



**MUSAMI**  
OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE E.A.M. S.A.

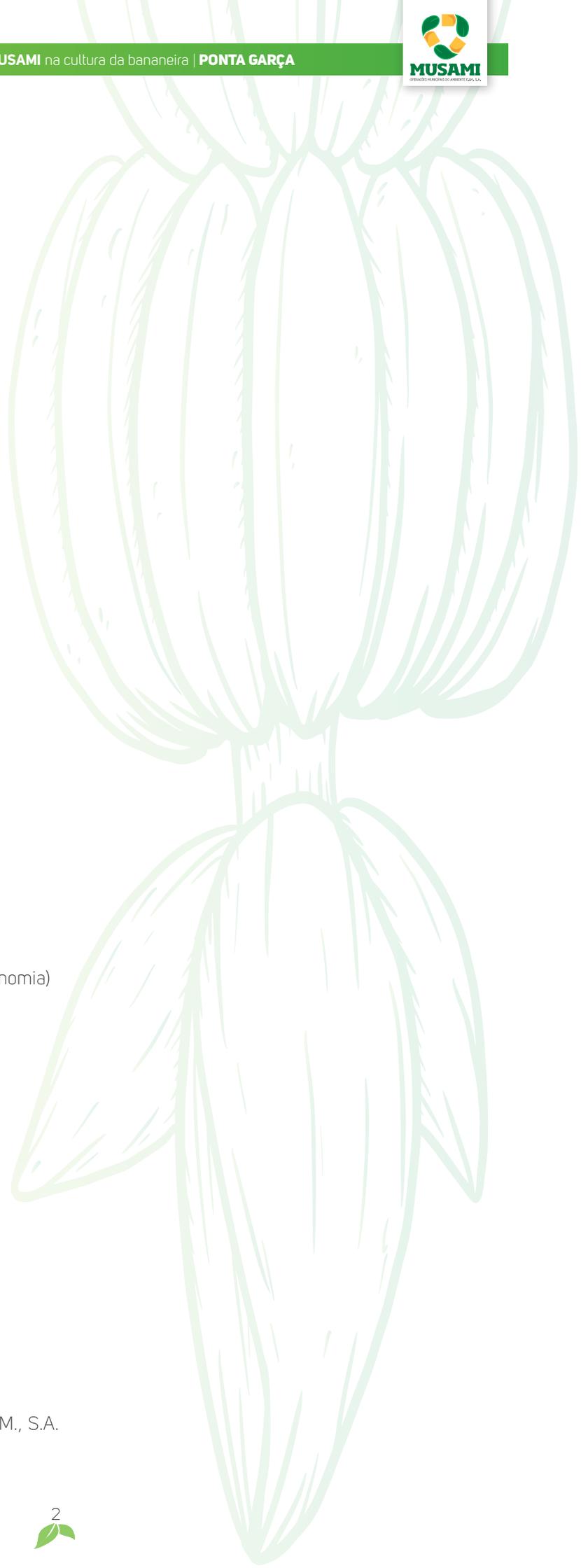
*Geramos valor para a natureza*

## RELATÓRIO FINAL

Aplicação do substrato orgânico **SO-MUSAMI**  
na cultura da bananeira: variação do carbono,  
nutrientes NPK e características do solo,  
impacto na biometria e produção

CAMPO DE ENSAIO DE **PONTA GARÇA**

Período de 2016 a 2022



### **COORDENADOR:**

**Carlos Manuel de Arruda Pacheco**

(Doutorado em Engenharia Agronómica,  
Professor Aposentado do Instituto Superior de Agronomia)

### **EQUIPA TÉCNICA:**

**Nuno Conceição**

(Doutor em Engenharia de Biosistemas)

**André Oliveira**

(Mestre em Engenharia Agronómica)

**Rodrigo Pacheco**

(Mestre em Engenharia do Ambiente)

### **Trabalho financiado por:**

**MUSAMI** – Operações Municipais do Ambiente, E.I.M., S.A.

Ponta Delgada, agosto de 2022



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	5
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b>	7
2.1. Materiais	7
2.2. Delineamento Experimental	8
2.3. Métodos	9
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	11
3.1. Caracterização dos solos e do perfil cultural	11
3.2. Caracterização física, físico-química e química do solo	17
3.3. Correlações estatísticas entre o carbono determinado por via seca versus via húmida e os teores em $P_2O_5$ e $K_2O$ determinados pelo método de Egner-Riehm versus extratante água régia	18
3.4. Resultados do carbono total, razão carbono/azoto, pH, fósforo e potássio assimiláveis	20
3.4.1. Teores em carbono total	20
3.4.1.1. Teores médios em carbono total, desvio padrão, e variação entre datas e camadas	20
3.4.1.2. Teores em carbono total e significância estatística entre camadas e datas	20
3.4.2. Teores em azoto total e razão C/N	21
3.4.3. Variável pH e teores em $P_2O_5$ e $K_2O$	22
3.5. Biometria das plantas	24
3.6. Produção de bananas	28
<b>4. EDAFOLOGIA DO MEIO</b>	33
4.1. Relações solo – clima – planta	33
4.2. Avaliação ambiental e agronómica	34
<b>5. CONCLUSÕES</b>	37
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b>	39
<b>ANEXOS</b>	41

# INTRODUÇÃO





# 1. INTRODUÇÃO

A bananeira, planta da família das Musáceas, género Musa, foi introduzida nos Açores, para a produção intensiva de bananas, no início do século XIX, sendo a Dwarf Cavendish (*Musa acuminata* L.), designada por pequena anã, a variedade mais representativa.

A cultura da bananeira, na ilha de São Miguel – Região Autónoma dos Açores (RAA), representa cerca de 100ha, dos quais cerca de 80 no concelho de Vila Franca do Campo (VFC). A localização do terreno situa-se na Rua da Lazeira, 14, freguesia de Ponta Garça (PG), concelho de VFC.

A preparação do terreno, aquando da plantação, é uma etapa fundamental na longevidade e produtividade da futura cultura, tanto mais que em São Miguel não existe idade para a renovação dos bananais. A adição de estrumes domésticos é uma prática corrente, mas sempre em doses limitadas, sendo a fertilização mineral a prática dominante, tanto em adubação de fundo como de cobertura.

A preparação profunda ( $p > 25/35\text{cm}$ ) do solo de modo a garantir o maior volume rizosférico à cultura da bananeira raramente é praticado, porque a bananeira apresenta um sistema radicular pouco profundo. Na realidade, a toixa da bananeira após o corte do cacho apresenta um diâmetro na ordem dos 50cm, rodeada de muitas raízes grossas ( $5\text{mm} < \varnothing < 10\text{mm}$ ) longas e trajetórias horizontais, e altura com cerca de 20cm. Na interface, geralmente compactada, entre aquela profundidade e o subsolo ( $p > 35\text{cm}$ ) são raros os poros com  $\varnothing > 5\text{mm}$ , estes com origem na atividade biológica.

A existência, na ilha, de produtos orgânicos compostados é recente, sendo o **substrato orgânico SO-MUSAMI um produto de origem vegetal com produção sustentável e de qualidade nutricional e biológica superior.**

Neste campo de ensaio, **montado com o patrocínio da MUSAMI** (Operações Municipais do Ambiente EIM, S.A.), em fevereiro de 2017, **pretende-se demonstrar que a adição de doses maciças do substrato orgânico SO-MUSAMI na preparação profunda do terreno** e na cova de plantação é recomendada num sistema de produção económica e ambientalmente sustentável, **uma alternativa à fertilização mineral** com dispensa total de adubos durante muitos anos.

# MATERIAL E MÉTODOS





## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Materiais

Os antecedentes culturais do terreno com 2000m<sup>2</sup>, circundado por muros encimados por rede metálica, são sintetizados abaixo:

- › 2008/2009: arranque de cortinas de abrigo e árvores de fruto de quinta centenária;
- › 2009/2014: culturas de “milho forrageiro x azevém”, com pastoreio animal;
- › 2015: remoção do solo arável com acumulação no local e adição de 2000m<sup>3</sup> de material terroso de natureza vulcânica (cinzas e pedra pomes), e posterior distribuição visando aumentar a espessura do solo nas áreas mais delgadas e pedregosas, reduzir o declive e orientar o escoamento das águas de escorrência para um único ponto de saída (ribeira das Patas-PG);
- › 2016: Divisão do terreno em dois quartéis e plantação das cortinas de abrigo com “*pittosporum undulatum Vent*” em todo o perímetro. Fertilização mineral e orgânica e preparação do terreno para ensaios com as culturas da “melancia x batata doce” seguida de ferrejo à base de “fava x tremocilha x aveia”. Foram testadas 10 modalidades, contrastantes quanto à riqueza nutricional, envolvendo a aplicação do SO nas doses de 10 Kg/m<sup>2</sup>, 20 Kg/m<sup>2</sup> e 30Kg/m<sup>2</sup>, do adubo Naturgan e da terra como testemunha. Estas modalidades foram duplicadas com a adição de fertilizante mineral. O solo, profundidades (0-15cm) e (15-30cm), foi caracterizado quimicamente antes e após a colheita da melancia;
- › Em outubro de 2016 todas as modalidades que não haviam recebido SO e a modalidade com 10kg/m<sup>2</sup> de SO, receberam um quantitativo em SO de 10kg/m<sup>2</sup> e 20kg/m<sup>2</sup> com o objetivo de uniformizar o terreno. Seguindo-se a fresagem para incorporação do SO;
- › Adição de 40kg/m<sup>2</sup> de SO e incorporação com charrua de aiveca (profundidade de 25/30cm);
- › Adição de 40kg/m<sup>2</sup> de SO sobre o solo lavrado e incorporação com fresa;
- › Sementeira intercalar de “aveia x tremocilha x fava”, com corte na 1ª semana de fevereiro de 2017.

**A preparação do terreno para a cultura da bananeira teve início em fevereiro de 2017, com a adição de 80kg/m<sup>2</sup> de SO, sobre ferrejo de outono-inverno, repartido do seguinte modo:**

- › Corte do ferrejo (1ª semana de fevereiro), deixado sobre o terreno, seguido da distribuição de 40kg/m<sup>2</sup> de SO (3ª semana de fevereiro), incorporado com charrua de aiveca à profundidade de 25/30cm;
- › Sobre o terreno lavrado distribuição de mais de 40kg/m<sup>2</sup> de SO, incorporado no solo mais superficial com fresa;
- › Na cova de plantação, com dimensões de 50cmx50cmx50cm, volume de 0,125m<sup>3</sup>, foi adicionado cerca de 40kg de SO, ou seja, cerca de metade do volume da cova foi cheia com SO à mistura com a terra resultante da escavação.

