

RELATÓRIO FINAL

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

CAMPO DE ENSAIO DE **SÃO ROQUE**

Novembro de 2015 a agosto de 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., SA

Ponta Delgada, agosto de 2022



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1. Materiais	7
2.2. Delineamento Experimental	8
2.3. Métodos	9
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
3.1. Caracterização dos solos e do perfil cultural	11
3.2. Caracterização física, físico-química e química do solo	13
3.3. Correlações estatísticas entre o carbono determinado por via seca versus via húmida	15
3.4. Resultados analíticos do carbono total, azoto total, fósforo e potássio assimiláveis, pH; CaO e MgO e análise estatística	16
3.4.1. Resultados analíticos por camadas (0-15cm e 15-30cm), quartéis (1 a 4) e datas (out/17, jan/18 e jan/20)	16
3.5. Biometria das plantas	20
3.6. Produção de bananas	21
4. EDAFOLOGIA DO MEIO	26
4.1. Relações Solo – Clima – Planta	27
4.2. Avaliação ambiental e agronômica	28
5. CONCLUSÕES	30
6. BIBLIOGRAFIA	32
ANEXOS	34

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 Escultor Ernesto do Canto nº 13, São Roque, concelho de Ponta Delgada.**

A preparação do terreno, aquando da plantação, é uma etapa fundamental na longevidade e produtividade da futura cultura, tanto mais que na ilha de São Miguel não existe idade para a renovação dos bananais.

O terreno com 2312m² de área, dividido em 4 parcelas (quartéis) compartimentadas por sebes jovens de incenso (pitosporum undulatum) objeto do presente estudo encontrava-se abandonado, com algum entulho de construção civil e muita pedra, sendo o solo delgado e assente sobre escórias basálticas em elevado grau de alteração (meteorização da rocha).

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 E.I.M., S.A.), em fevereiro de 2017, **pretende-se demonstrar que a adição de doses maciças do substrato orgânico SO-MUSAMI na recuperação de terrenos delgados e pedregosos** é recomendada num sistema de produção económica e ambientalmente sustentável e **uma alternativa à fertilização mineral** com dispensa total de adubos durante muitos anos.

A passagem do terreno inculto para o cultivo de bananeiras passou, após preparação do campo de ensaios, por um período de transição (1 a 2 anos) com bananeiras intercaladas com culturas hortícolas (melancia, morangueiro, batata da terra e doce) e frutícolas (maracujá).

MATERIAL E MÉTODOS





2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Materiais

As intervenções no terreno com 2.312m², dividido em 4 parcelas circundadas por sebes de incenso ("*pittosporum undulatum Vent*"), são sintetizados abaixo:

Ano de 2017

- › Despedrega e gradagem do terreno;
- › Distribuição de 24t (2 camiões) do substrato orgânico (**SO**) **SO-MUSAMI** por parcela, seguido de incorporação no solo com grade de discos;
- › Nova adição de 24t do SO por parcela com incorporação no solo com fresa;
- › Cultura da melancia (março a julho), seguida da cultura da batata-doce (agosto a outubro) nos quartéis 3 e 4;
- › Cultura do maracujá com plantação à vala, em abril, nos quartéis 1 e 2;
- › Plantação das bananeiras à vala, no início na bordadura dos quartéis e no final do ano nos quartéis 3 e 4.

Ano de 2018

- › Arranque da cultura do maracujá no final do ano e plantação de bananeiras.

Preparação das valas

Os procedimentos na preparação das valas nas filas de plantação foram os seguintes:

- › Abertura das valas com 1m de largo e 0,5m de profundidade;
- › Colocação de um carro de mão (40kg) de SO por metro linear da vala;
- › Mistura do SO com metade do volume da terra escavada;
- › Nova colocação de um carro de mão (40kg) de SO por metro linear da vala;
- › Mistura do SO com o restante volume da terra escavada;
- › Abertura da cova para a plantação da bananeira;
- › Plantação da bananeira sem mais adição de SO.

A plantação à cova, orientada no sentido Sul-Norte, foi realizada em novembro de 2017 e 2018, tendo sido plantadas 3 variedades de bananeiras (Dwarf Cavendish), com origem em filhas de plantas importadas das Canárias (ilha de TENERIFE, empresa CULTESA). Trata-se de filhas de plantas mães, estas plantadas cerca de 6 meses antes, obtidas por micropropagação, importadas envasadas e desenvolvidas localmente em estufa (outubro/2016 a março/2017) até à plantação no terreno de Ponta Garça, com altura aproximada de 1,0m.

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

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

As 3 variedades foram plantadas por filas e identificadas.

O maracujá, 1,5 anos depois da plantação (nov/dez de 2018), foi substituído por bananeiras filhas dos campos de Ponta Garça e de São Roque.



2.2. Delineamento Experimental

Para efeitos do delineamento experimental considerou-se o terreno dividido em 4 quartéis. Todos receberam as 3 variedades de plantas dispostas por filas com uma só variedade.

