

Efeito dos bioestimulantes Ficosagro® e Cystium-K® na produtividade
do tomate em estufa na região do Oeste

André Filipe Alves Marçal

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientador: Professor João Carlos da Silva Dias

PRESIDENTE

Doutor Joaquim Miguel Rangel da Cunha Costa, Professor auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

VOGAIS

Doutor João Carlos da Silva Dias, Professor associado com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;

Doutora Maria Odete Pereira Torres, Professora auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Lisboa, 2021

Agradecimentos:

Ao Professor João Silva Dias pela ajuda, correções e conselhos durante o ensaio e escrita do trabalho.

À empresa Ficosterra por ter disponibilizado os produtos e pela ajuda no ensaio.

Ao Luís Alberto por ter disponibilizado as suas instalações na Castelhana para desenvolver o ensaio e pelos ensinamentos e apoio prestados.

Aos meus pais por me terem disponibilizado as suas instalações em Gibraltar para desenvolver o ensaio e pelos ensinamentos e apoio prestados.

Aos meus colegas e amigos João Pessoa e Ana Mira pela ajuda na construção dos gráficos presentes no trabalho, apoio e conselhos.

A todos os meus amigos que me apoiaram de forma mais ou menos direta durante este trabalho.

À minha família pelo apoio durante a licenciatura e o mestrado.

A Deus pela paciência e discernimento que me deu para conseguir concluir o trabalho.

Resumo

A produção da cultura do tomate na região Oeste é competitiva mas é necessário garantir maiores produtividades e minimizar o impacto ambiental. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dois bioestimulantes comerciais (Ficosagro® e Cystium-K®) no crescimento vegetativo e na produtividade da cultura do tomate em estufa. Para tal foram realizados dois ensaios distintos, um na Castelhana e outro em Gibraltar (ambos os locais na região do Oeste).

O Ficosagro® é um bioestimulante para aplicar ao solo à base de microrganismos (*Lactobacillus* spp., *Sacharomyces cerevisiae*, *Rhodobacter sphaeroides* e *Aspergillus oryzae*) e extratos da algas dos géneros *Gelidium* (alga vermelha) e *Macrocystis* (alga castanha). O Cystium-K® é um bioestimulante à base de extratos da alga *Macrocystis pyrifera* (alga castanha), para aplicar foliarmente.

Em ambos os ensaios realizados, com sistemas culturais diferentes (solo e substrato), diferentes cultivares de tomate, com e sem porta-enxerto, com diferentes sistemas de condução (uma e duas hastes) e em localizações diferentes não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades testadas (testemunha, dose e meia-dose de Ficosagro® e dose de Cystium-K®) no diâmetro basal do caule, na altura dos tomateiros, na produtividade e no ensaio de Gibraltar na proporção de tomate de calibre médio.

Apesar de não se terem registado diferenças significativas, na Castelhana a modalidade meia-dose de Ficosagro® foi a que conduziu a maior produtividade, 146 toneladas/ha (mais 1% do que a testemunha) e receita (descontando o valor do produto). Em Gibraltar a modalidade dose de Ficosagro® foi a que conduziu a uma maior produtividade, 197 toneladas/ha (mais 2% do que a testemunha) e receita (descontando o valor do produto).

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, bioestimulante, algas, "microrganismos efetivos", "microrganismos amigos"

Abstract

The production of tomato crops in the West region of Portugal is competitive, but it is necessary to guarantee greater productivity and minimize the environmental impact. The objective of this work was to evaluate the effect of two commercial biostimulants (Ficosagro® and Cystium-K®), on the vegetative growth and productivity of tomato cultivation in greenhouse. In two different trials, at Castelhana and Gibraltar (both locations in the Western region of Portugal), the effect of two commercial biostimulants (Ficosagro® and Cystium-K®), on the vegetative grow and productivity of tomato cultivation in greenhouse was evaluated.

Ficosagro® is a biostimulant to apply to the soil based on microorganisms (*Lactobacillus* spp., *Sacharomyces cerevisiae*, *Rhodobacter sphaeroides* and *Aspergillus oryzae*) and seaweed extracts of the genera *Gelidium* (red algae) and *Macrocystis* (brown algae). Cystium-K® is a biostimulant based on extracts from the seaweed *Macrocystis pyrifera* (brown seaweed), to be applied to the leaves.

In both trials carried out with different cultivation systems (soil and substrate), different tomato cultivars, with and without rootstock, with different conduction systems (one and two stems) and in different locations there were no significant differences between the modalities tested (control, dose and half-dose of Ficosagro® and dose of Cystium-k®) in the basal stem diameter, in the height of the plants, in the productivity and in the Gibraltar trial in the proportion of medium-sized tomatoes.

Although there were no significant differences, in Castelhana the half-dose of Ficosagro® modality was the one that led to the highest productivity, 146 tons/ha (more 1% than control) and profit (excluding other inputs). In Gibraltar the dose of Ficosagro® modality was the one that led to a higher productivity, 197 tons/ha (more 2% than control) and profit (excluding other inputs).

Key words: *Solanum lycopersicum*, biostimulant, seaweed, "effective microorganisms", "friendly microorganisms"

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introdução..... | 1 |
| 2. Revisão bibliográfica..... | 3 |
| 2.1.A cultura do tomate..... | 3 |
| 2.2.Bioestimulantes..... | 4 |
| 2.3.Organismos no solo..... | 5 |
| 2.4.Extratos de algas..... | 5 |
| 2.4.1.Algas castanhas..... | 6 |
| 2.4.2.Algas vermelhas..... | 8 |
| 2.5. <i>Lactobacillus</i> spp. | 9 |
| 2.6. <i>Sacharomyces cerevisiae</i> | 11 |
| 2.7. <i>Aspergillus oryzae</i> | 12 |
| 2.8. <i>Rhodobacter sphaeroides</i> | 12 |
| 2.9."Effective microorganisms"(EM)..... | 13 |
| 2.10. Ensaio com Ficosagro®..... | 15 |
| 3. Material e métodos..... | 16 |
| 3.1.Localização dos ensaios..... | 16 |
| 3.2.Características das plantas e cultivares utilizadas..... | 16 |
| 3.3.Características do cultivo..... | 17 |
| 3.4.Análise das águas de rega..... | 19 |
| 3.5.Formulação da solução mãe e equipamento..... | 19 |
| 3.6.Análise do solo..... | 20 |
| 3.7.Delineamento experimental..... | 20 |
| 3.8.Características dos bioestimulantes utilizados..... | 20 |
| 3.9.Descrição das aplicações dos dois bioestimulantes..... | 21 |
| 3.10.Avaliação do crescimento vegetativo e da produção..... | 23 |
| 3.11. Análise económica..... | 24 |
| 3.12. Análise estatística..... | 24 |
| 4. Resultados..... | 25 |
| 5. Discussão..... | 29 |
| 6. Conclusão..... | 31 |
| 7. Bibliografia..... | 32 |
| 8. ANEXOS..... | 39 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Fotografia de <i>Macrocystis pyrifera</i> (https://www.inaturalist.org/taxa/124748-Macrocystis-pyrifera). | 7 |
| Figura 2 - Fotografia de <i>Laminaria digitata</i> (https://www.seaweed.ie/descriptions/Laminaria_digitata.php). | 8 |
| Figura 3 - Fotografia de <i>Ascophyllum nodosum</i> (https://www.fertilizantesyabonos.com/english/ascophyllum-nodosum/). | 8 |
| Figura 4 - Fotografia de <i>Gelidium corneum</i> (https://news.algaeworld.org/gelidium-corneum-01/). | 9 |
| Figura 5 - Imagem aérea da localização dos ensaios na Castelhana (à esquerda) e em Gibraltar (à direita). | 16 |
| Figura 6 – Interior da estufa na Castelhana (à esquerda) e em Gibraltar (à direita)..... | 18 |
| Figura 7 - Tomate "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ" produzido no solo com cobertura de polietileno negro na Castelhana (à esquerda); e tomate "Arano" não enxertado em fibra de côco dentro de vasos tipo floreiras em Gibraltar (à direita). | 19 |
| Figura 8 - Comparação das produtividades acumulada (kg/m^2) de tomate cacho "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ" na Castelhana. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha)..... | 25 |
| Figura 9 - Comparação das produtividades acumulada (kg/m^2) de tomate beef "Arano" em Gibraltar. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha)..... | 25 |

Índice de Quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Características dos bioestimulantes utilizados, Ficosagro® e Cystium-K®, segundo a empresa Ficosterra®. | 21 |
| Quadro 2 - Data de aplicação e estados de desenvolvimento do tomate nos dias da aplicação de Ficosagro® nas estufas de Castelhana e de Gibraltar. | 22 |
| Quadro 3 - Data de aplicação e estados de desenvolvimento do tomate nos dias da aplicação de Cystium-K® nas estufas da Castelhana e Gibraltar. | 23 |
| Quadro 4 - Medições no ensaio de Castelhana do diâmetro e altura do tomateiro e produtividade do tomate. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-k®) e TT (testemunha). | 26 |

| | |
|---|----|
| Quadro 5 - Medições em Gibraltar de diâmetro e altura do tomateiro e peso dos frutos. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-k®) e TT (testemunha). | 27 |
| Quadro 6 - Efeito da aplicação dos bioestimulantes na receita (descontando o valor do produto) no tomate de cacho na Castelhana. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha). | 28 |
| Quadro 7 - Efeito da aplicação dos bioestimulantes na receita (descontando o valor do produto) no tomate "beef" em Gibraltar. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha). | 28 |

Índice de Anexos

| | |
|--|----|
| Anexo I - Análise da água de rega do ensaio na Castelhana. | 39 |
| Anexo II - Análise da água de rega do ensaio em Gibraltar. | 42 |
| Anexo III - Análise do solo do ensaio na Castelhana. | 45 |
| Anexo IV - Esquema do delineamento experimental na estufa da Castelhana. Modalidades: DT (dose recomendável de Ficosagro®), MD (metade da dose recomendada de Ficosagro®), CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha). | 45 |
| Anexo V - Esquema do delineamento experimental na estufa de Gibraltar. Modalidades: DT (dose recomendada de Ficosagro®), MD (metade da dose recomendada de Ficosagro®), CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha). | 46 |
| Anexo VI- Outputs das análises de variância ($\alpha=0,05$) para os parâmetros estudados (diâmetro da base do tomate e altura das plantas; produtividade do tomate e proporção de tomate médio no tomate tipo "beef"). | 47 |

Lista de abreviaturas

CE - Condutividade Elétrica

dS - deciSiemens

EM - Effective Microorganisms

ha - hectare

mS - miliSiemens

PE - Polietileno

UFC - Unidades Formadoras de Colónias

1. Introdução

Os bioestimulantes incluem um conjunto de substâncias e microrganismos e suas misturas que estimulam o crescimento vegetativo das plantas (Calvo et al., 2014; Dias, 2020). Quando aplicados à planta ou à sua rizosfera, estes atuam sobre os seus processos fisiológicos das plantas permitindo aumentar: i) a extração dos nutrientes (e a usá-los mais eficientemente); ii) a resiliência da planta sobre condições adversas, principalmente a stresses abióticos; e iii) a qualidade da produção (Jardin, 2015).

Na região do mediterrâneo, a produção intensiva de hortícolas em estufa é realizado recorrendo frequentemente a um uso excessivo de fertilizantes.

Esta prática resulta em problemas ambientais para a sociedade e económicos para o agricultor (Pardossi et al., 2015).

Estima-se que a população mundial em 2050 seja de 9,2 mil milhões de habitantes. Para que seja possível fornecer alimentos de qualidade a todos estes habitantes, será necessário aumentar a produtividade, mas sem causar mais impactos ambientais, ou seja, sem que haja aumento do uso de *inputs*, sendo portanto necessário usá-los mais eficientemente (Godfray et al., 2010).

Todos estes problemas (ambientais, económicos e sociais) podem ser ultrapassados se houver um aumento das produtividades e da eficiência no uso dos fertilizantes. O uso de bioestimulantes poderá vir a ter um papel importantíssimo para que se consiga aumentar a produtividade das culturas hortícolas, mesmo em condições adversas e sem aumentar o uso de *inputs* (Pardossi et al., 2015).

Além de aumentarem a resistência das culturas às condições de stresses abióticos, há bioestimulantes que conseguem controlar problemas no solo de origem biótica, como por exemplo fungos patogénicos do solo. Os bioestimulantes que melhor controlam estes problemas são os que contêm microrganismos vivos como fungos e bactérias antagonistas.

Na região do Oeste a produção de tomate em estufa é feita utilizando tradicionalmente muitos *inputs*, nomeadamente fertilizantes. No sentido de reduzir a aplicação de fertilizantes e de aumentar a produtividade alguns agricultores começaram a usar bioestimulantes. Apesar de estar cada vez melhor estudado o efeito de vários bioestimulantes, existe ainda pouca informação sobre qual o efeito de aplicar vários bioestimulantes, para saber se poderá haver ou não algum efeito sinérgico, que possa resultar em cada vez maiores aumentos de produtividade e tolerância a stresses abióticos.

Como a agricultura é uma atividade económica, é essencial também saber se o investimento no bioestimulante é de facto compensador em termos económicos,

característica essencial para que haja aceitação do produto por parte dos agricultores.

O objectivo deste trabalho foi avaliar o efeito de dois bioestimulantes comerciais, o Cystium-K® e o Ficosagro®, na produção do tomate (*Solanum lycopersicum*) em estufa na região do Oeste, em cultura no solo e em substrato, avaliando o seu efeito no crescimento vegetativo e na produtividade e a sua viabilidade económica.

2. Revisão bibliográfica

2.1.A cultura do tomate

O tomate é, com exclusão da batata, a hortícola mais consumida no mundo (Dias, 2011; Dias & Ryder, 2011; Blancard, 2012) Em 2018, no mundo, foram produzidas aproximadamente 182 milhões de toneladas de tomate, dos quais aproximadamente 23 milhões no continente europeu (FAO, 2020).

Em Portugal, em 2018, o tomate para consumo em fresco foi também a cultura hortícola com maior produção. Foram produzidas 104 mil toneladas numa área de 1367 ha, havendo assim uma produtividade média de 76 ton/ha (INE, 2019).

O tomate para consumo em fresco é também a principal cultura hortícola em estufa em Portugal. A área de estufas em Portugal é de cerca de 1500 ha (Baptista et al., 2014). Destes mais de 50% são dedicados à cultura de tomate em substratos (lã de rocha, fibra de côco, perlite, turfa) sendo a restante área cultivada no solo (Costa et al., 2017). A tendência é para a área da cultura de tomate em substrato continuar a aumentar. Isso deve-se, para além da redução de pragas e doenças no solo, a uma maior facilidade na gestão de nutrientes e de água na cultura em substrato (Almeida & Reis, 2017). Frequentemente após cultivos sucessivos de hortícolas em sistemas intensivos ocorrem problemas de salinidade (principalmente quando são usadas águas com elevada condutividade elétrica) e de doenças radiculares (Altech, 2020).