**Do exposto, conclui-se que o enriquecimento do solo com o substrato orgânico SO-MUSAMI envolveu, no espaço de um ano, quantitativos muito altos, mais de 150kg/m<sup>2</sup> de SO, ou seja cerca de 500kg/m<sup>3</sup> de solo, o equivalente a cerca de 500kg/1000kg de solo, no espaço de um ano.**

A plantação à cova, orientada no sentido Sul-Norte, foi realizada em abril de 2017, tendo sido plantadas 3 variedades de bananeiras (Dwarf Cavendish), importadas das Canárias (ilha de TENERIFE, empresa CULTESA). Trata-se de plantas obtidas por micropropagação, importadas envasadas e desenvolvidas localmente em estufa (outubro/2016 a março/2017) até à plantação, com altura aproximada de 1,0m.



Foram testadas, no compasso 3m x1,5m, as seguintes variedades:

- › PEC Brier;
- › Palmerita Tomasa;
- › Ricasa.

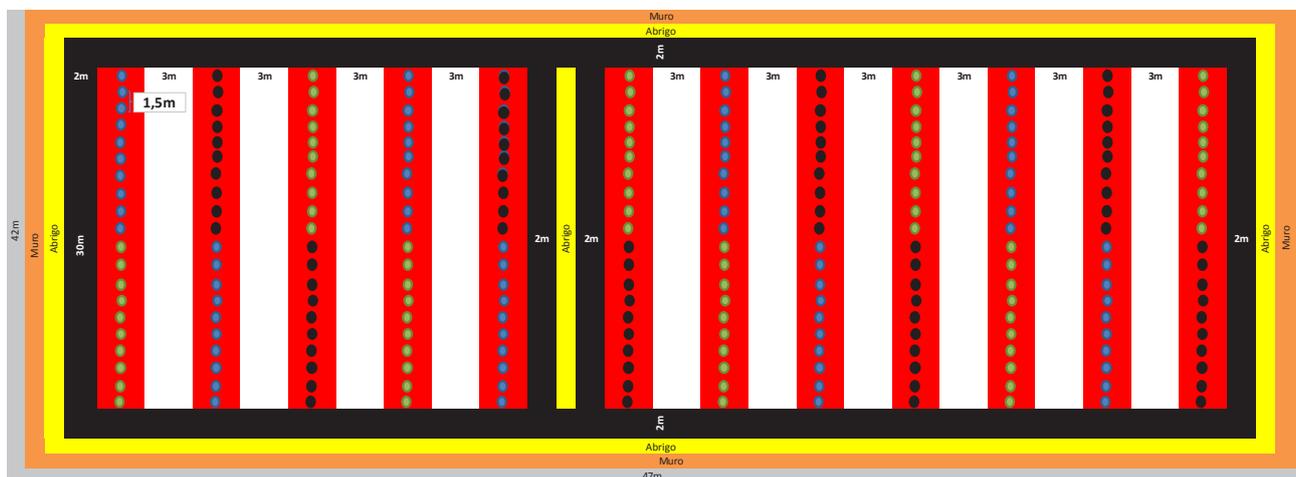
O campo de ensaio foi protegido contra a ação dos ventos com rede sombra fixa ao gradeamento metálico, atendendo a que os abrigos eram muito baixos. A proteção destes só é parcialmente eficaz a partir do 3º ano após a plantação.

## 2.2. Delineamento Experimental

Para efeitos de amostragem dos solos considerou-se o terreno dividido em 4 quartéis, sendo o solo do 1 e do 2 bastante menos espesso e mais pedregoso do que o do 3 e do 4 e estes mais abrigados dos ventos.

O delineamento experimental é apresentado na figura 1.

**Figura 1.** Representação esquemática do delineamento experimental



### Legenda

- Bananeiras da variedade - P.E.C Brier
- Bananeiras da variedade - Palmerita Tomasa
- Bananeiras da variedade - Ricasa

Compasso de plantação - 3m X 1,5m

Afastamento aos abrigos - 2m

Nº de fileiras - 12

Nº de plantas por fileira - 20 (10 de cada duas variedades)

Total de plantas - 240



## 2.3. Métodos

A caracterização do solo, com recolha de amostras pelo método da abertura do perfil (posição entrelinha, dimensão 1,0m de largo por 0,5m de profundidade), camadas 0-20cm e 20-40cm, foi feita nas seguintes datas:

- › 17 de março de 2017 (antes da plantação);
- › 17 de novembro de 2017 (8 meses depois) ;
- › 15 de janeiro de 2020 (cerca de 34 meses após a plantação).

Foram analisadas as seguintes variáveis físicas e químicas do solo:

- › Físicas: constantes de humidade a 15 bar e 1/3 bar e condutividade elétrica (CE);
- › Físico-químicas: complexo de troca e bases de troca do solo;
- › Químicas: carbono total (Ct) por via seca, carbono humificado e particulado por via húmida, pH em água e em cloreto de potássio, azoto total, fósforo e potássio pelo método de Egner-Riehm. Correlações entre o Ct por via seca versus o Ct por via húmida e o  $P_2O_5$  e  $K_2O$  pelo método de Egner-Riehm versus o método da água régia.

Os métodos analíticos foram os usuais nos laboratórios do Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores (INOVA) e do Instituto Superior de Agronomia-Universidade Técnica de Lisboa (ISA-UTL).

Durante o período de estudo, abril de 2017 a janeiro de 2020, o comportamento da cultura foi avaliado em novembro de 2017 e março de 2018, através de medições biométricas da planta. Foram medidas a altura e o número de folhas das plantas, o perímetro do caule a 0,8m de altura e o número de filhas.

A produção global foi estimada através das guias de entrega na FRUTAÇOR e a faturação comercial. **O comportamento entre variedades não foi estudado porque o projeto inicialmente previsto para este campo de ensaio não obteve financiamento oficial.**

# RESULTADOS E DISCUSSÃO

# CR





## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Caracterização dos solos e do perfil cultural

Os solos da parcela de estudo enquadram-se na ordem dos ANTROSSOLOS (FAO/UNESCO, 2015), caracterizados por terem sido profundamente alterados por ação antrópica. Tratam-se de solos constituídos por materiais de natureza vulcânica à base de cinzas, material pomítico e escórias vulcânicas, moderadamente profundos (50cm < p < 100cm), classe textural franco-arenosa e arenosa-franca com bastante (~30%) saibro e cascalho e alguma pedra de natureza pomítica e basáltica, muito permeáveis à água, ricos em matéria orgânica (MO) e nutrientes NPK resultantes do enriquecimento orgânico a que foram sujeitos no passado recente.

A preparação do terreno, com aplicação do SO, envolveu duas etapas: a primeira para a cultura da melancia (2016) e a segunda para a cultura da bananeira (2017). Os dados relativos a 2016 são apresentados no quadro 1, profundidades 0-15cm e 15-30cm, na data de 21/03/2016, e apenas 0-15cm na data de julho de 2016. Os resultados analíticos foram agrupados em dois lotes: lote 1 composto pelas amostras de terra (T) + Terra fertilizada (TF) + terra fertilizada com adubo Naturgan (TN); lote 2 composto por terra com 10, 20, 30kg do substrato orgânico SO/m<sup>2</sup>.

**A informação analítica dos dois lotes de terras caracterizam o “histórico” do terreno antes de dar início à preparação do mesmo para a cultura da bananeira.**

Nos quadros 1.1. a 1. 3., apresentam-se os dados analíticos do solo em março e julho de 2016, e no quadro 1.4. a variação em Ct e NPK no período de 4 meses.

**Quadro 1.1.** Caracterização química da camada 0-15cm após preparação do terreno

Camada	Variáveis		C t	MO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	Tratamento	pH	g/kg		mg/kg				
0-15cm	Lote 1	5,9	25,00	43	1680	1600	1947	2086	1696
		5,7	23,26	40	1680	1800	1969	1880	1725
		6	26,16	45	1785	2000	2765	2370	2103
	Média	5,87	24,81	42,7	1715	1800	2227	2112	1841,3
	Desvio padrão	0,15	1,46	2,5	60,6	200	466	246	227,1
	Lote 2	7,4	54,07	93	3255	3000	3775	3929	2421
		7,6	33,14	57	5460	4000	4113	5952	3949
		7,4	41,86	72	4620	4400	3497	5434	3639
		7,3	51,16	88	3780	3200	3308	3973	3167
		7,3	69,19	119	4725	4400	3853	5657	3469
		7,4	75,00	129	5670	4600	3987	6744	3533
		7,6	98,26	169	7770	5000	4706	9080	4354
	Média	7,43	60,38	103,9	5040	4085,7	3891	5824,1	3504,6
	Desvio padrão	0,13	22,12	38,0	1476	738	45	1763	609



**Quadro 1.2.** Caracterização química da camada 15-30cm, após preparação do terreno

Camada	Variáveis	pH	C t	MO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	Tratamento		g/kg			mg/kg			
15-30cm	Lote 1	5,7	37,21	64	1260	1600	2066	1731	1656
		5,7	24,42	42	1470	2800	2496	2042	1789
		6	26,74	46	1995	2000	2092	1783	1839
	Média	5,80	29,46	50,7	1575	2133	2218,0	1852	1761,3
	Desvio padrão	0,17	6,81	11,7	378,6	611	21,1	166,6	9,4,6
	Lote 2	6	28,49	49	1575	2000	2378	2320	1977
		5,9	26,74	46	1470	2400	2158	1943	1890
		6,8	45,35	78	2730	3000	2717	3316	2536
		5,9	27,33	47	1575	1800	2204	1986	1960
		6,1	27,91	48	2100	2200	2375	2078	1958
		6	28,49	49	199,5	2200	2355	2930	2087
		6,7	44,77	77	2940	2600	2849	4173	2388
	Média	6,20	32,72	56,3	2055	2314	2433,7	2678	2113,7
	Desvio padrão	0,38	8,45	14,5	584	397	256,3	837,9	248,6

Analisando os resultados analíticos dos lotes 1 e 2 verifica-se que o contraste, quanto ao enriquecimento em Ct e NPK, entre as duas camadas é muito forte, respetivamente 6,1% e 0,6% de MO (%MO=%Ct×1,72). A grande diferença nos teores orgânicos das duas camadas reflete-se de modo muito evidente nos teores em NPK e na elevação do pH do solo.