As áreas e localização das parcelas são apresentadas no quadro abaixo:

Quartel	Comprimento m	Largura m	Área (m ²)	Localização
1	27,80/28,50	16,60/17,80	484,18	Entrada
2	26,30/30,0	18,10/19,30	526,40	Contentor
3	27,30/29,30	18,60/19,30	536,29	Tanque
4	29,20/27,0	27,00/27,50	765,73	Último
Área total			2.312,6	São Roque

Os quartéis 1, 2 e 3, apresentam aproximadamente a mesma área e o 4 cerca de 250m² acima dos restantes. O total do SO incorporado no solo, profundidade dos 30/35cm de profundidade, foi de aproximadamente de 192t, a que corresponde 83kg/m², aos quais devemos adicionar os 80kg de SO por metro linear da vala de plantação, no compasso de 3mx1,5m. Se atendermos que o perímetro das valas foi cerca de 500m o total de SO/m² aplicado a toda a área de terreno ultrapassou os 100kg/m².

Na **figura 1** apresenta-se foto do quartel 4 no ano de arranque em que nas entrelinhas das fileiras das bananeiras se intercalou a cultura do morangueiro.



Legenda:

- Campo de bananeiras recém plantado regado por gota a gota;
- Cultura do morangueiro regado nas entrelinhas das bananeiras.



2.3. Métodos

A caracterização morfológica e analítica do solo, com recolha de amostras pelo método da abertura do perfil (posição entrelinha, dimensão 1,0m de largo por 0,5m de profundidade), camada 0-15cm na data de outubro de 2017 e camadas 0-15cm e 15-30cm, nas datas de janeiro de 2018 e janeiro de 2020, envolveu as seguintes variáveis físicas, físico-químicas e químicas do solo:

- › Físicas: granulometria, 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.

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).

Para a caracterização da morfologia do sistema radicular da bananeira recorreu-se aos critérios usuais neste tipo de estudo (densidade de raízes, tipo de distribuição e diâmetro) e à fotografia. Por tipo de distribuição entende-se se é regular (igual probabilidade de ocorrer em qualquer ponto da superfície amostrada) ou agrupadas (clusters). A distância média entre raízes próximas define o alcance do movimento da água das áreas limítrofes em direção ao eixo daquelas.

Em todas as datas, a amostragem do solo é realizada em correspondência com a espessura dos horizontes culturais Ap1 e Ap2.

A produção global foi estimada através das guias de entrega na FRUTAÇOR e da faturação comercial.

Sempre que possível recorreu-se à análise estatística das variáveis químicas do solo em estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3





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 (com acumulação e posterior remoção de resíduos de construção). Trata-se de solos constituídos por materiais de natureza vulcânica à base de escórias vulcânicas meteorizadas e material pomítico, perfil do tipo ACR, pouco profundos ($p < 50\text{cm}$), com o horizonte A delgado, classe textural arenosa-franca e franca com bastante ($>30\%$) saibro e cascalho e alguma pedra de natureza basáltica (esta é maioritariamente rejeitada aquando da recolha da amostra), muito permeáveis à água. A camada C é constituída por escórias vulcânicas muito alteradas.

Nas 3 datas de amostragem o perfil cultural dos solos foi caracterizado. A morfologia do perfil cultural, do tipo Ap1 Ap2 C, após incorporação do SO, é descrita a abaixo:

Janeiro de 2018

Ap1 (0-10/15cm): Horizonte de cor escura, rico em SO, textura arenosa-franca a franca com bastante saibro e cascalho e alguma pedra de natureza basáltica e pomítica, compactidade pequena, algumas raízes de bananeira médias e finas, transição irregular e gradual para Ap2;

Ap2 (10/15-30/35cm): Horizonte de cor escura, muito rico em SO, textura arenosa-franca com muito saibro, cascalho e pedra de natureza basáltica e pomítica, compactidade média, muitas raízes de bananeira grossas, médias e finas, transição abrupta para C;

C ($>30/35\text{cm}$): camada pedregosa de escórias basálticas muito alteradas com pouca terra fina.

Na **figura 2**, apresenta-se as morfologias do perfil cultural do solo e do sistema radicular da bananeira.



Legenda:

- Perfil aberto paralelamente à vala de plantação;
- Existência de duas camadas (0-10cm e 15-30cm) de cor muito escura de grande acumulação de SO;
- Maior densidade de raízes grossas e longas com trajetórias horizontais na camada 15-30cm;
- Camada 10-15cm de cores pardacentas e escuras resultante da mistura heterogênea da terra com SO;
- Material litológico abaixo dos 35cm de profundidade.



Janeiro de 2020

Ap1 (0-15cm): Horizonte de cor parda-escura, rico em SO, textura arenosa-franca a franca com bastante saibro e cascalho e alguma pedra de natureza basáltica e pomítica, compactidade média, raras raízes grossas de bananeira já mortas, transição irregular e evidente para Ap2;

Ap2 (15-30/35cm): Horizonte de cor parda-escura, rico em SO, textura arenosa-franca com muito saibro, cascalho e pedra de natureza basáltica e pomítica, compactidade média, muitas raízes grossas já mortas de bananeira, transição abrupta para C;

C (>35/40cm): camada pedregosa de escórias basálticas muito alteradas com pouca terra fina.

Nas **figuras 3.a. e 3.b.** apresenta-se o perfil cultural do solo e a morfologia do sistema radicular da bananeira após corte.



