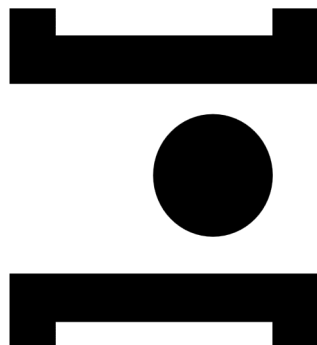


INSTITUTO POLITÉCNICO DE SANTARÉM
Escola Superior Agrária de Santarém



**POLITÉCNICO
DE SANTARÉM**

O efeito de biofertilizantes no enraizamento e na produção do morango

Dissertação

Mestrado em Engenharia Agrónómica

Daniel Alexandre Bento Fidalgo

Orientação:

Dra. Ana Mafalda Dúlio Ribeiro Pacheco Ferreira

Dra. Patrícia Correia e Dr. Luís Carvalho, Doutorados da Faculdade de Ciência de Lisboa

Dezembro, 2023

Agradecimentos

A realização deste estudo só foi possível graças ao apoio e incentivo que me foi dado ao longo da sua elaboração, por um conjunto de pessoas, às quais não posso deixar de expressar aqui o meu sincero agradecimento.

- Agradeço, principalmente à Escola Superior Agrária de Santarém que me deu as ferramentas e o conhecimento para a elaboração deste estudo.

- Agradeço à Professora Mafalda, pela orientação e conhecimentos transmitidos, facilitando assim realização deste mesmo estudo.

- Agradeço, em especial à Doutora Patrícia Correia e ao Doutor Luís Carvalho, por serem os meus orientadores externos, transmitindo-me ao longo do estudo, conhecimentos e ideias que me facilitaram na realização do mesmo.

- Agradeço à empresa AsfertGlobal, pela disponibilização da estufa e todo o restante apoio, sem o qual não teria sido possível a realização deste estudo.

- À minha família e à minha namorada, agradeço por tudo.

Resumo

A produção e consumo de morango têm vindo a aumentar ao longo dos últimos anos, criando assim desafios aos produtores para que estes consigam manter ou aumentar as suas produções. Numa fase em que é necessário consciencializar o produtor de morango quanto ao uso excessivo de adubos de síntese química, os biofertilizantes vêm ajudar a reduzir essa aplicação excessiva, assegurando a rentabilidade da cultura e uma gestão agrícola mais sustentável.

Este trabalho teve dois grandes objetivos, sendo eles, numa primeira fase, a verificação do efeito da aplicação biofertilizantes Mycoshell Tabs, Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip e Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass no enraizamento da planta do morango e, numa segunda fase, a verificação da produção do morango após a aplicação desses biofertilizantes.

O ensaio realizou-se em dois locais, o primeiro local foi um campo agrícola, localizado em Fazendas de Almeirim, num terreno pertencente ao aluno/agricultor, no distrito de Santarém. O segundo local foi uma estufa, pertencente à empresa AsfertGlobal, Lda. localizada em Perofilho, no distrito de Santarém.

No campo de ensaio, criou-se cinco blocos causalizados, onde em cada bloco existiam 4 modalidades (uma por talhão): um controlo, no qual não se inoculou nenhum morangueiro e, três tratamentos diferentes (Mycoshell Tabs; Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip; Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass). Cada talhão tinha 40 plantas.

No ensaio de estufa, envazou-se 48 plantas (4 tratamentos x 12 réplicas), sendo inoculados em vaso os mesmos 3 tratamentos biofertilizantes que em campo e um tratamento de controlo sem inoculação.

A maior produção foi obtida com a aplicação do bioestimulante Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass, apesar dos resultados serem idênticos aos da aplicação do Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip.

Em relação ao enraizamento, o bioestimulante que permitiu um maior e melhor crescimento das raízes foi o Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip.

Palavras-chave

Adubação, Bioestimulante, Enraizamento, Fungos micorrizícos, Kiplant Allgrip, Kiplant iNmass, Morango, Mycoshell Tabs, Produção

Abstract

Strawberry production and consuming have been on the rise in recent years, creating challenges for producers to maintain or increase their production. At a time, when strawberry producers need to be made aware of the excessive use of chemically synthesized fertilizers, biofertilizers help to reduce this excessive application, ensuring the profitability of the crop and more sustainable agricultural management.

The trial was carried out in two locations: the first was an agricultural field, located in Fazendas de Almeirim, on land belonging to the student/farmer, in the district of Santarém. The second location is a greenhouse belonging to the company AsfertGlobal, Lda. located in Perofilho, in the district of Santarém.

In the test field, five causalized blocks were created, where in each block there are 4 modalities (one per plot): a control, in which no strawberry plants were inoculated, and three different treatments (Mycoshell Tabs; Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip; Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass). Each plot has 40 plants.

In the greenhouse trial, 48 plants were potted (4 treatments x 12 replicates), with the same 3 biofertilizer treatments inoculated in the pot as in the field and a control treatment without inoculation.

The highest yield was obtained with the application of the biostimulant Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass, although the results were identical to those of the application of Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip.

About rooting, the biostimulant that allowed for the greatest and best root growth was Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip.

Índice Geral

<i>Agradecimentos</i>	2
<i>Resumo</i>	3
<i>Abstract</i>	5
<i>Índice de figuras</i>	8
<i>Índice de quadros</i>	10
1. Introdução e objetivos	11
2. Revisão bibliográfica	13
2.1. O morangueiro	13
2.1.1. Nota histórica	13
2.1.2. A cultura do morango no mundo	14
2.1.3. Características morfológicas	15
2.1.3.1. Sistema radicular.....	16
2.1.3.2. Caule	16
2.1.3.3. Folhas	17
2.1.3.4. Estolhos.....	17
2.1.3.5. Inflorescência, Flores e Frutos	17
2.1.4. Ciclo fisiológico	18
2.1.5. Fatores edafo-climáticos	19
2.1.6. Nutrição do morangueiro	20
2.1.7. Enraizamento do morangueiro	21
3. A biodiversidade do solo e a importância da sua conservação	21
3.1.1. Biodiversidade do solo	21
3.1.2. Fungos micorrízicos arbusculares	23
3.1.3. Consórcios bacterianos	24
4. Caracterização dos bioestimulantes aplicados no ensaio	25
4.1. Mycoshell Tabs	25
4.2. Kiplant iNmass	25
4.3. Kiplant Allgrip	26
5. Material e métodos	26
5.1. Localização do ensaio	26
5.2. Caracterização da parcela de campo	28
5.3. Tecnologia cultural e instalação do campo	29
5.3.1. Preparação do terreno.....	29
5.3.2. Instalação da cultura.....	30
5.3.3. Rega	32
5.3.4. Fertilização	32
6. Delineamento experimental	33

6.1. Variáveis observadas	33
6.2. Tratamento estatístico	38
7. Resultados e discussão	38
7.1. Enraizamento em estufa	38
7.1.1. Enraizamento aos 20 dias	38
7.1.2. Enraizamento aos 40 dias	40
7.2. Produção no campo	43
7.3. Evolução da produção das colheitas ao longo do ciclo cultural	44
8. Conclusão	46
9. Referências bibliográficas	49

Índice de figuras

Figura 1: Representação esquemática de uma planta adulta do morangueiro	13
Figura 2: Ciclo anual de uma cultivar de morangueiro	17
Figura 3: Campo de ensaio do aluno/agricultor (Fonte: Fotografia de drone do aluno)..	25
Figura 4: Localização da Asfertglobal (Fonte: Google Earth)	25
Figura 5: Terreno pronto para instalação da cultura do morango (Fonte: Agricultor) ...	27
Figura 6: Plantas dos morangueiros fornecidas pelo viveirista (Fonte: Agricultor)	28
Figura 7: Plantação do morangueiro com recurso a garfo (Fonte: Agricultor)	29
Figura 8: Identificação de bloco de ensaio (Fonte: Agricultor)	29
Figura 9: Desenho experimental e respetivo sistema de rega aplicado no ensaio (Fonte: Agricultor)	31
Figura 10: Aplicação de Kiplant iNmass (4/12/22) e de Kiplant Allgrip (15/12/22)	32
Figura 11: Delineamento experimental no campo de ensaio, com os morangueiros ao ar-livre	33
Figura 12: Delineamento experimental na estufa, com os morangueiros em vaso	35
Figura 13: Ensaio de morangueiros em vaso na estufa da Asfertglobal	36
Figura 14: Gráfico referente ao peso seco (parte aérea + parte radicular) dos morangueiros aos 20 dias, após aplicação dos biofertilizantes. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=0,869$; $p=0,0474$)	38
Figura 15: Razão entre o peso radicular e o peso aéreo (root/shoot) aos 20 dias. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=0,772$; $p=0,523$)	39
Figura 16: Gráfico referente ao peso seco (parte aérea + parte radicular) dos morangueiros aos 40 dias, após aplicação dos biofertilizantes. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=2,493$; $p=0,089$)	40
Figura 17: Razão entre o peso radicular e o peso aéreo (root/shoot) aos 40 dias. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas	

indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=1,985$; $p=0,149$)	41
Figura 18: Processo de colheita e pesagem. Comparação entre o Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip e Controlo (27/04/23)	42
Figura 19: Comparação da produtividade de morango no ensaio de campo em 4 colheitas. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=5,934$; $p=0,006$)	43
Figura 20: Evolução do peso médio colhido ao longo do ciclo cultural, consoante a aplicação de biofertilizantes. Letras diferentes acima/lado dos pontos indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$ e ns significa diferenças não significativas	44

Índice de quadros

Quadro 1: Principais produtores mundiais de morango em área de cultivo (ha) e em produção (t).	14
Quadro 2: Quantidades de azoto (N), fósforo (P ₂ O ₅) e Potássio (K ₂ O) recomendadas (kg/ha) (INIAV, Manual de fertilização das culturas, 2022).....	20
Quadro 3: Resultados da análise efetuada ao solo do campo de ensaio.....	28
Quadro 4: Descrição dos parâmetros do delineamento experimental para a produção em campo.....	35
Quadro 5: Descrição dos principais parâmetros do delineamento experimental para o enraizamento em estufa.	37

1. Introdução e objetivos

Segundo a nova PAC, aprovada pelo Parlamento Europeu em 2022, que entra em vigor em 2023 e irá até 2027, haverá um incentivo e uma formação para que os agricultores comecem a praticar uma gestão agrícola sustentável, passando pela rotação cultural, redução dos pesticidas e, mais importante, a utilização da fertilização biológica.

Um dos grandes desafios da agricultura é a redução da aplicação de adubos de síntese química, havendo necessidade de procurar novas estratégias que não comprometam as produções e as culturas futuras.

Com o aumento dos custos de produção na agricultura (combustíveis, adubos, etc.), tornou-se necessário procurar soluções de modo a manter ou aumentar as produções, reduzindo os custos e preservando os recursos naturais (água, solo).

Os biofertilizantes de base microbiana são constituídos por células vivas de espécies específicas de microrganismos que são aplicados no solo, colonizando a rizosfera e as superfícies da planta, com o objetivo de aumentar significativamente o crescimento e o rendimento na produção da cultura, através de relações simbióticas entre a planta e o microbioma associado à planta. Dependendo do tipo de microrganismos presentes no biofertilizante aplicado, podem existir diferentes modos de ação, tais como, impulsionar o aumento da disponibilidade de nutrientes, como por exemplo através da solubilização e/ou mineralização de fósforo, a produção de substâncias promotoras do crescimento, como as fitohormonas, a melhoria de outras simbioses benéficas com o microbioma hospedeiro e a combinação de diferentes modos de ação (Vessey, 2003; Hazarika and Ansari, 2007, Srivastava and Ngullie, 2009; Chandra et al. 2016).

Neste trabalho específico, a redução dos adubos de cobertura será realizada através da aplicação de biofertilizantes de base microbiana, capazes de solubilizar e mobilizar os nutrientes disponíveis no solo, de modo a que as plantas os consigam absorver e utilizar.