Em Portugal a maioria da produção de tomate em estufa concentra-se na zona do Oeste. É uma região de clima ameno, devido à forte influência marítima (Ferreira, 2017) propícia à cultura do tomate em estufa em grande parte do ano. Nesta região o mais comum é serem realizados dois ciclos de produção ao longo do ano. Um com plantação de Janeiro a meados de Fevereiro, que conduz a colheitas entre Abril até Julho. O outro inicia-se com a plantação em Julho com as colheitas de Setembro até Dezembro. Estas duas épocas tradicionais de colheita ocorrem numa boa parte do tempo em que a produção de tomate em estufa no Sul de Espanha é mais reduzida. Recentemente os horticultores do Oeste começaram a fazer um terceiro ciclo, uma campanha intermédia, em que a plantação é feita em Abril para colheita na transição entre o primeiro e o segundo ciclo de Junho até Setembro (Ferreira, 2017; Borges, 2020). Nesta altura a produção de tomate em estufa no Sul de Espanha é reduzida devido às altas temperaturas que prejudicam o vingamento do fruto.

Na região Oeste a produção de tomate em estufa é feita utilizando tradicionalmente muitos *inputs*, nomeadamente fertilizantes.

O tomate é uma importante fonte de vitaminas, antioxidantes e minerais. É rico em

carotenóides, sendo o licopeno o principal. O tomate contém também quantidades significativas de α -, β -, γ - e δ - caroteno, vitamina C e pequenas quantias de luteína, α -, β -, e γ -tocoferol, e flavonóides conjugados, sendo que 98% destes flavonóides se encontram na epiderme do tomate. O licopeno é um poderoso antioxidante com atividade anticancerígena. O seu consumo está associado a uma menor incidência de câncros gástricos, da mama, colo-rectal e pulmão. O tomate e o licopeno são considerados preventivos contra o cancro da próstata (Bhowmik et al, 2012; Dias, 2012a,b,c; 2019a,b; Dias & Imai, 2017).

2.2. Bioestimulantes

Até ao momento ainda não existe uma definição universal para o termo bioestimulante. Jardim (2015) propôs recentemente a seguinte definição: "um bioestimulante é qualquer substância ou microrganismo aplicado às plantas com o objetivo de melhorar a eficiência do uso de nutrientes, a tolerância a stresses abióticos e/ou melhorar as suas características qualitativas, independentemente do seu teor de nutrientes". Outros autores incluem além da aplicação direta às plantas também a aplicação à sua rizosfera e a mistura de substâncias e microrganismos (Dias, 2020). Na definição de Jardim (2015) a melhoria no uso mais eficiente dos nutrientes inclui a sua mobilização, transporte, acumulação, assimilação e desenvolvimento das raízes. O stress abiótico refere-se a stresses que não têm origem biológica como o calor, a salinidade, a seca, entre outras. As características qualitativas incluem entre outras o valor nutricional e o tempo de prateleira.

Os bioestimulantes podem ser divididos em sete categorias: ácidos húmicos e fúlvicos; proteínas hidrolisadas e outros componentes contendo azoto; extratos de algas marinhas; quitosano e outros biopolímeros; componentes inorgânicos; fungos benéficos e bactérias benéficas (Jardin, 2015).

Os bioestimulantes estavam incluídos até à pouco tempo no quadro do Regulamento (UE) 1107/2009 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 21 de outubro, que regula a colocação no mercado de produtos fitofarmacêuticos, mas transitaram muito recentemente para outro enquadramento legal, regido pelo Regulamento (UE) 2019/1009 do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de junho de 2019 que estabelece regras relativas à disponibilização no mercado de produtos fertilizantes. Sendo assim é necessário distinguir os bioestimulantes com função de produto fitofarmacêutico em que a DGAV (Direção Geral de Agricultura e Veterinária) é a autoridade portuguesa responsável pela homologação e autorização de venda e os bioestimulantes com função de estimular o desenvolvimento da planta em que a DGAE (Direção Geral das Actividades Económicas) é responsável pela sua autorização de venda.

Os produtos Ficosagro® e Cystium-K® utilizados no presente estudo enquadram-se

nos bioestimulantes fertilizantes com função de estimular o desenvolvimento da planta. O Ficosagro®, é um produto à base das algas do género *Gelidium* (alga vermelha) e *Macrocystis* (alga castanha) e de microrganismos (*Lactobacillus* spp., *Sacharomyces cerevisiae*, *Rhodobacter sphaeroides* e *Aspergillus oryzae*). O Cystium-K® é um produto à base da alga *Macrocystis pyriferae* (alga castanha) que é caracterizado por ter um elevado conteúdo em fitohormonas e catiões. O Ficosagro é aplicado na fertirrega e o Cystium-K® por pulverização foliar (Ficosterra, 2020). Nos sub-capítulos seguintes vamos analisar apenas as referências à utilização dos microrganismos e algas como bioestimulantes.

2.3.Organismos no solo

O solo é considerado um dos maiores reservatórios de microrganismos do planeta. Estes microrganismos têm um papel fundamental na manutenção dos solos, realizando processos-chave que mantêm a estrutura e fertilidade do solo, onde se incluem a decomposição da matéria orgânica, solubilização de minerais, atuação como antagonistas de patogêneos e promoção do crescimento das plantas (Castro & Fareleira, 2017).

Certas algas, fungos, bactérias, actinomicetes e leveduras podem funcionar como "probióticos" quando associados às plantas. Estes organismos podem estimular o crescimento das plantas, fixar azoto, solubilizar o fósforo e o potássio, excretar exopolissacáridos e libertar para o solo fitohormonas e seus precursores, enzimas e aumentar a capacidade do solo para reter água e desse modo aumentar a resistência à seca e controlar pragas e doenças (Naik et al., 2019).

Nos últimos anos tem havido um grande interesse na inoculação de microrganismos quer em sementes quer no solo. A variabilidade dos resultados obtidos e de respostas das culturas aos microrganismos devido a outros fatores (tipo de solo, condições ambientais e de cultivo) faz com que esta prática não seja ainda suficientemente eficaz para excluir o uso de fertilizantes convencionais na fertilização das culturas (Julia, et al., 2020).

2.4.Extratos de algas

Em termos gerais, os extratos de algas, mesmo a concentrações reduzidas, têm a capacidade de induzir diversas respostas nas plantas, tais como promover o crescimento, melhorar a floração, a produção e a qualidade dos produtos (Battacharyya et al., 2015). O efeito mais conhecido é o de estimulação do sistema radicular, essencial para uma boa absorção de água e nutrientes (Pascale et al., 2017).

São vários os componentes das algas que atuam nas plantas e no solo e que permitem o melhor desempenho da planta. O teor de nutrientes por si só não é suficiente para provocar as respostas observadas na planta (Khan et al., 2009). As moléculas que têm

influência no desenvolvimento da planta são osmólitos, aminoácidos, metabólitos secundários, vitaminas e seus precursores, polissacáridos, compostos fenólicos e fitohormonas (Battacharyya et al., 2015). Os polissacarídeos funcionam também como elicitores das defesas naturais das plantas (Stadnik & Freitas, 2014). Segundo Battacharyya et al. (2015), os extratos de algas atuam na planta aumentando a extração de nutrientes (melhorando a arquitetura da raiz e as características do solo); fornecendo hormonas e estimulando a sua produção por parte da planta; aumentando a tolerância a stresses abióticos; alterando o transcriptoma e metaboloma da planta. Segundo Khan et al. (2009), a aplicação das algas ao solo tem a capacidade de melhorar a vida no solo por aumentar a retenção de água no solo e por promover o desenvolvimento de microrganismos benéficos. Craigie (2011) destaca o papel dos polímeros existentes nas algas, uma vez que nos extratos alcalinos das algas todas as moléculas de baixo peso molecular são removidas, pelo que a atividade destes extratos de algas quando aplicados como bioestimulantes ao solo estará fortemente relacionada com estes polímeros, uma vez que estes permanecem. As algas sintetizam agar (algas vermelhas), alginato (algas castanhas), carragenina (algas vermelhas), fucana (algas castanhas), laminarina (algas castanhas), e outros extratos que não são produzidos pelas plantas terrestres. Existem alguns estudos que comprovam o efeito benéfico dos extratos de algas no desenvolvimento das culturas e na sua produtividade (Khan et al., 2009; Battacharyya et al., 2015; Pohl et al., 2019).

2.4.1. Algas castanhas

As algas castanhas pertencem à classe *Phaeophyceae* (Petruzello, 2020). A *Macrocystis pyrifera* (alga usada nos produtos Ficosagro® e Cystium-K®), a *Laminaria digitata* e a *Ascophyllum nodosum* são das algas castanhas mais usadas na produção de bioestimulantes.

2.4.1.1. *Macrocystis pyrifera*

A *Macrocystis pyrifera* encontra-se nas zonas costeiras do Oceano Pacífico e no sul do Oceano Atlântico. Só se reproduz com temperaturas inferiores a 18-20°C. Pode medir até 65 metros de comprimento. Na Figura 1 apresenta-se uma fotografia desta alga. Um dos seus importantes usos é como fonte de alginato (Petruzello, 2020). Tem uma taxa de crescimento muito elevada e o processo de colheita é simples (McHugh, 2003). Briceño-Domínguez et al. (2014) verificaram que na produção do extrato de *Macrocystis pyrifera*, as condições de temperatura e de pH a que é feita a extração influencia as características do extrato, bem como o seu efeito no tomateiro. A extração realizada com pH 11 e à temperatura de 80°C, foi a que revelou ter maior atividade nas plantas. Essa atividade foi do

tipo auxina (estimulou o desenvolvimento radicular). Por seu turno o que promoveu mais o crescimento de plântulas de tomateiro foi a extração realizada a pH 12 com a mesma temperatura de 80°C. Julia et al. (2020) inocularam um extrato da alga *Macrocystis pyrifera* (obtido por disrupção física a baixa temperatura) em sementes de alface (*Lactuca sativa*). O poder e a energia germinativa das sementes de alface, medidos em placas de Petri, aumentou em comparação com a testemunha (água). Os mesmos autores com as alfaces num substrato composto por vermiculite e perlite, em iguais proporções, verificaram igualmente que a inoculação das sementes de alface com o extrato de algas conduziu a um aumento do comprimento e do peso seco da raiz e no peso fresco da alface.



Figura 1 - Fotografia de *Macrocystis pyrifera* (<https://www.inaturalist.org/taxa/124748-Macrocystis-pyrifera>).

2.4.1.2. *Laminaria digitata*

A *Laminaria digitata* existe junto às costas de água fria dos Oceanos Atlântico e Pacífico. Medem normalmente 1 a 3 metros de comprimento (Petruzello, 2020). Na Figura 2 apresenta-se uma fotografia desta alga. O único bioestimulante homologado em Portugal baseado em algas é um extrato da *Laminaria digitata*, produzido pela empresa Arysta e com o nome comercial de Vacciplant® (número de autorização da DGAV 0233) (DGAV, 2020). Vacciplant® é um fungicida biológico de origem natural, formulado à base de 45g/l de laminarina (funciona como polissacarídeo de reserva), que deve ser aplicado preventivamente, uma vez que estimula as defesas naturais das planta (Arysta, 2020).



Figura 2 - Fotografia de *Laminaria digitata*
(https://www.seaweed.ie/descriptions/Laminaria_digitata.php).

2.4.1.3. *Ascophyllum nodosum*

A *Ascophyllum nodosum* encontra-se na zona norte do Oceano Atlântico. O seu comprimento médio é de 0,5 a 2 metros e tem um crescimento lento (Hill & White, n.d.). Na Figura 3 apresenta-se uma fotografia desta alga. Num ensaio em tomate de indústria realizado em Évora (Portugal) na campanha de 2020 foi aplicado duas vezes na época de floração/vingamento um concentrado de *Ascophyllum nodosum* com uma concentração de 500 g/L (SuperFifty®) na dose de 2 L/ha por aplicação foliar juntamente com um bioativador orgânico que ativa o metabolismo e possui uma fórmula equilibrada de micronutrientes minerais (Quicelum®) na dose de 1L/ha por aplicação. Em comparação com a testemunha, nas plantas em que foi aplicado o SuperFifty® e o Quicelum® houve um aumento de 6% na produtividade de tomate, 15% no número de frutos e 8,9% no grau brix (BioAtlantis, 2020).



Figura 3 - Fotografia de *Ascophyllum nodosum*
(<https://www.fertilizantesyabonos.com/english/ascophyllum-nodosum/>).

2.4.2. Algas vermelhas

As algas vermelhas pertencem à divisão *Rhodophyta* (Petruzello, 2020). Na Figura 4 apresenta-se uma fotografia da alga vermelha *Gelidium corneum*. Contêm uma quantidade significativa de polissacáridos agar, que exercem nas algas a mesma função da celulose nas plantas terrestres (Guerrero et al., 2014). O agar é muito usado em microbiologia, na

formação de meios de cultura. O gel de agarose, produzido através de gomas de agar, é usado em eletroforeses e cromatografia (Morton, 1998). Dentro das algas vermelhas as mais utilizadas como bioestimulantes pertencem ao género *Gelidium*.



Figura 4 - Fotografia de *Gelidium corneum* (<https://news.algaeworld.org/gelidium-corneum-01/>).

2.4.2.1. *Gelidium* spp.

Mzibra et al. (2018) em tomateiro produzido em vasos com turfa, com temperatura constante de 26°C e 16 horas de luz diárias aplicaram semanalmente 100 mL de extrato obtido através dos polissacarídeos presentes em *Gelidium crinale*, com a concentração de 0,1 mg de extrato por mL de água. Verificaram que ao fim de 30 dias o peso seco da parte aérea e radicular do tomateiro aumentou significativamente em relação à testemunha (apenas regado com água).

Os extratos de *Gelidium* spp. podem também influenciar o controlo de fungos patogénicos do tomateiro. Barreto et al. (1997) observaram também em placas de Petri que o extrato etanólico de *Gelidium abbottiorum* inibiu em 56 e 21,5% o crescimento de *Rhizoctonia solani* e *Verticillium* spp. respetivamente.

2.5. *Lactobacillus* spp.

As bactérias lácticas (*Lactobacillus* spp.) constituem um grupo variado de microrganismos associados à ensilagem de plantas e ao processamento de carnes e laticínios (Bruno, 2011; Dias, 2019a).

As bactérias lácticas são Gram-positivas, catalase negativas, crescem em condições anaeróbicas ou micro-aeróbicas e não são formadoras de esporos (Klein et al., 1998). Estas encontram-se frequentemente em solos ricos em matéria orgânica. O facto dos ácidos orgânicos não persistirem muito tempo no solo, faz com que estas bactérias não se encontrem em grande quantidade neste meio (Lamont et al., 2017). Ainda assim, no solo podem ser encontrados uma grande variedade de espécies de bactérias lácticas (Chen et

al., 2005). Elas podem exercer diversas funções nas culturas agrícolas. Para além de terem atividade bioestimulante, podem também desempenhar um papel significativo no controlo de doenças. O modo de ação destes microrganismos nas plantas ainda não está totalmente clarificado (Lamont et al., 2017).