Considerando a variável Ct, verifica-se que a incorporação do SO afetou sobretudo a camada 0-15cm, provocando um acréscimo médio de 35,57g/kg, enquanto o acréscimo na camada 15-30cm foi de apenas 3,26g/kg. O acréscimo em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, por exemplo, foi de 2.286mg/kg e de 181mg/kg, respetivamente para a 1ª e 2ª camadas do solo. Para as mesmas camadas a variação do pH foi de 1,56 e de 0,40 unidades. **Sendo o SO um produto alcalino, atua como um corretivo dos solos com pH ácido, mas a elevação deste depende das características do solo sujeito a recuperação, nomeadamente da sua CTC, designado por “poder tamponizante do solo”.**



**Quadro 1.3.** Caracterização química da camada 0-15cm à colheita

Camada	Variáveis	pH	C t	MO	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	Tratamento		g/kg				mg/kg		
0-15cm	Lote 1	5,9	27,91	48	1785	1600	1804	2002	2017
		6,1	22,67	39	1575	1800	1505	1727	2113
		6,3	34,88	60	2835	3400	26,8	4220	2448
	Média	6,10	28,49	49,0	2065	2266,7	1982,3	2649,7	2192,7
	Desvio padrão	0,20	6,13	10,5	67,51	986,6	587,2	1366,9	226,3
	Lote 2	7,3	62,21	107	4830	2400	2572	376,3	2330
		5,9	33,72	58	1945	2400	1676	1795	1664
		6,6	39,53	68	2730	1400	2167	324	2101
		6,5	43,02	74	2730	2600	2245	5945	2077
		7,1	60,47	104	3885	6600	3954	10375	3431
		6,5	38,95	67	2415	1200	2057	3465	1895
		6,8	48,84	84	2835	3600	2905	4784	3256
		Média	6,67	46,68	80,3	3052,9	2885,7	2510,9	4770,1
	Desvio padrão	0,46	11,01	18,9	978,2	1821,6	745,4	2787,8	682

**Quadro 1.4.** Variação do Ct, pH e NPKCaMg, camada 0-15cm, no período de 4 meses

Camada	Variáveis	pH	C t	N	P	K	Ca	Mg
	Lote		g/kg			mg/kg		
0-15cm	1	+0,23	+3,68	+350	+467	-245	+538	+352
	2	-0,76	-13,70	-1987	-1200	-1380	-1054	-1112

Analisando a variação do pH, Ct e nutrientes NPKCaMg pela cultura da melancia regada, no período de 4 meses (abril a julho), verifica-se que os dois lotes de terreno apresentam um comportamento distinto caracterizado por:

- › Lote 1: terreno fertilizado com adubação mineral, a variação foi positiva para todas as variáveis exceto para o potássio;
- › Lote 2: terreno fertilizado com SO, a variação foi negativa para todas as variáveis.

O sistema radicular da melancia explorou a camada 0-15cm, tanto mais sendo regada, e neste caso a variação em N e no pH são afetadas pela componente lixiviação, sendo as restantes variáveis essencialmente afetadas pelo processo da absorção radicular.

A cultura da melancia usufruiu de muito elevado conforto nutricional em ambos os lotes de terreno, sendo as diferenças entre lotes interpretadas por dinâmicas diferentes entre fertilizantes minerais e orgânicos. **A taxa de variação média negativa do Ct no lote 2, no período de 4 meses, foi de -22,7%, valor este muito dependente da duração do período em análise.** As variações negativas registadas em todas as variáveis do lote 2, quatro meses após a plantação, não podem ser diretamente associadas à exportação dos nutrientes pela cultura, pois desconhecemos a biomassa exportada pela cultura da melancia e a sua composição, bem como os nutrientes libertados pela decomposição de 22,7% do Ct existente. Teoricamente este cálculo podia ser realizado, mas a incerteza seria muito alta.



## NOTAS:

- › O sistema radicular das plantas absorve os nutrientes maioritariamente da solução do solo, enquanto as análises refletem os nutrientes adsorvidos nas superfícies coloidais orgânicas e inorgânicas do solo, ainda que entre estas e a solução do solo os equilíbrios iónicos se processam quase instantaneamente. A absorção seletiva pelas plantas dos iões na solução do solo depende não apenas da concentração destes, mas também das proporções em que se encontram;
- › O **SO-MUSAMI** é um composto de granulometria de diâmetro <25mm, sendo 75% de  $\emptyset$ <5mm. Ao passarmos a terra seca ao ar pelo crivo de 2mm, somos obrigados a colocar nos elementos grosseiros elevada quantidade de fragmentos orgânicos de  $\emptyset$ >2mm. Numa terra com bastante saibro e cascalho de pedra pomes, os quais se esmagam facilmente no processo manual de crivagem auxiliada com uma rolha de borracha, tornava-se muito morosa e pouco precisa a separação dos fragmentos orgânicos.
- › Do exposto se conclui que os teores em MO determinados analiticamente sobre a terra fina representam uma subavaliação da MO na terra.

Nas 3 datas de amostragem o perfil cultural dos solos foi caracterizado e as espessuras dos horizontes culturais Ap1 e Ap2 tomadas como referência para efeitos da recolha de amostras de terra.

A morfologia do perfil cultural, do tipo Ap1Ap2C, na data de março de 2017 (antes da plantação), é descrita abaixo:

- › Ap1 (0-15cm): solo de cor escura, muito rico em SO, classe textural arenosa-franca a franca com bastante saibro e cascalho e alguma pedra de natureza basáltica e pomítica, compactidade pequena, sem raízes, transição irregular mas nítida para Ap2;
- › Ap2 (15-30cm): idem Ap1 mas menos rico em SO, transição irregular e abrupta para C;
- › C (30-70cm): camada constituída por cinzas e material pomítico de cor cinzenta, classe textural arenosa com muito saibro, cascalho e pedra de natureza basáltica, compactidade grande e sem raízes.

Na data de novembro de 2017, o perfil do solo apresentava diferenças entre a entrelinha e a fileira de plantação influenciadas pelas alterações provocadas pela cova de plantação, a qual concentra a quase totalidade do volume radicular da bananeira com extensão horizontal para os horizontes Ap1 e Ap2, mas não em profundidade para a camada C. Com o decorrer do tempo e sem intervenções culturais de mobilização do solo que não sejam sachas para controlo das infestantes, a espessura dos horizontes Ap1 e Ap2 reduz-se, a compactidade aumenta, e a morfologia do sistema radicular altera-se com as raízes das plantas abatidas a morrerem e o volume radicular das novas plantas a ocuparem os espaços contíguos na faixa de plantação.

Em julho de 2022 foi feita a caracterização do perfil do solo e do sistema radicular da bananeira recorrendo à abertura de perfis, com cerca de 3m de comprimento perpendiculares à linha de plantação, e à fotografia.

Abaixo são apresentadas 3 secções fotográficas do mesmo perfil do solo:



### Secção A



### Secção B





## Secção C



**Secção A:** verifica-se que a superfície do terreno é inclinada, mais alta no meio da entrelinha e mais baixa na fileira de plantação, que na entrelinha o Ap2 não ultrapassa os 30/35cm de profundidade, que a camada C apresenta-se compacta, maciça e sem raízes.

**Secção B:** caracteriza-se por representar duas unidades morfológicas (UM) distintas: A UM característica da entrelinha ( $UM_{entrelinha}$ ) e a UM da cova de plantação após corte da planta e arranque da toíça ( $UM_{cova}$ ) onde a concentração de SO atinge os 45/50cm de profundidade.

**Secção C:** centrada na  $UM_{cova}$ , evidencia a elevada quantidade de raízes grossas mortas, mas ainda não decompostas, na espessura 20-40cm, em contraste com a espessura sobrejacente na qual as raízes mortas se apresentam parcialmente decompostas.



### 3.2. Caracterização física, físico-química e química do solo

Com base nas amostras de terra colhidas em março e novembro de 2017, camadas 0-20cm e 20-40cm, caracterizaram-se as constantes de humidade, a condutividade elétrica, o complexo e as bases de troca do solo, o carbono total, humificado e particulado, estes por via húmida. Os dados analíticos são apresentados nos quadros 1.1. a 1.3..

**Quadro 1.1.** Constantes de humidade e condutividade elétrica (CE)

Ano	Teor em água				CE
	Camada	%			
2017	cm	15bar	1/3bar	Au	dS/m
17/03	0-20	-	-	-	0,5±0,11
	20-40	10,72±1,10	34,92±0,93	24,2	0,36±0,06
17/11	0-20	12,79±1,84	36,66±1,15	23,87	0,33±0,07
	20-40	10,68±0,20	34,3±1,18	23,35	0,33±0,05

**Quadro 1.2.** Complexo de troca e bases de troca

Ano	Complexo de troca e bases de troca								
	Camada	n	Ca	Mg	Na	K	S	T	V
2017	cm	cmolc/kg							%
17/03	0-20	4	14,44	4,50	0,70	4,23	23,87	24,92	95,98
	20-40	4	13,51	4,50	0,78	4,04	22,51	23,00	97,83
17/11	0-20	4	14,89	4,24	0,60	3,52	23,24	23,52	98,88
	20-40	4	10,66	3,36	0,98	3,92	18,92	19,06	99,34

**Quadro 1.3.** Teores em carbono total, humificado e particulado

Ano	Camada	n	Ct		Ch		Cp	
			g/kg	g/kg	%	g/kg	%	
2017	cm							
17/03	0-20	12	46,19±8,71	21,40±2,77	46,3	24,79±7,08	53,7	
	20-40	4	33,98±4,19	19,16±4,72	56,4	14,82±1,33	43,6	
17/11	0-20	24	33,53±5,91	18,22±3,93	54,3	15,31±2,68	45,7	
	20-40	4	23,60±2,74	11,08±2,77	46,9	12,52±2,29	53,1	

A terra fina, que representa cerca de 70% da terra total, do perfil cultural (0-40cm), apresenta uma capacidade de água utilizável (Au≈ 24%) e capacidade de troca catiónica (CTC≈ 24 cmol<sub>c</sub>/kg) classificadas de alta a Au e média-alta a CTC, complexo de troca dominado pelo ião cálcio (≈60%), com os iões Mg e K com representação semelhante no complexo de troca (≈18%), a **relação Mg/K normal é de 4/1**, e o Na<3%, com o carbono humificado representando cerca de ≈55% e o carbono particulado cerca de ≈45% do carbono total. Estes dados refletem o enriquecimento do solo até à profundidade média dos 40cm, situação que no geral não ultrapassa os 30cm, devido aos meios mecânicos utilizados na mobilização dos solos.