O objetivo principal deste estudo é a diminuição de 30% dos adubos fosfatados de cobertura. Para que possa haver esta diminuição da aplicação de adubos, utilizou-se biofertilizantes com micorrizas e consórcios bacterianos específicos, sendo que a

finalidade destes é disponibilizar o fósforo existente no solo, para que a planta o consiga absorver, obtendo assim uma maior qualidade de enraizamento, superando situações de stress no transplante.

No campo, o objetivo é verificar-se os níveis de produção em cada bloco onde se aplicou as micorrizas e os consórcios bacterianos, comparativamente ao camalhão de controlo, sendo que estes, recebem adubos fosfatados através da fertirega, enquanto os blocos inoculados, recebem apenas 70% dos adubos fosfatados aplicados.

Na estufa, o objetivo é verificar-se os níveis de enraizamento das plantas em cada tratamento, ou seja, aplicar-se-á as micorrizas e os consórcios bacterianos nos vasos marcados e irá comparar-se esse enraizamento com o tratamento controlo. Assim, percebe-se as diferenças de enraizamento e de biomassa radicular, usando biofertilizantes em comparação com os adubos de cobertura.

2. Revisão bibliográfica

2.1. O morangueiro

2.1.1. Nota histórica

F. Vesca ou morango dos Alpes foi a primeira espécie domesticada por antigas civilizações gregas e romanas no continente europeu antes da descoberta do continente americano. Em meados do ano 1300, esta planta já estava a ser cultivada por toda a Europa (Darrow, 1966; Hummer e Hancock, 2009) e, em meados do ano de 1600, começou a ser substituída pela espécie norte americana *F. virginiana* (Hancock *et al.*, 2008).

No início do ano de 1700 a espécie chilena *F. chiloensis* foi trazida para a Europa pelo oficial do exército francês Amédée Frézier (Hummer e Hancock, 2009). Esta espécie já havia sido domesticada há cerca de mil anos por povos indígenas chilenos e foi amplamente difundida pelos espanhóis nos países da América Latina no período da colonização (Hancock *et al.*, 2008).

O híbrido *F. x ananassa* surgiu do cruzamento natural das espécies *F. virginiana* e *F. chiloenses* quando as mesmas foram plantadas lado a lado num jardim em França e, deste cruzamento surgiram plantas com características morfológicas únicas e frutos com aparência e aroma muito atrativos (Hummer e Hancock, 2009). Em 1766, o botânico francês Antoine Nicholas Duchesne reconheceu este híbrido como sendo “ananassa” devido ao aroma característico do fruto que lembrava o do ananás (*Ananas comosus*) (Hancock *et al.*, 2008; Hummer e Hancock, 2009).

2.1.2. A cultura do morango no mundo

O morango é um fruto produzido a nível global, estando a sua produção centrada nos continentes Asiático (49,9%), Americano (25,2%) e Europeu (17,9%), num total de 93% da produção mundial (FAOSTAT, 2022) (Quadro1).

Em 2021, a produção mundial de morangos foi de 9.175.384 toneladas, com uma área total cultivada de 389.665 hectares, segundo dados da FAO, perfazendo assim uma produtividade média de 23.5 toneladas/hectare.

Houve uma queda na produção global, assim como na área de cultivo nos anos de 2020 e 2021, período de pandemia mundial. Pode-se atribuir essa redução à queda no consumo de alimentos, de uma forma geral, influenciada pela redução das remunerações das famílias, aliadas às restrições de mobilidade e isolamento social.

Observou-se, ainda, falta de material necessário para a produção da cultura, tais como plásticos, sistemas de irrigação, adubos, agroquímicos, entre outros. Somando estes fatores, acresce ainda a subida dos preços destes, refletindo no custo de produção, desestimulando a produção a nível mundial.

Quadro 1: Principais produtores mundiais de morango em área de cultivo (ha) e em produção (t).

Posição	País	Produção (t)	Hectares (ha)
1	China	3 801 865	141 498
2	EUA	1 420 570	21 242
3	México	468 248	11 091
...
40	Portugal	8 495	258

Apesar das excelentes condições climáticas que Portugal apresenta para a produção de morango e do gosto que os portugueses têm por este fruto, tem-se verificado nos últimos anos uma diminuição nas áreas cultivadas e estabilização dos índices de produtividade, com ligeiras oscilações de ano para ano. De acordo com Oliveira (2018), existem diversas razões que podem explicar este declínio da cultura do morangueiro em Portugal tais como: reduzidas margens brutas da cultura, a

concorrência de Espanha, a necessidade de especialização do produtor em relação aos mercados para onde pretende exportar.

2.1.3. Características morfológicas

O morangueiro é uma planta perene, dicotiledónea e não caducifólia, constituída por coroas, folhas, estolhos, inflorescências, flores e um sistema radicular (Maas, 1998) (Figura 1).

Em todas as suas partes constituintes, é uma das plantas cultivadas mais mutáveis, tornando-a assim uma das culturas mais adaptadas e amplamente cultivadas. (Darrow, 1996).

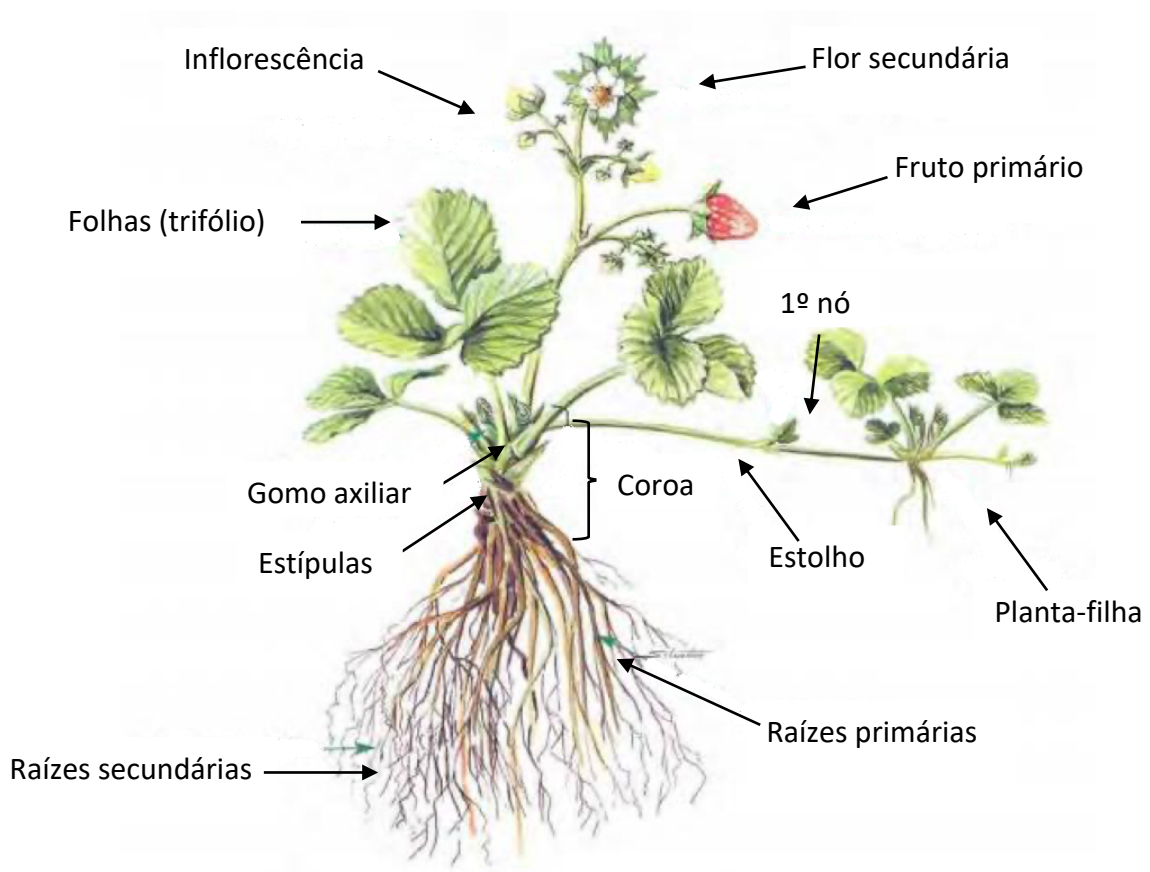


Figura 1: Representação esquemática de uma planta adulta de morangueiro.

2.1.3.1. Sistema radicular

O sistema radicular do morangueiro é fasciculado e superficial, localizando-se entre os primeiros 7,5cm e os 20cm de solo. Uma planta possui entre 20 e 35 raízes primárias, podendo ir até 100 e, milhares de raízes laterais.

As raízes primárias penetram no solo e as raízes secundárias desempenham funções de absorção de nutrientes e água e acumulação de reservas durante o inverno (Palha, 2005).

As raízes nascem adventiciamente da base das novas folhas ao longo da coroa. Contudo, é necessário estarem em contato com o solo para que as raízes novas se formem e cresçam. No seu conjunto, o sistema radical de uma planta apresenta um aspeto fasciculado, de cor amarelo pardo e, quanto mais jovem e sã for a planta, mais claras são as raízes (Palha, 2005).

2.1.3.2. Caule

O caule é um rizoma estolhoso, curto, com formato cilíndrico e retorcido que se ramifica e do qual emergem em roseta as folhas trifoliadas, formando um conjunto a que vulgarmente se designa por 'coroa'. Cada planta pode ser constituída por uma ou mais coroas e cada uma funciona de forma independente (Palha, 2005).

As filhas, os estolhos, as coroas secundárias, as inflorescências e as raízes emergem da coroa (Husaini & Neri, 2016).

A base de uma coroa bem desenvolvida, encontra-se protegida pelas estipulas das folhas mais velhas e mortas, estando por cima destas, as folhas maduras, possuindo igualmente estipulas de proteção (Palha, 2005).

2.1.3.3. Folhas

O morangueiro tem folhas compostas, constituídas por três folíolos, trifoliadas, de cor verde, mate ou brilhante, consoante as variedades. Estas, nascem ao longo da coroa, estando os pecíolos dispostos em espiral a 2/5 ao redor da coroa, estando cada sexta folha quase por cima da primeira, para uma exposição solar máxima (Darrow, 1966; Palha, 2005).

Os pecíolos das folhas possuem, na sua base, duas estípulas de proteção onde se encontram gomos axilares. Estes gomos podem evoluir em estolhos ou novas coroas. O número de folhas e a área foliar total da planta no final do outono/ início do inverno, podem estar correlacionados com a produção de frutos na primavera seguinte (Poling, 2012).

2.1.3.4. Estolhos

Os estolhos são o meio de propagação vegetativa do morangueiro, que diferem dum ramo-coroa, principalmente, pela alongação dos primeiros dois entrenós (Guttridge, 1955).

Os estolhos formam-se durante dias longos com temperaturas altas, começando na primavera até ao outono (Demchak, 2013).

2.1.3.5. Inflorescência, Flores e Frutos

A inflorescência localiza-se na posição terminal da coroa. Considera-se que o início da inflorescência ocorre quando o meristema se alonga e o seu topo se torna achatado. Esta emerge das estípulas-bainha da folha imediatamente abaixo dela, enquanto a folha se expande (Guttridge, 1955).

O eixo principal da inflorescência termina com uma flor primária e dele emergem dois eixos laterais secundários. Da mesma forma, dois eixos terciários provêm dos eixos secundários, cada um terminando numa flor terciária. É comum observar-se o crescimento de dois eixos quaternários por cada eixo terciário, dando origem a flores quaternárias (Savini et. al., 2005).

Uma inflorescência típica apresenta uma flor primária, que é a mais velha e frutifica primeiro, duas flores secundárias, quatro flores terciárias e oito flores quaternárias (Palha, 2005).

As flores do morangueiro cultivado são hermafroditas e compostas por 5 sépalas, pequenas estruturas por baixo das pétalas e, por 5 pétalas. Os estamos variam entre 20 a 30 e, são a parte 'masculina' da flor que polinizam os pistilos, que variam entre 60 a 600, sendo estes a parte 'feminina'. Ambos se encontram numa estrutura cônica denominada de receptáculo. Esta estrutura desenvolve-se, formando aquilo a que vulgarmente chamamos o fruto (Polling, 2012).