Shrestha et al. (2014) num estudo realizado em pimento, com três raças de *Lactobacillus* spp., verificaram que estas produziam quantidades significativas de ácido indolacético (IAA), uma hormona vegetal que promove o crescimento das plantas, e que solubilizavam o fósforo, aumentando a sua disponibilidade para as plantas. Os mesmos autores verificaram também que as bactérias lácticas exercem um controlo eficiente da bactéria *Xanthomans campestris* pv. *vesictoria* em pimento (*Capsicum annuum*).

Higa & Kinjo (2000) incorporaram no solo 20 toneladas/ha de adubação verde de *Wedelia trilobata*, depois semearam rabanetes (*Raphanus sativus*) e testaram o efeito daquela sideração nos rabanetes juntamente com aplicações semanais de *Lactobacillus plantarum* a diferentes diluições (1:500, 1:1000 e 1:2000), tendo cada mL da solução concentrada $1,2 \times 10^9$ bactérias. Aqueles autores verificaram que em comparação com a testemunha houve aumentos significativos no peso fresco e seco dos rabanetes de todas as modalidades em que houve aplicação das bactérias lácticas.

Hamed et al. (2011) analisaram em sementes de tomateiro o efeito de cinco bactérias lácticas (1mL da cultura da bactéria por semente) e no solo (10 mL da cultura da bactéria por vaso com 30 cm de diâmetro contendo solo agrícola). Os resultados foram avaliados ao fim de três meses de cultivo. O *Lactobacillus* sp.5 (LB-5) quando aplicado nas sementes aumentou 51% o comprimento da parte aérea e 121% o número de raízes secundárias do tomateiro em relação à testemunha. Quando aplicado no solo as modalidades com LB-5 apresentaram aumentos de 46%, 91% e 100% no comprimento da parte aérea, número de raízes secundárias e comprimento das raízes, respetivamente. Os mesmos autores realizaram outros estudos em tomateiro com uma metodologia semelhante à descrita anteriormente, mas em que inocularam, além do LB-5, o patógeno *Fusarium oxysporum* para testar a atividade antifúngica da bactéria *Lactobacillus* sp.5 e de outras bactérias lácticas. Segundo eles todas as modalidades de bactérias lácticas apresentaram resultados "positivos" em comparação com a testemunha, para as mesmas características analisadas (comprimento da parte aérea, número de raízes secundárias e comprimento das raízes). No tratamento das sementes com o *Lactobacillus* sp 5 o aumento foi de 87%, para o comprimento da parte aérea, 31% para o número de raízes secundárias e 258% para o comprimento das raízes. No tratamento ao solo o aumento foi de 111% para o comprimento da parte aérea, 26% para o número de raízes secundárias e 81% para o comprimento das raízes.

Num estudo semelhante ao anteriormente descrito Kang et al. (2015) inocularam em

pepino (*Cucumis sativus*) duas semanas após a sementeira 5 mL de uma suspensão contendo 10^8 UFC/mL de *L. plantarum*. Duas semanas depois os autores observaram que em relação à testemunha, as modalidades em que foi inoculado o *L. plantarum* apresentaram 7% mais de comprimento da parte aérea, 19% mais de comprimento das raízes, 63% mais de peso fresco e 40% mais de peso seco. O teor de clorofila foi também significativamente superior nas modalidades inoculadas com *L. plantarum*.

2.6. *Sacharomyces cerevisiae*

As leveduras *Sacharomyces cerevisiae* são fungos que são geralmente caracterizados por se reproduzirem principalmente por divisão celular simples e por não formarem as suas formas sexuais em estruturas de frutificação (Lodder & Kreger-van., 1952). São geralmente organismos unicelulares. Em meio líquido, sob condições anaeróbicas específicas as leveduras podem desenvolver-se muito rapidamente. Estes microrganismos não produzem metabolitos secundários tóxicos. Podem desenvolver-se na presença ou ausência de oxigénio. São usados na indústria alimentar para realizar a fermentação de que resulta depois o pão e as bebidas alcoólicas. Noutras situações são responsáveis pela deterioração de alimentos ricos em açúcar ou sal (Rawat, 2015).

El-Latif & Mohamed (2011) encontraram cinco raças da levedura *S. cerevisiae* num solo, que tinham a capacidade de solubilizar o fósforo e a redução de pH pelos ácidos orgânicos, através da fermentação dos açúcares presentes no meio.

Kang et al. (2015) num estudo realizado em pepino com a mesma metodologia referida anteriormente (cf. 2.5.) aplicaram 5 mL de uma suspensão contendo 10^7 UFC/mL de *S. cerevisiae*. Verificaram que quando se inoculou a levedura o comprimento da parte aérea das plantas foi 11% superior, o das raízes 33% superior, o peso fresco 85% superior e o peso seco foi 75% superior. O teor de clorofila foi também significativamente superior nas modalidades inoculadas com *S. cerevisiae*.

El- Desouky et al. (2011) realizaram um ensaio em tomate durante dois anos (duas campanhas de produção realizadas no Verão). Aplicaram foliarmente extrato de *S. cerevisiae* com concentrações de 15 e 30 mL/L, cinco vezes por cada ciclo de produção anual, sendo a primeira sete semanas após a transplantação do tomateiro e as outras quatro depois espaçadas de 15 dias. A produtividade por planta de tomate na média dos dois anos de aplicação de *S. cerevisiae* foi de 1,50 e 1,82 kg/planta para as modalidades em que se aplicaram 15 e 30 mL/L da levedura, respetivamente; e 0,65 kg/planta para a testemunha. Além da maior produtividade, as plantas de tomate com aplicação de levedura registaram também melhorias no vingamento, no número de frutos por planta e no peso dos frutos.

Al-Amery & Mohammed (2017) aplicaram na cultura de feijão-verde (*Phaseolus*

vulgaris) extrato de *S. cerevisiae* (12g/L) de duas em duas semanas após a emergência do feijão. O ensaio foi realizado em vasos que continham 50% de solo agrícola e 50% de turfa. Em relação à testemunha foram registadas melhorias na altura da planta, área foliar e número de vagens nas modalidades em que se aplicou a levedura e a sua produtividade foi também 56% superior. Os mesmos autores avaliaram o efeito do extrato da *S. cerevisiae* nas mesmas condições experimentais, mas utilizando águas de rega salinas com condutividades elétricas de 4 e 8 dS/m (adicionando cloreto de sódio). Verificaram que houve novamente efeito benéfico na modalidade em que se aplicou a levedura *S. cerevisiae*, tanto no crescimento vegetativo como na produtividade do feijão-verde. As produtividades foram 57% e 67% superiores quando se usaram as regas com 4 e 8 dS/m, respetivamente.

2.7. *Aspergillus oryzae*

O *Aspergillus oryzae* é um fungo filamentoso muito utilizado no oriente na indústria tradicional de fermentação na produção de molho de soja, saquê ou vinagre, porque tem a capacidade de excretar para o meio diversas enzimas (Machida et al., 2008). Pode também ser usado com agente de biorremediação, sendo capaz de degradar por exemplo o glifosato (Carranza et al., 2019) e de acumular arsénio (Liang et al., 2018).

Sun et al. (2018) inocularam o *A. oryzae* em sementes de rabanete (*Raphanus sativus*), mergulhando as sementes durante 12 horas numa mistura contendo 10^7 conídios por mililitro. O ensaio foi realizado em vasos contendo turfa, substrato orgânico e ácidos húmicos na proporção de 4:4:2, respetivamente. Cinco semanas após a inoculação com o fungo a altura da planta e o peso seco dos rabanetes foi significativamente superior em relação à testemunha. O fungo colonizou as folhas, o caule e a raiz dos rabanetes durante duas, cinco e sete semanas respetivamente, evidenciando que o *A. oryzae* funciona como endófito no rabanete.

2.8. *Rhodobacter sphaeroides*

Segundo Aizawa (2014) a *Rhodobacter sphaeroides* é uma bactéria Gram-negativa e fotossintética facultativa. Além da fotossíntese esta bactéria demonstra uma grande variedade de capacidades metabólicas que incluem litotrofia, respiração aeróbia e anaeróbia, fixação de azoto e síntese de tetrapirroles, clorofila e vitamina B12. Tem também a capacidade de produzir fitohormonas, como auxinas (algumas características desta bactéria) e citocininas (Sunayana et al., 2005). Kang et al. (2020) observaram também que em cultura pura a *R. sphaeroides* KE149 produz quantidades significativas de ácido-indolacético.

Kang et al. (2015) em pepino, no mesmo estudo referido nos capítulos 2.5 e 2.6 com

as bactérias lácticas e com a levedura *Sacharomyces cerevisiae* também aplicaram às plântulas 5 mL de uma suspensão contendo 10^6 UFC/mL de *Rhodobacter sphaeoides*. Nas modalidades inoculadas com a bactéria aqueles autores verificaram que o comprimento das raízes, o peso fresco e o peso seco em relação à testemunha foi superior 25%, 35% e 50%, respectivamente.

Kang et al. (2020) noutro estudo aplicaram também em feijão azuqui (*Vigna angularis*) três semanas após a sementeira (uma após transplantação para um vaso), durante uma semana, 50 mL de suspensão contendo 10^8 UFC/mL de *Rhodobacter sphaeoides* KE149. As plantas inoculadas com esta bactéria aumentaram o comprimento da parte aérea (21,9%), o comprimento da raiz (36,4%), o peso da parte aérea (21,9%), o comprimento da raiz (138,2%) e o diâmetro da raiz (17,5%). Os mesmos autores testaram também o efeito da bactéria *Rhodobacter sphaeoides* no crescimento do feijão azuqui depois da sua exposição a condições de stress por falta e por excesso de água. Nas duas condições de stresse e verificaram que houve também melhorias no desenvolvimento radicular e vegetativo do feijão azuqui.

2.9. "Effective microorganisms"(EM)

Este conceito de "Effective microorganisms" (EM) ou "Friendly Organisms" (Dias, 2020) foi desenvolvido pelo professor Teruo Higa da Universidade de Ryukyus em Okinawa no Japão. Segundo Higa & Parr (1994) os EM consistem numa mistura de culturas de microrganismos benéficos e espontâneos no solo que podem ser aplicados como inoculantes para aumentar a diversidade microbiológica nos solos e das plantas. Os EM contém espécies selecionadas de microrganismos que incluem bactérias lácticas, leveduras, bactérias fotossintéticas, actinomicetas e outros tipos de organismos, todos eles mutuamente compatíveis e que podem coexistir em culturas líquidas. É precisamente o caso do Ficosagro® utilizado no presente estudo.

Os EM têm a capacidade de reduzir a pressão de doenças, produzir hormonas e outros componentes bioativos, solubilizar nutrientes e decompor materiais orgânicos (Higa & Parr, 1994).

Marambe & Sanagakkara (1996) compararam numa região de clima tropical no Sri Lanka durante três anos a produtividade dos tomates produzidos recorrendo a fertilizantes inorgânicos com regimes de fertilização orgânica. As modalidades com fertilização orgânica foram: a adição de palha de arroz com e sem EM; e a sideração de folhas de plantas de *Gliricidia* spp. (leguminosa) com e sem EM. A modalidade que conduziu a melhores produtividades foi a que recebeu fertilizantes inorgânicos, seguindo-se a que recebeu a sideração de folhas de *Gliricidia* spp. com EM. A produtividade desta última modalidade que

recebeu a adubação verde com EM em comparação com a testemunha que recebeu fertilização mineral foi nos três anos de ensaio de menos 24%, 18% e 4% respectivamente. As produtividades nas modalidades que receberam a fertilização orgânica foram superiores quando lhes foram adicionados EM, demonstrando-se que os EM estimulam a decomposição de materiais orgânicos, libertando nutrientes para as plantas (Higa & Parr, 1994).

Higa & Wididana (1991) no Japão avaliaram o efeito na produtividade de tomate de três misturas de microrganismos: EM2 (com mais de 80 espécies de microrganismos pertencentes a 10 géneros, que incluíam bactérias fotossintéticas, actinomicetas, leveduras, fungos, entre outros, com 10^9 microrganismos por grama de cultura saturada); EM3 (com bactérias fotossintéticas com 10^9 microrganismos por grama de cultura saturada); e EM4 (com 90% de bactérias do género *Lactobacillus* e outros microrganismos produtores de ácido láctico). As modalidades consistiram em todas as combinações possíveis das três misturas EM e da sua aplicação individual, uma testemunha (água) e uma modalidade que recebeu apenas fertilizante mineral. O tratamento com as misturas EM foi feito de duas em duas semanas aplicando no solo uma solução de 0,1% da concentração da solução-mãe. Antes de receber a cultura do tomate foi incorporado no solo 1kg/m^2 de erva seca e óleo de sementes até fornecer 3g/m^2 de azoto. Aqueles autores verificaram que quanto à altura das plantas a modalidade que recebeu fertilização mineral foi a mais alta com 161 cm, seguida da modalidade EM2,3 com 97,1 cm, ou seja, menos 40% que aquela em que se fez a fertilização mineral. As restantes modalidades (EM2, EM3, EM4, EM2,4, EM3,4, EM2,3,4) apresentaram alturas superiores à testemunha. Em termos de produtividade do tomate os melhores resultados foram obtidos novamente na modalidade que recebeu a fertilização mineral (498% superior à testemunha) e a segunda melhor foi novamente a modalidade EM2,3 (164% superior à testemunha; mas menos de 73% da produtividade da modalidade que recebeu apenas a fertilização mineral). Quanto às restantes modalidades com misturas de microrganismos todas tiveram melhores produtividades do que a testemunha à exceção da modalidade EM2,4.

Lindani & Brutsch (2012) avaliaram em tomate em estufa o efeito de uma mistura de EM, de composto e de fertilização mineral aplicados isoladamente e em combinação uns com os outros. A modalidade EM consistiu na aplicação de 20 litros de preparado no solo sete dias antes da plantação diluindo a solução mãe de EM na proporção de 1:200 e aplicando após a plantação 5 litros semanalmente diluindo a solução mãe de EM na proporção de 1:500. O ensaio foi realizado em vasos com um volume de 30 cm^3 contendo 15 kg de solo agrícola. A modalidade de composto orgânico consistiu na aplicação de composto na dose de 27 t/ha e a modalidade fertilização mineral na aplicação de 200 kg de azoto e 90 kg de fósforo por hectare. Os autores observaram que a modalidade com

fertilização mineral e composto orgânico foi a que conduziu a uma maior produtividade. A aplicação de EM teve um efeito negativo no peso seco das folhas, número de folhas, número de cachos, produtividade e número de frutos. A produtividade da modalidade que recebeu apenas EM foi 15% inferior à testemunha. A modalidade em que foi aplicado EM e fertilização mineral teve uma produtividade 6,5% inferior à modalidade que recebeu apenas fertilização mineral.

Ratajkiewicz et al., (2017) avaliaram durante dois anos em tomate de indústria num solo de textura franca, com um teor de matéria orgânica de 1,67%, o efeito da aplicação de EM na produtividade de tomate de indústria. Foi feita fertilização mineral de acordo com as necessidades da cultura. Os EM foram aplicados através do produto comercial EmFarma®. Foram avaliadas quatro modalidades em que se aplicou o produto EmFarma® (EM): 30 L/ha via fertirrega, 60 L/ha via fertirrega e pulverização, 105 L/ha via fertirrega e pulverização e 105 L/ha via pulverização. Não se registaram diferenças significativas na produtividade entre a testemunha e as restantes modalidades em que se aplicaram os EM.