### 3.3. Correlações estatísticas entre o carbono determinado por via seca versus via húmida e os teores em $P_2O_5$ e $K_2O$ determinados pelo método de Egner-Riehm versus extratante água régia

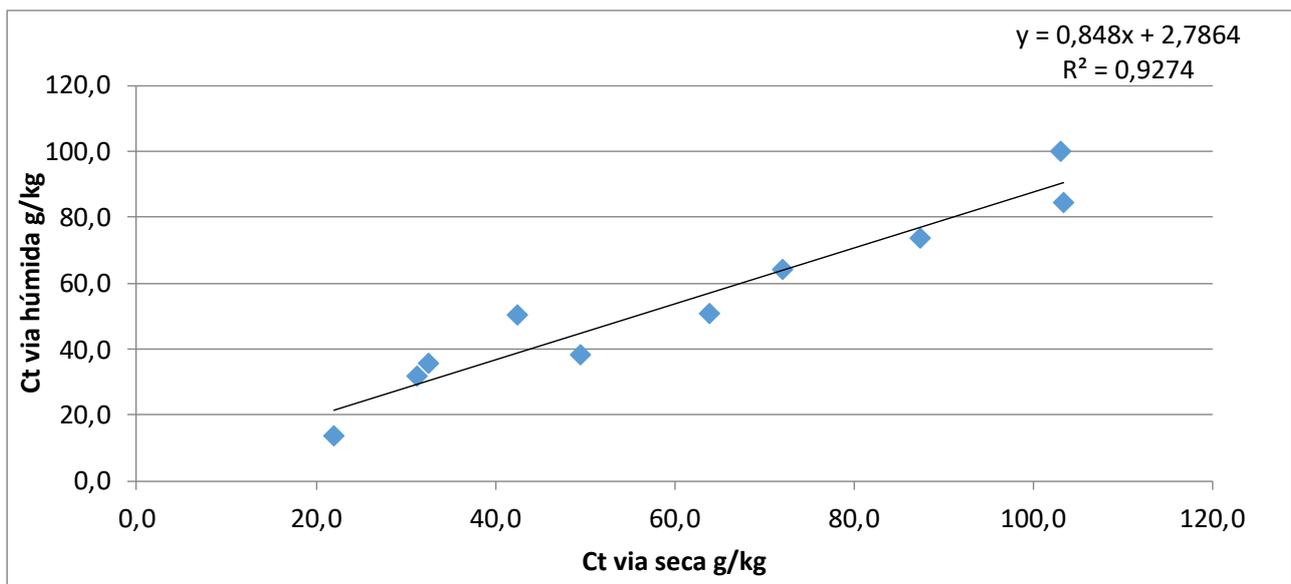
A determinação do Ct por calcinação corresponde ao método oficial no caso dos substratos orgânicos, o qual é de menor custo analítico e mais expedito, mas menos preciso do que o método por via húmida (oxidação), sobretudo em materiais ricos em ferro, manganês, calcário e partículas de carvão. Razões pelas quais decidimos estudar as respetivas correlações.

Procurou-se ultrapassar esta situação reunindo 10 amostras de solos de grande contraste quanto ao carbono total e nutrientes PK e submetendo-as aos métodos da calcinação versus oxidação por via húmida e métodos de Egner Riehm versus água régia. A água régia é um extratante total enquanto o utilizado pelo método de Egner Riehm apenas avalia o P e o K assimiláveis pelas plantas.

Os dados que serviram de base para a regressão, obtidos em terrenos enriquecidos em SO e com cultura da bananeira, são apresentados no anexo I.

Nas figuras 2.1 a 2.3. apresentam-se as regressões acima citadas.

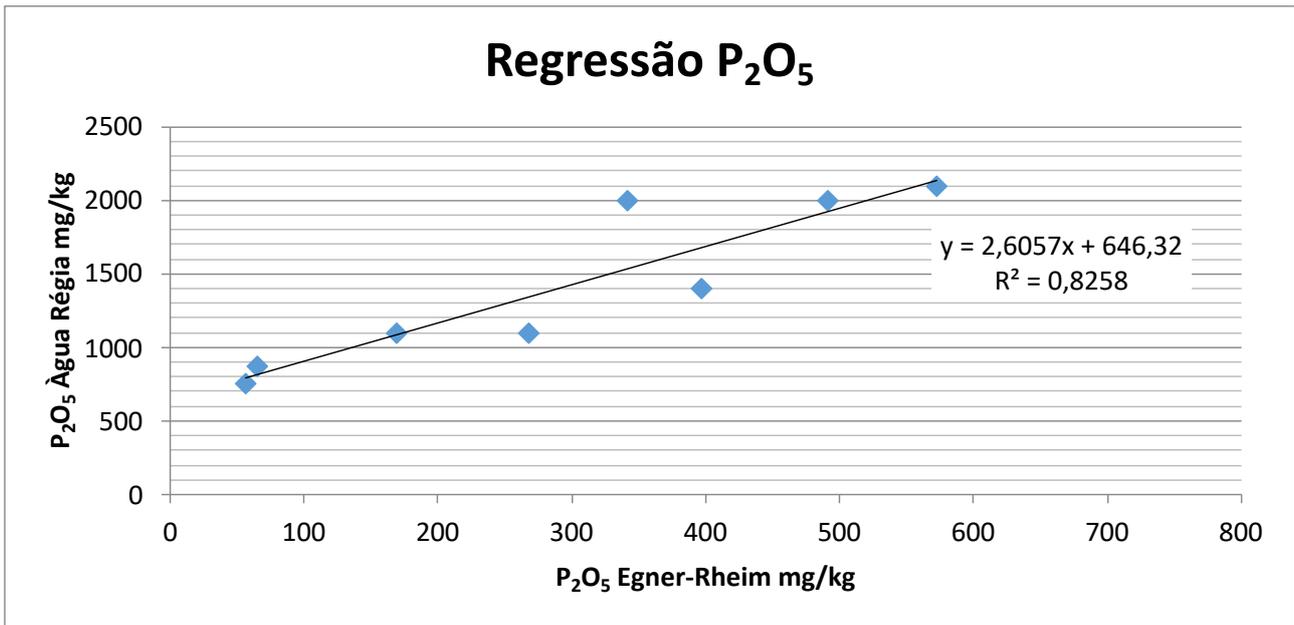
**Figura 2.1.** Regressão carbono por via seca versus carbono total por via húmida



Verifica-se que o método da calcinação em comparação com o da oxidação por via húmida sobreavalia os teores em Ct em todo o intervalo da reta de regressão. No intervalo de 30 a 100 g/kg a sobrestimação situa-se entre 2 a 13g/kg.

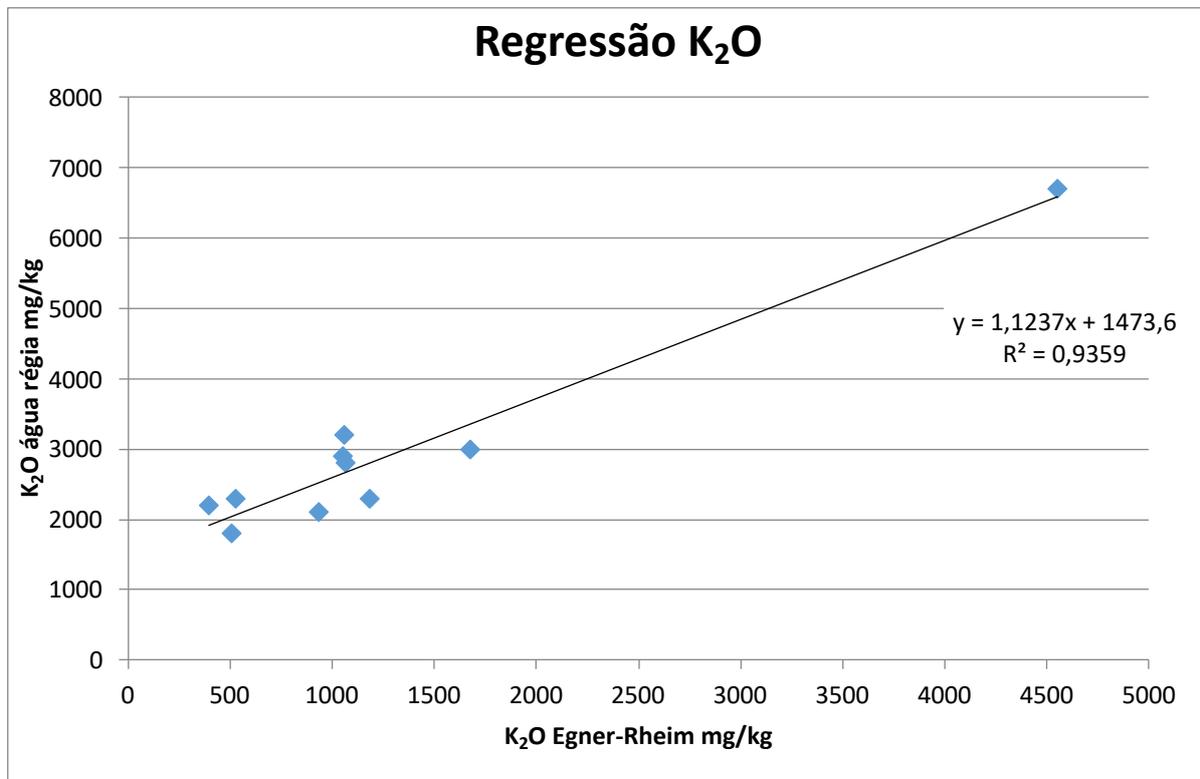


**Figura 2.2.** Regressão que relaciona os teores em  $P_2O_5$  obtidos pelo método da água régia versus método de Egner Riehm



O método de Egner Riehm comparativamente ao método da água régia subestima muito fortemente os teores em  $P_2O_5$ . No intervalo de 200 a 600mg/kg a subestimação situa-se entre 967 a 1609mg/kg.

**Figura 2.3.** Regressão que relaciona os teores em  $K_2O$  obtidos pelo método da água régia versus método de Egner Riehm



O método de Egner Riehm comparativamente ao método da água régia subestima muito fortemente os teores em  $K_2O$ . No intervalo de 500 a 4500mg/kg a subestimação situa-se entre 1535 a 2030mg/kg.