2.1.4. Ciclo fisiológico

O comportamento da planta (reprodutivo ou vegetativo) pode ser determinado pela modulação de muitos fatores que interagem com o crescimento da planta, envolvendo fatores abióticos, agronómicos, nutricionais e ambientais ou, a presença de stresse (Massetani & Neri, 2016).

Há uma interação temperatura/fotoperíodo específica para cada genótipo durante a iniciação floral para que se verifique uma boa frutificação. A diferenciação floral pode ser afetada tanto pelas temperaturas elevadas (acima de 28°C) como baixas, provocando um abrandamento ou paragem na mesma, dando origem a quebras na produção ao longo do ciclo (Palha, 2007).

O desenvolvimento do morangueiro depende da evolução dos seus gomos terminal e axilares, que evoluem de uma forma dependente entre si. O desenvolvimento dos gomos axilares é regulado pela dominância apical, de modo que os gomos axilares basais são os primeiros a desenvolverem-se. (Palha, 2005). O crescimento vegetativo da planta de morangueiro passa a uma fase reprodutiva (indução floral e diferenciação) sob condições térmicas e fotoperíodos específicos.

Os fatores agronómicos e nutricionais podem favorecer um dos crescimentos, vegetativo ou reprodutivo. As condições de crescimento afetam o vigor da planta, induzem a formação de um número variado de gomos florais e alteram a capacidade da planta de formar novas ramificações ao longo da coroa principal. Quanto maior o

fotoperíodo, mais baixa será a temperatura necessária para maximizar o número de gomos florais (Ito & Saito, 1962).

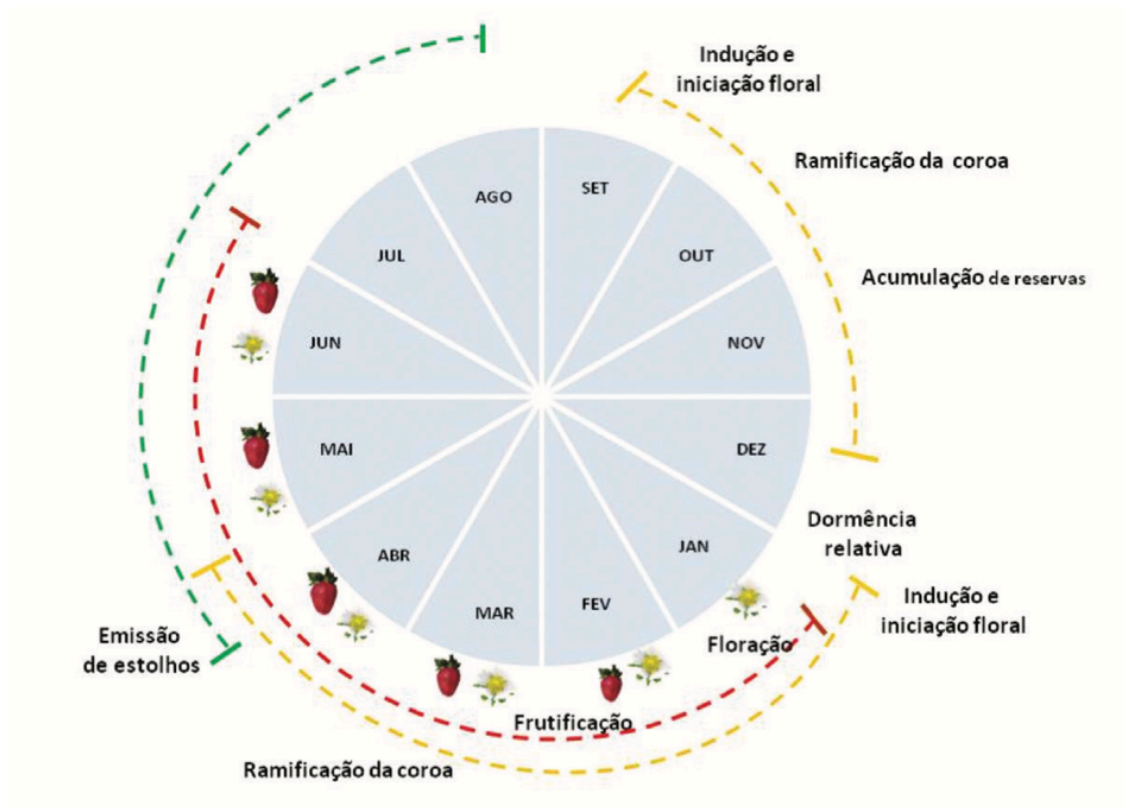


Figura 2: Ciclo anual de uma cultivar de morangueiro.

2.1.5. Fatores edafo-climáticos

O morangueiro é uma planta que se adapta a uma grande variedade de climas. Contudo, a maioria das regiões de produção situam nos climas temperados e mediterrânicos (Palha, 2005).

Os órgãos vegetativos do morangueiro são muito resistentes às geadas. Pelo contrário, as flores são muito sensíveis, sendo destruídas a temperaturas inferiores a 0°C. A temperatura ótima de crescimento é de 23°C (Palha, 2005).

Esta cultura, adapta-se a quase todos os tipos de solo, mas prefere solos franco-arenosos, os argilo-arenosos, os franco-argilosos e os franco-argilo-arenosos. Estes, têm

de ser bem drenados, mas com humidade e ricos em matéria orgânica, tendo valores de pH entre 6,0 a 6,5.

O morangueiro é muito sensível ao encharcamento e à salinidade (do solo e da água) pelo que se devem evitar solos muito argilosos e solos salinos (Palha, 2005).

2.1.6. Nutrição do morangueiro

Um fator determinante para a produção e para a qualidade pós-colheita dos frutos é a nutrição fornecida às plantas.

A nutrição é um dos principais fatores que definem a produtividade da cultura, sendo necessário monitorizar-se a fertilidade do solo através da análise deste. Consoante os resultados das análises, realiza-se uma correção de nutrição adequada (quadro 2), de modo a aumentar a produtividade das plantas, reduzindo o aparecimento de distúrbios fisiológicos nomeadamente frutos deformados ou pequenos, que afetam a valorização comercial (Oliveira et al., 2006).

Os níveis adequados de azoto, fósforo e potássio elevam significativamente a produtividade do morangueiro, favorecendo a qualidade do morango, o aumento do sabor, do aroma, do brilho e da consistência (Figueira, 2003).

Quadro 2: Quantidades de azoto (N), fósforo (P2O5) e Potássio (K2O) recomendadas (kg/ha) (INIAV, Manual de fertilização das culturas, 2022).

Produção esperada t/ha	N	Fósforo – níveis do solo (mg kg ⁻¹)						Potássio – níveis do solo (mg kg ⁻¹)					
		≤25	26	51	81	121	151	≤25	26	51	81	121	151
			-	-	-	-	-		-	-	-	-	-
		50	80	120	150	200		50	80	120	150	200	
25	80	110	90	70	40	0	0	140	100	80	60	40	0
30	110	130	100	80	60	40	0	180	140	120	100	60	0
35	120	150	120	90	70	50	0	220	160	140	120	80	0
40	130	160	130	100	80	60	0	220	160	140	120	80	0

2.1.7. Enraizamento do morangueiro

O morangueiro é uma planta herbácea com um sistema radicular fasciculado e superficial, em que 25 a 50% das raízes localizam-se nos primeiros 7 cm e, 75% a 50% entre os 15 e os 20 cm do solo.

A temperatura ótima ao nível das raízes, situa-se entre os 17 °C e os 30 °C, sendo que no Outono, uma vez estabelecido o sistema radicular, as temperaturas inferiores a 15 °C, são favoráveis à acumulação de reservas nas raízes e no rizoma (Palha, 2005).

Após o transplante das plantas para o camalhão no solo, se as condições forem desfavoráveis ao seu desenvolvimento (stress hídrico, nutrição deficiente, entre outros), estas ficam comprometidas levando à sua morte.

A utilização de micorrizas e de consórcios bacterianos, permitem que a planta supere facilmente estas condições adversas no pós transplante, pois disponibilizam quantidades de fósforo e nutrientes para a planta, assim como influenciam o balanço hormonal da planta, melhorando o seu enraizamento (Palha, 2005).

3. A biodiversidade do solo e a importância da sua conservação

3.1.1. Biodiversidade do solo

Segundo a FAO 2020, biodiversidade do solo é a variedade de vida abaixo do solo, desde genes e espécies até as comunidades que eles formam, bem como os complexos ecológicos para os quais contribuem e aos quais pertencem, desde micro habitats no solo até paisagens.

Os solos são considerados um dos habitats mais biologicamente diversos da Terra. Estima-se que 1 grama de solo contém até 1 bilhão de células de bactérias, até 200 metros de hifas fúngicas e uma ampla variedade de organismos.

A biodiversidade do solo é essencial para a maioria dos serviços do ecossistema fornecidos pelos solos, que beneficiam as espécies do solo e suas múltiplas interações (bióticas e abióticas) no meio ambiente. A biodiversidade do solo também sustenta a

maioria das formas de vida na superfície por meio de ligações cada vez mais bem conhecidas entre a superfície e a parte subterrânea. Os solos são um dos principais reservatórios globais de biodiversidade, mais de 40% dos organismos vivos em ecossistemas terrestres estão associados durante o seu ciclo de vida diretamente com os solos (Decaëns et al., 2006).

Os organismos do solo servem e contribuem para a disponibilização de nutrientes para o crescimento das plantas e impulsionam as transformações dos nutrientes que os tornam disponíveis para as plantas. O conteúdo coletivo de carbono de todas as células bacterianas do solo é comparável ao de todas as plantas da terra, e seu conteúdo total de azoto e fósforo é muito maior do que o de toda a vegetação, tornando esses microrganismos a fonte primária de nutrientes indispensáveis para a vida. As plantas fixam carbono da atmosfera, mas requerem macro e micronutrientes que são absorvidos do solo para criar biomassa e transferir nutrientes e energia. Micróbios do solo e microfauna interagem com fatores abióticos - temperatura, pH, teor de humidade - e conduzem esses processos de transformação. A micro, meso e macrofauna do solo desempenham um papel fundamental na decomposição física dos resíduos vegetais, permitindo que os microrganismos do solo disponibilizem os nutrientes e a energia contidos no material vegetal. O papel dos organismos do solo na agricultura tem muitos efeitos benéficos além da nutrição das plantas. Por exemplo, o microbioma do solo, como fungos micorrízicos arbusculares e bactérias fixadoras de azoto podem minimizar o custo e a dependência de fertilizantes de azoto sintético na agricultura e aumentar a fertilidade do solo e a sustentabilidade ambiental, incluindo a redução das emissões de gases com efeito de estufa da produção de fertilizantes de azoto com uso intensivo de energia (FAO, 2020).

3.1.2. Fungos micorrizicos arbusculares

As micorrizas são associações simbióticas mutualistas entre fungos e raízes de plantas. Nas micorrizas arbusculares, o fungo penetra nas células corticais das raízes de uma planta vascular, ajudando as plantas a absorverem nutrientes como o fósforo e micronutrientes do solo, em troca as plantas fornecem carbono resultante da fotossíntese (Brundrett, 2002).

O desenvolvimento de fungos de micorrizas arbusculares antes da colonização da raiz, consiste em três estágios: germinação do esporo, crescimento das hifas e reconhecimento do hospedeiro (Douds, D.D & Nagahashi, G. 2000).

Este aumento de absorção deve-se ao facto de haver uma modificação do ambiente radicular (Bolan, N.S., 1991).

As micorrizas aumentam a eficácia das raízes das plantas na absorção de fósforo, visto que, o micélio extra-radicular aumenta o volume de solo explorado e aumentam a área de absorção de nutrientes. A taxa de entrada deste nutriente nas micorrizas (hifas) pode ser até seis vezes superior à que ocorre nas raízes (Bolan, N.S., 1991).

A concentração de fósforo disponível na raiz pode ser aumentada pela atividade micorrizica, pois estas diminuem o pH da rizosfera graças à absorção de NH_4^+ e à libertação de iões H^+ . Havendo uma diminuição do pH, há um aumento de solubilidade dos precipitados de fósforo (Hamel, C., 2004).

