

Curso de verão sobre Biotecnologia de Plantas

BIOFERTILIZANTES

13 de Julho, 2022
Universidade de Coimbra



1



2

O setor agrícola contribui para um terço da participação global dos produtos domésticos. Estima-se que a população mundial aumente até 9,5 bilhões (ou mais) em 2050, demanda por alimentos, 30% mais que hoje

Principais constrangimentos para a produção de diferentes culturas

Disponibilidade limitada de solos férteis

A urbanização

As surpresas inesperadas ligadas às mudanças climáticas

Fatores abióticos e bióticos

Outros critérios importantes para melhorar o rendimento das culturas

A qualidade do solo

Disponibilidade de nutrientes

Condições ambientais

Saúde biológica do solo

3

COMO SE ALIMENTA UMA PLANTA?

4

Muitas pessoas confundem nutrição vegetal com fertilização de plantas.

Elementos químicos absorvidos por plantas que são essenciais para o seu crescimento e desenvolvimento.

Fertilização é o termo usado quando esses elementos são fornecidos ao ambiente ao redor das plantas.

5

Os fatores que afetam a absorção de nutrientes:

o tipo de íon

a solubilidade de pares de íões

o oxigênio no solo

o stress da planta

a concentração de nutrientes no solo

o pH do solo

a água

a fotossíntese

a temperatura

98% absorvidos da solução do solo

2% extraídos das partículas do solo pelas raízes

A maioria dos nutrientes é absorvida como partículas carregadas (íões)

6

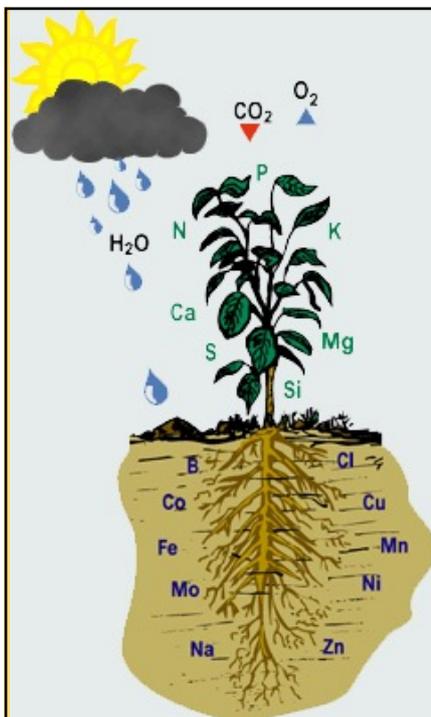
À medida que a planta cresce e absorve diversos nutrientes ocorre a mudança da concentração da solução nutritiva.

A concentração total de sais define-se medindo a **condutividade elétrica**.

É causada por substâncias dissolvidas que se dissociam em catiões e aniões e cuja dissolução depende da temperatura

As medidas ideais da solução é entre 1,5 e 3,5 mS/cm, o que equivale a 1.000 e 1.500 ppm de concentração total de iões.

7



AS PLANTAS E OS NUTRIENTES

“C. Hopkins Café Managed by My Cousins Clyde & Mocosesi.”

C HOPKNS CaFe Mg B Mn CuZn
Cl Mo Co Se Si

- Fazem parte da nossa dieta
- As plantas produzem fibras e açúcares
- Cada idade tem necessidades diferentes

8

Os fertilizantes químicos (N, P ou K) são aplicados excessivamente para fornecer os nutrientes necessários para aumentar a produtividade agrícola em todo o mundo.

30 - 40% desses nutrientes está absorvida pelas plantas devido à baixa eficiência do uso de fertilizantes

o resto fica no solo, causando poluição ambiental.

Além disso, os metais pesados e radioisótopos presentes nos fertilizantes químicos, de difícil degradação, tornam-se poluentes persistentes na natureza.

9

Outro grande problema relacionado com a aplicação excessiva de fertilizantes químicos é a eutrofização das águas.

Cerca de 53 bilhões de toneladas de fertilizantes são usados anualmente para complementar o número de nutrientes necessários para o crescimento e a produção das plantas

Esses problemas de poluição que elevam os riscos para a saúde pública exigiram o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e ecologicamente corretas, que podem reduzir a aplicação de fertilizantes sintéticos