Figura 3.a. Perfil cultural do solo

Legenda:

- ▶ Forte acumulação de detritos orgânicos à superfície do solo;
- ▶ Horizonte Ap1 (0-15cm) de cor parda-escura com raras raízes grossas irregularmente distribuídas;
- ▶ Horizonte Ap2 (15-30cm) de cor parda-escura com muitas raízes grossas mortas regularmente distribuídas;
- ▶ Material litológico abaixo dos 35/40cm de profundidade.



Figura 3.b. Morfologia do sistema radicular da bananeira após corte

Legenda:

- › Lado esquerdo, perfil cultural da figura 2.a.;
- › Lado direito, toça da bananeira após corte com remoção do pseudo-caule;
- › Muitas raízes grossas mortas na base da toça à profundidade dos 15/20cm;
- › Todas as raízes grossas estão mortas.

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

Com base nas amostras de terra compósitas (3 em 1 por parcela) colhidas em outubro de 2017, camada 0-15cm, caracterizou-se a granulometria, 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 1.4.

Com base nas amostras de terra compósitas (4 em 1 por parcela) colhidas em janeiro de 2018, camadas 0-15cm e 15-30cm, caracterizou-se as variáveis físicas, físico-químicas e químicas do solo. Os dados analíticos são apresentados integrados nos quadros 1.1. a 1.4.

Quadro 1.1. Granulometria da terra fina (TF)

N	Areia total (AT)	Limo (L)	Argila (A)
		Percentagem (%)	
		$\mu \pm \sigma$	
4	59,8±2,5	28,1±3,5	11,9±1

Trata-se de um solo da classe textural franca, com 60% de AT, 28% de L e 12% de A e 20% de saibro + cascalho (pedras excluídas).



Quadro 1.2. Constantes de humidade e condutividade elétrica (CE)

Camada	Ano	N	% (m/m) do Teor em água			CE
			15bar	1/3bar	Au	dS/m
0-15cm	2017	4	21,1±3,4	43,7±2,1	22,5±1,5	0,9±0,4
	2018	4	21,4±1,5	44,5±1,8	23,0±1,0	
	Média		21,3	44,1	22,8	
15-30cm	2018	4	31,3±3,4	53,8±3,6	22,4±1,9	

Regista-se uma maior retenção de água na camada 15-30cm por apresentar teor em Ct mais elevado do que a camada 0-15cm, mas a água útil (Au) é semelhante, e classificada de média -alta. A CE é classificada muito baixa.

Quadro 1.3. Complexo de troca e bases de troca

Ano: 2017			Complexo de troca e bases de troca						
Camada	Ano	N	Ca	Mg	Na	K	S	T	V ⁽¹⁾
			cmolc/kg						%
0-15cm	2017	4	24,4±6,2	8,8±2,6	1±0,1	5,7±1,1	40±9,9	36,5±5,5	100,0
	2018	4	24,4±4,9	8,2±2,1	0,7±0,1	4,5±0,9	37,9±8,7	36,1±5,3	100,0
	Média		24,4	8,5	0,85	5,1	38,95	36,3	100,0
15-30cm	2018	4	33,3±2,5	10,6±1	1,5±0,1	4,5±2	50,1±4,3	43,7±3	100,0

⁽¹⁾ O grau de saturação (V), calculado S/Tx100, quando superior a 100 é ajustado para 100

Ambas as camadas apresentam capacidade de troca catiónica alta (T>35 cmol_c/kg), mas mais a camada 15-30cm, resultante do maior teor em Ct. O complexo de troca saturado em bases apresenta cerca de 65% de cálcio, 20% de magnésio, 10% de potássio e 3% de sódio.

Quadro 1.4. Teores em carbono total, humificado e particulado

Camada	Ano	N ⁽¹⁾	Ct ⁽²⁾	Ch	Cp	
			g/kg	g/kg	%	%
0-15cm	2017	4	76±15,6	38,9±8,4	52,2±10,9	47,7±10,9
	2018	4	66,8±12,5	31,6±5,3	47,6±6,4	52,3±6,4
	Média		71,4	35,3	49,9	50,0
15-30cm	2018	4	105,2±18,7	31,7±10,9	29,6±4,9	70,3±4,9

⁽¹⁾ Uma amostra compósita por parcela

⁽²⁾ Determinado por via húmida

As percentagens de carbono humificado (Ch) e de carbono particulado (Cp) são semelhantes (50:50) na camada 0-15cm, mas de 30% de Ch e de 70% de Cp na camada 15-30cm. Quanto maior a % de Ch maior é a resistência à decomposição microbiana e quanto maior a % de Cp maior será a taxa de decomposição e, consequentemente, maior serão os quantitativos em NPK libertados.



Neste meio edafológico (clima-solo), o volume do solo rizosférico da cultura da bananeira não ultrapassa os 30/35cm de profundidade. A concentração de raízes é maior na camada 15-30cm comparativamente à camada 0-15cm, porque aquela não só apresenta maior proporção de SO, consequentemente teores em NPK mais elevados e maior retenção de água, bem como a profundidade da cova de plantação e a orientação das raízes emitidas pela toija, com orientação horizontal e não ascendente, determinam a distribuição das raízes.