A tendência atual é para apresentar os teores em  $P_2O_5$  e  $K_2O$  em P e K. As equações para conversão são:  
 $P = P_2O_5 \times 0,44$  ( $P_2 / P_2O_5 = 62/142$ ) e  $K = K_2O \times 0,83$  ( $K_2 / K_2O = 78,2/94,2$ ).



### 3.4. Resultados do carbono total, razão carbono/azoto, pH, fósforo e potássio assimiláveis

#### 3.4.1. Teores em carbono total

Após analisar os resultados analíticos relativos às 4 parcelas que dividem o terreno de ensaios, concluiu-se que não haviam diferenças estatísticas entre parcelas e entre datas. Em consequência do resultado desta análise prévia, os dados analíticos relativos aos teores em Ct para as 3 datas de amostragem do solo, significância estatística e variação entre datas, **para as camadas 0-20cm e 20-40cm**, são apresentados como terreno único, nos quadros 3.4.1.1. e 3.4.1.2. A análise estatística descritiva é remetida para o anexo II.

#### 3.4.1.1. Teores médios em carbono total, desvio padrão, e variação entre datas e camadas

Camadas	Carbono total (g/kg)						
	Datas						ΔCt (%)
	n	17/03/2017	n	17/11/2017	n	15/01/2020	
0-20cm	12	45,19±17,71	12	31,32±7,92	8	43,38±9,50	-1,81
20-40cm	4	35,67±6,32	4	27,23±6,22	8	39,50±9,74	+3,83
Média	16	40,43±12,02	16	29,28±7,07	16	41,44±9,62	+1,01

#### 3.4.1.2. Teores em carbono total e significância estatística entre camadas e datas

Camada	Datas	N	Média	Desvio Padrão	Subconjunto para alfa = 0.05	
					1	2
0-20 cm	17/03/2017	12	45,19	17,716	45,1925	
	17/11/2017	12	31,32	7,92	31,3167	
	15/01/2020	8	43,38	9,50	43,3750	
				Sig	,052	
20-40 cm	17/03/2017	4	35,67	6,32	35,6650	
	17/11/2017	4	27,23	6,22	27,2325	
	15/01/2020	8	39,50	9,74	39,5000	
				Sig	,094	

Não se registam diferenças significativas entre datas para a mesma camada. Em média, a camada 20-40cm é menos rica em Ct do que a camada 0-20cm. A diferença média para o conjunto das 3 datas é de 5,83g/kg. Os resultados da primeira e da última data são muito próximos entre si e distantes da segunda. A camada 0-20cm apresenta no período de 30 meses uma variação em Ct de -1,81g/kg e a camada 20-40cm de +3,83g/kg, o que representa uma variação média negativa de Ct de -4%. Globalmente falando, o sistema produtivo é muito conservativo.



### 3.4.2. Teores em azoto total e razão C/N

Nos quadros 3.4.1 e 3.4.2, são apresentados os teores em N, C/N, e significância estatística.

**Quadro 3.4.2.1.** Azoto total e razão C/N

Camadas	Azoto total (g/kg)				C/N		
	n	Datas			17/03/2017	Datas	
		17/03/2017	17/11/2017	15/01/2020		17/11/2017	15/01/2020
<b>0-20cm</b>	4	3,65±1,53	2,58±0,21	2,28±0,16	12,38	12,14	19,03
<b>20-40cm</b>	4	2,30±0,50	2,48±0,33	2,35±0,14	15,51	10,98	17,63
<b>Média</b>		2,94±1,28	2,51±0,26	2,31±0,15	13,75	11,66	17,94

Verifica-se que à plantação os teores em N são muito elevados, 8 meses depois mantêm-se altos, mas os teores decresceram significativamente, -0,43g/kg na espessura 0-40cm, e 34 meses depois mantêm-se altos (2,31g/kg). A C/N é boa à plantação, muito boa 8 meses depois e muito alta 34 meses depois da plantação. A C/N deve situar-se abaixo de 12, sempre que se situa acima de 15 a taxa de decomposição microbiana é afetada negativamente por falta de azoto necessário para a formação da proteína microbiana.

**Quadro 3.4.2.2.** Variável azoto total e significância estatística entre datas e camadas

		Nt		
		Tukey HSD <sup>a,b</sup>		
Camada	Datas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
<b>Camada</b>	17/03/2017	4		3,6500
	17/11/2017	4	2,5750	2,5750
	15/01/2020	8	2,2750	
	Sig.		,813	,106
<b>20-40cm</b>	17/03/2017	4	2,3000	
	17/11/2017	4	2,4750	
	15/01/2020	8	2,3500	
	Sig.		,660	

Verifica-se que os teores médios em Nt na primeira data são distintos da última, mas não se distinguem da data intermédia.



### 3.4.3. Variável pH e teores em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O

Nos quadros 3.4.3.1. e 3.4.3.2. são apresentados os valores médios e o desvio padrão do pH<sub>H2O</sub> e pH<sub>KCL</sub> e significância estatística.

**Quadro 3.4.3.1.** Valores médios e desvio padrão do pH<sub>H2O</sub> e pH<sub>KCL</sub>

Camadas	pH <sub>H2O</sub>			pH <sub>KCL</sub>		
	n	Datas			Datas	
		17/03/2017	17/11/2017	15/01/2020	17/03/2017	17/11/2017
<b>0-20cm</b>	4	7,18±0,25	6,97±0,18	7,09±0,36	6,59±0,21	6,13±0,19
<b>20-40cm</b>	4	7,06±0,25	6,99±0,12	6,83±0,41	6,47±0,34	6,11±0,10
<b>Média</b>	8	7,12±0,24	6,98±0,14	6,96±0,40	6,53±0,27	6,12±0,14

O pH<sub>H2O</sub> mantém-se no intervalo neutro durante todo o período. Quanto ao pH<sub>KCL</sub> verifica-se que decresce entre as duas primeiras datas. A diferença entre o pH<sub>KCL</sub> e o pH<sub>H2O</sub> reflete a concentração de hidrogeniões no complexo de troca do solo. Não se registam diferenças estatísticas entre datas e camadas.

**Quadro 3.4.3.2.** Variável pH<sub>H2O</sub> e significância estatística

		Ph <sub>H2O</sub>	
		Tukey HSD <sup>a,b</sup>	
		Subconjunto para alfa = 0.05	
	Datas	N	1
<b>Camada</b>	17/03/2017	4	7,1800
	17/11/2017	4	6,9700
	15/01/2020	8	7,0900
	Sig.		,540
<b>20-40cm</b>	17/03/2017	4	7,0575
	17/11/2017	4	6,9875
	15/01/2020	8	6,8263
	Sig.		,537

Nos quadros 3.4.3.3. a 3.4.3.5., apresentam-se os teores em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O e significância estatística entre camadas e datas.



**Quadro 3.4.3.3.** Teores em  $P_2O_5$  e  $K_2O$  nas 3 datas de amostragem

Camadas	$P_2O_5$			$K_2O$			
	n	mg/kg			mg/kg		
		17/03/2017	17/11/2017	15/01/2020	17/03/2017	17/11/2017	15/01/2020
<b>0-20cm</b>	4	1179,50±231,37	806,50±137,38	263,88±74,76	1416,50±303,54	872,50±291,70	929,75±307,02
<b>20-40cm</b>	4	614,25±111,80	901,50±76,59	260,38±93,48	1071,50±61,39	1121,00±144,21	671,13±291,03
<b>Média</b>	8	896,94±345,81	853,97±114,73	262,13±81,79	1244,05±274,16	996,64±251,19	800,44±318,35

Verifica-se que na espessura média dos 0-40cm os teores em  $P_2O_5$  e  $K_2O$  decrescem com o tempo, mas em todas as datas os teores são muito altos (>200mg/kg). Nos primeiros 8 meses a variação média foi de -42,97mg/kg em  $P_2O_5$  e de -247,41 mg/kg para o  $K_2O$ . No período de 25 meses a variação foi de -634,81mg/kg de  $P_2O_5$  e de -443,61mg/kg de  $K_2O$ , valores esses considerados muito altos em termos do consumo pela planta. Não é de descartar a fixação irreversível do fósforo pelos coloides minerais e orgânicos do solo.

**Quadro 3.4.3.4.** Significância estatística em  $P_2O_5$  por camadas e nas 3 datas de amostragem

		$P_2O_5$			
		Tukey HSD <sup>a,b</sup>			
Camada	Datas	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
<b>0-20cm</b>	17/03/2017	4			1179,5000
	17/11/2017	4		806,5000	
	15/01/2020	8	263,8750		
	Sig.		1,000	1,000	1,000
<b>20-40cm</b>	17/03/2017	4		614,2500	
	17/11/2017	4			901,5000
	15/01/2020	8	260,3750		
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Os teores em  $P_2O_5$  são muito distintos entre datas para ambas as camadas, sendo a variação entre a primeira e a última data muito acentuada.



**Quadro 3.4.3.5.** Significância estatística em K<sub>2</sub>O por camadas e nas 3 datas de amostragem

		K <sub>2</sub> O		
		Tukey HSD <sup>a,b</sup>		
Camada	Datas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
0-20cm	17/03/2017	4		1416,5000
	17/11/2017	4	872,5000	
	15/01/2020	8	929,7500	929,7500
	Sig.		,954	,065
20-40cm	17/03/2017	4		1071,5000
	17/11/2017	4		1121,0000
	15/01/2020	8	671,1250	
	Sig.		1,000	,939

Os teores em K<sub>2</sub>O são distintos (camada 0-20cm) entre a primeira e a última data, mas esta não se distingue da segunda. Para a camada 20-40cm a primeira e a segunda data são distintas da última. Para ambas as camadas a variação em K<sub>2</sub>O entre a primeira e a última data é bastante acentuada.

### 3.5. Biometria das plantas

A biometria das plantas foi estudada apenas nas datas de 27/11/2017 e 15/03/2018.

Nos quadros 3.5.1. a 3.5.5., apresentam-se os valores médios e desvio padrão das variáveis analisadas, bem como a significância estatística entre parcelas do terreno para a data de 27/11/2017.