10

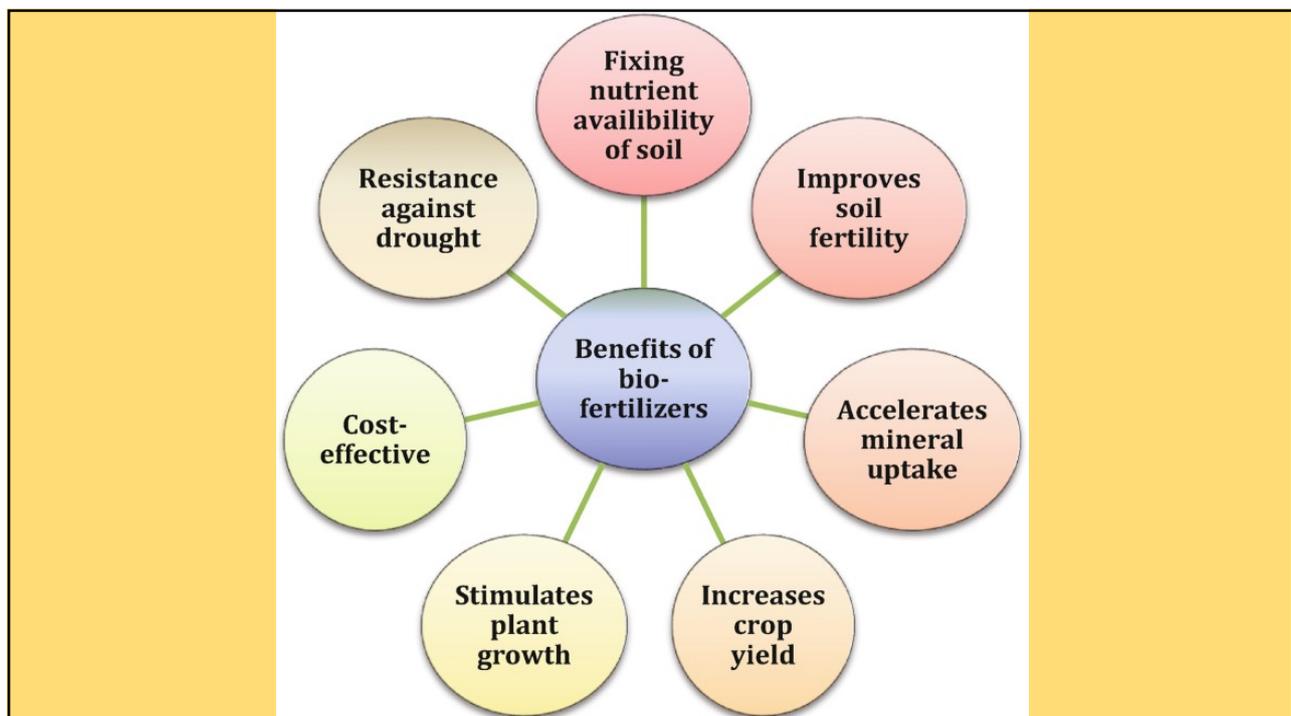
Biofertilizante ou fertilizante biológico é um isolado (eng. strain), vivo ou latente, biologicamente ativo ou inoculantes microbianos de bactérias, algas e fungos (separadamente ou em combinação).

É aplicado nas sementes, folhas das plantas, solo ou área de compostagem, melhora a disponibilidade de nutrientes e absorção destes pelas plantas.

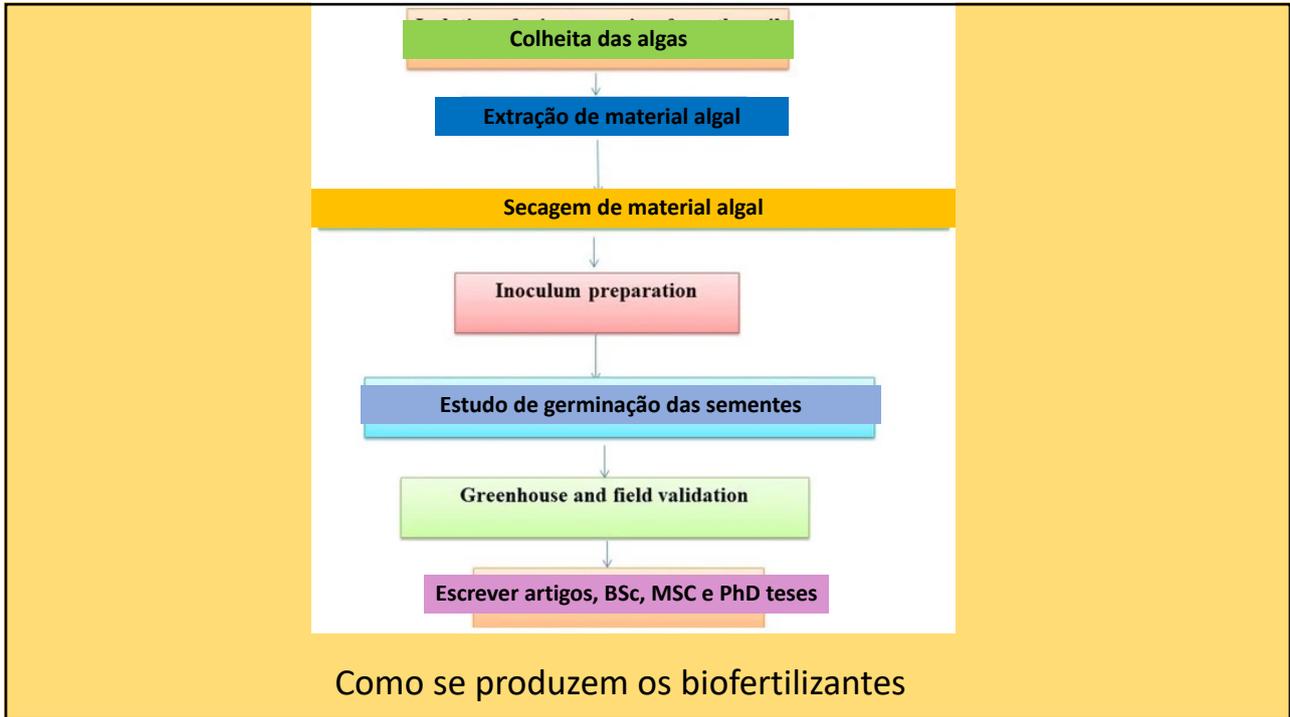
- fixadores simbióticos de nitrogênio (*Rhizobium* spp.);
- fixadores de nitrogênio de vida livre não simbióticos (*Azotobacter* ...);
- biofertilizantes de algas (micro e macro);
- bactérias solubilizadoras de fosfato;
- micorrizas;
- fertilizantes orgânicos.