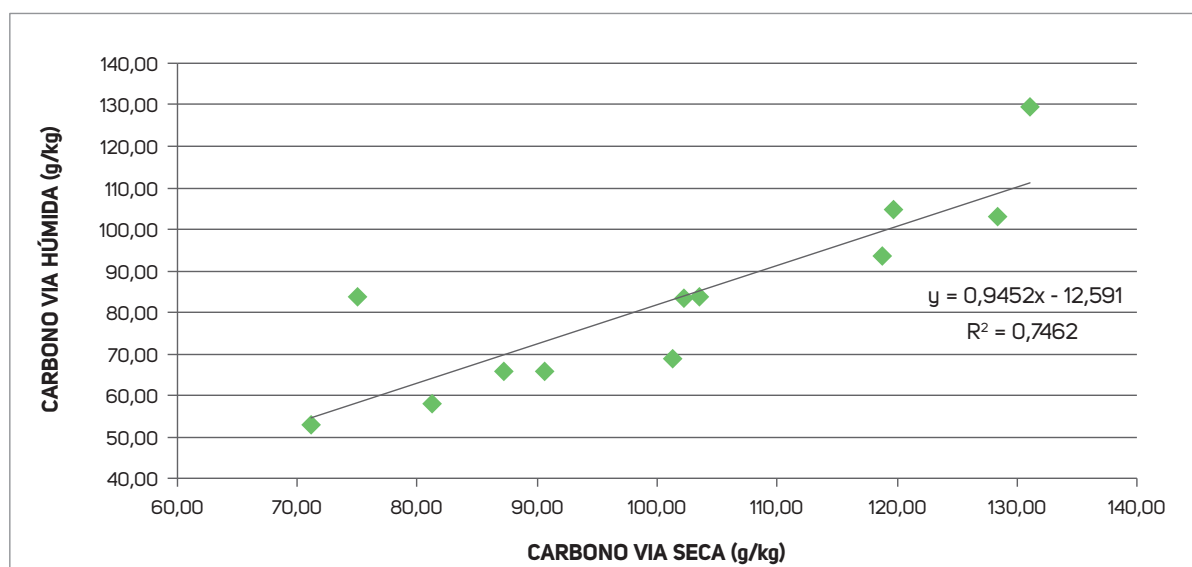
3.3. Correlações estatísticas entre o carbono determinado por via seca versus via húmida

A determinação do Ct por via seca (calcinação) corresponde ao método oficial no caso dos substratos orgânicos, o qual é de menor custo analítico e mais expedito, mas menos precisa 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 a respetiva correlação.

Procurou-se ultrapassar esta situação reunindo 10 amostras de solos de grande contraste quanto ao carbono total submetendo-as aos métodos da calcinação versus oxidação por via húmida.

Os dados que serviram de base para a regressão (**figura 4**), obtidos no local e com cultura da bananeira, são apresentados no **anexo I**.

Figura 4. Regressão do carbono total por via seca versus carbono total por via húmida



O método da calcinação comparativamente ao método da oxidação sobreavalia, no intervalo 80-120g/kg, os teores em Ct em 17 a 19g/kg.



3.4. Resultados analíticos do carbono total, azoto total, fósforo e potássio assimiláveis, pH; CaO e MgO e análise estatística

Os resultados analíticos de todas as variáveis estudadas e a análise estatística é apresentada nos subcapítulos 3.4.1 e 3.4.2.

3.4.1. Resultados analíticos por camadas (0-15cm e 15-30cm), quartéis (1 a 4) e datas (out/17, jan/18 e jan/20).

Nos quadros 3.4.1. a 3.4.5. são apresentados os teores médios e desvio padrão por camadas para as três datas de amostragem das variáveis Ct, Nt, P2O5, K2O, pHH2O, pHKCl, CaO e MgO.

Quadro 3.4.1.1. Teores em carbono total e variação média

Camadas	Carbono total (g/kg)							
	Datas						ΔCt (%)	
	n	Out-17	n	Jan-18	n	Jan-20	Jan/18-Out/17	Jan/20-Jan/18
0-15cm	12	94,08±20,37	16	87,81±16,49	8	85,51±19,85	-6,66	-2,62
15-30cm	-	-	16	120,67±18,96	8	87,86±21,44	-	-27,19
Média	-	-	32	104,24±24,17	16	87,69±39,77	-	-15,88

Quadro 3.4.1.2. Significância estatística do Ct, camadas 0-15cm e 15-30cm

Carbono total (g/kg) –camada 0-15cm						
Tukey HSD ^{a,b}						
Camada	Datas	N	Média	Desvio	Subconjunto para alfa = 0.05	
				Padrão	1	2
0-15cm	Out-17	12	94,08	20,37	94,0842	
	Jan-18	16	87,81	16,50	87,8094	
	Jan-20	8	85,51	19,86	85,5125	
					Sig.	0,530
Carbono total (g/kg) – camada 15-30cm						
ANOVA						
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.	
Entre jan/18 e jan/20	5738,688	1	5738,688	14,660	,001	
Nos Anos	8612,152	22	391,461			
Total	14350,840	23				

Não se registam diferenças significativas no Ct entre datas na camada 0-15cm. Contudo, para a camada 15-30cm os valores em Ct registados nas datas de janeiro de 2018 e janeiro de 2020 são estatisticamente distintas. A variação do Ct no período de 2 anos foi de -2,69% (muito baixa) na camada 0-15cm e -27,19% (muito alta) na camada 15-30cm. Estas variações são consistentes com as relações Ch/Cp indicadas anteriormente.