Os EM foram também utilizados noutras culturas hortícolas como cebola (Domenico, 2019), olival (Domenico, 2017), macieira (Podbielska, 2018) e muitas outras.

2.10. Ensaio com Ficosagro®

A empresa Ficosterra (2018) realizou ensaios com o produto Ficosagro® nas culturas do tomate de indústria, feijão-verde (*Phaseolus vulgaris*) e mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). Em todos estes ensaios o produto foi aplicado ao solo e por planta. O ensaio do tomate de indústria foi realizado em Badajoz (Espanha). Foram aplicados 40 litros/ha de Ficosagro® em duas aplicações. A aplicação de Ficosagro® aumentou aproximadamente 16% a produtividade das plantas. O ensaio em feijão-verde foi realizado em estufa na região de Almeria (Espanha). Foi feita uma aplicação de 30 litros/ha de Ficosagro®. As plantas que receberam o Ficosagro® produziram mais 14%. O ensaio em mirtilo foi realizado em Huelva (Espanha). Foram aplicados 100 litros/ha em quatro aplicações. A produção de mirtilo aumentou 10% em comparação com a testemunha.

3. Material e métodos

3.1. Localização dos ensaios

Foram realizados dois ensaios em duas localizações diferentes no concelho de Torres Vedras (região do Oeste). Um deles na localidade de Castelhana, freguesia da Ventosa, enquanto o outro em Gibraltar, freguesia de Ponte do Rol. Os dois locais distam entre si aproximadamente 8,5 km em linha reta. Na Figura 5 apresenta-se uma imagem aérea da localização dos ensaios na Castelhana (à esquerda) e em Gibraltar (à direita). Em Torres Vedras a temperatura média anual é de 15,7 °C e a pluviosidade média anual é de 692 mm. Durante o período em que decorreram os dois ensaios e em que a cultura do tomate esteve instalada na estufa (Janeiro a Julho), as horas de luz foram aumentando, tal como as temperaturas médias. A precipitação média pelo contrário foi diminuindo, sendo bastante reduzida nos meses de Junho e Julho.



Figura 5 - Imagem aérea da localização dos ensaios na Castelhana (à esquerda) e em Gibraltar (à direita).

3.2. Características das plantas e cultivares utilizadas

Para o ensaio da Castelhana as plantas de tomate foram adquiridas a um viveirista espanhol em Almería. No de Gibraltar as plantas vieram dos Viveiros da Silveira, localizados na Silveira, concelho de Torres Vedras. As duas cultivares de tomate utilizadas foram "Soberbo" F1 enxertada em "Emperador RZ" F1 na Castelhana e "Arano" F1 em Gibraltar.

A "Soberbo" F1 é uma cultivar de tomate para cacho (rama) da empresa Vilmorin[®] que segundo esta apresenta vigor médio-alto; porte equilibrado; entrenós curtos; rápida entrada em produção; frutos de calibre grande, com cor muito atrativa e com grande firmeza e homogeneidade. Esta cultivar apresenta ainda resistências elevadas ao *Vírus do Mosaico*

do Tabaco; ao *Verticillium album* e *albo-atrum*; ao *Vírus do Bronzeamento do Tomateiro*; ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raças 0 e 1 e ao *Cladosporium fulvum* raças A, B, C, D e E.

Quanto ao porta-enxerto "Emperador RZ" F1 da Rijk Zwaan[®], e segundo a empresa trata-se de um porta-enxerto de tomate de grande vigor e de sistema radicular muito denso. Conduz a plantas muito equilibradas, com boa tolerância ao frio e pouco sensíveis às cloroses. Não provoca o aumento do tamanho das folhas da cultivar enxertada e desse modo não diminui o arejamento da canópia. Este porta-enxerto apresenta resistência elevada ao *Vírus do Mosaico do Tomateiro*; raças 0, 1 e 2; ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raças 0 e 1; ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*; ao *Pyrenochaeta lycopersici*; ao *Verticillium album*, raça 0; e *Verticillium dahliae*, raça 0. E resistência média aos nemátodos *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incognita* e *Meloidogyne javanica*.

O "Arano" F1 é uma cultivar de tomate de salada tipo "beef" da HM.CLAUSE[®]. Segundo esta empresa as plantas são bem estruturadas com cobertura foliar ótima; ideal para ciclos curtos; elevada percentagem de frutos de grande calibre. Esta cultivar apresenta ainda resistência elevada ao *Vírus do Mosaico do Tomateiro*, raças 0, 1 e 2; ao *Verticillium album*, raça 0 e ao *Verticillium dahliae*, raça 0; ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raças 0 e 1; ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*; ao *Cladosporium fulvum* raças A, B, C, D e E. E resistência média a *Vírus do Bronzeamento do Tomateiro*, raça 0; ao *Vírus do Enrolamento da Folha do Tomateiro* e ao *Stemphiliium solani*.

3.3.Características do cultivo

Ambos os ensaios foram realizados em estufa.

No ensaio da Castelhana a estufa tinha paredes retas e era formada por cinco naves contíguas. A geometria do teto era semielíptica e tinha 8 m de largura. A altura à cumeeira era de 4,5 metros e de 3 m na caleira. A estrutura da estufa era em aço galvanizado e o material de cobertura de toda a estufa era filme de polietileno (PE) de baixa densidade.

No ensaio de Gibraltar a estufa tinha paredes retas e era formada por 4 naves contíguas. A geometria do teto era semielíptica e tinha 7,10 m de largura. A altura à cumeeira era de 4,5 m e 3,5 m na caleira. A estrutura da estufa era em aço galvanizado e o material de cobertura era PE de baixa densidade no teto e chapas de policarbonato nos lados. Na Figura 6 está uma fotografia do interior das estufas na Castelhana, à esquerda e em Gibraltar, à direita.



Figura 6 – Interior da estufa na Castelhana (à esquerda) e em Gibraltar (à direita).

No ensaio realizado na Castelhana o tomate foi produzido no solo com cobertura de um filme plástico negro de PE de baixa densidade. A largura ocupada pelo plástico em cada linha foi de 40 cm. A rega foi feita com um tubo de rega na linha com gotejadores espaçados de 25 em 25 cm e com um débito de 4 L/hora. Cada nave tinha quatro linhas. O compasso de plantação foi de 2 m na entrelinha e de 50 cm de distância na linha, ou seja uma densidade de 10.000 plantas/ha. Os tomateiros da cultivar "Soberbo" enxertados em "Emperador RZ" foram conduzidos a duas hastes.

No ensaio em Gibraltar o cultivo foi feito em substrato de fibra de côco. A solução drenada não foi aproveitada pelo que se tratava de um sistema aberto. O substrato estava dentro de vasos tipo floreira com forma paralelepípedica com dimensões de 18 cm de altura, 84 cm de comprimento e 25 cm de largura (volume de 37,8 L). As linhas foram duplas com dois vasos tipo floreira paralelos encostados um ao outro ao longo da linha tendo um vaso tipo floreira três tomateiros e o outro dois. Entre as linhas duplas o distanciamento foi de 1,50 m. A densidade de plantação foi de 29.762 plantas/ha. Os tomateiros da cultivar "Arano" foram conduzidos a uma haste.

Na Figura 7 podemos ver o tomate "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ" conduzido a duas hastes produzido no solo com cobertura de polietileno negro na Castelhana e o tomate "Arano" conduzido a uma haste não enxertado em fibra de côco dentro de vasos tipo floreira em Gibraltar.

O ensaio da Castelhana durou 183 dias pois os tomateiros foram plantados no dia 6 de Janeiro de 2020 e o de Gibraltar durou 161 dias com plantação a 27 de Janeiro.

O período de colheita no ensaio da Castelhana foi de 40 dias, enquanto que em Gibraltar durou 60 dias. Ambos os ensaios terminaram na 28ª semana do ano, entre 5 e 11 de Julho de 2020.



Figura 7 - Tomate "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ" produzido no solo com cobertura de polietileno negro na Castelhana (à esquerda); e tomate "Arano" não enxertado em fibra de côco dentro de vasos tipo floreiras em Gibraltar (à direita).

3.4. Análise das águas de rega

Os boletins originais de análise de água de rega na Castelhana e em Gibraltar estão nos Anexos I e II, respetivamente. A água de Castelhana apresentava uma CE de 1,66 dS/m. A água em Gibraltar tinha uma CE de 1,34 dS/m. Segundo Castro & Elena (1999) a água da Castelhana tem valores elevados de sódio, valores de cloro que podem levar a um problema crescente e risco baixo de adsorção de sódio. A água de Gibraltar tem níveis de sódio que podem levar a um problema crescente, baixos níveis de cloro e risco baixo de adsorção de sódio.

3.5. Formulação da solução mãe e equipamento

Nos dois ensaios a fertilização foi feita através do sistema de fertirrega.

Na Castelhana existiam cinco tanques (A, B, C, D e E) de 1000 litros para solução nutritiva concentrada (solução-mãe). A distribuição dos adubos utilizados foi: o depósito A continha nitrato de cálcio; o B tinha fosfato monopotássico; o C tinha nitrato de potássio, os micronutrientes e o quelato de ferro; e o D tinha sulfato de magnésio. O quinto depósito, E, tinha ácido nítrico para neutralizar os bicarbonatos e ajustar o pH da solução nutritiva.

Em Gibraltar existiam três tanques de 500 litros para solução nutritiva concentrada (solução-mãe). Um deles continha nitrato de cálcio, a mistura comercial de micronutrientes

e o quelato de ferro; e o outro depósito o nitrato de potássio, o ácido fosfórico e o sulfato de magnésio. O terceiro depósito tinha ácido nítrico para neutralizar os bicarbonatos e ajustar o pH da solução nutritiva.

Na Castelhana, em média, a solução nutritiva ao longo do ciclo do tomate a CE (condutividade elétrica) que saía nos gotejadores foi de 1,5 dS/cm acima da CE da água da charca e 1,5 dS/cm acima da CE da água do furo no ensaio de Gibraltar.

A solução nutritiva variou ao longo do ciclo vegetativo da cultura e foi ajustada com recurso aos sensores de condutividade elétrica e pH existentes nos sistemas de rega das duas explorações. O volume extraído da solução mãe e da solução de ácido dependeu da condutividade elétrica e pH requerido na água de rega.

3.6. Análise do solo

No Anexo III é apresentada a análise do solo na exploração da Castelhana. Tratava-se de um solo de textura grosseira e pH neutro. Tinha níveis médios de matéria orgânica, altos de fósforo extraível e muito altos de azoto mineral, potássio extraível e sódio extraível. O solo tinha salinidade alta com CE de 3,32 mS/cm.

3.7. Delineamento experimental

Os ensaios nas duas explorações foram em blocos casualizados com cinco repetições e com as quatro seguintes modalidades: 1) DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); 2) MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); 3) CK (dose recomendada de Cystium-K®) e 4) TT (testemunha).

Nos Anexos IV e V são apresentados esquemas do delineamento experimental realizado nas estufas da Castelhana e de Gibraltar.

3.8. Características dos bioestimulantes utilizados

Segundo a empresa fabricante dos bioestimulantes Ficosterra, as principais características dos bioestimulantes utilizados são: o Ficosagro® auxilia a planta no seu desenvolvimento e fortalecimento, através do enriquecimento do potencial biológico do solo; o Cystium-K® contribui com fitohormonas para a gestão da cultura e para a absorção dos micronutrientes. Os benefícios culturais dos dois bioestimulantes segundo o fabricante encontram-se descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Características dos bioestimulantes utilizados, Ficosagro® e Cystium-K®, segundo a empresa Ficosteria®.

| Bioestimulante | Característica |
|-------------------|--|
| Ficosagro® | Aceleração de decomposição da matéria orgânica |
| | Recuperação da microflora e microfauna do solo |
| | Melhoria da captação de nutrientes pelo sistema radicular da planta |
| | Aumenta a solubilidade de nutrientes, principalmente azoto e fósforo |
| | Aumenta a produtividade |
| Cystium-K® | Aumenta a taxa de germinação |
| | Aumento da multiplicação celular e diferenciação nos estados de crescimento iniciais |
| | Promove o desenvolvimento de gemas axilares, massa foliar e da capacidade fotossintética |
| | Aumento a produtividade |
| | Induz as defesas naturais da planta |

3.9. Descrição das aplicações dos dois bioestimulantes

A dose recomendada por planta de Ficosagro® pelo fabricante é de 5 mL distribuído por duas aplicações, sendo a primeira de 3 mL. Sendo a densidade de plantação diferente nos dois ensaios, a dose de aplicação do produto foi de 50 litros/ha no ensaio de tomate de cacho enxertado, na Castelhana e de 148,8 litros/ha no ensaio de tomate "beef" em Gibraltar. A primeira aplicação nos ensaios realizados foi feita diluindo 15 mL de solução-mãe de Ficosagro® em 500 mL de água. Estes 500 mL foram aplicados em cinco plantas por repetição, dividindo 100 mL da solução diluída por cada planta (3 mL de Ficosagro® por planta). Foram feitas 5 repetições pelo que este procedimento se repetiu mais quatro vezes. Este volume foi aplicado no solo, junto ao gotejador, uma vez que o produto foi concebido com o intuito de ser aplicado por injeção no sistema de rega.

Para a modalidade MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®), o procedimento foi o mesmo, mas desta vez aplicando em cada planta apenas 50 mL de solução diluída (1,5 mL de Ficosagro®).

Para a segunda aplicação, na modalidade DTFA (dose recomendada de Ficosagro®), o procedimento foi o mesmo, mas desta vez diluíram-se 10 mL de Ficosagro® em 500 mL de água por cada repetição, tendo-se aplicado assim 100 mL da solução diluída em cada planta de tomateiro, o que corresponde a 2 mL de Ficosagro® por planta. Para a modalidade MDFA (metade da dose de Ficosagro®), aplicaram-se apenas 50 mL, o que

corresponde a 1 mL de Ficosagro®. As duas datas de aplicação dos bioestimulantes, e estados de desenvolvimento do tomateiro quando ocorreram as aplicações do Ficosagro® nas estufas de Castelhana e de Gibraltar constam no Quadro 2.

Quadro 2 - Data de aplicação e estados de desenvolvimento do tomate nos dias da aplicação de Ficosagro® nas estufas de Castelhana e de Gibraltar.

| Local | Data de aplicação | Estados de desenvolvimento do tomate |
|-------------------|-----------------------------------|--|
| Castelhana | 17 de Fevereiro (1ª aplicação) | 1ª inflorescência visível, mas sem flores abertas |
| | 31 de Março (2ª aplicação) | 3ª/4ª inflorescência com flores abertas |
| Gibraltar | 7 de Março (1ª aplicação) | 1ª inflorescência com flores abertas e 2ª inflorescência visível, mas sem flores abertas |
| | 11 de Abril (2ª aplicação) | 4ª inflorescência com flores abertas |

No caso do Cystium-K® este foi aplicado foliarmente com o auxílio de um pulverizador. O volume aplicado por planta foi 0,5 mL, distribuído por três aplicações, com doses iguais. Assim em cada aplicação foi fornecido 0,17 mL de Cystium-K® por planta de tomateiro. Por cada repetição, foi diluído de uma vez a partir da solução mãe o volume de produto gasto em todas as cinco repetições (4,25 mL) em 500 mL. O volume gasto de solução diluída por hectare foi de 200 L na Castelhana e 595,24 L em Gibraltar (100mL por cinco plantas) na primeira aplicação.

