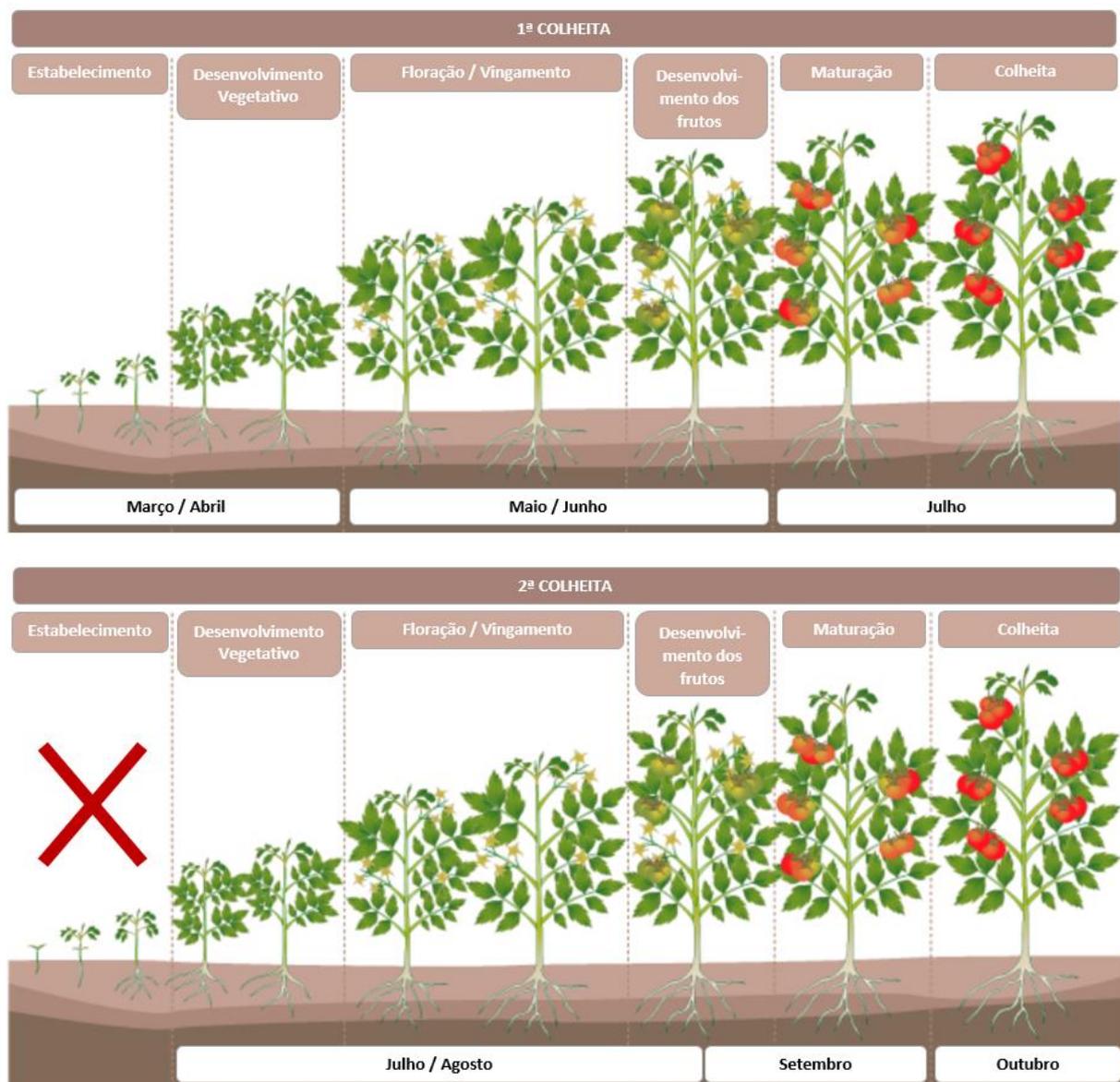


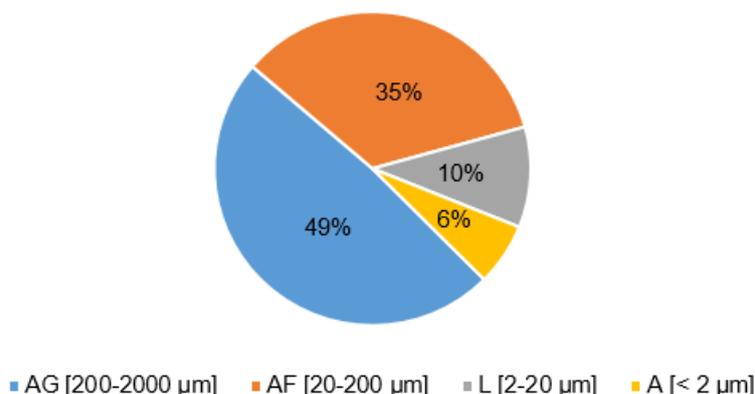
Figura 26 – Épocas expectáveis para cada fase de desenvolvimento dos tomateiros em campo para que seja viável uma segunda colheita. Adaptado de Cubillos (2015).

4.3. Estudo Edáfico

A parcela Alto dos Casais (Escaroupim) apresenta um solo de textura arenoso-franco. Em termos granulométricos é maioritariamente constituída por areia 840 g/kg (Figura 27). A componente de areia grossa representa 490 g/kg, enquanto a de areia fina constitui 350 g/kg. A fração de limo representa 100 g/kg, por último a de argila contabiliza apenas 60 g/kg.

O solo da parcela Central (Carregado), relativamente à sua textura, é classificado como franco-argilo-limoso, sendo maioritariamente constituído por argila e limo, totalizando as duas componentes 820 g/kg. A fração maioritária, constituída por limo corresponde a 440 g/kg, ao passo que a de argila representa as restantes 380 g/kg. Nesta parcela a componente de areia representa apenas 180 g/kg, repartindo-se em 120 g/kg de areia fina e 60 g/kg de areia grossa.

Análise Granulométrica - Escaroupim



Análise Granulométrica - Carregado

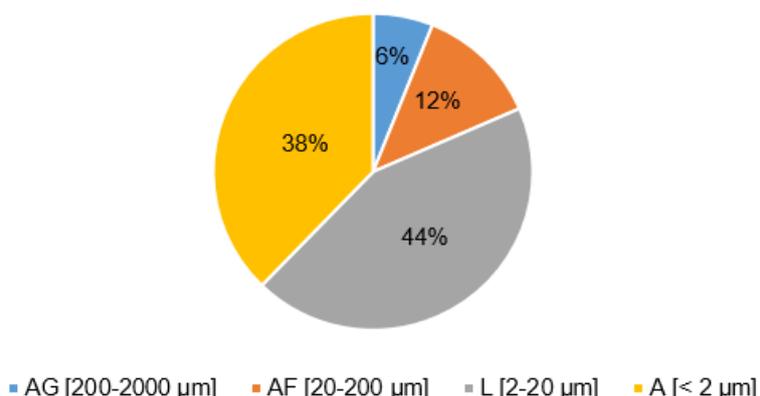


Figura 27 – Análise granulométrica do solo das parcelas em estudo.