3.1.3. Consórcios bacterianos

Os consórcios bacterianos usados na agricultura são constituídos principalmente por bactérias dos géneros *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Azospirillum* e *Rhizobium* (Miransari, 2016).

As *Pseudomonas* e os *Bacillus* são componentes importantes da rizosfera, permitindo melhorar a nutrição das plantas (Schippers et al., 1987; Weller, 1988).

A colonização radicular eficaz por parte de estirpes de *Pseudomonas*, podem contribuir para o controlo de doenças causados por fungos, sendo que estas produzem metabolitos antifúngicos. Podem criar fitoestimulação, isto é, promovem o crescimento das plantas, geralmente através da produção de fitohormonas e, podem-se aplicar para biofertilização, sendo este o processo pelo qual as bactérias aumentam a disponibilidade de nutrientes, tais como azoto, fósforo e outros micronutrientes, para a planta. (Lugtenberg et al., 1999).

Os *Bacillus* são mineralizadores e solubilizadores de fósforo no solo, por outro lado estimulam a planta a absorver este macronutriente, induzindo assim um crescimento e enraizamento superior das plantas (Biswas et al., 2000).

As bactérias da espécie *Azospirillum* são bactérias fixadoras de N₂, que podem ser encontradas livres no solo e em associações com as raízes das plantas. Estas bactérias têm a capacidade de promover o crescimento das plantas através de vários mecanismos, principalmente pela secreção de fito hormonas, tais como auxinas e giberelinas. (Bashan et al., 2004). As auxinas, promovem o alongamento celular e funcionam como reguladores de crescimento vegetal, obtendo também efeitos na formação de raízes secundárias.

4. Caracterização dos bioestimulantes aplicados no ensaio

4.1. Mycoshell Tabs

Mycoshell Tabs é um biofertilizante que por conter fungos micorrízicos arbusculares da espécie *Glomus intraradices* e extrato de algas altamente concentrado da espécie *Ascophyllum nodosum*, acelera o crescimento inicial, reduzindo o stress após transplante, aumenta a absorção de nutrientes pela planta (Fósforo e Azoto), incrementando também a tolerância ao stress hídrico e à salinidade, conferindo-lhe uma maior resistência fisiológica.

Este produto, está particularmente indicado opara promover todos os processos fisiológicos relacionados com a quantidade e qualidade produtiva, estimular a multiplicação e divisão celular, ativar os processos de crescimento, regular o transporte de substâncias nutritivas e favorecer a acumulação de açucares.

4.2. Kiplant iNmass

Kiplant iNmass é um biofertilizante composto por um microrganismo fixador de azoto (*Azospirillum brasiliensis*) e um solubilizador de fósforo (*Bacillus megatherium*), ambos produtores de fitohormonas e decompositores de matéria orgânica, cujo sinergismo resulta num eficaz complemento da nutrição da planta, promovendo o crescimento e a produtividade.

O efeito promotor de Kiplant iNmass no desenvolvimento da planta deve-se a múltiplos mecanismos, um dos maiores benefícios é a sua elevada capacidade de potenciar a produção de fitohormonas, nomeadamente auxinas como o ácido indol-3-acético (IAA), que tem efeitos na formação de raízes laterais e adventícias, na estimulação da divisão celular e no alongamento das raízes e caule.

Este, favorece a aquisição de nutrientes ao aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo através da fixação de azoto e da solubilização de fósforo, permitindo desta forma uma redução efetiva do uso de fertilizantes químicos, promovendo o aumento da resistência da planta a stresses abióticos através do seu efeito na regulação osmótica promovida pelos microrganismos integrantes.

4.3. Kiplant Allgrip

Kiplant Allgrip é um biofertilizante composto por microrganismos solubilizadores de fósforo, produtores de enzimas extracelulares e de fitohormonas. A sua atividade promove a absorção de fósforo e evita desequilíbrios nutritivos através de uma absorção coordenada de macronutrientes (fósforo e enxofre) e micronutrientes (ferro e zinco) pela planta. Este biofertilizante, reprograma várias vias metabólicas na planta em resposta ao aumento de fósforo e/ou promovidas pelos metabolitos que os microrganismos libertam no solo para a planta.

Os microrganismos presentes no Kiplant Allgrip são muito efetivos no aumento da eficiência no uso de nutrientes pela planta e na qualidade do solo, resultando num produto com ação fitohormonal direta no crescimento e conseqüentemente na produtividade de inúmeras culturas.

5. Material e métodos

5.1. Localização do ensaio

O ensaio realizou-se em dois locais, o primeiro local foi um campo agrícola, localizado em Fazendas de Almeirim, num terreno pertencente ao aluno/agricultor, município de Almeirim, no distrito de Santarém. As coordenadas geográficas são 39,17803° N, 8,58607° O (Figura 3).

O segundo local foi uma estufa, pertencente à empresa AsfertGlobal, Lda. localizada em Perofilho, no distrito de Santarém. As coordenadas geográficas são 39,26612° N, 8,72884° O (Figura 4).



Figura 3: Campo de ensaio do aluno/agricultor. (Fonte: Fotografia de drone do aluno).



Figura 4: Localização da Asfertglobal. (Fonte: Google Earth).

5.2. Caracterização da parcela de campo

Segundo o Sistema Nacional de Informação do Solo (SNIS), a parcela onde se instalou o campo de ensaio pertence à unidade pedológica dos Solos incipientes, sendo estes Aluviossolos Modernos (A), não calcários e de textura mediana. Contém características de solo mal drenado (h) e de pedregoso (h).

Após efetuar-se a análise de solo, este caracteriza-se por ser arenoso (95% areia) contendo um pH neutro, teor muito baixo em matéria orgânica, mas com elevada quantidade de fósforo assimilável. A quantidade de potássio assimilável é média e, destaca-se a baixa quantidade de manganês e de boro (Quadro 3).

A análise de solo completa encontra-se no Anexo.

Quadro 3: Resultados da análise efetuada ao solo do campo de ensaio.

Análises	Resultados	Classe de fertilidade
pH (H ₂ O)	6,6	Médio
Matéria Orgânica (%)	0,72	Muito Baixo
Fósforo assimilável (mg.kg ⁻¹)	449	Muito Alto
Potássio assimilável (mg.kg ⁻¹)	84,9	Médio
Boro (mg.kg ⁻¹)	0,33	Baixo
Manganês (mg.kg ⁻¹)	5,83	Muito Baixo
Classe de textura	Arenosa	

5.3. Tecnologia cultural e instalação do campo

5.3.1. Preparação do terreno

A preparação do solo para instalar as plantas do morangueiro foi efetuada através das seguintes operações: primeiramente, lavrou-se o solo, de seguida espalhou-se o estrume, realizou-se uma gradagem de modo a incorporar o estrume no solo, espalhou-se o adubo de fundo com recurso a um espalhador centrífugo e fez-se uma fresagem, terminando com a armação dos camalhões para se poder instalar a cultura. A figura 5 mostra o terreno preparado para a instalação da cultura.

O conjunto destas operações teve como objetivo principal fornecer as condições necessárias ao bom desenvolvimento da cultura, de modo a obter o máximo de rendimento.



Figura 5: Terreno pronto para instalação da cultura do morango. (Fonte: Agricultor)

5.3.2. Instalação da cultura

As plantas foram transportadas em caixas, vindo diretamente do viveiro (Figura 6).



Figura 6: Plantas dos morangueiros fornecidas pelo viveirista. (Fonte: Agricultor).

A plantação ocorreu no dia 24 de Novembro de 2022, por intermédio de mão de obra humana, onde se utilizou um instrumento próprio para a plantação, denominado de garfo (Figura 7), que permite acondicionar a raiz da planta no solo, deixando esta completamente na vertical, o que é fundamental para um bom enraizamento (Figura 7).

A compasso usado entre plantas foi de 0,25m x 0,30m. Este, permite que as plantas tenham um bom desenvolvimento radicular.

As plantas foram dispostas em linhas duplas por camalhão alternadamente.

No mesmo dia, procedeu-se à marcação dos blocos de ensaio, de modo a identificar-se as zonas em estudo (Figura 8). Cada bloco continha 4 talhões (160 plantas), sendo que existiram 5 blocos, totalizou-se 1200 plantas de ensaio, numa área de 40 m².



Figura 7: Plantação do morangueiro em campo com recurso a garfo. (Fonte: Agricultor)



Figura 8: Identificação de bloco de ensaio em campo. (Fonte: Agricultor)

5.3.3. Rega

O sistema de rega utilizado foi o sistema gota-a-gota. Foi usada uma fita de rega com gotejadores integrados (pastilha) com um débito de 6L/h por metro linear, o débito por gotejador foi de 1,2L/h e entre cada gotejador havia um espaçamento de 20cm. Este sistema de rega tem uma grande precisão de caudal e é apropriado para a maioria das culturas e adaptável a quase todos os solos regáveis, ajudando a reduzir o consumo de água, aumento a qualidade da produção e o rendimento do agricultor.

5.3.4. Fertilização

O fornecimento de níveis adequados de nutrientes ao morangueiro é indispensável para a manutenção do equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a frutificação da planta, aumentando assim a produtividade e a qualidade.

Em relação à fertirega, o objetivo passou por adubar nos camalhões de controlo com adubos fosfatados, enquanto nos blocos inoculados, recebem apenas 70% dos adubos fosfatados aplicados.

Para isso, fez-se um sistema de rega adequado, onde existiam duas mangueiras de alimentação, uma para a adubação nos camalhões de controlo e outra para a adubação nos camalhões com blocos inoculados (Figura 9).

Através de uma doseadora de fluxo de 100L/h, efetuaram-se os cálculos necessários para que a quantidade de adubo doseada nos talhões inoculados, fosse 70% do doseado nos talhões não inoculados.

O adubo fosfatado aplicado ao longo do ciclo cultural foi o 13-40-13.

Realizou-se os cálculos necessários para que nos blocos inoculados se adubasse 70% do adubo fosfatado que era aplicado nos blocos não inoculados.

Nos talhões não inoculados, doseou-se adubo durante 10 minutos, o que equivalia a 0,8kg de fósforo aplicado no solo, enquanto nos talhões inoculados, doseou-se durante 7 minutos, aplicando 0,56kg de fósforo no solo.

Os cálculos realizados encontram-se no Anexo.

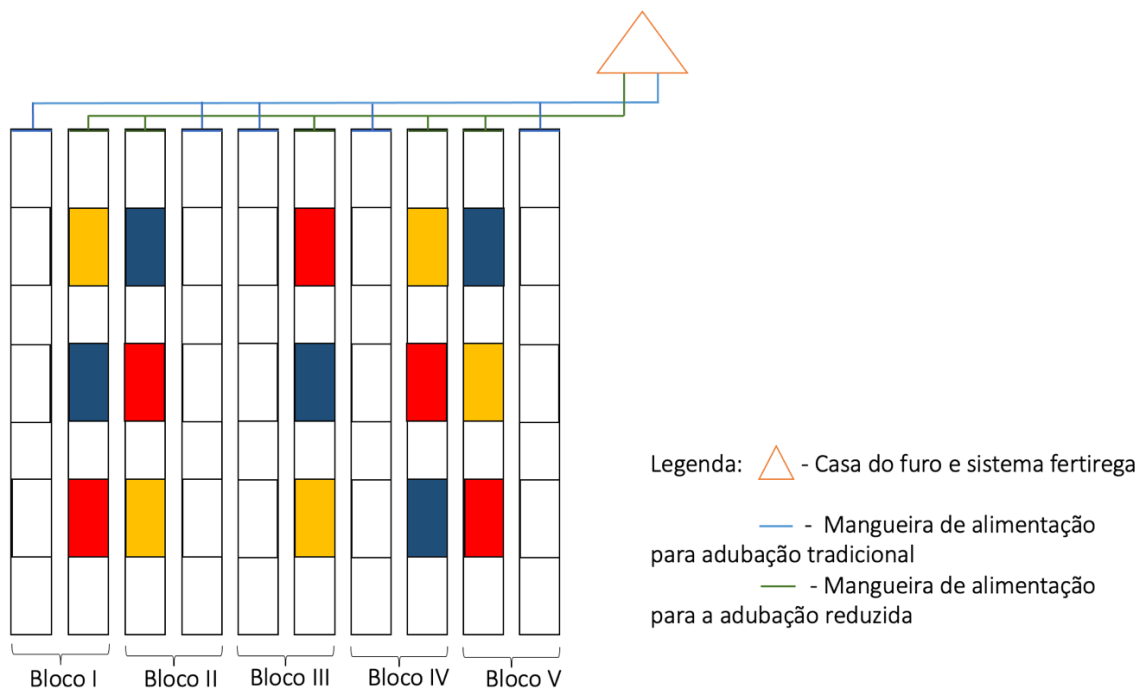


Figura 9: Desenho experimental e respetivo sistema de rega aplicado no ensaio de campo. (Fonte: Agricultor)

6. Delineamento experimental

6.1. Variáveis observadas

No campo de ensaio, foram criados cinco blocos causalizados, onde em cada bloco existiam 4 modalidades: um controlo, no qual não se inoculou nenhum morangueiro com micorrizas nem com consórcios bacterianos e 3 tratamentos diferentes, (Mycoshell Tabs; Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip; Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass).