Atualmente, o uso de biofertilizantes emergiu como economicamente benéfico e é considerado uma alternativa ecologicamente correta

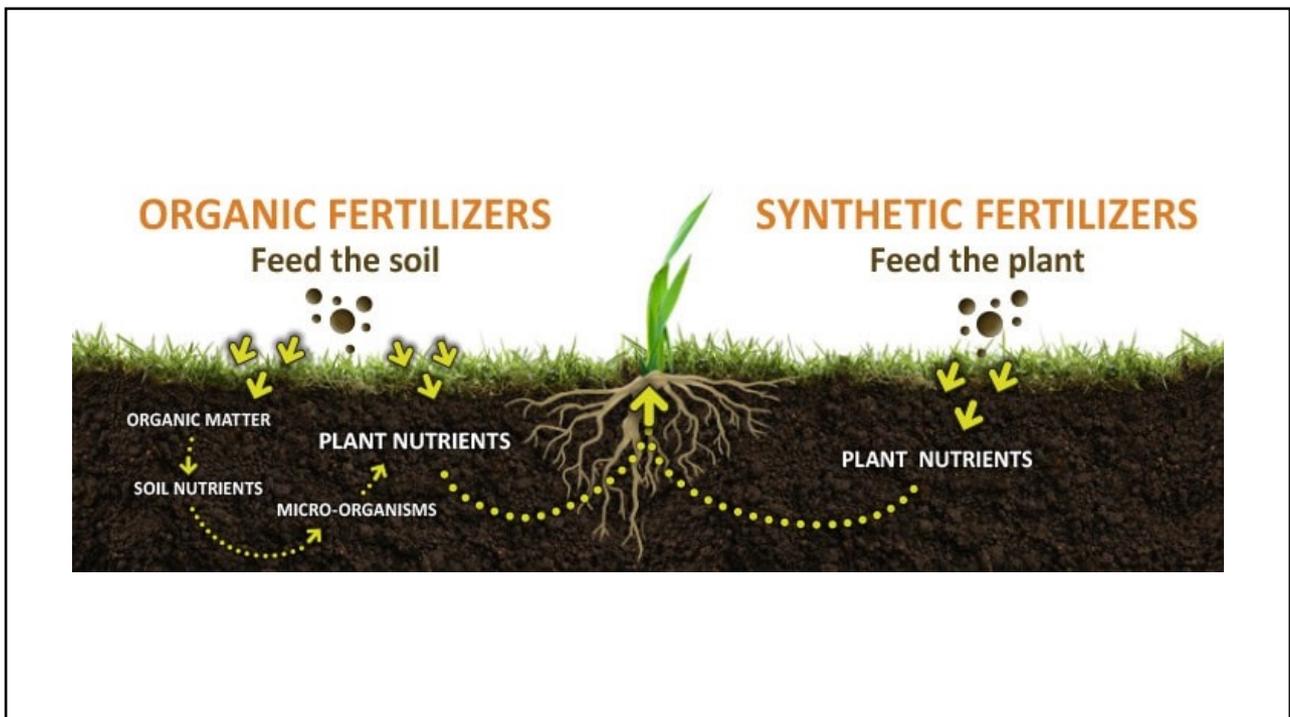
11



12



13



14



15

As macroalgas como biofertilizante

16

As algas marinhas têm sido usadas desde os tempos antigos como fertilizante do solo e para transformar os solos inférteis em solos férteis.