Na parcela do Escaroupim, 380 g/kg dos agregados do solo apresentam dimensões compreendidas entre 0,25 e 0,5 mm, sendo que os agregados com dimensões entre os 0,1 e

0,25 mm representam 270 g/kg. O terceiro intervalo mais representado é o dos agregados com dimensões compreendidas entre 0,5 a 1 mm, representando 140 g/kg. Os agregados com dimensões superiores a 2 mm são os que se encontram em menor número, 30 g/kg. Em termos quantitativos, 920 g/kg dos agregados desta parcela apresentam dimensões inferiores a 1 mm (Figura 28).

Na parcela do Carregado, a maioria dos agregados apresentam dimensões superiores a 2 mm, 670 g/kg, seguidos pelos agregados cujas dimensões variam entre 1 e 2 mm, correspondendo a 150 g/kg. A terceira classe mais representada é a que compreende agregados cujos valores se encontram entre os 0,5 e 1 mm, totalizando 80 g/kg. Os agregados com dimensões entre 0,05 e 0,1 mm são os que se encontram em menor número (10 g/kg). Em termos globais, 820 g/kg dos agregados desta parcela apresentam dimensões superiores a 1 mm.

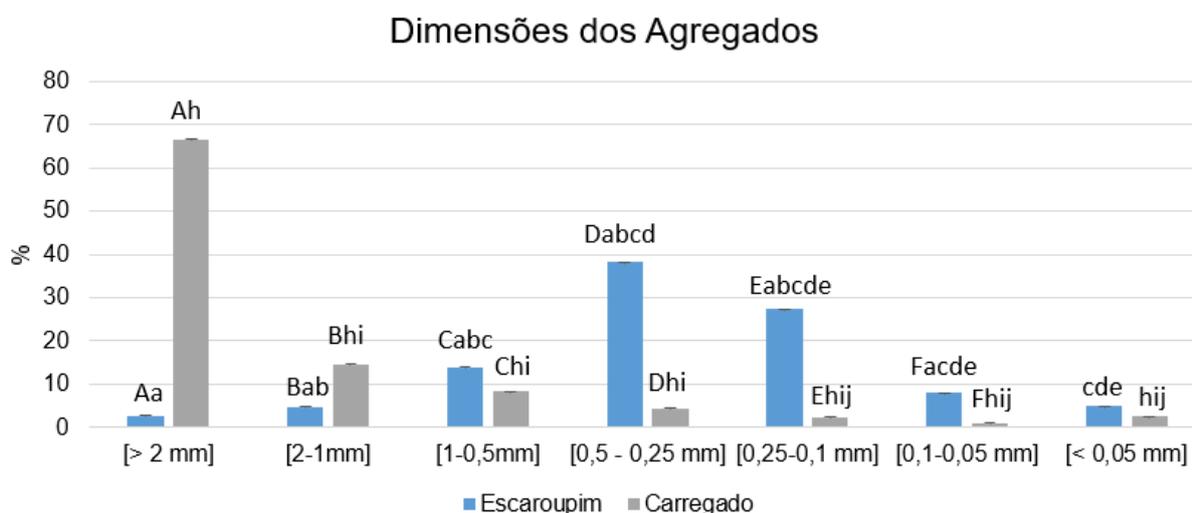


Figura 28 – Dimensões dos agregados das parcelas em estudo. Os dados são médias \pm erro padrão de 15 amostras compostas de cada local. Diferenças significativas entre locais: (A) [> 2 mm]; (B) [2-1 mm]; (C) [1-0,5 mm]; (D) [0,5-0,25 mm]; (E) [0,25-0,1 mm]; (F) [0,1-0,05 mm]; (G) [$< 0,05$ mm]. No mesmo local, diferenças significativas entre todas as classes de agregados: Escaroupim (a) [> 2 mm] vs outras classes; (b) [2-1 mm] vs outras classes; (c) [1-0,5 mm] vs outras classes; (d) [0,5-0,25 mm] vs outras classes; (e) [0,25-0,1 mm] vs outras classes; (f) [0,1-0,05 mm] vs outras classes; (g) [$< 0,05$ mm] vs outras classes; Carregado (h) [> 2 mm] vs outras classes; (i) [2-1 mm] vs outras classes; (j) [1-0,5 mm] vs outras classes; (l) [0,5-0,25 mm] vs outras classes; (m) [0,25-0,1 mm] vs outras classes; (n) [0,1-0,05 mm] vs outras classes; (o) [$< 0,05$ mm] vs outras classes; One-way ANOVA , post-hoc Tukey, $p < 0.05$.

O ensaio de corte, aquando da colheita mecânica resultou no arranque total da planta pela raiz (Figura 29), na parcela Alto dos Casais. No Carregado, as plantas sujeitas a colheita mecânica, apesar de terem sido decapitadas na sua totalidade, grande parte permaneceu

com o sistema radicular e parte do caule intacto. A obtenção deste resultado justifica-se pelo facto de o solo da parcela Central apresentar uma textura franco-argilo-limosa, sendo por isso constituído maioritariamente por argila e limo. Conforme referido por Costa (2004) esta constituição permite a formação de agregados de maiores dimensões, dado que os minerais de argila atuam como agentes ligantes de diferentes partículas, tal como reflete o valor de 670 g/kg superiores a 2 mm. Estes agregados caracterizam-se pela sua maior estabilidade, possibilitando a fixação das raízes. Ao invés, o solo da parcela Alto dos Casais é maioritariamente constituído por areia, onde os agregados que se formam apresentam dimensões reduzidas, 650 g/kg dos agregados do solo apresentam dimensões entre 0,1 e 0,5 mm, pelo que a passagem da colhedora mecânica destaca a planta pela raiz com relativa facilidade.



Figura 29 – À esquerda arranque total das plantas pela raiz na parcela do Escaroupim, à direita a permanência do sistema radicular intacto após a passagem da colhedora na parcela Central.

5. CONCLUSÕES

Com este trabalho pretendiam-se estudar soluções tecnológicas que possibilitassem a obtenção de uma segunda produção de tomate durante uma única campanha, através da indução da regeneração das plantas já estabelecidas em campo.

No ensaio desenvolvido em condições controladas constatou-se que das plantas em estudo 84% regenerou após o corte não existindo diferenças significativas em relação aos diferentes produtos aplicados e às variedades em estudo. As restantes plantas (16%) acabaram por secar, sendo que dessas 92%, correspondiam às que sofreram o CORTE_1 a 4,5 cm, concluindo-se que para a ocorrência do processo regenerativo é fundamental que as plantas fiquem com algumas folhas. Estas ao transpirarem fazem com que se gere no seu interior uma pressão negativa que constitui uma força motriz para que ocorra o movimento de ascensão de água e nutrientes ao longo do xilema. Neste ensaio verificou-se ainda que foram necessários 67 dias desde o primeiro corte/colheita até à segunda colheita, o que demonstra um encurtar do ciclo em 41 dias, por comparação com os 108 dias que mediaram o período entre a transplantação das plantas para os vasos até ao primeiro corte/colheita.

No que respeita aos resultados obtidos em campo, apenas 38% das plantas regenerou, não existindo diferenças significativas entre as variedades. Destas 72% sofreram o CORTE_2, o que é condizente com os resultados obtidos no ensaio em condições controladas. Relativamente aos bioestimulantes apenas se verificou um aparente incremento na taxa de regeneração das plantas da VARIEDADE_2, com a aplicação do PRODUTO_A. O ensaio de campo foi dado como concluído 23 dias após o corte, isto porque grande parte das plantas que o constituía, incluindo as que haviam regenerado, secaram, inviabilizando a continuidade do mesmo e conseqüentemente a medição dos diferentes parâmetros em estudo.