A aplicação de Mycoshell Tabs ocorreu no dia da plantação (24 de novembro), enquanto que a aplicação dos consórcios bacterianos foi efetuada com intervalos de tempo. No caso do Kiplant iNmass, aplicou-se duas vezes, com intervalo de 10 dias, sendo a primeira aplicação realizada no dia 4 de dezembro e a segunda aplicação realizada no dia 14 de novembro.

A aplicação do Kiplant Allgrip decorreu em três fases, com intervalos de um mês, sendo na primeira aplicação no dia 15 de dezembro, a segunda aplicação no dia 15 de janeiro e a terceira aplicação no dia 15 de fevereiro.

Recorreu-se a uma seringa para se efetuar as aplicações localizadas em cada morangueiro, deste modo foi mais rigorosa a sua aplicação (Figura 10).



Figura 10: Aplicação de Kiplant iNmass (4/12/22) e de Kiplant Allgrip (15/12/22) nos morangueiros de campo.

A primeira colheita realizou-se no dia 27 de abril, a segunda colheita no dia no dia 25 de maio, a terceira colheita no dia 19 de junho e, a última colheita no dia 10 de julho. Após cada colheita, efetuou-se as respetivas pesagens relativas a cada tratamento e em cada bloco.

No Quadro 2 apresentam-se os principais parâmetros do delineamento experimental, enquanto na Figura 11 apresenta-se o esquema experimental. Mycoshell Tabs é um biofertilizante constituído por fungos micorrizícos (*Glomus intraradices*); Kiplant Allgrip é um biofertilizante constituído por bactérias *Pseudomonas putida*, *Pseudomonas fluorescens* e *Bacillus megaterium*; Kiplant iNmass é um biofertilizante constituído pelas bactérias *Azospirillum brasiliense* e *Bacillus megaterium*. Cada talhão tem 40 plantas. O parâmetro avaliado deste ensaio é a produção.

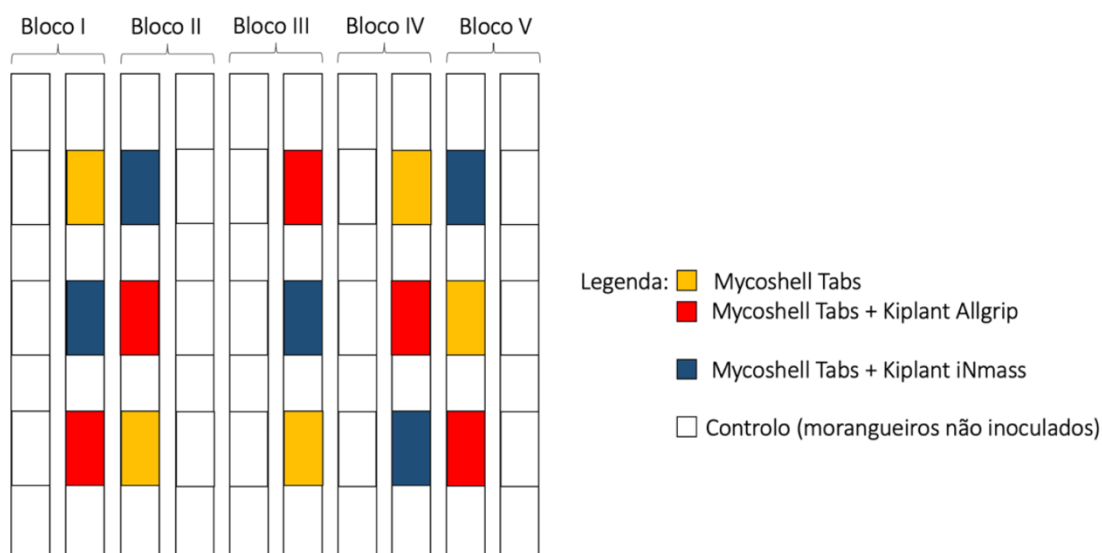


Figura 11: Delineamento experimental no campo de ensaio, com os morangueiros ao ar-livre.

Quadro 4: Descrição dos parâmetros do delineamento experimental para a produção em campo.

Parâmetros	Descrição
Tipo de ensaio	Delineamento em blocos causalizados
Número de blocos	5
Fator a estudar	Produção
Dispositivo experimental	Parcelas totalmente aleatórias
Tratamentos	Controlo Mycoshell Tabs Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass
Número de repetições em cada bloco	3
Dimensão da parcela experimental	3 tratamentos x 40 plantas = 120 plantas 120 plantas inoculadas x 5 blocos = 600 plantas 120 plantas controlo x 5 blocos = 600 plantas Total de plantas experimentais = 1200 plantas

No ensaio da estufa, envazou-se 24 plantas (4 tratamentos x 6 réplicas), sendo inoculados em vaso os mesmos 3 tratamentos biofertilizantes que em campo e um tratamento controlo sem inoculação.

O envasamento realizou-se no dia 19 de janeiro de 2023, em que se procedeu logo à colocação dos Mycoshell Tabs à plantação, enquanto se realizou a primeira aplicação de Kiplant Allgrip e Kiplant iNmass no dia 27 de janeiro e, a segunda aplicação no dia 6 de fevereiro.

A primeira observação das raízes realizou-se no dia 2 de março e, a segunda observação no dia 24 de março. Observou-se os pesos em secos do rizoma, das raízes velhas e das raízes novas, procedendo à sua respetiva pesagem.

No Quadro 5 apresentam-se os principais parâmetros do delineamento experimental, enquanto na Figura 12 apresenta-se o esquema experimental.

Os parâmetros de avaliação foram o peso e o comprimento radicular.

O objetivo principal deste ensaio em vaso na estufa foi a verificação dos diferentes níveis de enraizamento em cada tratamento e, medição da biomassa radicular.



Figura 12: Delineamento experimental na estufa, com os morangueiros em vaso.

Quadro 5: Descrição dos principais parâmetros do delineamento experimental para o enraizamento em estufa.

Parâmetros	Descrição
Tipo de ensaio	Delineamento em blocos causalizados
Número de blocos	6
Fator a estudar	Enraizamento
Dispositivo experimental	Vasos aleatórios
Tratamentos	Controlo Mycoshell Tabs Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass
Número de repetições em cada bloco	4
Dimensão da parcela experimental	4 tratamentos x 2 tempos enraizamento x 6 réplicas = 48 vasos



Figura 13: Ensaio de morangueiros em vaso na estufa da Asfertglobal

6.2. Tratamento estatístico

Os resultados obtidos em cada ensaio, foram analisados estatisticamente por Análise de Variância (ANOVA) e, de seguida para verificação das diferenças entre médias utilizou-se o teste *a posteriori* Duncan, utilizando-se um nível de significância (p de 0,05).

As análises estatísticas foram realizadas no programa IBM SPSS (versão 27).

7. Resultados e discussão

7.1. Enraizamento em estufa

Todos os dados obtidos em relação a este ensaio encontram-se no Anexo.

7.1.1. Enraizamento aos 20 dias

Os resultados obtidos relativamente ao ensaio para se verificar o uso dos biofertilizantes no enraizamento em comparação com o ensaio não inoculado (Figura 14), indicaram que após 20 dias da aplicação dos produtos, a aplicação conjunta de Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass, induziu mais 9% de peso seco nas plantas (parte aérea + parte radicular) que o controlo não inoculado embora sem diferenças estatisticamente significativas. As plantas com a aplicação de Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, obtiveram mais 18% de peso seco do que as plantas controlo não havendo, contudo, diferenças significativas.

De notar que, com a aplicação singular das micorrizas (Mycoshell Tabs) obtiveram-se valores ligeiramente inferiores de peso seco relativamente às outras modalidades.

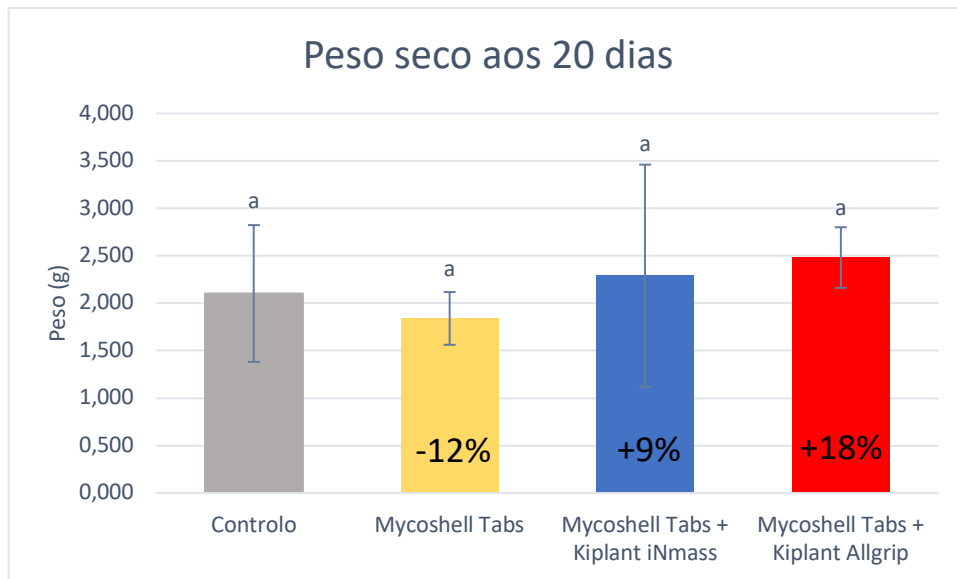


Figura 14: Gráfico referente ao peso seco (parte aérea + parte radicular) dos morangueiros aos 20 dias, após aplicação dos biofertilizante. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=0,869$; $p=0,0474$). (Ensaio em estufa).

Calculou-se também a razão entre o peso seco da parte radicular e da parte aérea, de modo a perceber a afluência que existiu em cada planta, ou seja, se esta obteve mais peso na parte aérea ou na parte radicular (Figura 15).

Os resultados obtidos demonstram que embora a aplicação de Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass tenha resultado em plantas com menor peso total (parte aérea + parte radicular) em comparação com o controlo, o peso radicular foi maior nas plantas tratadas com Mycoshell Tabs e Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, sugerindo que haja um bom enraizamento.

A aplicação de Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip levou a um maior desenvolvimento da parte radicular em comparação com a parte aérea, demonstrando que a aplicação conjunta destes biofertilizantes permitiu um enraizamento inicial superior ao do controlo.

A aplicação conjunta de Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass, fez com que a planta crescesse mais na parte aérea e menos na parte radicular, comparativamente ao controlo, embora não havendo diferenças estatisticamente significativas.

Uma possível explicação para este crescimento, pode dever-se ao facto de as bactérias presentes no Kiplant iNmass produzirem fitohormonas e promoverem a aquisição de diversos nutrientes, incluindo o azoto (uma das bactérias possui capacidade de fixar de azoto atmosférico), permitindo à planta obter um crescimento vegetativo superior.