Em alguns países da Área do Atlântico Norte, existia a tradição de recolher as algas marinhas nas costas.

Em Portugal, o mais relevante chama-se “sargaço”.

O “moliço” é uma mistura de macroalgas e plantas marinhas apanhadas na Ria de Aveiro

17

As macroalgas são organismos multicelulares fotoautotróficos muito diversos, têm como habitat predominante o mar, com exceções de algumas espécies ao habitarem em rios, riachos, lagos e outros cursos de água doce

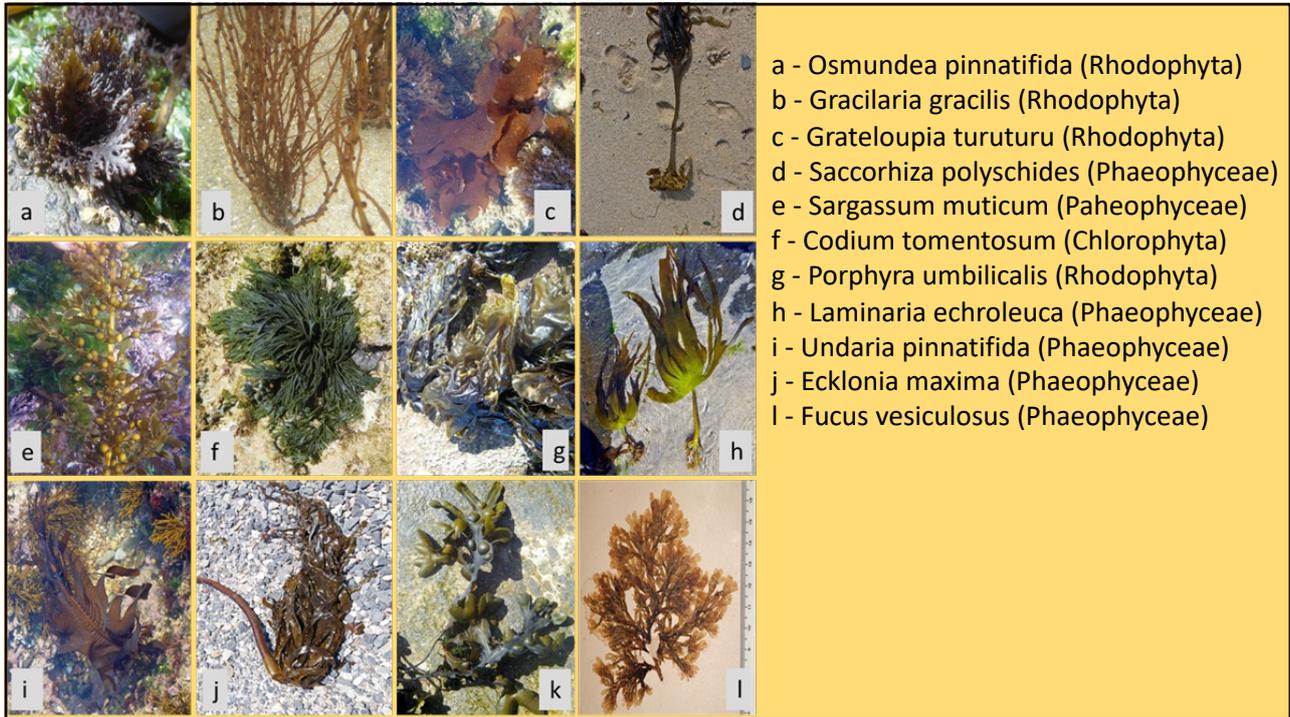
As macroalgas marinhas são divididas em três filas, consoante a sua cor e características químicas que apresentam.