Para a viabilidade deste projeto as características do solo assumem a máxima importância. Os solos constituídos maioritariamente por argila e limo têm a capacidade de formar agregados com maior facilidade, atendendo às dimensões reduzidas destes constituintes. Esta característica permite a formação de agregados de maiores dimensões, mais difíceis de destruir, que possibilitam a fixação das raízes. Ao invés, solos maioritariamente constituídos por areia, onde os agregados que se formam apresentam dimensões reduzidas e são facilmente destruídos, a passagem da colhedora mecânica “desprende” a planta pela raiz com relativa facilidade, comprometendo irremediavelmente o sucesso do projeto.

Assim, em futuras linhas de investigação deverão ter-se em consideração os seguintes aspetos:

- a condução do ensaio deve privilegiar campos cujos constituintes do solo sejam maioritariamente argila e limo, de forma a formarem agregados de maiores dimensões e onde a matéria orgânica deve estar também presente para contribuir para a formação e estabilidade dos agregados, permitindo que a raiz e o caule da planta permaneçam praticamente intactos após a passagem da colhedora mecânica;
- a instalação do ensaio deverá ser efetuada tão cedo quanto possível, durante o mês de março, nunca após a primeira semana de abril;
- a variedade das plantas deve ser preferencialmente de ciclo curto (90 a 100 dias);
- nos dias que antecedem a 1ª colheita, o fornecimento de água á cultura, deverá procurar um equilíbrio economicamente rentável entre o teor de sólidos solúveis dos frutos e a humidade do solo de forma a não permitir a senescência total das plantas;
- a colhedora deverá ajustar a barra de corte o mais acima possível, com o intuito de deixar um maior comprimento do caule bem como um maior número de folhas na planta;
- após o corte, a rega deverá ser imediatamente restabelecida, bem como as fertilizações e aplicações de bioestimulantes que promovam a componente vegetativa, nomeadamente a emissão de novos rebentos;
- deverá tomar-se em atenção a proteção fitossanitária dos jovens rebentos, nomeadamente no que respeita às pragas, isto porque as pragas presentes em parcelas entretanto colhidas, encontram nestas plantas um novo hospedeiro/alimento;
- os tratamentos fitossanitários após o primeiro corte devem ter em consideração que a componente vegetativa da planta foi significativamente reduzida, pelo que será prudente calcular a quantidade de produto a aplicar com base na concentração do mesmo, ao invés da dose, por forma a salvaguardar eventuais fitotoxicidades.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEMET & IPMA (2011). *Atlas climático Ibérico – Temperatura do ar e precipitação (1971-2000)*. Consultado em 9 de março de 2019, em AEMET & IPMA: http://www.ipma.pt/resources.www/docs_pontuais/ocorrencias/2011/atlas_clima_iberico.pdf. ISBN: 978-84-7837-079-5
- Almeida, D. (2006). *Manual de Culturas Hortícolas*. Editorial Presença, Lisboa, Vol.II, ISBN 9789722335683
- Almeida, R. M. & Oliveira, M. M. R. (2005). *Optimização da rega do tomate de indústria*. Frutas, Legumes e Flores, n.81, 38-39. Consultado em 8 de janeiro de 2020, em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/5121/1/Factores%20de%20produ%c3%a7%c3%a3o%20-%20.pdf>
- Amaro, F. & Mexia, A. (2006). *Protecção integrada em tomate de indústria*. Instituto Nacional de Investigação Agrária e das Pescas. ISBN 972-8693-07-9
- Amaro, P. (2003). *A Protecção Integrada*. ISA/Press. ISBN 972-8669-10-0
- Anderlini, R. (1982). *A cultura do tomate*. Litexa Editora, Lisboa, 4ª edição, ISBN: 00000000000000.
- Anitha, L., Bramari, G., Kalpana, P. (2016). *Effect of Supplementation of Spirulina platensis to Enhance the Zinc Status in Plants of Amaranthus gangeticus, Phaseolus aureus and Tomato*. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, v. 7, 289-299. doi:10.4236/abb.2016.76027
- Anjum, S. A., Wang, L. C., Farooq, M., Hussain, M., Xue, L. L., Zou, C. M. (2011). *Brassinolide Application Improves the Drought Tolerance in Maize Through Modulation of Enzymatic Antioxidants and Leaf Gas Exchange*. *J. Agron. Crop Sci.* 197, 177–185. doi:10.1111/j.1439-037X.2010.00459.x.
- Balasubramani, R., Gupta, S. K., Cho, W., Kim, J. K., Lee, S. R., Jeong, K., Lee, D. J. & Choi, H. (2016). *Microalgae potential and multiple roles-current progress and future prospects-an overview*. *Sustainability*, v. 8 (12). doi:10.3390/su8121215
- Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P. & Prithiviraj, B. (2015). *Seaweed extracts as biostimulants in horticulture*. *Scientia Horticulturae*, v.196, 39-48. doi:10.1016/j.scienta.2015.09.012
- Becker, E. W. (2007). *Micro-algae as a source of protein*. *Biotechnology Advances*, v.25 (2), 207-10. doi:10.1016/j.biotechadv.2006.11.002

- Bell, N., Detweiler, A. J., Noordijk, H. & Bubl, C. (2014). *Grow Your Own Tomatoes and Tomatillos* (EC 1333). Oregon State University Extension Service. Consultado em 17 de novembro de 2019, em OSU: <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/ec1333.pdf>.
- Bernier, J., Atlin, G. N., Serraj, R., Kumar, A., Spaner, D. (2008). Breeding upland rice for drought resistance. *J. Sci. Food Agric.* 88, 927–939. doi:10.1002/jsfa.3153.
- Biorizon bioteck (2018). *Algafert*. Consultado a 15 de abril de 2019, em: <http://www.biorizon.es/products/bio-booster/hydrolyzed/algafert/?lang=en>
- Boeger, M. R. T. & Poulson, M. (2006). *Effects of ultraviolet-B radiation on leaf morphology of Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. (Brassicaceae)*. *Acta Botanica Brasilica*, v.20, n.2, 329-338. doi:10.1590/S0102-33062006000200008
- Candilo, D. & Silvestri, M. (1995). *Response of the industry tomato to the fertilization with mesoelements*. *Istituto Sperimentale per le Colture Industriali, Bologna (Italy)*, v.51 (4), 53-58.
- CCTI – Centro de Competências para o Tomate Indústria (2018). *Projetos*. Consultado em 4 de maio de 2018, em CCTI: <https://www.ctti.pt/#projectos>.
- Chavarria, G. & Santos, H. P. (2012). “Plant Water Relations: Absorption, Transport and Control Mechanisms,” in *Advances in Selected Plant Physiology Aspects (InTech)*. doi:10.5772/33478.
- Climate-data (s.d.). *Dados climáticos do Carregado*. Consultado em 10 de fevereiro de 2019, em: <https://pt.climate-data.org/search/?q=carregado>.
- Climate-data (s.d.). *Dados climáticos de Salvaterra de Magos*. Consultado em 10 de fevereiro de 2019, em: <https://pt.climate-data.org/search/?q=salvaterra+de+magos>.
- CMIA – Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental. *A textura de um solo*. Escola da Natureza. Consultado a 7 de outubro de 2019, em: <https://www.cmia-viana-castelo.pt/pesquisa?q=textura+de+um+solo>.
- Costa, J.B. (2004). *Caracterização e Constituição do Solo*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 7ª Edição. ISBN 978-972-31-0073-0
- Cubillos, E. P. A. (2015). *Manual Tomate*. Cámara de Comercio de Bogotá. Consultado em 26 de maio de 2019, em: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14307>.