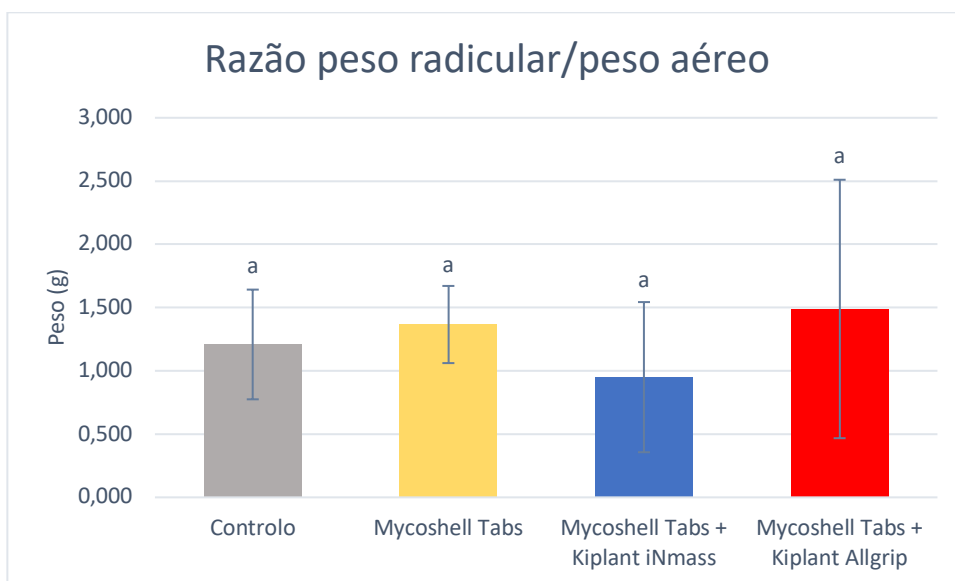


Figura 15: Razão entre o peso radicular e o peso aéreo (root/shoot) aos 20 dias. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=0,772$; $p=0,523$). (Ensaio em estufa).

7.1.2. Enraizamento aos 40 dias

Ao analisarmos a Figura 16, verificamos que 40 dias após a aplicação das micorrizas e dos consórcios bacterianos, verificou-se que as plantas em que apenas se aplicou Mycoshell Tabs (micorrizas) obtiveram valores ligeiramente inferiores de peso seco em comparação com as plantas controlo, neste caso menos 5%, enquanto a aplicação conjunta das micorrizas e de um dos consórcios bacterianos (Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass) induziu valores de menos 9% de peso seco do que o controlo.

Os valores obtidos através da aplicação de Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip demonstraram que se obteve mais 61% de peso seco total do que o controlo, embora

não havendo diferenças estatisticamente significativas que se deveu à variabilidade entre as réplicas.

Este enraizamento superior pode ser justificado pelas características das bactérias presentes no Kiplant Allgrip, tal serem produtoras de fitohormonas e solubilizadoras de fósforo, macronutriente fundamental no enraizamento e no aumento de produção para a cultura do morango.

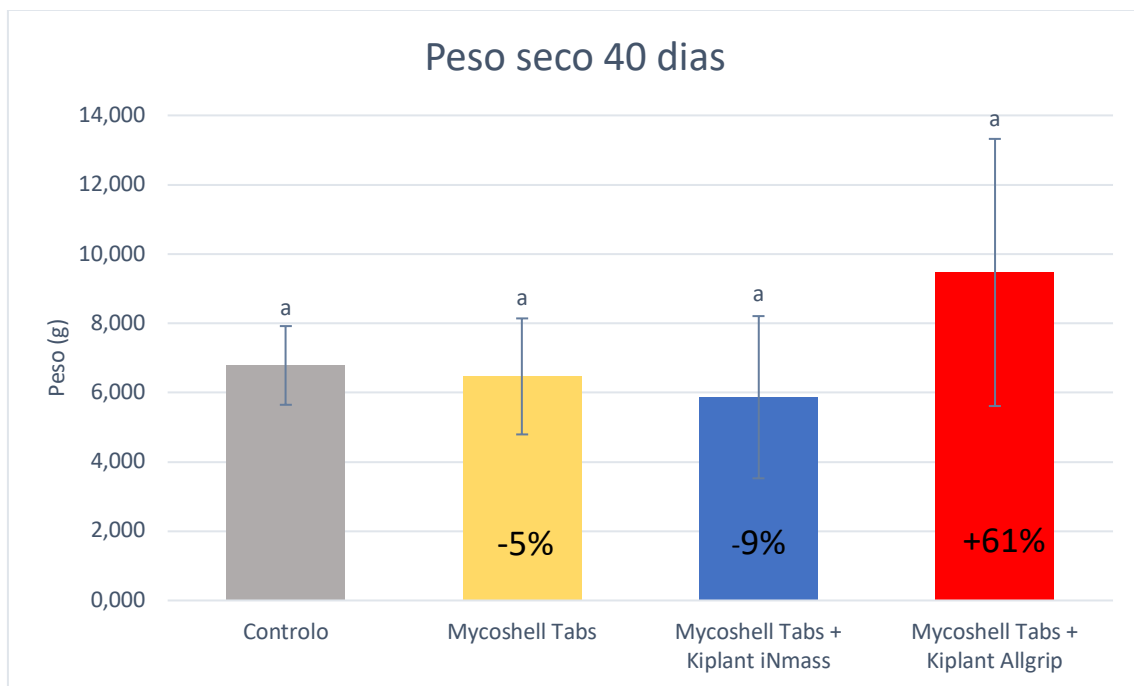


Figura 16: Gráfico referente ao peso seco (parte aérea + parte radicular) dos morangueiros aos 40 dias, após aplicação dos biofertilizante. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=2,493$; $p=0,089$). (Ensaio em estufa).

Relativamente à razão entre a parte radicular e a parte aérea, o resultado mais evidente foi que a parte aérea apresentou maior peso seco do que a parte radicular em todos os ensaios (Figura 17).

Por outro lado, verificou-se que a aplicação de Mycoshell Tabs e a junção entre Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, induziu valores idênticos e muito próximos dos valores do controlo (0,811g), obtendo-se assim 0,873g com a aplicação singular de Mycoshell Tabs e, 0,897g com aplicação conjunta de Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip.

Na modalidade Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass, onde se obteve o valor de 0,625g, verificou-se uma maior diferença no peso seco entre as partes radicular e aérea, embora sem diferenças estatisticamente significativas relativamente aos outros tratamentos.

O aumento de biomassa observado no tratamento Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, resultou de uma bipartição da biomassa favorecendo a parte radicular, enquanto que o tratamento com iNmass na bipartição da biomassa favoreceu a parte aérea.

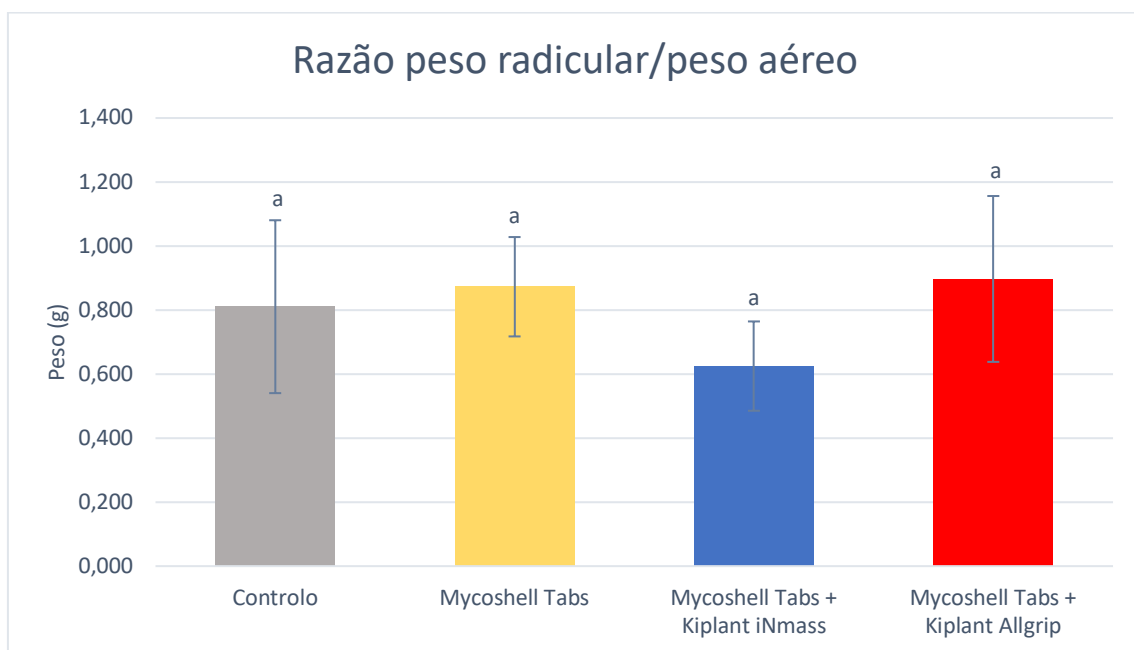


Figura 17: Diferença entre o peso radicular e o peso aéreo (root/shoot) aos 40 dias. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=1,985$; $p=0,149$). (Ensaio em estufa).

Comparando os resultados obtidos nesta parte do estudo relativo ao enraizamento, com um ensaio realizado no Brasil ("Fertilizer of the Future: Beneficial Bacteria Promote Strawberry Growth and Yield and May Reduce the Need for Chemical Fertilizer", Silva, et. al. 2022), onde se concluiu que a utilização de microrganismos melhora a eficiência do uso de nutrientes por parte da planta. Ambos os ensaios realizados demonstraram que a aplicação de biofertilizantes permitem a redução de adubo químico, mantendo ou aumentando os níveis de enraizamento da cultura do morango.

7.2. Produção no campo

No que respeita à produção, verificou-se que a aplicação dos biofertilizantes Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass e Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, levou a um aumento significativo de produtividade relativamente ao controlo, mesmo com a redução de 30% de adubo fosfatado. Nos tratamentos Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass e Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip a produtividade foi de 13,479 t/ha e de 12,924 t/ha, enquanto que no controlo foi de 11,766 t/ha. Por outro lado, a aplicação do biofertilizante Mycoshell Tabs levou a produções semelhantes às do controlo (11,614 t/ha).

A produtividade obtida com a aplicação singular de micorrizas (Mycoshell Tabs) foi semelhante à obtida no tratamento controlo. A aplicação das micorrizas com um dos consórcios bacterianos (Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip) levou a um aumento de produtividade em cerca de 10% quando comparado com o controlo.

A aplicação de Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass, resultou num aumento de 15% na produtividade relativamente ao controlo, sendo este o valor que mais sobressaiu em relação aos outros biofertilizantes em estudo (Figura 19).

Todos os dados obtidos em relação a este ensaio encontram-se no Anexo.



Figura 18: Processo de colheita e pesagem em campo. Comparação entre Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip e Controlo (27/04/23).

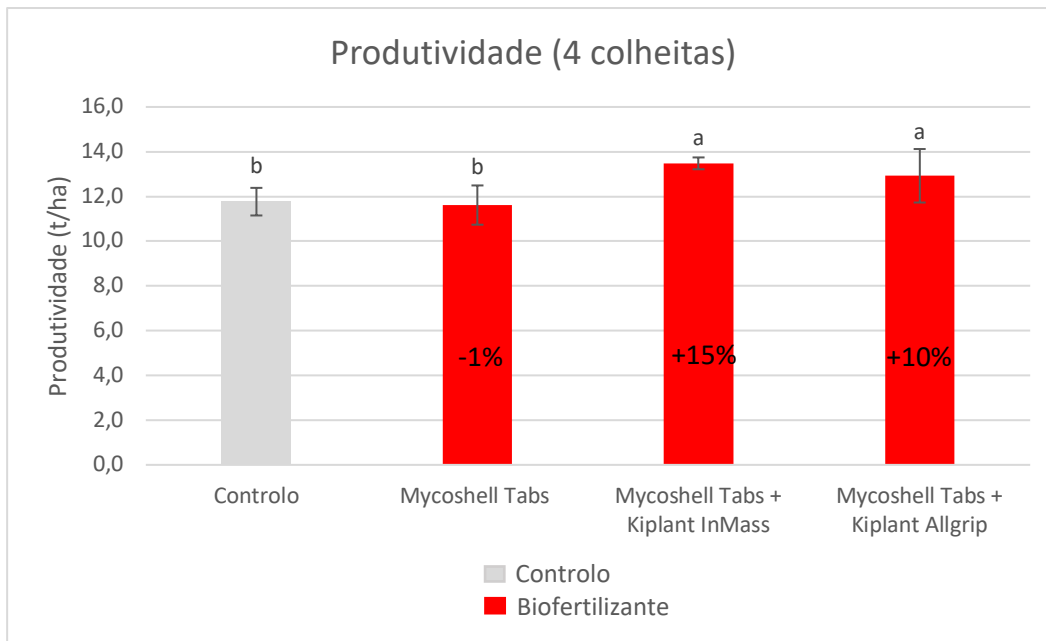


Figura 19: Comparação da produtividade de morango no ensaio de campo em 4 colheitas. As colunas representam médias +/- desvio padrão. Letras diferentes acima das colunas indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$. (ANOVA, $F=5,934$; $p=0,006$). (Ensaio em campo).