**Quadro 3.5.1.** Variáveis biométricas

Data/parâmetro	N	27/11/2017	15/03/2018
		$\mu \pm \sigma$	$\mu \pm \sigma$
Altura (m)	58	3,41 ± 0,28	3,22 ± 0,27
Perímetro (cm)	58	67,36 ± 5,98	71,25 ± 5,58
Nº Folhas	58	14,72 ± 2,23	10,29 ± 1,92
Nº Filhas	58	5,10 ± 1,80	5,33 ± 1,78

**Quadro 3.5.2.** Variável altura das plantas

		Altura	
		Tukey HSD <sup>a,b</sup>	
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
1	12	3,3483	
3	18	3,3539	
4	16	3,4156	
2	12	3,5458	
Sig.		,254	



**Quadro 3.5.3.** Variável perímetro das plantas

Perímetro			
Tukey HSD <sup>a,b</sup>			
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	18	65,4278	
4	16	66,2313	66,2313
1	12	67,7500	67,7500
2	12		71,3833
<b>Sig.</b>		,704	,091

**Quadro 3.5.4.** Variável número de folhas das plantas

Nº Folhas			
Tukey HSD <sup>a,b</sup>			
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
3	18	13,4444	
4	16	13,6875	
1	12		16,0833
2	12		16,6667
<b>Sig.</b>		,983	,819

**Quadro 3.5.5.** Variável número de filhas das plantas

Nº de Filhas		
Tukey HSD <sup>a,b</sup>		
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
3	18	4,6667
4	16	5,0000
1	12	5,5000
2	12	5,5000
<b>Sig.</b>		,619



Nos quadros 3.5.6. a 3.5.9., apresentam-se os valores médios das variáveis analisadas por parcelas, bem com a significância estatística entre parcelas do terreno para a data de 15/03/2018.

**Quadro 3.5.6.** Variável altura das plantas

Altura			
Tukey HSD <sup>a,b</sup>			
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	12	3,0208	
2	10	3,1300	
3	18	3,2072	3,2072
4	18		3,4167
<b>Sig.</b>		,177	,106

**Quadro 3.5.7.** Variável perímetro das plantas

Perímetro		
Tukey HSD <sup>a,b</sup>		
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1	12	68,5500
2	10	70,2300
3	18	71,6167
4	18	73,3167
<b>Sig.</b>		,113

**Quadro 3.5.8.** Variável número de folhas das plantas

Nº folhas		
Tukey HSD <sup>a,b</sup>		
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
4	18	9,7222
3	18	10,1111
1	12	10,3333
2	10	11,6000
<b>Sig.</b>		,052



**Quadro 3.5.9.** Variável número de filhas das plantas

		Nº filhas
		Tukey HSD <sup>a,b</sup>
Parcelas	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
1	12	4,8333
3	18	5,0556
2	10	5,2000
4	18	6,0000
<b>Sig.</b>		,322

Verifica-se que para todas as variáveis analisadas não existem diferenças significativas entre datas, nem entre parcelas de terreno. **Todas as variáveis analisadas refletem um bom desenvolvimento vegetativo das plantas.** O estado das plantas é ligeiramente pior em março do que em novembro.



### 3.6. Produção de bananas

A produção de bananas foi avaliada através do registo semanal da entrega (guias de entrega) da fruta na cooperativa FRUTAÇOR. A banana entregue já despencada é pesada no ato da entrega e depois tratada e classificada por categorias (I, II e refugo). As categorias I e II são pagas a preços muito distintos, dependendo muito da época do ano, faturadas ao fornecedor, mas ambas as categorias têm igual peso para efeitos do subsídio "POSEI", sendo o refugo considerado lixo. A seleção da banana nos meses de verão é muito mais rigorosa comparativamente aos meses de inverno, e as quebras também são maiores devido à maior sensibilidade da banana ao manuseamento e à maior incidência de pragas.

Os resultados dos anos 2019 (a partir de abril, inclusive) a 2022 (até julho, inclusive), fornecidos com frequência semanal, foram agrupados por meses e tratados ano a ano. Os totais (Kg) mensais entregues na FRUTAÇOR, correspondendo a pencas já pré-selecionadas, foram confrontados com os totais efetivamente faturados e a conclusão é que a percentagem de aproveitamento da banana entregue varia com o período do ano, o qual pode ser dividido nos períodos de dezembro a maio e de junho a novembro.

No primeiro período a percentagem de aproveitamento ronda os 90%, mas no segundo período o aproveitamento desce para cerca de 60% e nos meses mais críticos (julho e agosto) fica abaixo dos 50%. A produção no período mais frio é bastante menor (cerca de 35%), mas de melhor qualidade quando comparada com a produção dos meses quentes. Aparentemente a produção de verão apresenta maior calibre quando comparada com a de inverno, mas do ponto de vista fitossanitário é bastante mais afetada por pragas. O clima local com chuvas frequentes é muito propenso ao desenvolvimento de pragas e doenças. O tipo e os cuidados na condução do bananal, maior ou menor limpeza e arejamento, influem muito na eficácia dos tratamentos fitossanitários.

**Do exposto ressalta, que do ponto de vista da qualidade da produção** (condução e fitossanidade do bananal), **da comercialização do produto** (classificação do fruto por categorias que nada têm a ver com qualidade), bem como **encontrar alternativas para a produção sem escoamento para o consumo direto, há ainda um longo caminho a percorrer.**

A gravidade desta questão está em tratar-se de um problema que afeta a generalidade dos produtores.

**Do ponto de vista dos objetivos do presente estudo importa sobretudo avaliar a produção física.**

A produção dos campos de Ponta Garça (2000m<sup>2</sup>) e de São Roque (2300m<sup>2</sup>), áreas cadastradas, ou 1750m<sup>2</sup> e 2000m<sup>2</sup> áreas uteis de plantação, teve de ser tratada conjuntamente, ainda que existam diferenças significativas entre ambos. A saber:

- ▶ O solo (mais profundo) do campo de Ponta Garça apresenta um potencial produtivo maior do que o campo de São Roque (solo mais delgado), mas o primeiro está muito mais exposto à ação dos ventos fortes do que o segundo, fator este que afeta sobremaneira a produção. Nos anos de 2019 e 2021 o campo de Ponta Garça sofreu a ação nefasta dos ventos fortes, danos esses avaliados pela Seguradora em cerca de 20% da produção para cada um dos anos, correspondendo ao montante global de indemnização de 900€. Em contrapartida, o campo de São Roque sofreu danos inferiores a 5%, logo sem compensação;
- ▶ O outro fator que diferencia os dois campos é que Ponta Garça recebeu plantas micropropagadas com um ano de idade, enquanto São Roque recebeu filhas daquele. A plantação a partir de filhas provoca um atraso no desenvolvimento da cultura e uma baixa produção no primeiro ano. Em ambos os casos, só a partir do segundo ano é que as produções normalizam. **Nos anos de 2020 a 2022 a produção do campo de Ponta Garça é estimada em cerca de 40% da produção dos dois campos, diferenças estas devido às melhores condições climáticas e maior proteção contra a ação nefasta dos ventos do campo de São Roque, bem como ao facto deste receber nos meses de julho e agosto rega de maior conforto do que Ponta Garça, devido a diferenças no custo da água num e noutro caso.**



Tendo presentes as limitações acima apresentadas, as produções registadas nos anos de 2019 a 2022 são apresentadas nos quadros 3.6.1. a 3.6.4..

**Quadro 3.6.1.** Produção de 2019

Produção de bananas: Ponta Garça + São Roque: 2019			
Mês	Guias	Faturação	Aproveitamento
	Kg	Kg	%
1	nd		
2	nd		
3	56	51	91,07
4	308	284	92,21
5	751	686	91,34
6	809	423	52,29
<b>SubTotal</b>	1924	1021	53,07
7	1294	903	69,78
8	441	246	55,78
9	1064	363	34,12
10	1125	458	40,71
11	1177	439	37,30
12	289	211	73,01
<b>SubTotal</b>	5390	2620	48,61
<b>Total</b>	7314	4064	55,56
<b>t/ha</b>	17 <sup>(a)</sup>	19,50 <sup>(b)</sup>	

<sup>a)</sup> Área total do prédio (4300m<sup>2</sup>) incluindo abrigos;

<sup>b)</sup> Área de plantação (3750m<sup>2</sup>) medida pelo perímetro interior dos abrigos.



**Quadro 3.6.2.** Produção de 2020

Produção de bananas: Ponta Garça + São Roque: 2020			
Mês	Guias	Faturação	Aproveitamento
	Kg	Kg	%
1	340	575 <sup>(1)</sup>	?
2	263	409 <sup>(1)</sup>	?
3	222	504 <sup>(1)</sup>	?
4	802	724	90,27
5	1713	1563	91,24
6	1085	961	88,57
<b>SubTotal</b>	4425	?	?
7	2345	2074	88,44
8	2094	1293	61,75
9	2767	1098	39,68
10	2177	805	36,98
11	1175	773	65,79
12	372	259	69,62
<b>SubTotal</b>	10930	6032	57,66
<b>Totais</b>	15355	11038	65,73 <sup>(2)</sup>
<b>t/ha</b>	36 <sup>(a)</sup>	40,95 <sup>(b)</sup>	

<sup>(1)</sup> Valores ajustados por causa do POSEI

<sup>(2)</sup> Valor do aproveitamento com exclusão dos meses 1, 2, 3.

<sup>(a)</sup> Área total do prédio (4300m<sup>2</sup>) incluindo abrigos;

<sup>(b)</sup> Área de plantação (3750m<sup>2</sup>) medida pelo perímetro interior dos abrigos.

**Quadro 3.6.3.** Produção de 2021

Produção de bananas: Ponta Garça + São Roque:2021			
Mês	Guias	Faturação	Aproveitamento
	Kg	Kg	%
1	787	542	68,87
2	234	224	95,73
3	415	390	93,98
4	333	271	81,38
5	432	330	76,39
6	803	724	90,16
<b>SubTotal</b>	3004	2481	82,59
7	1123	737	65,63
8	1018	494	48,53
9	622	332	53,38
10	651	409	62,83
11	1160	759	65,43
12	855	501	58,60
<b>SubTotal</b>	5429	3232	59,53
<b>Total</b>	8433	5713	67,75
<b>t/ha</b>	19,6 <sup>(a)</sup>	22,49 <sup>(b)</sup>	

<sup>(a)</sup> Área total do prédio (4300m<sup>2</sup>) incluindo abrigos;

<sup>(b)</sup> Área de plantação (3750m<sup>2</sup>) medida pelo perímetro interior dos abrigos.