- De Donato, M., Perucco, E., Chiavazza, P., and Panai, E. (1989). Activation of nuclear DNA replication and mitosis in excised cotyledons of *Capsicum annuum*. *Plant Sci.* 63, 217–225. doi:10.1016/0168-9452(89)90247-1
- Dias, T., Melo, H. C., Alves, F. R. R., Carvalho, R. F., Carneiro, K. S. & Sousa, C.M. (2015). *Compostos fenólicos e capacidade antioxidante em frutos de tomateiros mutantes fotomorfogenéticos*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.5, 782-787. doi:10.1590/0103-8478cr20140098
- EBIC – European Bioestimulants Industry Council (2013). Economic overview of the biostimulants sector in Europe. Consultado em 12 de junho de 2018, em EBIC: http://www.biostimulants.eu/wp-content/uploads/2013/04/Biostimulant_economics_17April2013.pdf.
- Gill, S. S. & Tuteja, N. (2010). *Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants*. *Plant Physiology and Biochemistry*, v.48 (12), 909-930. doi:10.1016/j.plaphy.2010.08.016
- Haji, F. N. P., Mattos, M. A. A., Alencar, J. A., Barbosa, F. R. & Paranhos, B. J. (2005). *Manejo da Mosca-Branca na Cultura do Tomate*. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – Circular Técnica 81. Consultado em 12 de outubro de 2019, em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/156930/1/CTE81.pdf>.
- Hao, X. & Papadopoulos, A. P. (2003). *Effects of calcium and magnesium on growth, fruit yield and quality in a fall greenhouse tomato crop grown on rockwool*. *Canadian Journal of plant science*, 903-912. doi:10.4141/P02-140
- Harada, M., Oda, M., Mori, G. & Ikeda, H. (2005). *Mass Regeneration of Shoots from Cut Surfaces of Stems in Tomato Stock Plants*. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 74 (6), 479-481. doi:10.2503/jjshs.74.479
- Harrison, E. L., Arce Cubas, L., Gray, J. E., and Hepworth, C. (2020). The influence of stomatal morphology and distribution on photosynthetic gas exchange. *Plant J.* 101, 768–779. doi:10.1111/tpj.14560.
- IFAP – Instituto de Financiamento de Agricultura e Pescas, I.P. (2018). *Ajudas ao setor do tomate – campanhas 1996/1997 a 2018*. Consultado em 20 de dezembro de 2019, em IFAP: <https://www.ifap.pt/estatisticas-setor-do-tomate>.

- IFAP – Instituto de Financiamento de Agricultura e Pescas, I.P. (2018). *Contratação pela produção – Campanha 2018*. Consultado em 20 de dezembro de 2019, em IFAP: <https://www.ifap.pt/estatisticas-setor-do-tomate>.
- INE – Instituto Nacional de Estatística, I.P. (2018). *Estatísticas Agrícolas 2017*. Consultado em 28 de outubro de 2018, em INE: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=320461359&PUBLICACOESTema=55505&PUBLICACOESmodo=2
- ISI SEMENTI (2018). Consultado em 12 de maio de 2018, em: http://www.isisementi.com/ZeusInc/Publisher/Documents/pomIndustria_2.0.pdf
- Johkan, M., Mori, G., Mitsukuri, K., Mishiba, K, Morikawa, T. & Oda, M. (2008). *In Vivo Shoot Regeneration Promoted by Shading the Cut Surface of the Stem in Tomato Plants*. HortScience, v.43 (1), 220-222. doi:10.21273/HORTSCI.43.1.220
- Kartha, K. K., S. Champoux, O. L. Gamborg and K. Pahl. (1977). *In vitro* propagation of tomato by shoot meristem culture. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 346-349.
- Kunicki, E., Grabowska, A., Sekara, A. & Wojciechowska, R. (2010). *The effect of cultivar type, time of cultivation and biostimulant treatment on the yield of spinach (Spinacia oleracea L.)*. Folia Horticulturae, v.22 (2), 9-13. doi:10.2478/fhort-2013-0153
- Lopes, A. & Simões, A. M. (2006). *Produção Integrada em Hortícolas Família das Solanáceas – Batata, beringela, pimento, tomate*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – Direcção-Geral de Protecção das Culturas. ISBN 972-8649-53-3
- López, J., Ballesteros, R., Ruiz, R. & Ciruelos, A. (2001). *Influence on tomato yield and brix of an irrigation cut-off fifteen days before the predicted harvest date in southwestern Spain*. International Society for Horticultural Science, n.542, 117-126. doi:10.17660/ActaHortic.2001.542.14
- Mackinnon, S. L., Hiltz, D., Ugarte, R. & Craft, C. A. (2010). *Improved methods of analysis for betaines in Ascophyllum nodosum and its commercial seaweed extracts*. Journal of Applied Phycology, v.22, 489-494. doi:10.1007/s10811-009-9483-0
- Marouelli, W. A. & Silva, W. L. C. (2002). *Tomateiro para Processamento Industrial: Irrigação e Fertirrigação por Gotejamento*. Embrapa, Ed. 1, n.30, Brasília. Consultado a 10 de setembro de 2019, em: https://www.researchgate.net/publication/287641015_Tomateiro_para_processamento_industrial_ilrrigacao_e_fertirrigacao_por_gotejamento.

- Michalak, I., Chojnacka, K., Dmytryk, A., Wilk, R., Gramza, M. & Rój, E. (2016). Evaluation of Supercritical Extracts of Algae as Biostimulants of Plant Growth in Field Trials. *Frontiers in Plant Science*, v.7. doi:10.3389/fpls.2016.01591
- Morales, R. G., Resende, L. V., Maluf, W. R., Peres, L. E., Bordini, I. C. (2015). Selection of tomato plant families using characters related to water deficit resistance. *Hortic. Bras.* 33, 27–33. doi:10.1590/S0102-053620150000100005.
- Naika, S., Lidt de Jeude, J. V, Goffau, M., Hilmi, M. & Van Dam, B. (2006). *A cultura do Tomate*. Fundação Agromisa e CTA, Wageningen. ISBN 90-8573-047-3
- Nextera - Agribusiness and Consulting, Lda (2018). Consultado em 12 de maio de 2018, em Nextera: <https://www.nextera-agri.pt/catalogo-2018/>
- Prasad, T. K., Anderson, M. D., Martin, B. A. & Steward, C. R. (1994). *Evidence for chilling-induced oxidative stress in maize seedlings and regulatory role for hydrogen peroxide*. *The Plant Cell*, v.6, 65-74. Consultado em 22 de outubro 2019, em: <http://www.plantcell.org/content/plantcell/6/1/65.full.pdf>. doi:10.1105/tpc.6.1.65
- Pnueli, L., Carmel-Goren, L., Hareven, D., Gutfinger, T., Alvarez, J., Ganal, M., Zamir, D. & Lifschitz, E. (1998). *The SELF-PRUNING gene of tomato regulates vegetative to reproductive switching of sympodial meristems and is the ortholog of CEN and TFL1*. *Development*, v.125, 1979-1989. Consultado em 17 de outubro de 2019, em: <https://dev.biologists.org/content/125/11/1979>.
- Ramos, T. B., Gonçalves, M. C., Martins, J. C. & Pereira, L.S. (2016). *Características de retenção de água no solo para utilização na rega das culturas*. Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária, I.P., Oeiras. ISBN 978-972-579-043-4
- Reinert, D.J. & Reichert, J. M. (2006). *Propriedades físicas do solo*. Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências Rurais. Consultado em 1 de maio de 2020, em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo__texto.pdf
- Rick, C.M. (1978). *The tomato*. *Scientific American*, v.239, 76-87.
- Saltveit, M. E., Choi, Y. J. & Tomás-Barberan, F. A. (2005). *Mono-carboxylic acids and their salts inhibit wound-induced phenolic accumulation in excised lettuce (Lactuca sativa) leaf tissue*. *Physiologia Plantarum*, v.125, 454–463. doi:10.1111/j.1399-3054.2005.00575.x