Quadro 3.4.2.1. Teores médios em azoto total e C/N

Camadas	Azoto total (g/kg)					C/N		
	Datas					Datas		
	n	Out-17	Jan-18	n	Jan-20	Out-17	Jan-18	Jan-20
0-15cm	4	6,17±1,58	4,75±0,73	8	3,90±0,61	15,25	18,49	21,93
15-30cm	4	-	5,90±1,28	8	4,17±1,50	-	20,45	21,07
Média		-	5,33±1,14	16	4,03±1,96	-	19,56	21,76

Quadro 3.4.2.2. Significância estatística do Nt, camada 0-15cm

Nt						
Tukey HSD ^{a,b}						
Camada 0-15cm	Datas	Média	DP	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
					1	2
	Out-17	6,17	1,58	4		6,1725
	Jan-18	4,75	0,73	4	4,7525	4,7525
	Jan-20	3,90	0,61	8	3,9000	
	Sig.				,521	,199

Quadro 3.4.2.3. Significância estatística do Nt, camada 15-30cm

Nt – camada 15-30cm					
ANOVA					
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre jan/18 e jan/20	7,970	1	7,970	3,873	,077
Nos Anos	20,579	10	2,058		
Total	28,548	11			

Registam-se, na camada 0-15cm, diferenças no Nt entre a primeira e a última datas, mas os teores em Nt na data intermédia não se distingue nem da primeira nem da segunda data. Os teores médios em Nt são considerados muito altos no primeiro ano e altos no último, apresentando a camada 15-30cm teores mais altos do que a camada 0-15cm, explicados pelos teores mais elevados em Ct daquela. As razões C/N muito altas (C/N>15-20) não tiveram influência negativa no desenvolvimento das plantas, indicativo que o Nt imobilizado temporariamente pela população microbiana não teve implicações negativas naquelas.



Quadro 3.4.3.1. Variável pH e significância estatística: camada 0-15cm

pH						
Tukey HSD ^{a,b}						
Camada 0-15cm	Datas	Média	DP	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
					1	2
	Out-17	7,44	0,16	4	7,4375	
	Jan-18	7,49	0,16	4	7,4850	
	Jan-20	7,35	0,24	8	7,3500	
	Sig.					,580
Camada 15-30cm						
	Jan-18	7,41	0,20	4		
	Jan-20	7,39	0,54	8		

Quadro 3.4.3.2. Significância estatística: camada 15-30cm

pH – camada 15-30cm					
ANOVA					
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre jan/18 e Jan/20	,001	1	,001	,004	,952
Nos Anos	2,150	10	,215		
Total	2,151	11			

Não se registam diferenças significativas entre datas para a variável pH. Este encontra-se próximo do limite superior do intervalo neutro, logo cerca de 1 unidade menos do que o pH do SO, e dentro do intervalo de pH ótimo para a bananeira (6,5<pH<7,5).

Quadro 3.4.4.1. Teores médios em P₂O₅ e significância estatística: camada 0-15cm

P ₂ O ₅						
Tukey HSD ^{a,b}						
Camada 0-15cm	Datas	Média	DP	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
					1	2
	Out-17	302,73	143,00	4	302,7300	
	Jan-18	384,12	170,29	4	384,1175	
	Jan-20	384,79	255,19	8	384,7875	
	Sig.	,827				
Camada 15-30cm	Datas	Média	DP	N		
	Out-17	-	-	-		
	Jan-18	1184,11	218,93	4		
	Jan-20	598,34	313,92	8		



Quadro 3.4.4.2. Significância estatística: camada 15-30cm

P ₂ O ₅ – camada 15-30cm					
ANOVA					
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre jan/18 e Jan/20	914984,456	1	914984,456	10,976	,008
Nos Anos	833633,768	10	83363,377		
Total	1748618,224	11			

Não se registam diferenças significativas entre datas para a camada 0-15cm, mas a camada 15-30cm apresenta diferença significativa entre a primeira e a última data. Os teores médios, muito elevados (>200mg/kg) em ambas as camadas, são muito mais elevados na segunda camada comparativamente à primeira.

Quadro 3.4.5.1. Teores médios em K₂O e significância estatística

K ₂ O						
Tukey HSD ^{a,b}						
	Datas	Média	DP	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
					1	2
Camada 0-15cm	Out-17	2500,45	665,64	4		2500,4500
	Jan-18	1638,78	191,02	4	1638,7750	1638,7750
	Jan-20	935,68	311,97	8	935,6750	
	Sig.				,112	,051
Camada 15-30cm	Out-17	-	-	-		
	Jan-18	2923,33	469,08	4		
	Jan-20	1034,39	312,18	8		

O teor médio em K₂O na data intermédia não se distingue dos teores médios nas primeira e última datas, mas os teores da primeira data são distintos da última. O decréscimo em K₂O na camada 0-15cm nos últimos 2 anos, de 703mg/kg, é muito menos acentuado do que na camada 15-30cm, de 1889mg/kg, **mas ambos os decréscimos são considerados muito elevados e reveladores de um grande consumo em potássio pela bananeira.**

Quadro 3.4.5.2. Significância estatística: camada 15-30cm.