O filo Chlorophyta (algas verdes) com a clorofila como principal pigmento

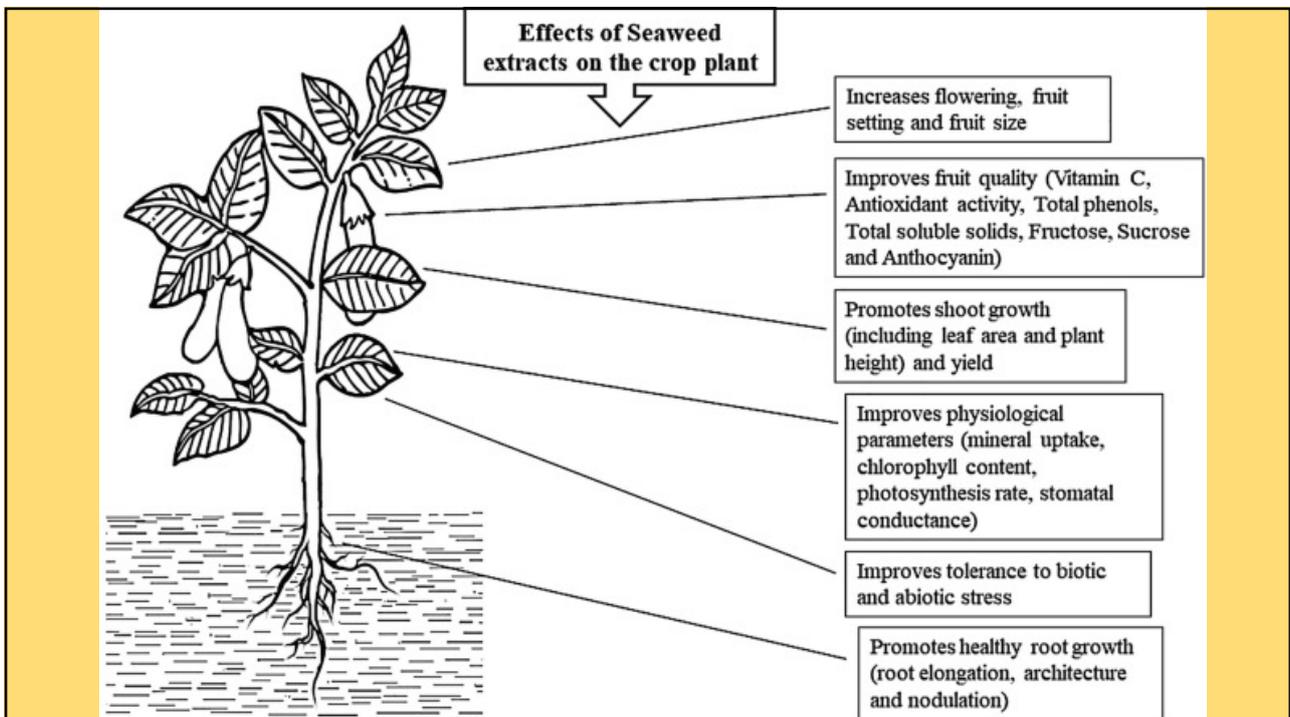
O filo Rhodophyta (algas vermelhas) e tem como principal pigmento para além da clorofila **a**, a ficoeritrina (ficobilina) responsável pela sua tonalidade vermelha.

O filo Ochrophyta, classe Phaeophyceae (algas castanhas) contem clorofila **c** juntamente com a clorofila **a**. A sua coloração castanha advém de outros pigmentos como a fucoxantina.

18



19



20

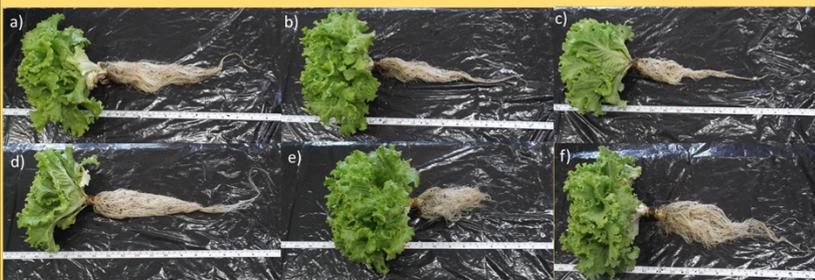
O fertilizante líquido na base de algas marinhas (SLF) contém citocinina, giberelinas e auxina, além de macro e micro nutrientes.

O SLF não é apenas orgânico, mas também ecológico.

Os alginatos das algas marinhas reagem com os metais no solo formam polímeros longos e reticulados no solo que melhoram a desintegração no solo e retêm a umidade durante muito tempo.

21

Biostimulant effect and biochemical response in lettuce treated with BlueN and algal extracts



Extrato aquoso de *Saccharina latissima* (1,2%) como tratamento foliar e atividade promotora das bactérias presentes no BlueN (*Methylobacterium symbioticum*). Como controle positivo foi utilizado um fertilizante foliar comercial (Profertil) na concentração de 1,5% (v/v), enquanto a água foi utilizada como controle negativo.