- Sani, I., Ismail, S. I., Abdullah, S., Jalinas, J., Jamian, S., and Saad, N. (2020). A Review of the Biology and Control of Whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with Special Reference to Biological Control Using Entomopathogenic Fungi. *Insects* 11, 619. doi:10.3390/insects11090619.
- Santos, J. L. (2013). *O Futuro da Alimentação: Ambiente, Saúde e Economia – Agricultura e ambiente: papel da tecnologia e das políticas públicas*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 174-186.
- Sirbu, C., Traian, C., Grigore, A., Stanescu, A. M., Rujoi, B., Marin, N., Burtan, L., Dumitrascu, M. & Nicu, E. (2016). Obtaining and testing of fertilizers with organic substances. *Analele Universității din Craiova, seria Agricultură*, v. XLVI, 376-381. Consultado em 1 de maio de 2020, em: <http://anale.agro-craiova.ro/index.php/aamc/article/view/391/370>.
- Soni, R. A., Sudhakar, K., & Rana, R. S. (2017). *Spirulina – From growth to nutritional product: A review*. *Trends in Food Science & Technology*, v.69, 157-171. doi:10.1016/j.tifs.2017.09.010
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E. & Raes, D. (2012). *Crop yield response to water – FAO Irrigation and drainage paper 66*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. ISBN 978-92-5-107274-5
- Stratil, P., Klejdus, B. & Kubán, V. (2007). *Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals*. *Talanta*, v.71 (4), 1741-1751. doi:10.1016/j.talanta.2006.08.012
- Taylor, I. B., Burbidge, A., Thompson, A. J. (2000). *Control of abscisic acid synthesis*. *Journal of Experimental Botany*, v. 51, 1563-1574. doi:10.1093/jexbot/51.350.1563
- Torrecillas, A., Alarcón, J. J., Domingo, R., Planes, J., Sánchez-Blanco, M. J. (1996). Strategies for drought resistance in leaves of two almond cultivars. *Plant Sci.* 118, 135–143. doi:10.1016/0168-9452(96)04434-2.
- Torres, C.C., García, J. A. G., Gallego, R. F., Árias, S. M., García, V. G., Ceferino, Á. C., Delgado, C. D. & Losada, M. H. P. (2015). *Manual Práctico de Riego para Tomate de Industria*. Gobierno de Extremadura, Guadajira (Badajoz).
- Tuhy, L., Samoraj, M., Witkowska, Z. & Chojnacka, K. (2015). *Biofortification of maize with micronutrients by Spirulina*. *De Gruyter Open*, 1119-1126. doi:10.1515/chem-2015-0126
- Weil, R.R. & Brady, N.C. (2017). *The Nature and Properties of Soils*. Fifteenth Edition, Columbus. ISBN 978-0133254488

WPTC – World Processing Tomato Council (2019). *World production estimate of tomatoes for processing*. Consultado em 12 de dezembro de 2019, em WPTC: <https://www.wptc.to/pdf/releases/WPTC%20world%20production%20estimate%20as%20of%2030%20August%202019.pdf>

Yara (2020). Aumentar a produtividade do tomate. Consultado em 1 de maio de 2020, em: <https://www.yara.pt/nutricao-de-plantas/tomate/aumentar-a-produtividade-do-tomate/>.

Zandonadi, D. B. (2016). *Bioestimulantes e produção de hortaliças*. Embrapa Hortaliças. Consultado em 01 de maio de 2020, em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/busca-de-noticias/-/noticia/14218786/bioestimulantes-e-producao-de-hortalicas>.

ANEXOS

Anexo I – Modelo de folha de registo das observações visuais efetuadas na parcela.

Folha de registo

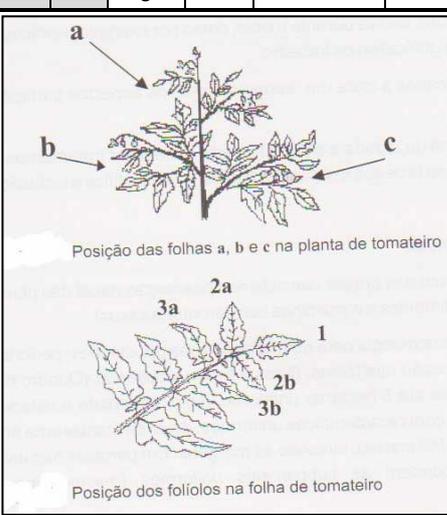
OP/Técnico/Parcela:						Nº adultos de Tuta na armadilha:						Observações		
Data:						Nº adultos Mb placa amarela:								
Estado fenológico:						Nº adultos armadilha tipo funil:								
Nº planta	Mosca branca (Mb)					Ácaros: eriofídeos (E) tetraniquídeos (T)	Traça-do-tomateiro (Folha)		Frutos	Traça (Fruto)		Lagarta do tomate		
	Posição	Adultos	Ovos	Larvas ou pupas	Melada e/ou fumagina	Índice de ocupação 0 - ausência; 1 - presença	Galeria	Galeria		S/F	C/F	Folíolo	Ovos Nº	Frutos furados recentes
1	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		
2	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		
3	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		
4	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		
5	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		
6	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		
7	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		
8	a								verde			1		
	b								verde			2		
	c								maduro			3		

Mosca branca:
Observar 25 folíolos na posição a); 5 na posição b e 5 na c

Ácaros
Observar formas móveis em três folhas: uma em cada posição a, b, c.
Referir se observaram Tetraniquídeos (T) ou Eriofídeos (E).
0 - Ausência de formas móveis; 1 - presença de pelo menos uma forma móvel (folha ocupada) e sintomas

Traça-do-tomateiro
0 - Ausência de galeria; 1 - Presença de galeria/Presença de galeria com larva morta (LM) ou viva (LV).
S/ perfuração (S/F); C/ perfuração (C/F)
Nota: Observar 1 folha/estrato da planta; 2 frutos verdes e 1 fruto maduro/planta

Lagarta do tomate
Observar ovos em duas folhas abaixo dos cachos florais nas posições a (13 plantas) e b (12 plantas) e nos folíolos 1, 2 e 3.
Observar 25 frutos furados recentes



Posição das folhas a, b e c na planta de tomateiro

Posição dos folíolos na folha de tomateiro

Anexo II – Boletim analítico do Solo da parcela Alto dos Casais



Las actividades marcadas con un * no están amparadas por la acreditación de ENAC Nº423/LE838 Nº423/LE1170.