K ₂ O – camada 15-30cm					
ANOVA					
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre jan/18 e Jan/20	9514893,010	1	9514893,010	70,885	,000
Nos Anos	1342303,796	10	134230,380		
Total	10857196,810	11			



Em termos nutricionais o conforto ao longo de todo o período foi muito elevado, sendo de prever que se mantenha por mais anos, com evidentes reflexos sobre o desenvolvimento das plantas e a produção. **Não foram registadas disfunções entre o muito forte desenvolvimento das plantas e a qualidade do cacho de bananas.**

3.5. Biometria das plantas

Na ausência de financiamento específico não foi possível monitorizar a biometria das plantas plantadas com filhas do campo de Ponta Garça. As observações de campo revelaram-nos que a primeira produção é sempre fraca e irregular. Só a partir do 2º ano de produção, a partir das plantas nascidas no local, é que o desenvolvimento das plantas e a produção normalizam. A experiência do staff técnico e dos trabalhadores na condução da cultura é muito relevante para a otimização da produção com qualidade. **Embora se observem diferenças entre a morfologia dos cachos, das pencas e dos figos, das 3 variedades de bananeiras, estas nunca foram metodicamente estudadas.** Todas as variáveis biométricas das plantas de São Roque apresentam valores superiores às do campo de Ponta Garça, explicados em larga medida pela maior proteção aos ventos.

O vigor das plantas é um índice muito utilizado nas avaliações dos campos de cultura, ainda que agronomicamente falando, possam existir disfunções entre vigor e qualidade da produção, situação não registada neste e noutros campos de ensaio com cultura da bananeira.

Na **figura 5**, apresenta-se foto relativa ao vigor das plantas no ano de 2020.



Legenda:

- Plantas muito altas, perímetro do pseudocaule muito grande, folhas largas, bons cachos e com muitas filhas de tamanho médio e pequeno.



O **SO-MUSAMI** estimula não apenas o enraizamento como o afilhamento das plantas mães.

Na **figura 6**, apresenta-se foto relativa ao afilhamento das plantas no momento do desbaste para aproveitamento de filhas.



Legenda:

- › Plantas mães com grande desenvolvimento do pseudo-caule, elevado número de folhas muito largas e elevado número de filhas muito desenvolvidas.

3.6. Produção de bananas

A produção dos campos de São Roque (2300m²) e de Ponta Garça (2000m²), áreas cadastradas, e 2000m² e 1750m² respetivamente de áreas uteis de plantação, teve de ser tratada conjuntamente, ainda que existam diferenças significativas entre ambos. A saber:

- › O solo do campo de São Roque, delgado e pedregoso, apresenta um potencial produtivo menor do que o campo de Ponta Garça. Contudo, as condições climáticas (mais radiação), são melhores, bem como a proteção aos ventos, o que faz do bananal de S Roque um campo de cultura em que as plantas apresentam maior desenvolvimento e produção mais elevada do que o campo de Ponta Garça;
- › Estima-se que a partir do 2º ano de produção São Roque represente 60% do total da produção por há dos dois campos;
- › Nos meses de junho, julho e agosto o campo de São Roque **é regado com uma dotação tripla** da do campo de Ponta Garça, **por aquele ter disponibilidade em água de rega bastante mais económica;**



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 há maior incidência de pragas.

Os resultados dos anos 2020 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 e limpas, 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 dos 60% e nos meses mais críticos (julho e agosto) fica abaixo dos 50%. A produção no período mais frio é bastante menor (cerca de 40%) 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, e coloca dificuldades maiores no cumprimento do calendário na aplicação dos produtos fitossanitários. 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 dos pontos de vista da qualidade da produção (condução e fitossanidade do bananal), **da comercialização do produto** (classificação do fruto por categorias (tamanho) que nada têm a ver com as condições locais de produção e com a qualidade do fruto), bem como encontrar **alternativas para a produção sem escoamento para o consumo direto, que ainda há um longo caminho a percorrer.**

A gravidade destas últimas questões estão 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 qual varia com os fatores edafológicos, mas também com as práticas culturais.

O enriquecimento do solo em MO estimula o desenvolvimento de todas as variáveis biométricas (altura, perímetro do caule, número de folhas e superfície foliar) que caracterizam a planta, incluindo o número de pencas que formam o cacho e o desenvolvimento dos figos. Mas se o potencial vegetativo não for devidamente controlado, com desbastes e corte de folhas velhas e novas, de modo a garantir o arejamento e a entrada de luz (radiação) no interior do povoamento, toda a produção é afetada, com perdas muito acentuadas no produto comercial e na qualidade.

Situações extremas, como ventos fortes e acentuado stress hídrico nos meses de verão, causam danos severos nas plantas e na produção, com repercussões que se estendem para além do ciclo cultural corrente.