Na segunda aplicação o volume de Cystium-K® foi o mesmo, mas o volume de solução diluída foi 300 L na Castelhana e 892,86 L em Gibraltar por hectare (150mL por cinco plantas).

Na terceira aplicação na estufa da Castelhana aplicaram-se 40 mL por planta (400L/ha). Na estufa de Gibraltar manteve-se o mesmo volume da segunda aplicação porque tinha apenas uma haste por planta. As datas de aplicação, e os estados de desenvolvimento do tomate quando ocorreram as aplicações do Cystium-K® nas estufas de Castelhana e Gibraltar estão descritas no Quadro 3.

Quadro 3 - Data de aplicação e estados de desenvolvimento do tomate nos dias da aplicação de Cystium-K® nas estufas da Castelhana e Gibraltar.

| Local | Data de aplicação | Estados de desenvolvimento |
|-------------------|-----------------------------------|--|
| Castelhana | 17 de Fevereiro (1ª aplicação) | 1ª inflorescência visível, mas sem flores abertas |
| | 31 de Março (2ª aplicação) | 3ª/4ª inflorescência em flor |
| | 10 de Maio (3ª aplicação) | Tomateiro despontado com colheita já iniciada |
| Gibraltar | 7 de Março (1ª aplicação) | 1ª inflorescência com flores abertas e 2ª inflorescência visível, mas sem flores abertas |
| | 11 de Abril (2ª aplicação) | 4ª inflorescência com flores abertas |
| | 20 de Maio (3ª aplicação) | Tomateiro despontado e com 1º cacho já colhido |

3.10. Avaliação do crescimento vegetativo e da produção

Em ambos os ensaios para analisar o efeito dos bioestimulantes aplicados no crescimento vegetativo dos tomateiros nas duas estufas mediu-se em todas as modalidades e repetições, numa amostra de duas plantas o diâmetro do caule acima da base e a altura da planta. Noutros ensaios em tomateiro, estes parâmetros também foram utilizados para avaliar o vigor e o crescimento da planta (Navarrete, 1997; Scholberg & Locascio, 1999; Khah, et al., 2006; Yusuf & Ogunlela, 2015;). O diâmetro foi medido com uma craveira, e a altura foi medida com uma fita métrica. Em ambos os ensaios para analisar o efeito da aplicação dos bioestimulantes na produção, foi quantificado o peso dos frutos comercializáveis em todas as plantas do ensaio. No ensaio em Gibraltar nos frutos comercializáveis fez-se também a separação deste em duas categorias de calibres: bom (mais de 200 g) e médio (menos de 200 g). Esta separação foi feita de acordo com o critério do agricultor e tem a haver com a sua cotação no mercado. Neste ensaio foi calculado para cada modalidade a proporção de tomate de calibre médio para cada modalidade e fez-se a análise económica.

3.11. Análise económica

O custo do Ficosagro® é de 7,50€/litro. Sendo o volume recomendado pela empresa Ficosterra® de 5mL/planta, e sendo a densidade de plantação nos dois ensaios diferente, o custo por hectare variou. Para o ensaio da Castelhana a aplicação do Ficosterra® teve um custo de 375 €/ha. Para a modalidade meia dose de Ficosagro® o custo foi 187,50 €/ha. No ensaio de Gibraltar, como a densidade de plantação do tomate mais elevada, os custos foram superiores, 1116,08 €/ha para a dose total e 558,04 €/ha para a meia dose de Ficosagro®.

O Cystium-K® custa 10,50 €/litro. O volume recomendado pela empresa Ficosterra® foi 0,5 mL/planta. No ensaio da Castelhana a aplicação custou 52,50 €/ha, enquanto na de Gibraltar custou 156,25 €/ha.

3.12. Análise estatística

Em ambos os ensaios com o software R x64 3.5.1 analisou-se a variância (ANOVA), com $\alpha = 0,05$ a um fator do diâmetro basal, alturas, produtividade de tomate e proporção de tomate médio para o ensaio em Gibraltar. No Anexo VI são apresentados os outputs das análises de variância para os parâmetros estudados nas estufas da Castelhana e de Gibraltar.

4. Resultados

Nas Figuras 8 e 9 estão representadas, respetivamente, as produtividades acumuladas nos dois ensaios. Em ambos os ensaios a produtividade foi crescendo de forma quase linear.

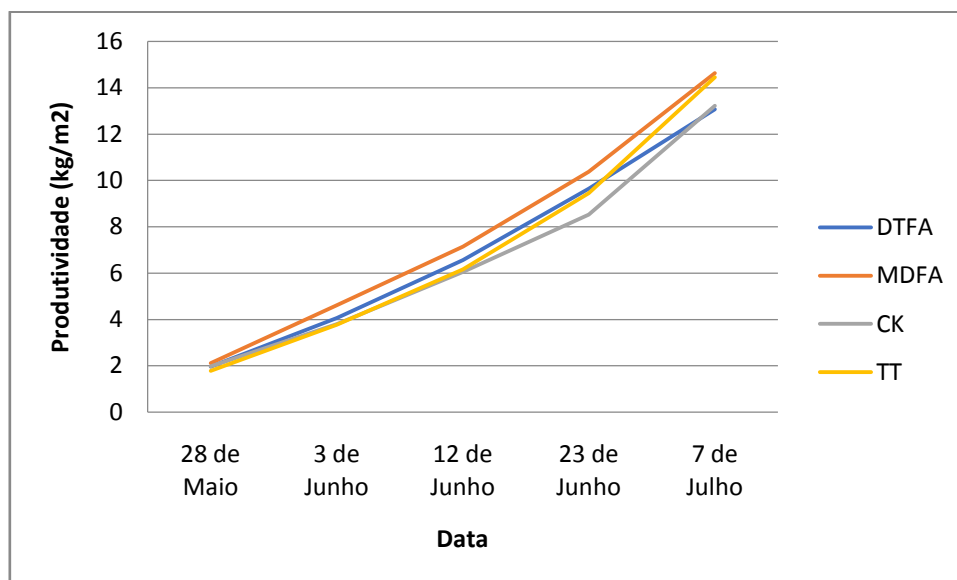


Figura 8 - Comparação das produtividades acumulada (kg/m^2) de tomate cacho "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ" na Castelhana. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha).

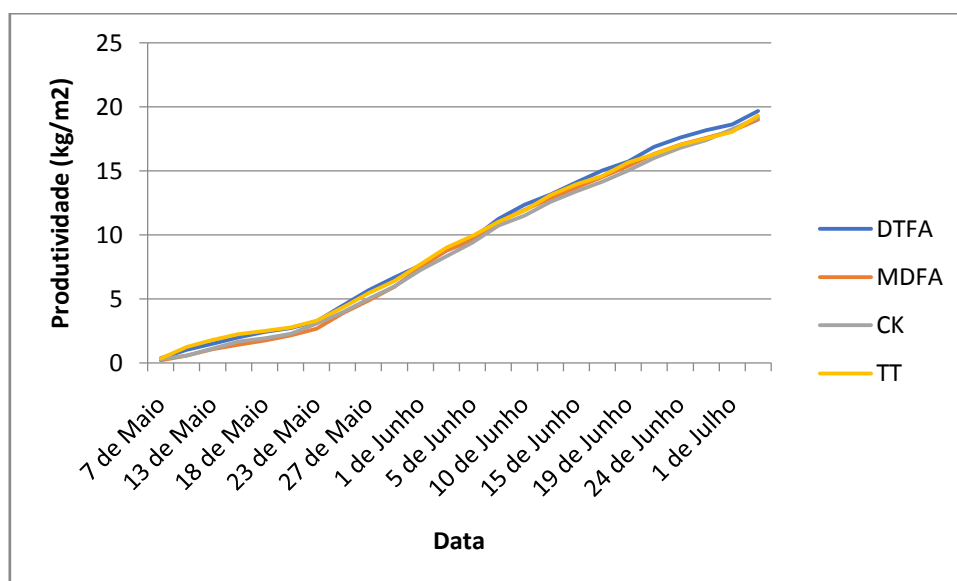


Figura 9 - Comparação das produtividades acumulada (kg/m^2) de tomate beef "Arano" em Gibraltar. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha).

A produção acumulada de tomate cacho "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ" aumentou mais na última colheita em todas as modalidades. A modalidade que recebeu metade da dose recomendada de Ficosagro®, manteve ao longo do ensaio a maior produtividade acumulada tendo atingido no final 146,2 t/ha.

No ensaio de tomate do tipo "beef" "Arano" em Gibraltar a modalidade que recebeu a dose recomendada de Ficosagro® foi a que teve maior produtividade acumulada com 197 t/ha. As análises de variâncias em ambos os ensaios revelaram que nenhum dos parâmetros estudadas (diâmetro da base do caule e altura das plantas; peso do tomate e proporção de tomate médio no tomate do tipo "beef") apresentou médias significativamente diferentes para $\alpha=0,05$.

Nos Quadros 4 e 5 são apresentados os valores médios e variância de diâmetro da base do caule do tomate e altura das plantas; produtividade do tomate e proporção de tomate médio no tomate do tipo "beef" nas diferentes modalidades estudadas para o tomate cacho e para o tomate "beef" respetivamente.

Quadro 4 - Medições no ensaio de Castelhana do diâmetro e altura do tomateiro e produtividade do tomate. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-k®) e TT (testemunha).

| Modalidade | Diâmetro basal (cm) | Altura haste esquerda (cm) | Altura haste direita (cm) | Produtividade (kg/m ²) | Produtividade (t/ha) |
|--------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------|
| DTFA | 2,07 | 167,7 | 172,6 | 13,06 | 131 |
| MDFA | 1,99 | 168,1 | 170,2 | 14,62 | 146 |
| CK | 2,06 | 168,5 | 168,5 | 13,24 | 132 |
| TT | 2,09 | 170,4 | 168,0 | 14,45 | 145 |
| Média total | 2,05 | 168,7 | 169,8 | 13,84 | 138 |
| Variância | 0,035 | 52,6 | 67,0 | 6,35 | 635 |

No ensaio na Castelhana em tomate de cacho o diâmetro basal e altura da haste esquerda foram superior na modalidade TT (testemunha) com 2,09 cm e 170,4 cm, respetivamente. A altura da haste esquerda foi menor na modalidade DTFA (dose recomendada de Ficosagro®) com 167,7 cm. A altura da haste direita foi superior na modalidade DTFA com 172,6 cm e obteve o valor mais baixo na modalidade TT com 168 cm. As produtividades (kg/m²) variaram entre 13,06 na modalidade DTFA e 14,62 na modalidade MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®).

Quadro 5 - Medições em Gibraltar de diâmetro e altura do tomateiro e peso dos frutos. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-k®) e TT (testemunha).

| Modalidade | Diâmetro basal (cm) | Altura (cm) | Produtividade (kg/m ²) | Produtividade (t/ha) | Proporção de tomate médio (%) |
|--------------------|---------------------|-------------|------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| DTFA | 1,34 | 200,6 | 19,7 | 197 | 9,8 |
| MDFA | 1,27 | 201,5 | 19,0 | 190 | 9,3 |
| CK | 1,25 | 199,2 | 19,1 | 191 | 10,9 |
| TT | 1,25 | 202,8 | 19,3 | 193 | 8,9 |
| Média total | 1,28 | 201 | 19,3 | 193 | 9,7 |
| Variância | 0,015 | 98,3 | 16,8 | 1677 | 73,8 |

No ensaio de Gibraltar o maior diâmetro basal ocorreu na modalidade DTFA (dose recomendada de Ficosagro®) com 1,34 cm e as menores ocorreram nas modalidades TT (testemunha) e CK (dose recomendada de Cystium-K) com 1,25 cm. A altura foi menor na modalidade CK com 199,2 cm e superior na modalidade TT com 202,6 cm. A produtividade (kg/m²) variou de 19,0 na modalidade MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®) e 19,7 na DTFA. A modalidade com menor proporção de tomate médio foi TT com 8,9% e a que teve o valor superior foi CK com 10,9%.

Nos Quadros 6 e 7 são apresentados os efeitos da aplicação das diferentes modalidades estudadas DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha) na receita (descontando o valor do produto) para o tomate de cacho no ensaio na Castelhana e para o tomate "beef" no ensaio na Castelhana, respetivamente.

Quadro 6 - Efeito da aplicação dos bioestimulantes na receita (descontando o valor do produto) no tomate de cacho na Castelhana. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha).

| Modalidade | Produtividade acumulada do tomate (t/ha) | Preço médio do tomate (€/kg) | Custo de aplicação (€/ha) | Receita (descontando o valor do produto) (€/ha) |
|------------|--|------------------------------|---------------------------|---|
| DTFA | 130,6 | 0,47 | 375 | 61.007 |
| MDFA | 146,2 | | 187,5 | 68.526 |
| CK | 132,4 | | 52,5 | 62.175 |
| TT | 144,5 | | 0 | 67.915 |

No ensaio na Castelhana apenas a modalidade MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®) resultou num aumento da receita (descontando o valor do produto) em relação à TT (testemunha). A modalidade MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®) teve mais 611 €/ha da receita (descontando o valor do produto) do que a TT. A receita (descontando o valor do produto) variou de 61.007 €/ha na modalidade DTFA (dose recomendada de Ficosagro®) a 68.526 €/ha na modalidade MDFA.

Quadro 7 - Efeito da aplicação dos bioestimulantes na receita (descontando o valor do produto) no tomate "beef" em Gibraltar. DTFA (dose recomendada de Ficosagro®); MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®); CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha).

| Modalidade | Produtividade acumulada de tomate (t/ha) | | Preço médio do tomate (€/kg) | | Custo aplicação (€/ha) | receita (descontando o valor do produto) (€/ha) |
|------------|--|--------|------------------------------|-------|------------------------|---|
| | Bom | Médio | Bom | Médio | | |
| DTFA | 197 | 19,306 | 0,46 | 0,17 | 1116,08 | 92.786 |
| MDFA | 190 | 17,67 | | | 558,04 | 89.846 |
| CK | 191 | 20,819 | | | 156,25 | 91.243 |
| TT | 193 | 17,177 | | | 0 | 91.700 |

No ensaio em Gibraltar em tomate "beef" apenas a aplicação da DTFA (dose recomendada de Ficosagro®) resultou num aumento da receita (descontando o valor do produto) em relação à TT (testemunha). A modalidade DTFA (dose recomendada de Ficosagro®) conduziu a mais 1.086 €/ha da receita (descontando o valor do produto) do que a testemunha. A receita (descontando o valor do produto) variou de 89.846 €/ha na modalidade MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®) a 92.786 €/ha na modalidade DTFA.