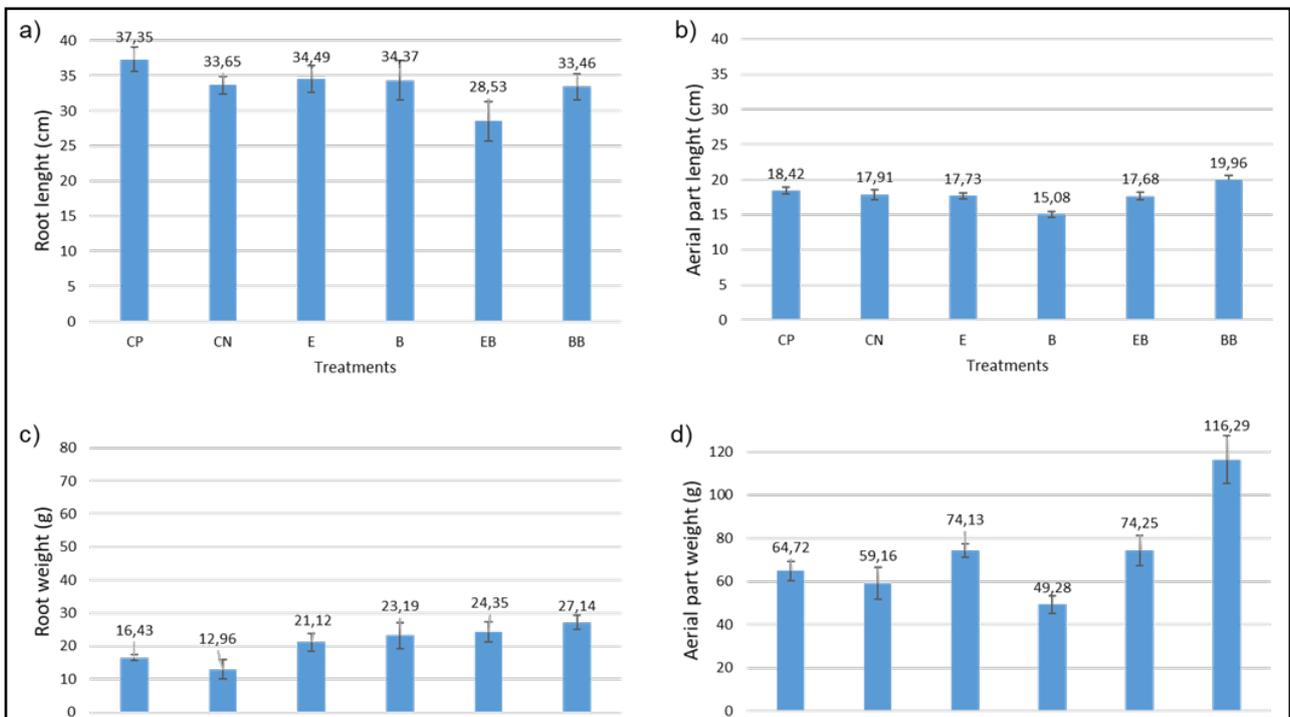
Photographic record of the lettuce in each treatment a) CP – Positive control; b) CN – Negative control; c) E – Algal extract; d) B - BlueN; e) EB - Algal extract + BlueN; f) BB – BlueN applied twice, in the end of the assay.



22



23



24

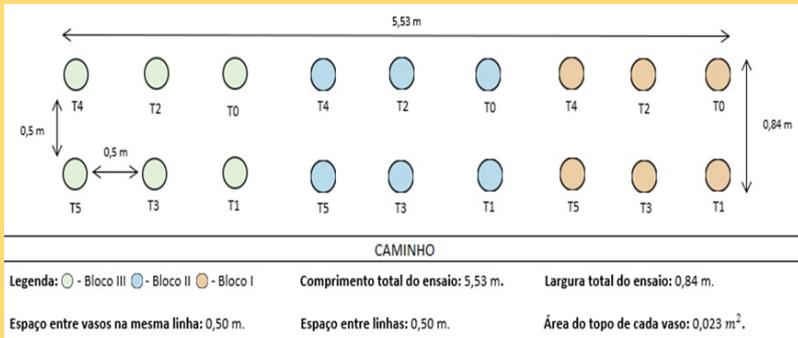
Influência da aplicação de *bio-inputs* agrícolas na produtividade, fisiologia, composição e qualidade nutricional da cultura *Phaseolus vulgaris* L.

Albit – bioativador com propriedades bioestimulantes contem o polímero orgânico PHB (Poli-3-hidroxi-butirato) pertencente aos polihidroxi-álcanoatos (PHAs). Os PHAs são sintetizados pela *Bacillus megaterium*, insolúveis em água de modo armazenar carbono e energia. Não contem MO vivos

Bacillus megaterium - tolerante a temperaturas, salinidade e alta pressão osmótica

O produto comercial Calmar® é proveniente da alga marinha *Phymatolithon calcareum*.

Profertil é biofertilizante, proveniente da alga castanha *Ascophyllum nodosum*.