Tendo presente as limitações acima referidas e que no final de 2019 o campo de cultura estava estabilizado, apresenta-se, nos **quadros 3.6.1. a 3.6.3.**, as produções registadas nos anos de 2020 a 2022.



Quadro 3.6.1. Produção de 2020

Produção de bananas: Ponta Garça + São Roque: 2020			
Mês	Guias	Faturação	Aproveitamento
	Kg	Kg	%
1	340	575 (1)	?
2	263	409 (1)	?
3	222	504 (1)	?
4	802	724	90,27
5	1713	1563	91,24
6	1085	961	88,57
SubTotal	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
SubTotal	10930	6032	57,66
Totais	15355	11038	65,73⁽²⁾
t/ha	36 ^(a)	40,95 ^(b)	

⁽¹⁾ Valores ajustados por causa do POSEI

⁽²⁾ Valor do aproveitamento com exclusão dos meses 1,2, 3

^(a) Área total do prédio (4300m²) incluindo abrigos;

^(b) Área de plantação (3750m²) medida pelo perímetro interior dos abrigos.



Quadro 3.6.2. 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
SubTotal	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
SubTotal	5429	3232	59,53
Total	8433	5713	67,75
t/ha	19,6 ^(a)	22,49 ^(b)	

Quadro 3.6.3. Produção de 2022

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
SubTotal	7085	5247	74,06
7	2025	1138	56,20

^(a) Área total do prédio (4300m²) incluindo abrigos;

^(b) Área de plantação (3750m²) medida pelo perímetro interior dos abrigos.

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 ultrapassa as 26t/ha/ano.

De realçar que o campo de São Roque ao longo dos anos (2018 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 boas, contudo o sistema radicular da bananeira só coloniza o volume do solo que recebeu SO, logo não penetrando abaixo dos 30cm do solo exterior à vala de plantação;
- A reserva em água utilizável é baixa, porque o volume de solo rizosférico é pequeno, consequência da maior pedregosidade, da morfologia do sistema radicular da planta, da litologia e da compactação antrópica do solo abaixo do limite ($\approx 30\text{cm}$) enriquecido com SO;
- Se admitirmos que a espessura do solo rizosférico é de aproximadamente 30cm, que a água utilizável média desta camada é de $0,204\text{m}^3/\text{m}^3$ (teor mássico $0,225\text{kg}/\text{kg}$ de terra fina equivalente a $0,17\text{kg}/\text{kg}$ de terra total) x massa volúmica do solo ($1,2\text{kg}/\text{dm}^3$), concluímos que a água útil (Au) armazenada no solo, na condição de máxima retenção de água do solo é de 61,2mm;
- Atendendo à morfologia da base do pseudocaule, toixa 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 e longevidade do bananal.

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 associada à baixa reserva hídrica do solo rizosférico;
- A rega deficitária ($75\text{mm}/\text{mês}$), aplicada nos meses de junho, julho e agosto, atenua o stress hídrico.

Quanto à evapotranspiração (ET):

- Em condições de elevado conforto hídrico ($Au > 60\%$) e radiação saturante a $ET > 7\text{mm}/\text{dia}$;
- Quando a $Au < 60\%$ a ET decresce progressivamente até valores mínimos de $2\text{mm}/\text{dia}$, representando condições de muito forte stress hídrico;
- Se nos meses de verão (junho a agosto), no período de 15 a 20 dias, não ocorrerem chuvas efetivas, ou seja, que humedecem o solo rizosférico, a bananeira neste ecossistema passa a estar sujeita a stress 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, 5 anos após a aplicação do SO-MUSAMI, do perfil cultural 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 estudo (27M) mostram que a adição maciça de SO ($\approx 100\text{kg/m}^2$) eleva de forma muito significativa e com muito elevada resiliência os teores em Ct do solo e dos nutrientes NPKCaMg, sendo o sistema muito conservativo.

Em média a camada 15-30cm é bastante mais rica em Ct do que a camada 0-15cm, como resultado da técnica de incorporação. A variação média do Ct no período de 2 anos foi de $-2,68\text{g/kg}$, camada 0-15cm, e de $-27,19\text{g/kg}$ na camada 15-30cm, diferenças correlacionadas com as razões C/N entre camadas.

Os teores em P_2O_5 e K_2O mantiveram-se muito altos ($>200\text{mg/kg}$) durante todo o período, sendo bastante mais elevados (cerca do dobro) na camada 15-30cm comparativamente à camada 0-15cm. Os teores em P_{205} mantiveram-se nos últimos 2 anos quase constantes na camada 0-15cm, mas decresceram em 586mg/kg na camada 15-30cm.

Relativamente ao K_2O decresceu 703mg/kg na camada 0-15cm e 1889mg/kg na camada 15-30cm. Trata-se de variações muito significativas reveladoras de um muito elevado consumo em P_2O_5 e K_2O sobretudo na camada 15-30cm, em perfeita correspondência com a muita elevada atividade radicular nesta camada.

Em nenhum momento ou circunstância foi diagnosticada qualquer disfunção entre a riqueza nutricional do solo e o desenvolvimento da planta inteira.