INFORME ANALÍTICO Nº 000202965-A01-001

CLIENTE:	APAVE S.A.		
DIRECCIÓN:	Rua André Pessoa nº 3, Loja B 2050-602 AZAMBUJA Portugal		
Nº DE MUESTRA:	000202965	MATERIAL:	Suelo agrícola
REFERENCIA:	AMOSTRA 11. ZONA (ZVTEJO) SALVATERRA MAGOS. REF. AMOSTRA:77 ALTO CASAIS		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:			
OBSERVACIONES:			
DESCRIPCIÓN:	Muestra en envase cerrado, no precintado, en buen estado y en cantidad suficiente.		
CANTIDAD APROX.:	>1KG	ENVASE:	Plástico
* MUESTREO:	Cliente	* FECHA/HORA MUESTREO:	20/03/2017 No aportada por el cliente
FECHA/HORA RECEPCIÓN:	28/03/2017 11:42	FECHA INICIO:	28/03/2017
		FECHA FIN:	28/04/2017

Listado de parámetros analizados

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Aniones							
* Cloruros en el extracto saturado	67.5		mg/l			PEE104	Cromatografía iónica
* Nitratos en el extracto saturado	154		mg/l		5,00	PEE50/104	Cromatografía iónica
* Sulfatos en el extracto saturado	110		mg/l		20,0	PEE50/104	Cromatografía iónica
Cationes							
* Amonio en el extracto saturado	4.25		mg/l		1,00	PEE50/104	Cromatografía iónica
Cationes de cambio							
* Aluminio de cambio	0.24		meq/100 g		0,0010	PEE50/49	ICP/MS
Ensayos varios							
* Carbono orgánico total	0.68		%			Interno	Calcinación
Análisis de suelo: bases de cambio							
Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Cationes de cambio							
* Calcio de cambio	3.96		meq/100 g		0,50	PEE50/49	ICP/MS
* Magnesio de cambio	1.22		meq/100 g			PEE50/49	ICP/MS
* Potasio de cambio	0.62		meq/100 g			PEE50/49	ICP/MS
* Sodio de cambio	0.15		meq/100 g			PEE50/49	ICP/MS
Propiedades sobre la fertilidad							

INFORME ANALÍTICO Nº 000202965-A01-001

* Capacidad de intercambio catiónico	6.96		meq/100 g			PEE66	Cálculo
--------------------------------------	-------------	--	-----------	--	--	-------	---------

Análisis de suelo: microelementos

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Micronutrientes							
* Cobre extraíble en DTPA	8.61		mg/Kg			PEE50/49	ICP/MS
* Hierro extraíble en DTPA	41.0		mg/Kg			PEE50/49	ICP/MS
* Manganeso extraíble en DTPA	14.2		mg/Kg			PEE50/49	ICP/MS
* Zinc extraíble en DTPA	3.80		mg/Kg			PEE50/49	ICP/MS

Análisis de suelo: normal

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Cationes asimilables							
* Calcio extraíble con NH4Ac	3.97		meq/100 g			PEE50/49	ICP/MS
* Magnesio extraíble con NH4Ac	1.23		meq/100 g			PEE50/49	ICP/MS
* Potasio extraíble con NH4Ac	0.57		meq/100 g		0,020	PEE50/49	ICP/MS
* Sodio extraíble con NH4Ac	0.15		meq/100 g		0,020	PEE50/49	ICP/MS

Ensayos varios

* Materia orgánica total	1.17		%		0,50	PEE48	Calcinción
--------------------------	-------------	--	---	--	------	-------	------------

Micronutrientes

* Boro extraíble con CaCl2	0.29		mg/Kg		0,20	PEE50/09	Espectrofotometría UV-Vis
----------------------------	-------------	--	-------	--	------	----------	---------------------------

Propiedades físicas

* Color	7.5YR 3/3 dark brown					Interno	Munsell Soil Color Charts
---------	-----------------------------	--	--	--	--	---------	---------------------------

Propiedades sobre la fertilidad

* Caliza activa	< 0.10		%		0,10	PEE46	Calcimetría
* Carbonatos	0.16		% CaCO3		0,10	PEE46	Calcimetría
Conductividad eléctrica a 25°C 1:5	133		µS/cm		50,0	PEE50/02	Conductimetría
* Fósforo Olsen	63.3		mg/Kg		0,80	PEE79	Espectrofotometría UV-Vis
* Materia orgánica oxidable	0.81		%			Interno	Espectrofotometría UV-Vis
* Nitrógeno Total	1442		mg/Kg			PEE57	DUMAS
pH a 25° C 1:5	7.3				2,0	PEE50/01	Potenciometría
* Relación C/N	3.25					PEE84	Cálculo

Relaciones

Página 2 de 5

INFORME ANALÍTICO Nº 000202965-A01-001

* Relación Ca/Mg	3.24		PEE84	Cálculo
* Relación K/Mg	0.46		PEE84	Cálculo
Textura				
* Arcilla según clasificación USDA	8	%	PEE47	Densimetría
* Arena según clasificación USDA	78	%	PEE47	Gravimetría
* Limo según clasificación USDA	14	%	PEE47	Cálculo
* Textura según normas USDA	Areno-limoso		PEE47	Cálculo

ANEXOS *

Parámetro	Resultado	Valoración *	Gráfica *	Unidad	Fuente
* Boro extraíble con CaCl2	0.29	Bajo		mg/Kg	
* Capacidad de intercambio catiónico	6.96	Débil		meq/100 g	
* Carbonatos	0.16	No calcáreo		% CaCO3	
* Cloruros en el extracto saturado	67.5	Muy bajo		mg/l	
* Cobre extraíble en DTPA	8.61	Alto		mg/Kg	
Conductividad eléctrica a 25°C 1:5	133	No salino		µS/cm	
* Fósforo Olsen	63.3	Excesivo		mg/Kg	
* Hierro extraíble en DTPA	41.0	Alto		mg/Kg	

INFORME ANALÍTICO N° 000202965-A01-001

* Manganeseo extraible en DTPA	14.2	Alto	0.5 - 0.99 14.2 [^]	mg/Kg
* Materia orgánica oxidable	0.81	Muy pobre	0.81 [^] 2 - 2.49	%
* Nitratos en el extracto saturado	154	Bajo	154 [^] 248 - 372	mg/l
* Nitrógeno Total	1442	Bajo	1442 [^] 2000 - 5000	mg/Kg
pH a 25° C 1:5	7.3	Ligeramente básico	6.6 - 7.3 7.3 [^]	
* Potasio extraible con NH4Ac	0.57	Bajo	0.57 [^] 0.65 - 0.99	meq/100 g
* Relación C/N	3.25	Baja	3.25 [^] 10 - 15	
* Relación Ca/Mg	3.24	Adecuada	3.24 [^] 2.4 - 12	
* Relación K/Mg	0.46	Adecuada	0.46 [^] 0.06 - 1.16	
* Sulfatos en el extracto saturado	110	Muy bajo	110 [^] 900 - 1440	mg/l
* Zinc extraible en DTPA	3.80	Alto	0.5 - 0.99 3.80 [^]	mg/Kg



Las actividades marcadas con un * no están amparadas por la acreditación de ENAC N°423/LE838 N°423/LE1170.