25



26

Tratamentos	Bio-inputs		
T0	Sem aplicação de <i>bio-inputs</i> agrícolas		
T1	Aplicação de Calmar® via solo		
T2	Aplicação de Profertil® via foliar		
T3	Aplicação de Albit® via foliar		
T4	Aplicação de Calmar® + Albit®		
T5	Aplicação de Calmar® + Profertil®		



FASE	Estádio	Data de início	Duração (Dias)
Vegetativa	V0	24/02/2020	6
	V1	01/03/2020	5
	V2	06/03/2020	7
	V3	13/03/2020	10
	V4	23/03/2020	18
Reprodutiva	R5	10/04/2020	4
	R6	14/04/2020	6
	R7	20/04/2020	12
	R8	02/05/2020	20
	R9	22/05/2020	13

TRATAMENTOS	CCI (Chlorophyll Content Index)
T0 - Controlo	15,37 ± 0,31 ^c
T1 - Calmar®	17,57 ± 0,21 ^{bc}
T2 - Profertil®	23,30 ± 0,12^a
T3 - Albit®	17,07 ± 0,12 ^{bc}
T4 - Calmar® + Albit®	22,06 ± 0,16 ^{ab}
T5 - Calmar® + Profertil®	22,03 ± 0,36 ^{ab}

27

Valores correspondentes ao comprimento de vagem (CV), largura de vagem (LV), rácio entre comprimento e largura (C:L) e número de grãos por vagem (NGV). Os valores das medições foram expressos em média ± desvio padrão (n=3).

TRATAMENTOS	CV (cm)	LV (cm)	C:L (cm)	NGV
T0 - Controlo	11,12 ± 0,25 ^b	0,94 ± 0,05 ^a	11,87 ± 0,42 ^b	3,72 ± 0,38 ^a
T1 - Calmar®	11,80 ± 0,14 ^{ab}	0,90 ± 0,01 ^a	13,16 ± 0,15 ^a	4,18 ± 0,19 ^a
T2 - Profertil®	11,93 ± 0,12 ^{ab}	0,88 ± 0,01 ^a	13,57 ± 0,33 ^a	4,06 ± 0,47 ^a
T3 - Albit®	11,97 ± 0,29 ^a	0,90 ± 0,01 ^a	13,30 ± 0,40 ^a	4,10 ± 0,13 ^a
T4 - Calmar® + Albit®	12,20 ± 0,16 ^a	0,92 ± 0,01 ^a	13,31 ± 0,29 ^a	4,13 ± 0,14 ^a
T5 - Calmar® + Profertil®	12,23 ± 0,40 ^a	0,92 ± 0,01 ^a	13,26 ± 0,57 ^a	4,01 ± 0,08 ^a

28

Valores dos parâmetros de produção NV (número de vagens), NG (número de grãos), PG (peso do grão); PGS (Peso do grão seco) e Produção correspondentes a cada tratamento. Os valores das medições foram expressos em média \pm desvio padrão (n=3).

TRATAMENTOS	NV	NG	PG (g)	Humidade (%)	PGS (g)	Produção (kg/ha)
T0 - Controlo	25,67 \pm 2,62	95,00 \pm 11,34	42,64 \pm 5,72	10,91 \pm 0,08 ^a	37,99 \pm 5,10	3799
T1 - Calmar®	42,67 \pm 1,70	178,00 \pm 2,45	73,69 \pm 7,58	11,11 \pm 0,04 ^a	65,60 \pm 6,74	6550
T2 - Profertil®	32,33 \pm 6,18	128,33 \pm 8,26	48,67 \pm 2,92	10,94 \pm 0,01 ^a	43,35 \pm 2,60	4335
T3 - Albit®	36,33 \pm 1,25	149,00 \pm 5,72	55,63 \pm 2,93	11,06 \pm 0,05 ^a	49,49 \pm 2,61	4949
T4 - Calmar® + Albit®	37,33 \pm 1,89	154,00 \pm 3,27	76,16 \pm 1,24	11,05 \pm 0,02 ^a	67,75 \pm 1,10	6775
T5 - Calmar® + Profertil®	35,00 \pm 0,82	140,33 \pm 1,25	69,32 \pm 7,80	11,13 \pm 0,04 ^a	61,60 \pm 6,93	6160

29

Resultados das análises da composição nutricional do grão seco relativamente à matéria seca (MS) nos diferentes tratamentos em estudo. Os valores de composição foram expressos em média \pm desvio padrão (n=2).

Composição	T0 - Controlo	T1 - Calmar®	T2 - Profertil®	T3 - Albit®	T4 - Calmar + Albit®	T5 - Calmar + Profertil®
	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Cinza, g/100g	5,63 \pm 0,06 ^a	5,01 \pm 0,01 ^c	5,84 \pm 0,07 ^a	5,32 \pm 0,04 ^b	5,31 \pm 0,06 ^b	5,60 \pm 0,09 ^a
Gordura, g/100g	1,02 \pm 0,04	0,67 \pm 0,03	0,91 \pm 0,03	0,81 \pm 0,04	0,85 \pm 0,03	1,07 \pm 0,10
Fibra, g/100g	5,28 \pm 0,03 ^{bc}	6,1 \pm 0,06 ^a	5,23 \pm 0,08 ^{bc}	5,30 \pm 0,09 ^b	4,78 \pm 0,06 ^d	5,02 \pm 0,06 ^{cd}
Proteína, g/100g	23,56 \pm 0,08	22,55 \pm 0,04	22,91 \pm 0,05	23,14 \pm 0,02	25,19 \pm 0,03	25,04 \pm 0,03
Hidratos de Carbono, g/100g	64,51 \pm 0,14	65,67 \pm 0,06	65,11 \pm 0,23	65,43 \pm 0,11	63,86 \pm 0,01	63,26 \pm 0,05
Energia, Kcal/100g	361	359	360	362	364	363
Energia, KJ/100g	1513	1503	1508	1514	1524	1519