5. Discussão

Em termos produtivos, a aplicação no solo do Ficosagro®, bioestimulante à base de microrganismos (bactérias ácido lácticas, bactérias fotossintéticas, fungos e leveduras) e extratos de algas (*Macrocystis* spp. e *Gelidium* spp.) e a aplicação foliar de Cystium-K® (extrato da alga *Macrocystis pyrifera*) num sistema de produção convencional de tomate em estufa, quer em cultivo no solo quer em substrato não se mostraram benéficas.

Em ambos os ensaios realizados com sistemas culturais diferentes (solo e substrato), diferentes cultivares de tomate, com e sem porta enxerto, com diferentes sistemas de condução (uma e duas hastes) e em localizações diferentes não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades testadas, no diâmetro basal do caule, na altura dos tomateiros, na produtividade e no ensaio de Gibraltar, na proporção de tomate de calibre médio.

Não foi avaliado o efeito destes dois bioestimulantes em situações de stresse abiótico. Nessa situação os efeitos dos bioestimulantes poderiam ser mais evidentes, e talvez pudesse ser compensatória a sua aplicação.

Os resultados deste trabalho foram diferentes dos obtidos nos ensaios realizados pela empresa Ficosterra em tomate de indústria, feijão-verde e mirtilo.

A existência de casos de estudo que comprovam o efeito benéfico no desenvolvimento radicular pela aplicação de bioestimulantes à base de extratos de algas e de outras substâncias a elas misturadas é discutível pois na maioria dos ensaios não se registaram diferenças significativas pela sua aplicação o que demonstra que o sucesso da aplicação depende de vários fatores como: a composição química da alga (varia com espécie, época de colheita e método de extração); a época, taxa e dose de aplicação; tipo de cultura e o seu estado fenológico; sistema (convencional ou biológico); e as condições ambientais (Pascale et al., 2017).

Lindani & Brutsch (2012) em tomate em estufa obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo produzido no solo em tomate em estufa na Castelhana. Aqueles autores aplicaram no solo uma solução líquida de "Effective Microorganisms" (solução líquida contendo bactérias ácido lácticas, leveduras, bactérias fotossintéticas, actinomicetas e outros; composição semelhante a Ficosagro®) e os resultados obtidos na modalidade que apenas recebeu fertilização mineral obteve produtividades ligeiramente superiores às da modalidade que recebeu os EM e a fertilização mineral. A modalidade que obteve maiores produtividades foi a que recebeu a fertilização mineral e composto. Aqueles autores verificaram que a aplicação de solução líquida de EM teve um efeito negativo na matéria seca foliar, no número de folhas, no número de cachos e na produtividade do tomate em estufa. Ratajkiewicz et al., (2017) em tomate de indústria também aplicaram EM

durante duas campanhas e não registaram diferenças significativas entre as produtividades das modalidades que recebeu apenas a fertilização mineral e as modalidades que receberam a fertilização mineral e os EM.

Kaepler et al., (2000) avaliaram em linhas puras de milho o efeito da aplicação de micorrizas com os teores de fósforo no solo. Com teores elevados de fósforo e na presença de micorrizas, as plantas de milho acumularam apenas 88% da biomassa das plantas produzidas no solo com o mesmo teor de fósforo, mas sem micorrizas. Em condições de carência de fósforo as plantas em que foram inoculadas micorrizas produziram mais 221% da matéria seca da parte aérea do que a modalidade sem micorrizas. Apesar de neste ensaio terem sido usados microorganismos diferentes e ter sido no milho, os resultados na modalidade em que havia disponibilidade de fósforo em quantidades elevadas coincidem com os das modalidade MDFA (metade da dose recomendada de Ficosagro®) e DTFA (dose recomendada de Ficosagro®) com o dos presentes dois ensaios, uma vez que em ambos os ensaios não houve restrições ao nível da fertilização. Numa situação em que houvesse uma redução de "*inputs*" de fertilizantes minerais seria útil avaliar se a aplicação de bioestimulantes poderia substituir em parte o uso desses *inputs* (aumentando a sua eficiência de aplicação), mantendo as mesmas produtividades.

Apesar de não se terem registado diferenças significativas, as maiores produtividades e receita (descontando o valor do produto) foram obtidas em modalidades em que se aplicou Ficosagro®. No ensaio na Castelhana a modalidade MDFA foi a que obteve maior produtividade e receita (descontando o valor do produto). Em Gibraltar a modalidade DTFA foi a que obteve maior produtividade e receita (descontando o valor do produto).

Em Agricultura biológica, onde muitas vezes é difícil fornecer todos os nutrientes necessários à cultura para que esta possa atingir as máximas produtividades, e em que muitas vezes os nutrientes também não estão disponíveis, o uso destes bioestimulantes poderá eventualmente ser benéfico. Para se avaliar esta hipótese é necessário experimentação.

Na realização de ensaios futuros seria interessante medir através de sensores de imagem a área foliar, teores em clorofila e outras características morfofisiológicas sugeridas por Rouphael et al. (2018).

6. Conclusão

A aplicação no solo do Ficosagro®, e foliar de Cystium-K®, num sistema de produção de tomate em estufa em dois ensaios realizados com sistemas culturais diferentes (solo e substrato), diferentes cultivares de tomate, com e sem porta enxerto, com diferentes sistemas de condução (uma e duas hastes) e em localizações diferentes (Castelhana e Gibraltar) não provocaram diferenças significativas entre as modalidades testadas (incluindo testemunha), no diâmetro basal do caule, na altura dos tomateiros, na produtividade e num dos ensaios, na proporção de tomate de calibre médio.

Apesar de não se terem registado diferenças significativas, na Castelhana a modalidade meia dose de Ficosagro® foi a que conduziu a maior produtividade e receita (descontando o valor do produto). Em Gibraltar a modalidade dose total de Ficosagro® foi a que conduziu a uma maior produtividade e receita (descontando o valor do produto). Será pois necessária mais experimentação com o Ficosagro® para perceber o seu efeito na qualidade e produtividade, e na sua viabilidade económica.

Neste estudo, as plantas de tomate foram produzidas em condições "ótimas" de nutrição. No futuro, seria interessante também estudar o efeito destes bioestimulantes, e nomeadamente do Ficosagro®, numa situação em que não houvesse total disponibilidade de nutrientes para perceber se a sua aplicação permite substituir ou não alguns *inputs* sem afetar a produtividade.

7. Bibliografia

Abd El-Latif, H., & Mohamed, H. M. (2011). Molecular genetic identification of yeast strains isolated from egyptian soils for solubilization of inorganic phosphates and growth promotion of corn plants. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 21(1), 55–61. <https://doi.org/10.4014/jmb.1006.06045>

Aizawa, S.-I. (2014). *Rhodobacter sphaeroides* — A Resourceful Little Bug. *The Flagellar World*, 21, 66–68. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-417234-0.00021-9>

Al-Amery, N. J., & Mohammed, M. M. (2017). Influence of adding ascorbic acid and yeast on growth and yield and Rhizobium of snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under irrigation with saline water. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS)*, 10(10), 23–28. <https://doi.org/10.9790/2380-1010012328>

Almeida, D., & Reis, M. (2017). Materiais empregues na cobertura de abrigos hortícolas. In *Engenharia hortícola* (pp 79-94). Porto. Publindústria, Edições técnicas, 2017

Altech (2020). Publireportagem [Tomate em estufa: contributos para a produção. In *Frutas Legumes e Flores*. <https://www.ffrevista.pt/2020/07/publireportagem-tomate-em-estufa-contributos-para-a-producao/>

Arysta (2020) Vacciplant. http://www.arystalifescience.pt/product_categories/biosolucoes/?product_id=2215

Baptista, F. J., Briassoulis, D., Stanghellini, C., Silva, L. L., Balafoutis, A. T., Meyer-Aurich, A., & Mistriotis, A. (2014). Energy efficiency in tomato greenhouse production. A preliminary study. *Acta Horticulturae*, 1037, 179–186. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2014.1037.18>

Barreto, M., Straker, C., & Critchley, A. (1997). Short note on the effects of ethanolic extracts of selected South African seaweeds on the growth of commercially important plant pathogens, *Rhizoctonia solani* Kuhn and *Verticillium* sp. *South African Journal of Botany*, 63(6), 521-523.

Battacharyya, D., Babgohari, M. Z., Rathor, P., & Prithviraj, B. (2015). Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 39–48. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.012>

Bhowmik, D., Kumar, K. S., Paswan, S., & Srivastava, S. (2012). Tomato-a natural medicine and its health benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(1), 33-43.

- BioAtlantis. (2020). O efeito de Quicelum e Super Fifty na cultura do tomate de indústria. *Frutas, Legumes e Flores*, 212, 44–45.
- Blancard, D. (2012). The Tomato Plant and its Culture. In *Tomato Diseases* (pp. 17–34). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387737-6.50001-7>
- Borges, A. (2020). Preços baixos na campanha intermédia de tomate fresco. *Frutas, Legumes e Flores*, 212, 46-48.
- Briceño-Domínguez, D., Hernández-Carmona, G., Moyo, M., Stirk, W., & van Staden, J. (2014). Plant growth promoting activity of seaweed liquid extracts produced from *Macrocystis pyrifera* under different pH and temperature conditions. *Journal of Applied Phycology*, 26(5), 2203–2210. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0237-2>
- Bruno, L. M. (2011). Manual de Curadores de Germoplasma – Micro-organismos: Bactérias Ácido-Láticas. *Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnológicos*, 15.
- Calvo, P., Nelson, L., & Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*, 383(1–2), 3–41. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>
- Carranza, C. S., Regñicoli, J. P., Aluffi, M. E., Benito, N., Chiacchiera, S. M., Barberis, C. L., & Magnoli, C. E. (2019). Glyphosate *in vitro* removal and tolerance by *Aspergillus oryzae* in soil microcosms. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(12), 7673–7682. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02347-x>
- Castro, A., & Elena, B. (1999). Análisis de suelo-agua-planta y su aplicación en la nutrición de los cultivos hortícolas en la zona del sureste peninsular. *Caja Rural de Almería*, Almería
- Castro, I. V. & Fareleira, P. (2017). Papel dos microrganismos do solo na recuperação de solos degradados. *Vida rural*, 1827, 40–42.
- Chen, Y., Yanagida, F., & Shinohara, T. (2005). Isolation and identification of lactic acid bacteria from soil using an enrichment procedure. *Letters in applied microbiology*, 40(3), 195–200. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2005.01653.x>
- Costa, J. M., Reis, M., Passarinho, J. A., Ferreira, M. E., & Almeida, D. P. F. (2017). Microeconomic and environmental sustainability of Portuguese greenhouse horticulture: A critical assessment. *Acta Horticulturae*, 1170, 1117–1123. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1170.144>
- Craigie, J. S. (2011). Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology*, 23(3), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10811-010-9560-4>

- DGAV (Direção Geral de Agricultura e Veterinária) (2020). Listagem de produtos fitofarmacêuticos com autorização de venda em Portugal. <http://www.dgv.min-agricultura.pt/portal/page/portal/DGV/>
- Dias, J. S. (2011). World Importance, Marketing and Trading of Vegetables. *Acta Horticulturae*, 921, 153–169. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2011.921.18>
- Dias, J. S. & Ryder, E. J. (2011). World Vegetable Industry: Production, Breeding, Trends. In *Horticultural Reviews* (Vol. 38). <https://doi.org/10.1002/9780470872376.ch8>
- Dias, J. S. (2012a). Major Classes of Phytonutriceuticals in Vegetables and Health Benefits: A Review. *Journal of Nutritional Therapeutics*, 1(1) 31–62. <https://doi.org/10.6000/1929-5634.2012.01.01.5>
- Dias, J. S. (2012b). Nutritional Quality and Health Benefits of Vegetables: A Review. *Food and Nutrition Sciences*, 3(10), 1354–1374. <https://doi.org/10.4236/fns.2012.310179>
- Dias, J. S. (2012c). Vegetable breeding for nutritional quality and health benefits. In: cap livro Carbone, K. (Ed). *Cultivar: chemical properties, antioxidant activities and health benefits. Nova Science Publishers, Inc. Hauppauge, New York.* (Pp.1- 82).
- Dias, J. S., & Imai, S. (2017). Vegetables Consumption and its Benefits on Diabetes. *Journal of Nutritional Therapeutics*, 6(1), 1–10. <https://doi.org/10.6000/1929-5634.2017.06.01.1>
- Dias, J. S. (2019b). Nutritional Quality and Effect on Disease Prevention of Vegetables. *Food and Nutrition Sciences*, 10(04), 369–402. <https://doi.org/10.4236/fns.2019.104029>
- Dias, J. S. (2019a). Nutritional Quality and Effect on Disease Prevention of Vegetables. In: Mozsik, G. & Figler, M. (Eds). *Nutrition in Health and Disease*. IntechOpen, London, United Kingdom. Pp. 83-112. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.85038>
- Dias, J. S. (2019c). Conservação de forragens - Fenação, Ensilagem e Feno-silagem. *Apontamentos da Disciplina de Produção Vegetal e Animal*. Instituto Superior de Agronomia, UL, Lisboa. Ciclostilado.
- Dias, J. S. (2020). Fertilidade e fertilização do solo em horticultura biológica. *Apontamentos da Disciplina de Horticultura Herbácea*, Instituto Superior de Agronomia, UL, Lisboa. Ciclostilado.
- Domenico P. (2017). Italian chabazitic-zeolite and Effective microorganisms for the qualitative improvement of olive trees. *Atti del Convegno di Calci (PI)*, 13-17.
- Domenico, P. (2019). Effective microorganisms for the cultivation and qualitative improvement of onion (*Allium cepa* L.). *World Journal of Advanced Research and*

Reviews, 2(3), 001-007.

EI- Desouky, S. A., et al., (2011). Effect of Yeast Extract, Amino Acid and Citric Acid on Physioanatomical Aspects and Productivity of Tomato Plants Grown in Late Summer Season. *Minufiya J. Agric. Res.*, 36(4), 859–884.

FAO. (2020). FAO Statistics <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Ferreira, V. S. (2017). Avaliação das condições climáticas em dois tipos de estufa e sua influência na produtividade e nos custos de produção do tomate, na região do Oeste. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa [https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/13897/1/Tese Valter Ferreira final AM.pdf](https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/13897/1/Tese%20Valter%20Ferreira%20final%20AM.pdf)

Ficosterra (2018) Casos de éxito. <https://www.ficosterra.com/>

Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... & Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *science*, 327(5967), 812-818.

Guerrero, P., Etxabide, A., Leceta, I., Peñalba, M., & De La Caba, K. (2014). Extraction of agar from *Gelidium sesquipedale* (*Rodhopyta*) and surface characterization of agar based films. *Carbohydrate Polymers*, 99, 491–498. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.08.049>

Hamed, H., Moustafa, Y., & Abdel-Aziz, S. (2011). *In vivo* Efficacy of Lactic Acid Bacteria in Biological Control against *Fusarium oxysporum* for Protection of Tomato Plant. *Life Science Journal*, 8(4), 462-468.

Higa, T., & Kinjo, S. (2000). Effect of Lactic Acid Fermentation Bacteria on Plant Growth and Soil Humus Formation. In: Higa T.& Kinjo S., *International Conference on Kyusei Nature Farming*, University of The Ryukyus, Okinawa, Japan. 1, 1–5.