7.3. Evolução da produção das colheitas ao longo do ciclo cultural

Ao longo do ciclo cultural, realizaram-se 4 colheitas em que se fez as pesagens dos frutos colhidos nos talhões onde se aplicou os biofertilizantes e, os talhões de controlo.

Na Figura 20, podemos concluir que na primeira colheita realizada, a produção foi significativamente maior nos tratamento onde se aplicou Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass e Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, comparativamente ao controlo. A produção média foi de 1,888kg/talhão com a aplicação de Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass e de 1,738kg/talhão com a aplicação de Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, cerca de 1,3 vezes superior à produção obtida no controlo (1,4kg/talhão).

Na segunda colheita, verificou-se que a aplicação dos biofertilizantes Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass e Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, levou a produções de 1,960kg/talhão e 1,838kg/talhão, respetivamente. Nesta colheita, houve novamente uma maior produção em relação ao controlo onde de obteve um valor médio de 1,670kg/talhão.

A aplicação singular de Mycoshell Tabs, levou a produções idênticas às do controlo.

A cultura seguiu um natural decréscimo de produção com a evolução do ciclo da planta, não se registando diferenças nas produções das duas últimas colheitas, com a aplicação dos biofertilizantes relativamente ao controlo ($p > 0,05$).

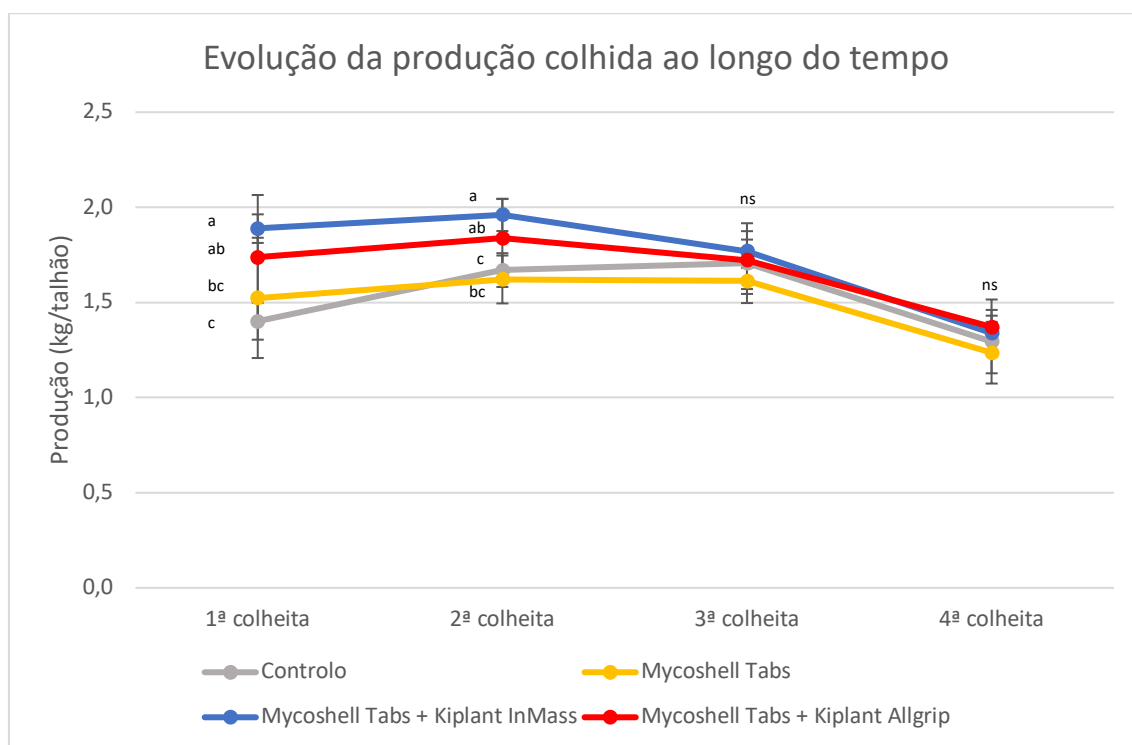


Figura 20: Evolução do peso médio colhido ao longo do ciclo cultural, consoante a aplicação de biofertilizantes. Letras diferentes acima/lado dos pontos indicam diferenças estatisticamente significativas a $p < 0,05$ e ns significa diferenças não significativas. (Ensaio em campo).

Os resultados obtidos, vão ao encontro dos resultados obtidos em dois ensaios realizados, nomeadamente um deles na Turquia ("Yield and Growth Response of Strawberry to Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation", Erturk, et. al. 2012), no qual concluíram que os consórcios bacterianos aumentaram o peso médio dos frutos e o rendimento da planta em cerca de 33,2-54,7% em comparação com o controlo e, no outro ensaio realizado no Irão ("The Role of *Pseudomonas* Strains and Arbuscular Mycorrhiza Fungi as Organic Phosphate-Solubilizing in the Yield and Quality Improvement of Strawberry Fruit", Ansari, et. al. 2018), onde se conclui que o efeito das pseudomonas e dos fungos micorrízicos arbusculares permitiu um aumento da

produção de morangos, quando estes foram aplicados em morangueiros com uma taxa de adubação de síntese química mais baixa que o controlo.

Ambos estes estudos vão ao encontro dos resultados obtidos neste trabalho, onde se permitiu concluir que a aplicação destes microrganismos é recomendada para uma agricultura sustentável.

8. Conclusão

O presente estudo permitiu reunir informação sobre a aplicação de três biofertilizantes (Mycoshell Tabs, Kiplant iNmass e Kiplant Allgrip) e, comprovar efeitos positivos no enraizamento e na produção do morango, após a sua aplicação.

No início deste estudo, e após consulta de literatura científica, seria de esperar que a aplicação destes produtos, quer seja se forma individual (Mycoshell Tabs), quer seja em aplicação conjunta (Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass; Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip), ajudaria no processo de enraizamento e diminuiria o stress pós-transplantação, tal como aumentaria a produção, com a redução de 30% de adubo fosfatado, em relação à aplicação de adubo de forma convencional.

Ao analisar os resultados relativos ao estudo de enraizamento das plantas no ensaio de vaso, verificou-se que a aplicação conjunta das micorrizas com um dos consórcios bacterianos (Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip) permitiu a obtenção de um maior peso seco das plantas, quer seja aos 20 dias (aumento de 18% em relação ao controlo), quer seja aos 40 dias, (aumento de 61% relativamente ao controlo). Através da análise da razão entre os pesos secos das partes radiculares e aérea (peso radicular/peso aéreo), verificou-se que a aplicação conjunta dos biofertilizantes Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip, permitiu um crescimento radicular superior ao crescimento aéreo, sendo isto fundamental para um bom desenvolvimento inicial da planta, para aumentar a absorção de nutrientes existentes no solo.

A aplicação singular do biofertilizante Mycoshell Tabs levou a valores inferiores de enraizamento em relação ao controlo, quer seja aos 20 dias, quer seja aos 40 dias. A relação “Peso radicular/peso aéreo” mostrou que este biofertilizante permitiu um maior desenvolvimento da raiz em relação à parte aérea, sugerindo que o aumento de

enraizamento inicial seja devido à presença das micorrizas que irão facilitar um maior transporte de nutrientes para a planta, reduzindo o stress e aumentando a resistência fisiológica da planta.

A aplicação conjunta do Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass, aos 20 dias levou a um enraizamento superior ao controlo, no entanto esse desenvolvimento não se manteve ao longo do tempo, como verificado aos 40 dias. Este resultado sugere que se deva realizar mais uma ou duas aplicações no solo, deste consórcio bacteriano, para que possam manter níveis de enraizamento superiores. A relação peso radicular/peso aéreo demonstrou que a aplicação conjunta destes biofertilizantes, permitiu um crescimento superior da parte aérea.

Em relação à produção de morango, os dados recolhidos no ensaio de campo e ao longo do ciclo cultural, permitiu verificar que a aplicação de micorrizas e consórcios bacterianos, associado a uma redução de 30% de adubos fosfatados, geraram um aumento de produtividade.

Esta diminuição da aplicação de adubos é muito importante na ótica do agricultor, visto que os preços têm sofrido um aumento substancial. Deste modo, aplicando biofertilizantes capazes de mobilizar os nutrientes no solo, tornando-os disponíveis para as plantas, é possível reduzir a quantidade de adubo que se compra e se aplica na cultura, gerando uma poupança e mantendo ou aumentando os níveis de produção.

A aplicação singular das micorrizas (Mycoshell Tabs), não levou a aumentos de produtividade mas, a aplicação conjunta das micorrizas e dos consórcios bacterianos, permitiu um aumento de produtividade mais notório. A aplicação do Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip levou a um aumento de 10%, graças à interação entre as bactérias aplicadas no solo e a planta do morangueiro. Estas bactérias ao solubilizarem o fósforo, disponibilizam uma maior quantidade deste macronutriente para as plantas, e assim permitem um aumento de produtividade.

Os resultados obtidos com a aplicação do Mycoshell Tabs + Kiplant iNmass são aqueles que mais se destacam, tendo levado a aumentos de produtividade de 15%. Este aumento deve-se às características do consórcio bacteriano aplicado no solo, visto que, o Kiplant iNmass contém bactérias fixadoras de azoto, com a capacidade de produzirem fitohormonas que induzem um aumento das raízes laterais e adventícias.

O aumento de produtividade deve-se principalmente ao facto destas bactérias aumentarem a produção da auxina IAA, que estimula o crescimento do caule e das raízes, mas que atua também no desenvolvimento do fruto do morangueiro.

Para concluir, a aplicação conjunta das micorrizas com os consórcios bacterianos permitiu melhor enraizamento mas, fundamentalmente permitiu um aumento de produtividade com a redução da aplicação dos adubos fosfatados, gerando assim uma prática agrícola mais sustentável.

9. Referências bibliográficas

Ansari, M.H., Hashemabadi, D., Mahdavi, M., Kaviani, B. (2018). " The Role of pseudomonas strains and arbuscular mycorrhiza fungi as organic phosphate-solubilizing in the yield and quality improvement of strawberry (fragaria x ananassa Duch., cv. Selva) fruit." *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 17(4) 2018, 93-107.

Araújo, K.S., Peixoto, C.C., da Silva, A.C.M, Cardoso, K.G.V., da Silva, H.S.A., Trindade, A.V. (2010). "Avaliação e identificação de Pseudomonas sp. e Bacillus sp. dois isolados de rizobactérias antagônicas".

Ariza. (2016). "Strawberry achenes are an important source of bioactive compounds for human health".

Bashan Y, Holguin G, de-Bashan LE (2004). Azospirillum-plant relationships: Physiological, molecular, and environmental advances (1997-2003).

Biswas, J.C., N. Ladha and F.B. Dazzo, (2000). "Rhizobia inoculation improves nutrient uptake and growth of lowland rice".

Bolan, N.S. (1991). "A critical review of the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants".

Brundrett, M.C. (2002). "Coevolution of roots and mycorrhizas of land plants".

Chandra, D., Srivastava, R. and Sharma, A.K. (2016). Environment friendly phosphorus biofertilizer as na alternative to chemical fertilizers. In: B.R. Pati & S.M. Mandai (Eds.), *Recent Trends in Biofertilizers* (pp. 43-71) New Delhi: I.K. International Publisher.