30

Tratamentos	T0 - Controlo	T1 - Calmar®	T2 - Profertil®	T3 - Albit®	T4 - Calmar®+ Albit®	T5 - Calmar®+ Profertil®
P (%m/m)	0,46 ± 0,004 ^c	0,45 ± 0,005 ^{cd}	0,51 ± 0,009 ^{ab}	0,41 ± 0,004 ^d	0,51 ± 0,006 ^b	0,55 ± 0,013 ^a
K (%m/m)	1,48 ± 0,03 ^{ab}	1,51 ± 0,07 ^a	1,37 ± 0,05 ^{ab}	1,36 ± 0,07 ^{ab}	1,29 ± 0,07 ^{ab}	1,19 ± 0,02 ^b
Ca (%m/m)	0,98 ± 0,06 ^a	0,94 ± 0,10 ^a	0,97 ± 0,04 ^a	0,87 ± 0,07 ^a	1,02 ± 0,07 ^a	1,01 ± 0,05 ^a
Mg (%m/m)	0,12 ± 0,00 ^a	0,14 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,02 ^a	0,12 ± 0,00 ^a	0,12 ± 0,00 ^a
Cu (mg/kg)	8,62 ± 0,31 ^a	7,07 ± 0,48 ^a	7,64 ± 0,10 ^a	8,48 ± 0,37 ^a	7,81 ± 0,20 ^a	8,33 ± 0,31 ^a
Zn (mg/kg)	38,04 ± 0,41 ^a	32,28 ± 0,62 ^b	33,96 ± 0,59 ^b	33,23 ± 2,08 ^b	33,29 ± 2,56 ^b	37,32 ± 2,70 ^a
Fe (mg/kg)	80,51 ± 3,21 ^a	63,57 ± 1,39 ^b	63,37 ± 0,92 ^b	58,87 ± 3,68 ^b	64,99 ± 9,84 ^b	59,96 ± 9,15 ^b
Mn (mg/kg)	15,7 ± 0,08 ^{ab}	13,45 ± 0,28 ^b	15,83 ± 0,11 ^a	16,07 ± 0,89 ^a	14,78 ± 0,01 ^{ab}	14,12 ± 0,30 ^{ab}

Resultados da análise dos nutrientes presentes no grão, Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Ferro (Fe) e Manganês (Mn)

31

Análises relativas à composição do grão seco (GS) e cozido (GC) relativamente à matéria bruta (MB) em três tratamentos, T0 e os dois tratamentos onde se atingiram maiores valores para a produtividade. Os valores de composição foram expressos em média ± desvio padrão

Composição	T0 - Controlo		T1 - Calmar®		T4 - Calmar® + Albit®	
	MB (GS)	MB (GC)	MB (GS)	MB (GC)	MB (GS)	MB (GC)
Humidade, g/100g	10,91 ± 0,11	61,93 ± 0,02	11,11 ± 0,06	54,72 ± 0,05	11,05 ± 0,03	57,28 ± 0,09
Cinza, g/100g	5,02 ± 0,06	0,97 ± 0,03	4,46 ± 0,00	1,84 ± 0,02	4,72 ± 0,05	1,55 ± 0,02
Proteína, g/100g	20,99 ± 0,07	8,74 ± 0,02	20,05 ± 0,03	9,90 ± 0,03	22,41 ± 0,03	10,57 ± 0,02

Valores de referência da PortFIR, para as composições do feijão branco, frade e manteiga **cozidos**

Composição	Feijão Branco	Feijão Frade	Feijão Manteiga
	Cozido	Cozido	Cozido
Humidade, g/100g	69,6	66,2	68,6
Cinza, g/100g	2	1,4	2
Proteína, g/100g	6,6	8,8	7,8

32

O sucesso dos biofertilizantes, no entanto, não depende apenas da seleção de microrganismos ou funções específicas, mas também do desenvolvimento de novas formulações para garantir a sobrevivência da(s) isolado(s) inoculado(s).

As bioformulações podem ser melhoradas usando isolados produtores de biofilme, microencapsulamento com alginato e processos baseados no secador de leite fluidizado (FBD).

Desenvolvimentos recentes de formulações incluem ainda nano-imobilização de bio inoculantes microbianos e biofertilizantes à base de biofilme.

33

Thanks folks!!

34