Higa, T., & Parr, J. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture. (Vol. 1). Atami: International Nature Farming Research Center. <https://doi.org/10.1007/s10311-014-0465-3>

Higa, T., & Wididana, G. N. (1991). Changes in the soil microflora induced by effective microorganisms. In: Higa, T., & Wididana, G. N. *Proceedings of the First International Conference on Kyusei Nature Farming. US Department of Agriculture, Washington, DC, USA* (153-162).

Hill, J., & White, N. (n.d.). Knotted wrack (*Ascophyllum nodosum*). <https://www.marlin.ac.uk/species/detail/1336>

- INE (2019). Estadísticas Agrícolas, 2018. In: *Estadísticas agrícolas, 2018* (Vol. 1).
- Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Julia, I., Oscar, M., Analía, L., Zocolo Guilherme, J., & Virginia, L. (2020). Biofertilization with *Macrocystispyrifera* algae extracts combined with PGPR-enhanced growth in *Lactuca sativa* seedlings. *Journal of Applied Phycology*. 32(6), 4361-4371. <https://doi.org/10.1007/s10811-020-02202-4>
- Kaeppler, S. M., Parke, J. L., Mueller, S. M., Senior, L., Stuber, C., & Tracy, W. F. (2000). Variation among maize inbred lines and detection of quantitative trait loci for growth at low phosphorus and responsiveness to arbuscular mycorrhizal fungi. *Crop Science*, 40(2), 358–364. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.402358x>
- Kang, S., Adhikari, A., Lee, K., Khan, M. A., & Khan, A. L. (2020). Inoculation with Indole-3-Acetic Acid- Producing *Rhizospheric Rhodobacter sphaeroides* KE149 Augments Growth of Adzuki Bean Plants Under Water Stress. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 30(5), 717-725.
- Kang, S. M., Radhakrishnan, R., You, Y. H., Khan, A. L., Park, J. M., Lee, S. M., & Lee, I. J. (2015). Cucumber performance is improved by inoculation with plant growth-promoting microorganisms. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, 65(1), 36–44. <https://doi.org/10.1080/09064710.2014.960889>
- Khah, E. M., Kakava, E., Mavromatis, A., Chachalis, D., & Goulas, C. (2006). Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8(1), 3-7.
- Khan, W. et al., (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28(4), 386–399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Klein, G., Pack, A., Bonaparte, C., & Reuter, G. (1998). Taxonomy and physiology of probiotic lactic acid bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 41(2), 103–125. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(98\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(98)00049-X)
- Lamont, J. R., Wilkins, O., Bywater-Ekegård, M., & Smith, D. L. (2017). From yogurt to yield: Potential applications of lactic acid bacteria in plant production. *Soil Biology and Biochemistry*, 111, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.03.015>
- Liang, J., Diao, H., Song, W., & Li, L. (2018). Tolerance and Bioaccumulation of Arsenate by *Aspergillus Oryzae* TLWK-09 Isolated from Arsenic-Contaminated Soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 229(5), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11270-018-3822-1>

- Lindani N., Brutsch M. (2012). Effects of the integrated use of effective micro-organisms, compost and mineral fertilizer on greenhouse-grown tomato. *African Journal of Plant Science*, 6(3), 120–124.
- Lodder, J., & Kreger-van Rij, W. (1952). The yeasts-a taxonomic study. *The yeasts-a taxonomic study*.
- Machida, M., Yamada, O., & Gomi, K. (2008). Genomics of *Aspergillus oryzae*: learning from the history of koji mold and exploration of its future. *DNA Research*, 15(4), 173–183. <https://doi.org/10.1093/dnares/dsn020>
- Marambe, B., & Sanagakkara, U. . (1996). Effect of EM on Weed Populations, Weed Growth and Tomato Production in Kyusei Nature Farming. Peradeniya, Sri Lanka, Universidad de Peradeniya.
- McHugh, D. J. (2003). Seaweeds uses as Human Foods. *A Guide to the Seaweed Industry*In: FAO Fisheries Technical Paper. No. 441. Rome, FAO. <https://doi.org/ISBN 92-5-104958-0>
- Morton, S. (1998). Modern Uses of Cultivated Algae. *Ethnobotanical Leaflets*, 1998(3), 2.
- Mzibra, A., Aasfar, A., El Arroussi, H., Khouloud, M., Dhiba, D., Kadmiri, I. M., & Bamouh, A. (2018). Polysaccharides extracted from Moroccan seaweed: a promising source of tomato plant growth promoters. *Journal of Applied Phycology*, 30(5), 2953–2962. <https://doi.org/10.1007/s10811-018-1421-6>
- Naik, K., Mishra, S., Srichandan, H., Singh, P. K., & Sarangi, P. K. (2019). Plant growth promoting microbes: Potential link to sustainable agriculture and environment. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 21 July, 101326. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101326>
- Navarrete, M., Jeannequin, B., & Sebillotte, M. (1997). Vigour of greenhouse tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.): Analysis of the criteria used by growers and search for objective criteria. *Journal of Horticultural Science*, 72(5), 821-829.
- Pardossi, A., De Pascale, S., Roupael, Y., Gallardo, M., & Thompson, R. B. (2015). Recent advances in water and nutrient management of soil-grown crops in Mediterranean greenhouses. In *International Symposium on New Technologies and Management for Greenhouses-GreenSys2015 1170* (pp. 31-44).
- Pascale, S., Roupael, Y., & Colla, G. (2017). Plant biostimulants: Innovative tool for enhancing plant nutrition in organic farming. *European Journal of Horticultural Science*, 82(6), 277–285. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2017/82.6.2>
- Petruzello, M. (2020). Encyclopaedia Britannica. Retrieved from Macrocytis website:

<https://www.britannica.com/science/Macrocyctis>

- Podbielska, M., Szpyrka, E., Piechowicz, B., Sadło, S., & Sudoł, M. (2018). Assessment of boscalid and pyraclostrobin disappearance and behavior following application of effective microorganisms on apples. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 53(10), 652-660.
- Pohl, A., Kalisz, A., & Sekara, A. (2019). Seaweed extracts' multifactorial action: Influence on physiological and biochemical status of *Solanaceae* plants. *Acta Agrobotanica*, 72, 1-11 <https://doi.org/10.5586/aa.1758>
- Ratajkiewicz, H., Radziejewska-Kubzdela, E., Spiżewski, T., Krzesinski, W., Starzyk, J., Biegańska-Marecik, R., ... & Piekarczyk, J. (2017). The influence of "Effective Microorganisms" and solar radiation on carotenoids and phenolic compounds content in processing tomato. *European Journal of Horticultural Science*, 82(3), 134-140.
- Rawat, S. (2015). Food Spoilage: Microorganisms and their prevention. *Pelagia Research Library Asian Journal of Plant Science and Research*, 5(4), 47–56.
- Rouphael, Y., Spíchal, L., Panzarová, K., Casa, R., & Colla, G. (2018). High-throughput plant phenotyping for developing novel biostimulants: from lab to field or from field to lab?. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1197.
- Scholberg, J. M. S., & Locascio, S. J. (1999). Growth response of snap bean and tomato as affected by salinity and irrigation method. *HortScience*, 34(2), 259-264.
- Shrestha, A., Kim, B. S., & Park, D. H. (2014). Biocontrol Science and Technology Biological control of bacterial spot disease and plant growth-promoting effects of lactic acid bacteria on pepper. *Biocontrol Science and Technology*, 24(7) 37–41. <https://doi.org/10.1080/09583157.2014.894495>
- Stadnik, M. J., & Freitas, M. B. (2014). Algal polysaccharides as source of plant resistance inducers. *Tropical Plant Pathology*, 39(2), 111–118. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762014000200001>
- Sun, B. T., et al., (2018). Endophytic effects of *Aspergillusoryzae* on radish (*Raphanus sativus*) and its herbivore, *Plutellaxylostella*. *Planta*, 248(3), 705–714. <https://doi.org/10.1007/s00425-018-2928-4>
- Sunayana, M. R., Sasikala, C., & Ramana, C. V. (2005). Rhodestrin: A novel indole terpenoid phytohormone from *Rhodobacter sphaeroides*. *Biotechnology Letters*, 27(23–24), 1897–1900. <https://doi.org/10.1007/s10529-005-3900-5>
- Yusuf, K. O., & Ogunlela, A. O. (2015). Impact of magnetic treatment of irrigation water on the growth and yield of tomato. *Notulae Scientia Biologicae*, 7(3), 345-348.

8. ANEXOS



INFORME ANALÍTICO N° 000328998GEN-A01-001

| | | | |
|-------------------------|--|--------------------------|---------------------------------------|
| #CLIENTE: | HORTAFINA. PRODUÇÃO HORTICOLA LDA | | |
| #DIRECCIÓN: | Rua Casal da Lagoa nº 2. Palhagueiras, R. Casal Ventoso 2560-044 A DOS CUNHADOS Portugal | | |
| Nº DE MUESTRA: | 000328998 | #MATERIAL: | Agua continental para riego |
| #REFERENCIA: | CHARCA 1- AGUA, LUIS ALBERTO | | |
| #INFORMACIÓN ADICIONAL: | Charca ① | | |
| OBSERVACIONES: | | | |
| DESCRIPCIÓN: | Muestra en envase cerrado, no precintado. | | |
| CANTIDAD APROX.: | 1.5 litros | ENVASE: | Plástico |
| * TOMA MUESTRA: | Cliente | FECHA/HORA TOMA MUESTRA: | 08/07/2020 No aportada por el cliente |
| FECHA/HORA RECEPCIÓN: | 10/07/2020 10:32 | FECHA INICIO: | 10/07/2020 |
| | | FECHA FIN: | 16/07/2020 |

Listado de parámetros analizados

Análisis de agua para riego

| Parámetro | Resultado | U | Unidad | Recuperación (%) | LC | Procedim. | Técnica |
|-----------------------|-----------|------|--------|------------------|-------|-----------|----------------------------|
| Aniones | | | | | | | |
| Bicarbonatos | 4.82 | 1.02 | meq/l | | 0,082 | PEE03 | Titulación potenciométrica |
| Carbonatos | 0.22 | 0.05 | meq/l | | 0,17 | PEE03 | Titulación potenciométrica |
| * Cloruros | 7.13 | | meq/l | | 0,56 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Fluoruros | < LC | | mg/l | | 0,50 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Nitratos | 0.57 | | meq/l | | 0,081 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Nitritos | 0.46 | | mg/l | | 0,10 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Ortofosfatos | < LC | | mg/l | | 5,00 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Sulfatos | 6.10 | | meq/l | | 0,83 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| Cationes | | | | | | | |
| * Amonio | < LC | | mg/l | | 0,50 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Calcio | 2.73 | | meq/l | | 1,00 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Magnesio | 6.98 | | meq/l | | 0,41 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Potasio | 0.21 | | meq/l | | 0,13 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Sodio | 9.31 | | meq/l | | 0,43 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| Índices | | | | | | | |
| * Clasificación C S | C3-S1 | | | | | Cálculo | Cálculo |
| * Índice de Langelier | 0.86 | | | | | Cálculo | Cálculo |
| * R.A.S. corregido | 4.52 | | | | | Cálculo | Cálculo |
| Microelementos | | | | | | | |
| Boro | < LC | | mg/l | | 0,10 | PEE09 | Espectrofotometría UV Vis |

Propiedades físicas

Página 1 de 4

Laboratorio autorizado por la Consejería de Agricultura y Pesca con el nº A-98-AU (análisis sin validez oficial). Junta de Andalucía
P.I. NACOISA C/ Carmen Martín, 10-11. 41309 - La Rinconada (Sevilla). Tel.: +34 954.906.043 / +34 954.307.025 www.laboratorioagrama.com - agrama@laboratorioagrama.com

Anexo I - Análise da água de rega do ensaio na Castelhana.



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

INFORME ANALÍTICO N° 000328998GEN-A01-001

| * Total Sales Disueltas | 1.06 | | g/l | | | Interno | Cálculo |
|---|-----------|--------|------------|------------------|--------|-----------|----------------|
| Propiedades físicoquímicas | | | | | | | |
| * Dureza total | 485 | | mg CaCO3/l | | | Interno | Cálculo |
| pH a 25°C | 8.4 | 0.2 | | 2,0 | | PEE01 | Potenciometría |
| * Presión Osmótica | 0.60 | | atm | | | Interno | Cálculo |
| Propiedades químicas | | | | | | | |
| Conductividad eléctrica a 25°C | 1662 | 249 | µS/cm | 50,0 | | PEE02 | Conductimetría |
| Análisis de agua: microelementos | | | | | | | |
| Parámetro | Resultado | U | Unidad | Recuperación (%) | LC | Procedim. | Técnica |
| Microelementos | | | | | | | |
| Cobre disuelto | 0.0055 | 0.0013 | mg/l | | 0,0010 | PEE49 | ICP/MS |
| Hierro disuelto | < LC | | mg/l | | 0,060 | PEE49 | ICP/MS |
| Manganeso disuelto | 0.0064 | 0.0013 | mg/l | | 0,0010 | PEE49 | ICP/MS |
| Zinc disuelto | < LC | | mg/l | | 0.010 | PEE49 | ICP/MS |

Anexo I - Análise da água de rega do ensaio na Castelhana (cont.1).



INFORME ANALÍTICO N° 000328998GEN-A01-001

Observaciones: El laboratorio da fe de los resultados de la muestra recepcionada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin autorización por escrito del laboratorio. La incertidumbre estimada (U), en métodos cuantitativos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En caso de no indicarse en el informe, se encuentra estimada y a disposición del cliente.
Si no se indica lo contrario, los resultados de los parámetros analizados no han sido corregidos con factores de recuperación.
LC: límite de cuantificación. PEE: procedimiento específico de ensayo.
Información de toma de muestras aportada por quien la realiza. El laboratorio no se hace responsable de la información aportada por el cliente, estando indicada por #.
Plaguicidas expresados como suma calculados previamente al redondeo de decimales de cada uno de los resultados individuales también informados. Límites Máximos de Residuos según legislación Europea (LMR EU): <http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=ES>
La toma de muestras, comentarios y valoraciones están fuera del alcance de acreditación de ENAC N°423/LE838 N°423/LE1170.



Técnico Laboratorio
Cristina Roldán Pedrosa

Sevilla, 16 de julio de 2020

Director Técnico
Francisco Hierro del Castillo

Anexo I - Análise da água de rega do ensaio na Castelhana - (cont.2).