INFORME ANALÍTICO N° 000202965-A01-001

Observaciones: los resultados obtenidos se refieren únicamente a las muestras analizadas. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. La incertidumbre calculada (U), en parámetros fisicoquímicos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En parámetros microbiológicos, la incertidumbre calculada, en métodos cuantitativos, se encuentra a disposición del cliente. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados no han sido corregidos con factores de recuperación.

LC: límite de cuantificación. PEE: procedimiento específico de ensayo.
La información de la toma de muestras ha sido aportada por quien la realiza.

La toma de muestras, comentarios y valoraciones están fuera del alcance de acreditación de ENAC N°423/LE838 N°423/LE1170.



Jefe Área Inorgánica
Elisa Ridaó Ridaó

Sevilla, 28 de abril de 2017

Director Técnico

Francisco Hierro del Castillo

CLIENTE:	APAVE S.A.		
DIRECCIÓN:	Rua André Pessoa nº 3, Loja B 2050-602 AZAMBUJA Portugal		
N° DE MUESTRA:	000202790	MATERIAL:	Suelo agrícola
REFERENCIA:	AMOSTRA 11. ZONA (ZVTEJO) SALVATERRA MAGOS. REF. AMOSTRA:77 ALTO CASAIS		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:			
OBSERVACIONES:			
DESCRIPCIÓN:	Muestra en envase cerrado, no precintado, en buen estado y en cantidad suficiente.		
CANTIDAD APROX.:	>1kg	ENVASE:	Plástico
MUESTREO:	Cliente	FECHA/HORA MUESTREO:	20/03/2017 No aportada por el cliente
FECHA/HORA RECEPCIÓN:	28/03/2017 16:40	FECHA INICIO:	28/03/2017
		FECHA FIN:	18/04/2017

Listado de parámetros analizados

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Ensayos varios							
Nitrógeno Nítrico	47.5		mg/Kg		10	PEE05	Espectrofotometría UV-Vis

Observaciones: los resultados obtenidos se refieren únicamente a las muestras analizadas. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. La incertidumbre calculada (U), en parámetros fisicoquímicos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En parámetros microbiológicos, la incertidumbre calculada, en métodos cuantitativos, se encuentra a disposición del cliente. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados no han sido corregidos con factores de recuperación.
 LC: límite de cuantificación. PEE: procedimiento específico de ensayo.
 La información de la toma de muestras ha sido aportada por quien la realiza.



Jefe Área Inorgánica
 Elisa Ridaio Ridaio



Sevilla, 18 de abril de 2017
 Director Técnico
 Francisco Hierro del Castillo



Anexo III – Operações culturais efetuadas na parcela Alto dos Casais

Dias da Plantação (dacC)	Grupo de Operações	Tipo de Operação
-29 a -35	Mobilização	Gradar
-22 a -28	Mobilização	Gradar
-22 a -28	Mobilização	Subsolar
-22 a -28	Mobilização	Escarificar
-22 a -28	Mobilização	Gradar
-22 a -28	Mobilização	Rototerra
-15 a -21	Mobilização	Armar
-1 a -7	Mobilização	Armar
1 a 7	Plantação	Plantar
1 a 7	Rega	Fita rega 22 a 20cm
1 a 7	Rega	Uniões manga-manga
1 a 7	Rega	Uniões fita-fita 22
22 a 28	Amanhos	Multifresa
113 a 119	Colheita	Abrir cabeceiras
113 a 119	Colheita	Colheita
113 a 119	Colheita	Puxar galeras
113 a 119	Colheita	Transporte

Anexo IV – Boletins analíticos da água do furo da parcela Alto dos Casais



INFORME ANALÍTICO Nº 000210545-A01-001

CLIENTE:	APAVE S.A.		
DIRECCIÓN:	Rua André Pessoa nº 3, Loja B 2050-602 AZAMBUJA Portugal		
Nº DE MUESTRA:	000210545	MATERIAL:	Agua continental para riego
REFERENCIA:	77 ALTO DOS CASAIS FURO		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:			
OBSERVACIONES:	Muestra no refrigerada. Los resultados pueden verse afectados por este hecho.		
DESCRIPCIÓN:	Muestra en envase cerrado, no precintado, en buen estado y en cantidad suficiente.		
CANTIDAD APROX.:	500ml	ENVASE:	No estéril
* MUESTREO:	Cliente	* FECHA/HORA MUESTREO:	20/06/2017 No aportada por el cliente
FECHA/HORA RECEPCIÓN:	27/06/2017 09:00	FECHA INICIO:	27/06/2017
		FECHA FIN:	08/07/2017

Listado de parámetros analizados

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Aniones							
* Nitratos	< 1,00		mg/l		1,00	PEE05	Espectrofotometría UV-Vis
Propiedades fisicoquímicas							
pH a 25°C	8.0	0.3			2,0	PEE01	Potenciometría
Propiedades químicas							
Conductividad eléctrica a 25°C	719	108	µS/cm		50,0	PEE02	Conductimetría

ANEXOS *

Parámetro	Resultado	Valoración *	Gráfica *	Unidad	Fuente
Conductividad eléctrica a 25°C	719	Ligera a moderada restricción		µS/cm	
pH a 25°C	8.0	Valor normal			



Las actividades marcadas con un * no están amparadas por la acreditación de ENAC Nº423/LE838 Nº423/LE1170.

INFORME ANALÍTICO Nº 000210545-A01-001

Observaciones: los resultados obtenidos se refieren únicamente a las muestras analizadas. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. La incertidumbre calculada (U), en parámetros fisicoquímicos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En parámetros microbiológicos, la incertidumbre calculada, en métodos cuantitativos, se encuentra a disposición del cliente. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados no han sido corregidos con factores de recuperación.
LC: límite de cuantificación. PEE: procedimiento específico de ensayo.
La información de la toma de muestras ha sido aportada por quien la realiza.

La toma de muestras, comentarios y valoraciones están fuera del alcance de acreditación de ENAC Nº423/LE838 Nº423/LE1170.



Analista
Ana Márquez Márquez

Sevilla, 10 de julio de 2017

Director Técnico
Francisco Hierro del Castillo

INFORME ANALÍTICO Nº 000210575-A01-001

CLIENTE:	APAVE S.A.		
DIRECCIÓN:	Rua André Pessoa nº 3, Loja B 2050-602 AZAMBUJA Portugal		
Nº DE MUESTRA:	000210575	MATERIAL:	Agua continental para riego
REFERENCIA:	77 ALTO DOS CASAIS FURO		
INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA:			
OBSERVACIONES:	Muestra no refrigerada. Los resultados pueden verse afectados por este hecho.		
DESCRIPCIÓN:	Muestra en envase cerrado, no precintado, en buen estado y en cantidad suficiente.		
CANTIDAD APROX.:	500ml	ENVASE:	No estéril
* MUESTREO:	Cliente	* FECHA/HORA MUESTREO:	20/06/2017 No aportada por el cliente
FECHA/HORA RECEPCIÓN:	27/06/2017 09:00	FECHA INICIO:	27/06/2017
		FECHA FIN:	08/07/2017

Listado de parámetros analizados

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
Aniones							
Bicarbonatos	181	38	mg/l		5,00	PEE03	Potenciometría
* Cloruros	100		mg/l		20,0	PEE104	Cromatografía iónica
Cationes							
* Calcio	< 20,0		mg/l		20,0	PEE104	Cromatografía iónica
* Magnesio	< 5,00		mg/l		5,00	PEE104	Cromatografía iónica
* Sodio	129		mg/l		10,0	PEE104	Cromatografía iónica

ANEXOS *

Parámetro	Resultado	Valoración *	Gráfica *	Unidad	Fuente
Bicarbonatos	181	Ligera a moderada restricción aspersión foliar		mg/l	
* Cloruros	100	Ninguna restricción		mg/l	



Las actividades marcadas con un * no están amparadas por la acreditación de ENAC N°423/LE838 N°423/LE1170.