#### Quadro 3.6.4. Produção de 2021

Produção de bananas: Ponta Garça + São Roque:2022			
Mês	Guias	Faturação	Aproveitamento
	Kg	Kg	%
1	1126	928	85,42
2	760	697	91,71
3	564	530	93,97
4	848	734	86,56
5	971	811	83,52
6	2816	1547	54,94
7	2025	1138	56,20
<b>SubTotal</b>	<b>7085</b>	<b>5247</b>	<b>74,06</b>

A produção no ano de 2020, considerado um bom ano de produção, atingiu as 36t/ha ou as 40t/ha, consoante o critério utilizado, valores esses muito acima do limite das 26t/ha fixadas para efeitos da atribuição do subsídio (Portaria/POSEI/Açores:12/2022 de 15 de fevereiro). Entre os associados da cooperativa FRUTAÇOR apenas cerca de 10 ultrapassam as 26t/ha/ano.

**De salientar que o campo de Ponta Garça ao longo dos anos (2017 a 2022) não recebeu adubos minerais nem orgânicos.**

EDAFOLOGIA

DOMÉIO





## 4. EDAFOLOGIA DO MEIO

### 4.1. Relações solo – clima – planta

O desenvolvimento vegetativo da bananeira está em primeiro lugar associado ao potencial produtivo do solo e ao clima geral do local de plantação.

#### Quanto ao solo:

- › As características físicas, físico-químicas e químicas do volume do solo rizosférico podem ser classificadas de muito boas, contudo o sistema radicular da bananeira só coloniza o volume do solo que recebeu SO, logo não penetrando abaixo dos 40cm do solo exterior à cova de plantação;
- › A reserva em água utilizável é média, porque o volume de solo rizosférico é médio, consequência da morfologia do sistema radicular da planta e da compactação antrópica do solo abaixo do limite enriquecido com SO;
- › Se admitirmos que a espessura do solo rizosférico é de aproximadamente 40cm, que a água utilizável média desta camada é de  $0,23\text{m}^3/\text{m}^3$  (teor mássico  $(0,23\text{kg}/\text{kg}) \times$  massa volúmica do solo  $(1,0\text{kg}/\text{dm}^3)$ ), concluímos que a água útil (Au) armazenada no solo, na condição de máxima retenção de água do solo é de 92mm;
- › Atendendo à morfologia da base do pseudocaule, toija de grande volume e baixa altura, e da densa emissão de raízes grossas e superficiais à volta daquele, a preparação do solo em profundidade antes da plantação é fundamental para o bom desenvolvimento da planta. Tanto mais que na ilha de São Miguel os pomares de bananeiras não têm idade para serem renovados.

#### Quanto ao clima:

Podemos considerar 2 grandes períodos:

- › Outubro a abril: em que a planta é primeiro fustigada pelos ventos fortes, que destroem o aparelho foliar, que se fazem sentir na RAA, os quais têm forte repercussão na produção anual, e influenciada pelas baixas temperaturas e fraca radiação solar;
- › Maio a setembro: com a elevação crescente da temperatura média do ar e da radiação, a planta apresenta um desenvolvimento muito forte em altura, superfície foliar, aumento do diâmetro do caule e do número de filhas. O principal fator limitante ao desenvolvimento da planta é a fraca e irregular distribuição da precipitação nos meses de verão;
- › A rega deficitária aplicada nos meses de julho e agosto atenua o stress hídrico, mas é claramente insuficiente ( $25\text{mm}/\text{mês}$ ), porque o custo/ $\text{m}^3$  da água duplica se passa para os  $50\text{mm}/\text{mês}$  ou triplica se passasse para os  $75\text{mm}/\text{mês}$ , acima daquele limite. Este último teto seria o recomendado.

#### Quanto à evapotranspiração (ET)

- › Em condições de elevado conforto hídrico ( $\text{Au} > 60\%$ ) e radiação saturante a  $\text{ET} > 6\text{mm}/\text{dia}$ ;
- › Quando a  $\text{Au} < 60\%$ , a ET decresce progressivamente até valores mínimos de  $2\text{mm}/\text{dia}$ , representando condições de muito forte stresse hídrico;
- › Se nos meses de verão (junho a agosto), no período de 15 a 20 dias, não ocorrerem chuvas efetivas, a bananeira neste ecossistema passa a estar sujeita a stresse hídrico.





### É neste enquadramento edafológico que a eficácia do SO-MUSAMI deve ser analisada.

Os resultados biométricos confirmam os efeitos muito positivos no comportamento das plantas e no afilhamento. Os efeitos fazem-se sentir sobre as filhas desenvolvidas no 1º ano e sobretudo nas filhas dos anos seguintes.

**A morfologia do perfil cultural, 5 anos após a aplicação do SO-MUSAMI, confirma que o SO permanece no solo em elevada quantidade, atributo facilmente reconhecido a olho nú, e que o sistema radicular da bananeira colonizou a camada do solo que integra o SO. É de esperar que a ação positiva do SO-MUSAMI se faça sentir durante muitos anos.**

## 4.2 Avaliação ambiental e agronómica

Os resultados analíticos do solo durante o período de ensaio mostram que a adição maciça de SO ( $\approx 150\text{kg/m}^2$ ) eleva de forma muito significativa, e com muito elevada resiliência, os teores em Ct do solo e dos nutrientes NPKCaMg.

A análise estatística dos teores médios em Ct para as 3 datas de amostragem mostra que entre datas as diferenças não são significativas, classificando-se o sistema de muito conservativo. Em média, a camada 20-40cm é menos rica em Ct do que a camada 0-20cm, como resultado da técnica da incorporação. A diferença média para o conjunto das 3 datas é de 5,83g/kg. Os resultados da primeira e da última data são muito próximos entre si e distantes da segunda. A camada 0-20cm apresenta no período de 30 meses uma variação em Ct de -1,81g/kg e a camada 20-40cm de +3,83g/kg, o que representa uma variação média negativa de Ct de -4%. Globalmente falando, o sistema produtivo é muito conservativo.

Na espessura média dos 0-40cm os teores em  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  decrescem com o tempo, mas em todas as datas os teores são muito altos ( $>200\text{mg/kg}$ ). Nos primeiros 8 meses a variação média foi de -42,97mg/kg em  $\text{P}_2\text{O}_5$  e de -247,41 mg/kg para o  $\text{K}_2\text{O}$ . No período de 25 meses a variação foi de -634,81mg/kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e de -443,61mg/kg de  $\text{K}_2\text{O}$ , considerados como valores muito altos em termos do consumo pela planta. Os teores registados estão muito acima do limite dos 200mg/kg sem que tenham sido registados quaisquer disfunções no desenvolvimento das plantas.

**Do exposto, conclui-se que o uso do SO é uma alternativa aos fertilizantes oficialmente recomendados. A questão que se coloca é saber durante quantos anos mais os efeitos positivos do SO se farão sentir quanto ao rendimento da produção, o qual reflete o desenvolvimento vegetal ou biomassa das plantas.**

Cinco anos depois da instalação do ensaio, o grau de satisfação é muito alto e à data desta síntese de resultados (agosto de 2022) as áreas que receberam o SO-MUSAMI continuam sem receber fertilizantes. Tudo indica que estamos na presença de um sistema produtivo muito conservativo e de muito grande resiliência e longevidade.



CONCLUSÕES

5



## 5. CONCLUSÕES

A incorporação no solo superficial (0-20cm) e subsuperficial (20-40cm) de doses maciças de **SO-MUSAMI** na cultura da bananeira promove a melhoria das características física, físico-química e química do solo, o desenvolvimento da planta e o consequente aumento da produção e da longevidade da cultura.

A camada 0-20cm apresenta no período de 30 meses uma variação em Ct de -1,81g/kg e a camada 20-40cm de +3,83g/kg, o que representa uma variação média negativa de Ct de -4%.

Os teores elevados em carbono total e nutrientes NPK no solo apresentam uma resiliência muito elevada, tornando o sistema produtivo altamente conservativo, o qual dispensa por muitos anos a aplicação de fertilizantes minerais. Nenhuma disfunção nutricional foi registrada na cultura e na produção com as concentrações muito elevadas de nutrientes NPK no solo rizosférico.

Em trabalhos futuros a técnica da incorporação do SO em profundidade deve ser melhorada recorrendo ao seu fracionamento por camadas do solo e a meios mecânicos com maior capacidade de mobilização profunda do solo.

BIBLIOGRAFIA

SC



## 6. BIBLIOGRAFIA

- › J. Quelhas dos Santos (2015) - Fertilização-Fundamentos Agroambientais da utilização dos adubos e corretivos. Publindústria Edições Técnicas.
- › FAO/UNESCO- World soil resources reports, 106, 2015.



# ANEXOS

The background features a solid green color with several curved, overlapping lines in a slightly lighter shade of green. A large, semi-transparent green arrow is positioned on the right side, pointing horizontally towards the right edge of the page.



# ANEXOS

## Anexo I

### Regressões

#### R1. Carbono total por via seca versus carbono total por via húmida

Carbono total (g/kg)	Repetições									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Via seca	63,8	42,5	32,6	31,3	87,5	22,0	103,1	103,5	49,5	72,0
Via húmida	51,0	50,2	35,8	31,9	73,6	13,6	100,2	84,4	38,1	64,3

#### R2. Teores em P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtidos pelo método do EAA versus método de Egner Riehm

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Repetições									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Água Régia	1400	1100	1100	870	2100	750	2000	2100	980	2000
Egner Riehm	397	268	169	65	1492	56	491	572	-	342

#### R3. Teores em K<sub>2</sub>O obtidos pelo método da água régia versus método de Egner Riehm

K <sub>2</sub> O (mg/kg)	Repetições									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Água Régia	2800	3200	2900	2200	2100	670	2300	1800	2300	3000
Egner Riehm	1067	1062	1049	400	4548	530	507	935	1184	1679

Conversões: P= P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>x0,44 (P<sub>2</sub>/ P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=62/142) e K= K<sub>2</sub>O x0,83 (K<sub>2</sub>/K<sub>2</sub>O=78,2/94,2).