INFORME ANALÍTICO N° 000343157GEN-A01-001

| | | | |
|-------------------------|--|----------------------------|---------------------------------------|
| #CLIENTE: | FRUTAS PATRICIA PILAR LDA | | |
| #DIRECCIÓN: | Rua Poço de Arroz n2, Casal da Lapa 2560-030 A-dos-Cunhados Portugal | | |
| N° DE MUESTRA: | 000343157 | #MATERIAL: | Agua continental para riego |
| #REFERENCIA: | 6009 A.FURO GIBRALTAR | | |
| #INFORMACIÓN ADICIONAL: | 1 botella de 1,5l | | |
| OBSERVACIONES: | | | |
| DESCRIPCIÓN: | Muestra en envase cerrado, no precintado. | | |
| CANTIDAD APROX.: | 1,5l | ENVASE: | Plástico |
| * TOMA MUESTRA: | Cliente | * FECHA/HORA TOMA MUESTRA: | 13/10/2020 No aportada por el cliente |
| FECHA/HORA RECEPCIÓN: | 15/10/2020 14:44 | FECHA INICIO: | 15/10/2020 |
| | | FECHA FIN: | 21/10/2020 |

Listado de parámetros analizados

Análisis de agua para riego: normal

| Parámetro | Resultado | U | Unidad | Recuperación (%) | LC | Procedim. | Técnica |
|----------------------------|-----------|------|--------|------------------|------|-----------|----------------------------|
| Aniones | | | | | | | |
| Bicarbonatos | 446 | 95 | mg/l | | 5,00 | PEE03 | Titulación potenciométrica |
| Carbonatos | < LC | | mg/l | | 5,00 | PEE03 | Titulación potenciométrica |
| * Cloruro | 126 | | mg/l | | 20,0 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Fluoruro | < LC | | mg/l | | 0,50 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Nitrato | 10.1 | | mg/l | | 5,00 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Nitrito | < LC | | mg/l | | 0,10 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Ortofosfato | < LC | | mg/l | | 5,00 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Sulfato | 82.3 | | mg/l | | 40,0 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| Cationes | | | | | | | |
| * Amonio | 7.55 | | mg/l | | 0,50 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Calcio disuelto | 93.7 | | mg/l | | 20,0 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Magnesio | 32.3 | | mg/l | | 5,00 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Potasio disuelto | 5.25 | | mg/l | | 5,00 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| * Sodio disuelto | 142 | | mg/l | | 10,0 | PEE104 | Cromatografía iónica |
| Índices | | | | | | | |
| * Clasificación C S | C3-S1 | | | | | Cálculo | Cálculo |
| * Índice de Langatier | 0.18 | | | | | Cálculo | Cálculo |
| * R.A.S. corregido | 4.24 | | | | | Cálculo | Cálculo |
| Microelementos | | | | | | | |
| Boro | 0.10 | 0.02 | mg/l | | 0,10 | PEE09 | Espectrofotometría UV Via |
| Propiedades físicas | | | | | | | |

Anexo II - Análise da água de rega do ensaio em Gibraltar.

INFORME ANALÍTICO N° 000343157GEN-A01-001

| * Total Sales Disueltas | 0.86 | | g/l | | | Interno | Cálculo |
|---|---------------|--------|------------|------------------|--------|-----------|----------------|
| Propiedades físicoquímicas | | | | | | | |
| * Dureza total | 367 | | mg CaCO3/l | | | Interno | Cálculo |
| pH a 25°C | 7.3 | 0.2 | | | 2.0 | PEE01 | Potenciometría |
| * Presión Osmótica | 0.48 | | atm | | | Interno | Cálculo |
| Propiedades químicas | | | | | | | |
| Conductividad eléctrica a 25°C | 1341 | 201 | µS/cm | | 50,0 | PEE02 | Conductimetría |
| Análisis de agua: microelementos | | | | | | | |
| Parámetro | Resultado | U | Unidad | Recuperación (%) | LC | Procedim. | Técnica |
| Microelementos | | | | | | | |
| Cobre disuelto | 0.0091 | 0.0021 | mg/l | | 0,0010 | PEE49 | ICPMS |
| Hierro disuelto | < LC | | mg/l | | 0,060 | PEE49 | ICPMS |
| Manganeso disuelto | 0.0020 | 0.0004 | mg/l | | 0,0010 | PEE49 | ICPMS |
| Zinc disuelto | 0.030 | 0.006 | mg/l | | 0.010 | PEE49 | ICPMS |

Anexo II - Análise da água de rega do ensaio em Gibraltar (cont.1).

Observaciones: El laboratorio da fe de los resultados de la muestra recepcionada. Este informe no puede reproducirse, más que en su totalidad, sin autorización por escrito del laboratorio. La incertidumbre estimada (U), en métodos cuantitativos, es para un nivel de confianza del 95% (k=2), expresada en valor absoluto. En caso de no indicarse en el informe, se encuentra estimada y a disposición del cliente.

Si no se indica lo contrario, los resultados de los parámetros analizados no han sido corregidos con factores de recuperación.

LC: límite de cuantificación. PEE: procedimiento específico de ensayo.

Información de toma de muestras aportada por quien la realiza. El laboratorio no se hace responsable de la información aportada por el cliente, estando indicada por #.

Plaguicidas expresados como suma calculados previamente al redondeo de decimales de cada uno de los resultados individuales también informados.

Límites Máximos de Residuos según legislación Europea (LMR EU): http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/public/?event=pesticide_residue_selection&language=ES

Dado que los LMR cambian continuamente, el cliente comprende que este dato no es responsabilidad de LABORATORIO AGRAMA SL y debe confirmarlo en la web indicada anteriormente.

Para productos fertilizantes los procedimientos están basados en los métodos mencionados en el anexo IV del Reglamento (CE) 2003/2003 y sus posteriores modificaciones y el anexo VI del RD 506/2013, u otros equivalentes respaldados por ensayos de validación e intercomparativos.

Los resultados están expresados según marca el RD 506/2013 y todas sus modificaciones posteriores y/o el Reglamento (CE) 2003/2003 y todas sus modificaciones posteriores.

La toma de muestras, comentarios y valoraciones están fuera del alcance de acreditación de ENAC Nº 423/LE838 Nº 423/LE1170.



Jefe Área Inorgánica

Elisa Ridao Ridao



Sevilla, 21 de octubre de 2020

Director Técnico

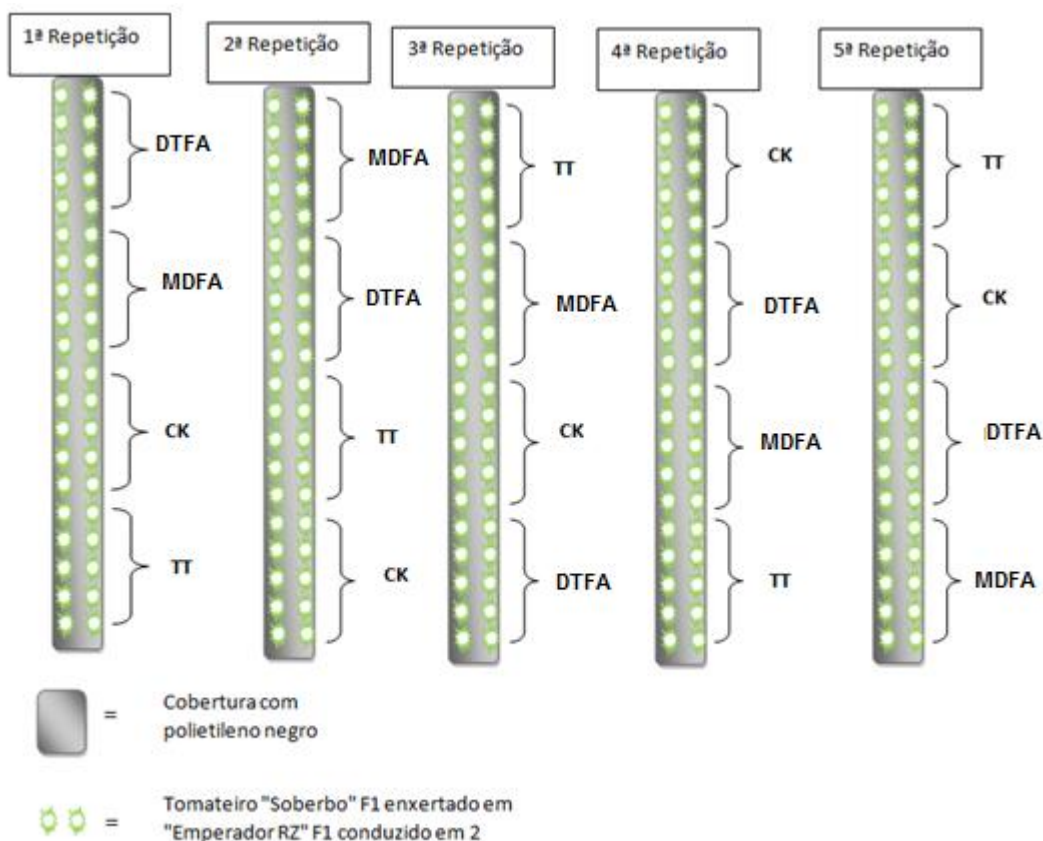
Francisco Hierro del Castillo



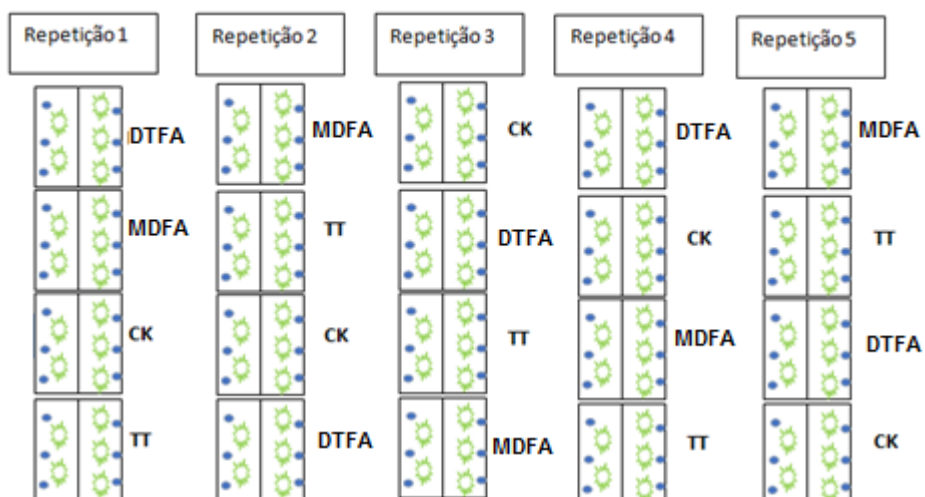
Anexo II - Análise da água de rega do ensaio em Gibraltar (cont.2).


| Requisitante: André Filipe Alves Marçal Av. Padre Manuel Antunes, nº 64 - Moçafaneira 2565-842 VENTOSA | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|------------|------------|
| Concelho: | Torres Vedras | Profundidade: | 0-20 cm | N.º Lab.: | 626 | |
| Freguesia: | Ventosa | Cultura (a realizar): | Tomate | Início da análise: | 15-10-2020 | |
| s/ Ref.ª | 1 - Castalhana | Data de colheita: | 12-10-2020 | Fim da análise: | 16-11-2020 | |
| PARÂMETROS | RESULTADOS | CLASSIFICAÇÃO | | | | |
| | | MUITO BAIXO | BAIXO | MÉDIO | ALTO | MUITO ALTO |
| Avaliação textural expedita | | Grosseira | | | | |
| pH (H ₂ O) | 7,5 | Neutro | | | | |
| Matéria Orgânica | % | 1,6 | | X | | |
| Azoto nítrico | N-NO ₃ , mg/kg | 116 | | | | |
| Azoto amoniacal | N-NH ₄ , mg/kg | 2 | | | | |
| Azoto mineral | N, mg/kg | 117 | | | | X |
| Fósforo extraível | P ₂ O ₅ , mg/kg | 31 | | | | X |
| Potássio extraível | K ₂ O, mg/kg | 153 | | | | X |
| Cálcio extraível | CaO, mg/kg | 201 | | X | | |
| Magnésio extraível | MgO, mg/kg | 179 | | | | X |
| Sódio extraível | Na, mg/kg | 315 | | | | X |
| Cond. Elétrica | mS/cm | 3,32 | Salinidade alta | | | |
| RECOMENDAÇÕES | | | | | | |


Anexo III - Análise do solo do ensaio na Castelhana.




Anexo IV - Esquema do delineamento experimental na estufa da Castelhana. Modalidades: DT (dose recomendável de Ficosagro®), MD (metade da dose recomendada de Ficosagro®), CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha).



 = Vaso tipo floreira com o substrato fibra de côco

 = tomateiro "Arano" F1 conduzido a uma haste

 = Gotejador

Anexo V - Esquema do delineamento experimental na estufa de Gibraltar. Modalidades: DT (dose recomendada de Ficosagro®), MD (metade da dose recomendada de Ficosagro®), CK (dose recomendada de Cystium-K®) e TT (testemunha).

Anexo VI- Outputs das análises de variância ($\alpha=0,05$) para os parâmetros estudados (diâmetro da base do tomate e altura das plantas; produtividade do tomate e proporção de tomate médio no tomate tipo "beef").

Anexo VI.1 Output da análise de variância para diâmetro da base do tomate de cacho "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ"

```
> anovadcachoc<-aov(diametro~modalidade,diametrocacho)
> summary(anovadcachoc)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
modalidade  3   5.68   1.892   0.515  0.675
Residuals  36 132.30   3.675
```

Anexo VI.2 Output da análise de variância para altura haste esquerda do tomate de cacho "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ"

```
> anovaesqcachoc<-aov(compesq~modalidade,compesqcachoc)
> summary(anovaesqcachoc)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
modalidade  3   42.9   14.29   0.256  0.856
Residuals  36 2007.9   55.77
```

Anexo VI.3 Output da análise de variância para altura haste direita do tomate de cacho "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ"

```
> anovahdircachoc<-aov(compdir~modali,compdircachoc)
> summary(anovahdircachoc)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
modali     3  129.3   43.09   0.625  0.604
Residuals  36 2482.5   68.96
```

Anexo VI.4 Output da análise de variância para produtividade do tomate de cacho "Soberbo" enxertado em "Emperador RZ"

```
> anovaprodcachoc<-aov(kg~modalidade,prodcachoc)
> summary(anovaprodcachoc)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
modalidade  3 48343468 16114489   2.666 0.0521
Residuals  96 580170368 6043441
```

Anexo VI.5 Output da análise de variância para diâmetro da base do tomate "beef" "Arano"

```
> anovadiambeef<-aov(diâmetro~modalidade,diambeef)
> summary(anovadiambeef)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
modalidade  3   5.47   1.825   1.228  0.314
Residuals  36  53.50   1.486
```

Anexo VI.6 Output da análise de variância para altura do tomate "beef"

```
> anovacompbeef<-aov(comprimento~modalidade,compbeef)
> summary(anovacompbeef)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
modalidade  3    69   22.96   0.219  0.882
Residuals  36  3766  104.61
```

Anexo VI.7 Output da análise de variância para produtividade do tomate "beef" "Arano"

```
> anovaprodbeef<-aov(produt~modali,prodbeef)
> summary(anovaprodbeef)
          Df    Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
modali     3    781411  260470   0.134  0.94
Residuals 96 186666196 1944440
```

Anexo VI.8 Output da análise de variância para proporção de tomate médio no tomate "beef" "Arano"

```
> anovapropbeef<-aov(prop~moda,propbeef)
> summary(anovapropbeef)
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
moda       3     51   17.05   0.224  0.879
Residuals 96    7305    76.10
```