INFORME ANALÍTICO N° 000210575-A01-001

Observaciones: los resultados obtenidos se refieren únicamente a las muestras analizadas. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin la autorización por escrito del laboratorio. La incertidumbre calculada (U), en parámetros fisicoquímicos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En parámetros microbiológicos, la incertidumbre calculada, en métodos cuantitativos, se encuentra a disposición del cliente. Los resultados de los parámetros fisicoquímicos analizados no han sido corregidos con factores de recuperación.
LC: límite de cuantificación. PEE: procedimiento específico de ensayo.
La información de la toma de muestras ha sido aportada por quien la realiza.

La toma de muestras, comentarios y valoraciones están fuera del alcance de acreditación de ENAC N°423/LE838 N°423/LE1170.



Analista
Ana Márquez Márquez

Sevilla, 10 de julio de 2017

Director Técnico
Francisco Hierro del Castillo

Anexo V – Fertilização efetuada na parcela Alto dos Casais

Dias da Plantação (daiC)	Tipo de Produto	Designação	Quantidade (kg ou l/ha)
-1 a -7	Sólido	Labin 5-9-18	500 kg/ha
-1 a -7	Líquido	H15 Pusgel	200 L/ha
8 a 14	Líquido	Nitrato de cálcio com magnésio	100 L/ha
15 a 21	Fortificante	Impro-Set	0,6 L/ha
15 a 21	Líquido	20-3-4	120 L/ha
15 a 21	Fortificante	Retenol	0,4 L/ha
15 a 21	Fortificante	F-Ret	2 L/ha
22 a 28	Líquido	Adubo Solução 32 N	100 L/ha
22 a 28	Fortificante	Retenol	0,4 L/ha
22 a 28	Fortificante	Carbonpower	10 L/há
22 a 28	Fortificante	Folivex Crescimento	1 L/ha
29 a 35	Líquido	8-24-0	100 L/ha
29 a 35	Fortificante	Retenol	0,4 L/ha
29 a 35	Sólido	18-18-18	100 kg/ha
36 a 42	Fortificante	Retenol	0,4 L/ha
36 a 42	Líquido	20-3-4	100 L/ha
43 a 49	Fortificante	Retenol	0,4 L/ha
43 a 49	Fortificante	Carbonpower	10 L/ha
50 a 56	Líquido	20-3-4	80 L/ha
50 a 56	Sólido	18-18-18	25 kg/ha
57 a 63	Líquido	20-3-4	50 L/ha
57 a 63	Líquido	Nitrato de cálcio com potássio	50 L/ha
64 a 70	Líquido	20-3-4	60 L/ha
64 a 70	Líquido	Nitrato de cálcio com potássio	50 L/ha
71 a 77	Líquido	6-3-12	100 L/ha
78 a 84	Líquido	0-0-12	150 L/ha
78 a 84	Líquido	Nitrato de cálcio com potássio	50 L/ha
78 a 84	Fortificante	Enermax	1 L/ha
85 a 91	Líquido	0-0-12	150 L/ha

Anexo VI – Tratamentos fitossanitários efetuados na parcela Alto dos Casais

Dias da Plantação (daiC)	Tipo de Produto	Nome Comercial	Substância Ativa	Quantidade
-29 a -35	Herbicida	Roundup Flex	Glifosato	10 L/ha
-15 a -21	Nematodocida	Vapo-solo 510	Metame-sódio	200 L/ha
8 a 14	Herbicida	Sencor Liquid	Metribuzina	0,4 L/ha
8 a 14	Herbicida	Titus	Rinsulfurão	0,05 kg/ha
8 a 14	Herbicida	Targa Gold	Quizalope-P-etilo	1 L/ha
15 a 21	Inseticida	Rogor	Dimetoato	0,6 L/ha
15 a 21	Fungicida	Vitra 40 Micro	Hidróxido de cobre	1,5 kg/ha
22 a 28	Fungicida	Cimofarm	Cimoxanil + Mancozebe	3 kg/ha
22 a 28	Inseticida	Cythrin 10 EC	Cipermetrina	1 L/ha
22 a 28	Herbicida	Sencor Liquid	Metribuzina	0,4 L/ha
22 a 28	Herbicida	Titus	Rinsulfurão	0,06 kg/ha
29 a 35	Fungicida	Ridomil Gold R WG	Metalaxil M + Cobre	5 kg/ha
29 a 35	Inseticida	Proteus	Delatametrina + Tiaclopride	0,6 L/ha
29 a 35	Fungicida	Vitra 40 Micro	Hidróxido de cobre	2 kg/ha
29 a 35	Herbicida	Reglone	Diquato	2 L/ha
36 a 42	Fungicida	Forum F	Dimetomorfe + Folpete	2 kg/ha
36 a 42	Inseticida	Steward	Indoxacarbe	0,125 kg/ha
36 a 42	Inseticida	Movento O-Teq	Espirotetramato	0,6 L/ha
43 a 49	Fungicidas	Melody	Folpete + Iprovalicarbe	1,3 kg/ha
43 a 49	Fungicida	Vitra 40 Micro	Hidróxido de cobre	2 kg/ha
43 a 49	Inseticida	Rogor	Dimetoato	0,6 L/ha
43 a 49	Herbicida	Sencor Liquid	Metribuzina	0,6 L/ha
50 a 56	Fungicida	Bago de Ouro	Enxofre	25 kg/ha
50 a 56	Herbicida	Targa Gold	Quizalope-P-etilo	2 L/ha
50 a 56	Inseticida	Steward	Indoxacarbe	0,125 kg/ha
50 a 56	Fungicida	Stulln	Enxofre	3 kg/ha
50 a 56	Fungicida	Forum F	Dimetomorfe + Folpete	2 kg/ha
50 a 56	Inseticida	Corsário	Imidaclopride	0,5 L/ha
57 a 63	Fungicida	Bago de Ouro	Enxofre	25 kg/ha
57 a 63	Fungicida	Vitipecc C	Cimoxanil + Oxicloreto de cobre	3 kg/ha
57 a 63	Inseticida	Affirm	Emamectina	1,5 kg/ha
57 a 63	Inseticida	Boreal	Abamectina	2 L/ha
64 a 70	Fungicida	Melody cobre	Oxicloreto de cobre + Iprovalicarbe	1,5 kg/ha
64 a 70	Inseticida	Coragen	Clorantraniliprol	0,2 L/ha
64 a 70	Fungicida	Stulln	Enxofre	3 kg/ha
64 a 70	Inseticida	Boreal	Abamectina	2 L/ha
71 a 77	Fungicida	Calda Bordalesa	Sulfato de cobre e cálcio	5 kg/ha
78 a 84	Fungicida	Calda Bordalesa	Sulfato de cobre e cálcio	5 kg/ha