## Anexo II

### Estatística descritiva

Variáveis químicas: Ct, Nt; pH (H<sub>2</sub>O), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O

#### Camada 0-20cm

Ct (g/kg) – camada 0-20cm									
Datas	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo	
					Limite inferior	Limite superior			
17/03/17	12	45,1925	17,71624	5,11424	33,9361	56,4489	17,66	73,51	
17/11/2017	12	31,3167	7,91888	2,28598	26,2853	36,3481	22,13	44,58	
15/01/2020	8	43,3750	9,50094	3,35909	35,4320	51,3180	33,00	64,00	
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>39,5347</b>	<b>14,01236</b>	<b>2,47706</b>	<b>34,4827</b>	<b>44,5867</b>	<b>17,66</b>	<b>73,51</b>	

Descritivas									
Parâmetros	Datas	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
						Limite inferior	Limite superior		
Nt (g/kg)	17/03/17	4	3,6500	1,53297	,76649	1,2107	6,0893	2,20	5,50
	17/11/2017	4	2,5750	,20616	,10308	2,2470	2,9030	2,30	2,80
	15/01/2020	8	2,2750	,15811	,05590	2,1428	2,4072	2,00	2,40
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2,6938</b>	<b>,91175</b>	<b>,22794</b>	<b>2,2079</b>	<b>3,1796</b>	<b>2,00</b>	<b>5,50</b>
pH (H <sub>2</sub> O)	17/03/17	4	7,1800	,24860	,12430	6,7844	7,5756	6,88	7,45
	17/11/2017	4	6,9700	,17981	,08991	6,6839	7,2561	6,75	7,19
	15/01/2020	8	7,0900	,35633	,12598	6,7921	7,3879	6,67	7,72
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>7,0825</b>	<b>,28986</b>	<b>,07247</b>	<b>6,9280</b>	<b>7,2370</b>	<b>6,67</b>	<b>7,72</b>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	17/03/17	4	1179,5000	231,37488	115,68744	811,3309	1547,6691	934,00	1402,00
	17/11/2017	4	806,5000	137,38146	68,69073	587,8954	1025,1046	603,00	901,00
	15/01/2020	8	263,8750	74,76332	26,43282	201,3713	326,3787	169,00	397,00
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>628,4375</b>	<b>421,19686</b>	<b>105,29922</b>	<b>403,9975</b>	<b>852,8775</b>	<b>169,00</b>	<b>1402,00</b>
K <sub>2</sub> O (mg/kg)	17/03/17	4	1416,5000	303,54846	151,77423	933,4867	1899,5133	1074,00	1799,00
	17/11/2017	4	872,5000	291,69562	145,84781	408,3472	1336,6528	623,00	1239,00
	15/01/2020	8	929,7500	307,01687	108,54685	673,0775	1186,4225	503,00	1404,00
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>1037,1250</b>	<b>362,20084</b>	<b>90,55021</b>	<b>844,1218</b>	<b>1230,1282</b>	<b>503,00</b>	<b>1799,00</b>





### Camada 20-40cm

Ct (g/kg) – camada 20-40cm								
Datas	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
17/03/17	4	35,6650	6,31720	3,15860	25,6129	45,7171	28,85	43,36
17/11/2017	4	27,2325	6,22069	3,11034	17,3340	37,1310	21,19	35,90
15/01/2020	8	39,5000	9,73946	3,44342	31,3576	47,6424	28,00	60,00
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>35,4744</b>	<b>9,31421</b>	<b>2,32855</b>	<b>30,5112</b>	<b>40,4376</b>	<b>21,19</b>	<b>60,00</b>

Descritivas									
Parâmetros	Datas	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
						Limite inferior	Limite superior		
Nt (g/kg)	17/03/17	4	2,3000	,50332	,25166	1,4991	3,1009	1,60	2,80
	17/11/2017	4	2,4750	,33040	,16520	1,9493	3,0007	2,10	2,80
	15/01/2020	8	2,3500	,14142	,05000	2,2318	2,4682	2,20	2,60
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>2,3688</b>	<b>,29375</b>	<b>,07344</b>	<b>2,2122</b>	<b>2,5253</b>	<b>1,60</b>	<b>2,80</b>
pH (H <sub>2</sub> O)	17/03/17	4	7,0575	,24784	,12392	6,6631	7,4519	6,75	7,30
	17/11/2017	4	6,9875	,12393	,06196	6,7903	7,1847	6,81	7,09
	15/01/2020	8	6,8263	,41005	,14497	6,4834	7,1691	6,45	7,54
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>6,9244</b>	<b>,32365</b>	<b>,08091</b>	<b>6,7519</b>	<b>7,0968</b>	<b>6,45</b>	<b>7,54</b>
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	17/03/17	4	614,2500	111,79557	55,89779	436,3583	792,1417	527,00	777,00
	17/11/2017	4	901,5000	76,58764	38,29382	779,6320	1023,3680	843,00	1005,00
	15/01/2020	8	260,3750	93,48023	33,05025	182,2236	338,5264	164,00	462,00
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>509,1250</b>	<b>291,12560</b>	<b>72,78140</b>	<b>353,9951</b>	<b>664,2549</b>	<b>164,00</b>	<b>1005,00</b>
K <sub>2</sub> O (mg/kg)	17/03/17	4	1071,5000	61,38675	30,69338	973,8200	1169,1800	981,00	1117,00
	17/11/2017	4	1121,0000	144,20587	72,10294	891,5363	1350,4637	993,00	1326,00
	15/01/2020	8	671,1250	291,02501	102,89288	427,8220	914,4280	291,00	1255,00
	<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>883,6875</b>	<b>304,89183</b>	<b>76,22296</b>	<b>721,2221</b>	<b>1046,1529</b>	<b>291,00</b>	<b>1326,00</b>





## Anexo III

### Estatística descritiva

Biometria – 27/11/2017

Descritivas									
Parcelas	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo	
					Limite superior	Limite inferior			
Altura planta (m)	1	12	3,3483	,21896	,06321	3,2092	3,4875	3,00	3,64
	2	12	3,5458	,33953	,09801	3,3301	3,7616	2,53	3,85
	3	18	3,3539	,19333	,04557	3,2577	3,4500	3,00	3,70
	4	16	3,4156	,34722	,08680	3,2306	3,6006	2,50	3,92
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>3,4095</b>	<b>,28295</b>	<b>,03715</b>	<b>3,3351</b>	<b>3,4839</b>	<b>2,50</b>	<b>3,92</b>
Perímetro do caule (cm)	1	12	67,7500	6,12038	1,76680	63,8613	71,6387	54,00	74,80
	2	12	71,3833	1,85219	,53468	70,2065	72,5602	69,40	74,60
	3	18	65,4278	5,13635	1,21065	62,8735	67,9820	58,60	74,20
	4	16	66,2313	7,56974	1,89243	62,1976	70,2649	49,00	78,00
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>67,3621</b>	<b>5,98457</b>	<b>,78581</b>	<b>65,7885</b>	<b>68,9356</b>	<b>49,00</b>	<b>78,00</b>
Nº folhas	1	12	16,0833	1,67649	,48396	15,0181	17,1485	12,00	18,00
	2	12	16,6667	1,07309	,30977	15,9849	17,3485	15,00	18,00
	3	18	13,4444	1,91656	,45174	12,4914	14,3975	10,00	17,00
	4	16	13,6875	2,05649	,51412	12,5917	14,7833	11,00	19,00
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>14,7241</b>	<b>2,23051</b>	<b>,29288</b>	<b>14,1377</b>	<b>15,3106</b>	<b>10,00</b>	<b>19,00</b>
Nº filhas	1	12	5,5000	1,44600	,41742	4,5813	6,4187	2,00	7,00
	2	12	5,5000	2,11058	,60927	4,1590	6,8410	3,00	10,00
	3	18	4,6667	1,81497	,42779	3,7641	5,5692	2,00	10,00
	4	16	5,0000	1,82574	,45644	4,0271	5,9729	2,00	8,00
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>5,1034</b>	<b>1,80340</b>	<b>,23680</b>	<b>4,6293</b>	<b>5,5776</b>	<b>2,00</b>	<b>10,00</b>



**Biometria – 15/03/2018**

Descritivas									
		N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
						Limite superior	Limite inferior		
Altura planta (m)	1	12	3,0208	,23975	,06921	2,8685	3,1732	2,50	3,25
	2	10	3,1300	,29740	,09404	2,9173	3,3427	2,50	3,70
	3	18	3,2072	,24923	,05874	3,0833	3,3312	2,70	3,55
	4	18	3,4167	,17150	,04042	3,3314	3,5020	3,10	3,90
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>3,2203</b>	<b>,27275</b>	<b>,03581</b>	<b>3,1486</b>	<b>3,2921</b>	<b>2,50</b>	<b>3,90</b>
Perímetro do caule (cm)	1	12	68,5500	5,08411	1,46766	65,3197	71,7803	61,10	77,80
	2	10	70,2300	6,72921	2,12796	65,4162	75,0438	55,00	78,00
	3	18	71,6167	6,57770	1,55038	68,3457	74,8877	53,80	79,50
	4	18	73,3167	3,10488	,73183	71,7726	74,8607	68,00	77,90
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>71,2707</b>	<b>5,57003</b>	<b>,73138</b>	<b>69,8061</b>	<b>72,7353</b>	<b>53,80</b>	<b>79,50</b>
Nº folhas	1	12	10,3333	2,67423	,77198	8,6342	12,0325	7,00	16,00
	2	10	11,6000	1,07497	,33993	10,8310	12,3690	10,00	13,00
	3	18	10,1111	2,11128	,49763	9,0612	11,1610	7,00	13,00
	4	18	9,7222	1,12749	,26575	9,1615	10,2829	8,00	12,00
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>10,2931</b>	<b>1,91951</b>	<b>,25204</b>	<b>9,7884</b>	<b>10,7978</b>	<b>7,00</b>	<b>16,00</b>
Nº filhas	1	12	4,8333	1,69670	,48979	3,7553	5,9114	2,00	8,00
	2	10	5,2000	1,68655	,53333	3,9935	6,4065	4,00	9,00
	3	18	5,0556	1,76476	,41596	4,1780	5,9332	2,00	9,00
	4	18	6,0000	1,84710	,43536	5,0815	6,9185	3,00	10,00
	<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>5,3276</b>	<b>1,78087</b>	<b>,23384</b>	<b>4,8593</b>	<b>5,7958</b>	<b>2,00</b>	<b>10,00</b>



# MUSAMI

OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE E.I.M., S.A.

*Geramos valor para a natureza*

MUSAMI - Operações Municipais do Ambiente EIM SA  
Rua Eng.º Arantes de Oliveira, 15 B 9600-228 Ribeira Grande  
Telefone: 296472990 | Fax: 296472992 | E-mail: geral@musami.pt

 Musami  ambientemusami | [www.musami.pt](http://www.musami.pt)