Ciftci, C., Tekdal, D., Cetiner, S., (2021). "The importance of plant growth-promoting rhizobacteria for plant productivity".

Darrow, G. M. (1966). *The Strawberry: History, Breeding and Physiology* (Vol. 37). New York: Holt, Rinehart and Winston.

Demchak, K. (2013). *The Mid-Atlantic berry guide for commercial growers* (A. Kirsten, Ed.). Pennsylvania: The Pennsylvania State University.

Douds, D.D. and Nagahashi, G. 2000. "Signalling and Recognition Events Prior to Colonisation of Roots by Arbuscular Mycorrhizal Fungi".

Erturk, Y., Ercisli, S., Cakmakci, R. (2012). Yield and growth response of strawberry to plant growth-promoting rhizobacteria inoculation. *Journal of plant nutrition*, volume 35.

Guttridge, C. G. (1955). Observations on the Shoot Growth of the Cultivated Strawberry Plant. *Journal of Horticultural Science*, 30(1), 1–11.

Hamel, C. (2004). "Impact of arbuscular mycorrhiza fungi on N and P cycling in the root zone".

Hancock, J F; T M Sjulín; G A Lobos. 2008. Strawberries. In *Temperate Fruit Crop Breeding: Germplasm to Genomics*, ed. J. F. Hancock, 393-437. Dordrecht: Springer Netherlands.

Hazarika, B.N., & Ansari, S. (2007). Biofertilizers in fruit crops-A review. *Agricultural Reviews*, 28(1), 69-74.

Hummer, Kim E; James Hancock. 2009. Strawberry Genomics: Botanical, History, Cultivation, Traditional Breeding, and New Technologies. In *Genetics and Genomics of Rosaceae*, eds. K. M. Folta and S. E. Gardiner, 413-435. New York, NY: Springer New York.

Husaini, A. M., & Neri, D. (2016). *Strawberry: growth, development and diseases*. Boston: CABI.

Ito, H., & Saito, T. (1962). Studies on the flower formation in the strawberry plants. *Tohoku journal of agricultural research*, 13(3), 191–203.

Lugtenberg, Ben.J.J., Dekkers, Linda.C. (1999). "What makes *Pseudomonas* bacteria rhizosphere competent?".

Maas, J.L. (1998). "Compendium of Strawberry Diseases, Second Edition".

Massetani, F., & Neri, D. (2016). Strawberry plant architecture in different cultivation systems. *Acta Horticulturae*, 1117, 291–296.

Miransari, M., 2016. "Soybeans, Stress, and Plant Growth-Promoting Rhizobacteria".

OLIVEIRA, P. R.; BRAHM, R. U.; SCIVITTARO, W. B. Ventana (nova cultivar de morangueiro recomendada para o rio grande do sul). Comunicado técnico. UCPel, 4p. Pelotas 2006.

Palha, M. G. (2005). Planta do Morangueiro. Em *Manual do Morangueiro* (193.^a ed., pp. 3– 12). Oeiras: INIAP/EAN.

Palha, M. G. (2007). Como melhorar a produtividade do morangueiro no período Outono- Inverno. *Revista Frutas Legumes e Flores*, 32–35.

Poling, E. B. (2012). Strawberry Plant Structure and Growth Habit. *Berry Crops*, 1–6. Raleigh: Cornell University Press.

Savini, G., Neri, D., Zucconi, F., & Sugiyana, N. (2005). Strawberry Growth and Flowering: An Architectural Model. *International Journal of Fruit Science*, 5(1), 29–50.

Schippers, B., Bakker, A.W., and Bakker, P.A.H.M. (1987) Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices.

Srivastava, A.K., & Ngullie, E. (2009). Integrated nutriente management: Theory and practice. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 3(1), 1-30.

Vessey, J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571-586.

Weller, D.M. (1988) Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria.

ANEXO

**Departamento de Ciências Agrárias e Ambiente
- Unidade Laboratorial -**

ANÁLISE DE TERRA

Morada
NIF

Projeto I&D

Referência do Laboratório	Referência da Amostra	Entrada	Saída
51	morangos	13/01/2023	19/1/2023

ANÁLISES		Resultados	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
	Textura de Campo						
X	pH (H ₂ O)	6,6			Neutro		
X	Matéria Orgânica (%)	0,72	x				
X	Fósforo assimilável (mg.kg ⁻¹)	449					x
X	Potássio assimilável (mg.kg ⁻¹)	84,9			x		
X	Calcário Total (%)	0,0	Não Calcário				
	Calcário assimilável (mg.kg ⁻¹)						
	Magnésio assimilável (mg.kg ⁻¹)						
X	Ferro extraível (mg.kg ⁻¹)	36,2			x		
X	Cobre extraível (mg.kg ⁻¹)	10,7				x	
X	Zinco extraível (mg.kg ⁻¹)	2,40			x		
X	Manganês extraível (mg.kg ⁻¹)	5,83	x				
X	Boro extraível (mg.kg ⁻¹)	0,33		x			
	Azoto Total (%)		Comentários:				
	Azoto Nítrico (mg.kg ⁻¹)						
X	Ca Troca (me/100 g)	1,25					
X	Mg Troca (me/100 g)	0,04					
X	K Troca (me/100 g)	0,15					
X	Na Troca (me/100 g)	0,61					
X	Acidez titulavel (me/100 g)	0,10					
X	Soma Bases Troca (me/100 g)	2,06					
X	Cap.Troca Catiónica (me/100 g)	2,16					
X	Areia (%)	95					
X	Limo (%)	5					
X	Argila (%)	0					
X	Classe de Textura	Arenosa					
	Cloretos (g/kg)						
	Terra Fina(%)						
	Condutividade eléctrica(dS.m ⁻¹)						

Técnico:

Contato direto: Tel: 243 307 345

ul.dcaa@esa.ipsantarem.pt

Quinta do Galinheiro, S. Pedro - 2001-904 Santarém

Tel.: 243 307 300 - Fax: 243 307 301 - email: info@esa.ipsantarem.pt - URL: www.esa.ipsantarem.pt

Cálculo do adubo aplicado na rega

Doseadora

60 minutos ----- 100 L

Adubação no controlo

60 minutos ----- 100 L

10 minutos ----- x

X= 16 L

Fósforo no controlo

200 L ----- 10kg fósforo

16 L ----- x

X= 0,8 kg fósforo aplicado

Fósforo no ensaio

0,8kg ----- 100%

X ----- 70%

X= 0,56 kg fósforo aplicado

Dados do enraizamento aos 20 dias e aos 40 dias

2 de Março

Tratamento	P. seco					PESO TOTAL (SECO)	Root/Shoot
	radicular	aerea	Rizoma	raiz velha	raiz nova		
Controlo	1,3	1,1	0,7	0,4	0,2	2,4	1,18
Controlo	0,57	0,3	0,3	0,2	0,07	0,87	1,90
Controlo	1,569	1,5	0,9	0,514	0,155	3,069	1,05
Controlo	1,176	1	0,717	0,267	0,192	2,176	1,18
Controlo	1,1	0,8	0,4	0,3	0,4	1,9	1,38
Controlo	0,8	1,4	0,3	0,3	0,2	2,2	0,57
Mycoshell Tabs	1,5	0,8	0,9	0,4	0,2	2,3	1,88
Mycoshell Tabs	1	0,9	0,6	0,2	0,2	1,9	1,11
Mycoshell Tabs	0,86	0,6	0,57	0,2	0,09	1,46	1,43
Mycoshell Tabs	0,9	0,9	0,5	0,235	0,165	1,8	1,00
Mycoshell Tabs	1,09	0,8	0,6	0,4	0,09	1,89	1,36
Mycoshell Tabs	0,99	0,7	0,5	0,4	0,09	1,69	1,41
Myc+ Inmass	0,59	1,3	0,4	0,09	0,1	1,89	0,45
Myc+ Inmass	2,4	1,3	1,7	0,4	0,3	3,7	1,85
Myc+ Inmass	0,9	0,7	0,5	0,3	0,1	1,6	1,29
Myc+ Inmass	0,58	1,2	0,4	0,09	0,09	1,78	0,48
Myc+ Inmass	0,28	0,7	0,1	0,09	0,09	0,98	0,40
Myc+ Inmass	2,09	1,7	1,4	0,09	0,6	3,79	1,23
Myc+Allgrip	1,2	1,4	0,8	0,3	0,1	2,6	0,86
Myc+Allgrip	1,7	1,2	1	0,3	0,4	2,9	1,42
Myc+Allgrip	1	1	0,5	0,1	0,4	2	1,00
Myc+Allgrip	1	1,3	0,6	0,3	0,1	2,3	0,77
Myc+Allgrip	2,1	0,6	1,6	0,4	0,1	2,7	3,50
Myc+Allgrip	1,39	1	1	0,3	0,09	2,39	1,39

24 de Março

Tratamento	P. seco					PESO TOTAL (SECO)	Root/Shoot
	radicular	aerea	Rizoma	raiz velha	raiz nova		
Controlo	2,1	3,5	0,4	0,5	1,2	5,6	0,600
Controlo	2	3,5	0,6	0,3	1,1	6,1	0,571
Controlo	2,7	3,4	0,8	0,6	1,3	6,9	0,794
Controlo	3,6	3,4	1,9	0,9	0,8	8,9	1,059
Controlo	2,8	2,3	1,4	0,9	0,5	6,5	1,217
Controlo	2,3	3,7	0,7	0,4	1,2	6,7	0,622
Mycoshell Tabs	3	2,8	0,9	0,9	1,2	6,7	1,071
Mycoshell Tabs	2	2,5	1	0,1	0,9	5,5	0,800
Mycoshell Tabs	3,1	3,5	0,8	1,6	0,7	7,4	0,886
Mycoshell Tabs	2,1	3,4	0,6	0,2	1,3	6,1	0,618
Mycoshell Tabs	1,6	1,8	0,7	0,4	0,5	4,1	0,889
Mycoshell Tabs	3,7	3,8	1,5	0,6	1,6	9	0,974
Myc+ Inmass	3,3	3,8	1,7	0,5	1,1	8,8	0,868
Myc+ Inmass	2,3	3,9	0,9	0,2	1,2	7,1	0,590
Myc+ Inmass	1,7	2,9	0,6	0,2	0,9	5,2	0,586
Myc+ Inmass	0,7	1,1	0,2	0,1	0,4	2	0,636
Myc+ Inmass	1,4	3,2	0,5	0,2	0,7	5,1	0,438
Myc+ Inmass	2,4	3,8	0,8	0,4	1,2	7	0,632
Myc+Allgrip	2,8	3,8	1	0,6	1,2	7,6	0,737
Myc+Allgrip	2,1	2,6	0,8	0,4	0,9	5,5	0,808
Myc+Allgrip	6,4	5,2	3	1	2,4	14,6	1,231
Myc+Allgrip	2,6	4	0,3	0,4	1,9	6,9	0,650
Myc+Allgrip	6,1	5	2,9	1,7	1,5	14	1,220
Myc+Allgrip	3,1	4,2	0,9	0,6	1,6	8,2	0,738

Dados da produção de morango

SOMAS	BLOCO I	BLOCO II	BLOCO III	BLOCO IV	BLOCO V
Controlo	12,4	10,9	11,6	12,3	11,6
Mycoshell Tabs	12,5	11,2	12,7	11,1	10,7
Mycoshell Tabs + Kiplant InMass	13,8	13,4	13,1	13,6	13,4
Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip	12,1	11,5	14,4	12,8	13,8

	Média	Desvio Padrao	%
Controlo	11,766	0,617	
Mycoshell Tabs	11,614	0,877	-1
Mycoshell Tabs + Kiplant InMass	13,479	0,264	15
Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip	12,924	1,196	10

	1ª colheita	2ª colheita	3ª colheita	4ª colheita
Controlo	1,402	1,670	1,707	1,294
Mycoshell Tabs	1,524	1,621	1,613	1,236
Mycoshell Tabs + Kiplant InMass	1,888	1,960	1,770	1,339
Mycoshell Tabs + Kiplant Allgrip	1,738	1,838	1,723	1,371