Do exposto, conclui-se que o uso do SO é uma alternativa aos fertilizantes químicos 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 á data desta síntese de resultados (agosto de 2022) o campo de ensaios continua 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 (0-30cm), à plantação, 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 0-15cm apresenta no período de 24 meses uma variação em Ct de -2,68% e a camada 15-30cm de -27,19%.

Os teores em azoto total, fósforo e potássio assimiláveis, mantiveram-se muito altos, $Nt > 4g/kg$, P_2O_5 e $K_2O > 200mg/kg$, durante todo o período de estudo. O abaixamento dos teores em P_2O_5 e K_2O , durante os últimos dois anos, foram na camada 15-30cm de 586mg/kg e de 1889mg/kg, respetivamente, reveladores de uma muito forte absorção radicular nesta camada do solo em nutrientes.

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 registada na cultura e na produção com as concentrações muito elevadas de nutrientes NPK no solo rizosférico.

A incorporação em solos delgados e pedregosos de doses maciças de **SO-MUSAMI** aumenta o potencial produtivo, sendo uma forma muito resiliente de recuperação ambiental e económica sustentáveis, com dispensa total na aplicação de fertilizantes químicos por muitos anos.

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



Anexos

Anexo I

Dados relativos à regressão Ct via seca e Ct via úmida

X (via Seca)	Y (via úmida)	Y=0,9452X-12,591
118,77	93,48	99,7
81,24	58,14	64,2
101,29	68,74	83,1
75,05	83,79	58,3
102,22	83,25	84,0
90,65	65,77	73,1
87,21	65,81	69,8
71,15	52,76	54,7
128,37	102,99	108,7
103,55	83,82	85,3
119,64	104,71	100,5
131,10	129,61	111,3

Anexo II

Análise estatística descritiva: variáveis químicas do solo

Variável Carbono total (Ct)

Ct (camada 0-15cm)								
Datas	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Out 17	12	94,0842	20,36908	5,88005	81,1423	107,0261	65,46	123,39
Jan 18	16	87,8094	16,49502	4,12375	79,0198	96,5989	67,30	122,00
Jan 20	8	85,5125	19,85853	7,02105	68,9104	102,1146	54,40	107,40
Total	36	89,3906	18,38508	3,06418	83,1699	95,6112	54,40	123,39

Ct camada 0-15cm		
Tukey HSD ^{a,b}		
Datas	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
Jan 20	8	85,5125
Jan 18	16	87,8094
Out 17	12	94,0842
Sig.		,530



Ct (camada 15-30cm)								
Datas	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Jan 18	16	120,6650	18,96473	4,74118	110,5594	130,7706	69,70	153,60
Jan 20	8	87,8625	21,43841	7,57962	69,9395	105,7855	46,50	106,70
Total	24	109,7308	24,97898	5,09881	99,1831	120,2785	46,50	153,60

ANOVA					
Ct					
	Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Entre Grupos	5738,688	1	5738,688	14,660	,001
Nos grupos	8612,152	22	391,461		
Total	14350,840	23			

Variáveis azoto total (Nt), fósforo e potássio assimiláveis (P₂O₅, K₂O) e pH

Descritivas (camada 0-15cm)									
		N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
						Limite inferior	Limite superior		
Nt	Out 17	4	6,1725	1,58338	,79169	3,6530	8,6920	4,25	8,04
	Jan 18	4	4,7525	,72862	,36431	3,5931	5,9119	4,32	5,84
	Jan 20	8	3,9000	,61237	,30619	2,9256	4,8744	3,20	4,55
	Total	12	4,9417	1,37451	,39679	4,0683	5,8150	3,20	8,04
P ₂ O ₅	Out 17	4	302,7300	143,00108	71,50054	75,1834	530,2766	131,78	469,86
	Jan 18	4	384,1175	170,29058	85,14529	113,1472	655,0878	213,63	616,24
	Jan 20	8	384,7875	255,18516	127,59258	-21,2690	790,8440	181,85	714,50
	Total	12	357,2117	181,28666	52,33295	242,0276	472,3957	131,78	714,50
K ₂ O	Out 17	4	2500,4500	665,64320	332,82160	1441,2631	3559,6369	1741,20	3362,40
	Jan 18	4	1638,7750	191,01707	95,50854	1334,8242	1942,7258	1471,60	1852,30
	Jan 20	8	935,6750	311,96589	155,98294	439,2677	1432,0823	611,25	1257,20
	Total	12	1691,6333	777,20238	224,35900	1197,8225	2185,4442	611,25	3362,40
pH	Out 17	4	7,4375	,15714	,07857	7,1875	7,6875	7,26	7,64
	Jan 18	4	7,4850	,15546	,07773	7,2376	7,7324	7,31	7,66
	Jan 20	8	7,3500	,23452	,11726	6,9768	7,7232	7,05	7,60
	Total	12	7,4242	,17814	,05143	7,3110	7,5374	7,05	7,66





Nt			
Tukey HSD ^a			
VAR00001	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Jan 20	8	3,9000	
Jan 18	4	4,7525	4,7525
Out 17	4		6,1725
Sig.		,521	,199

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos

^(a) Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 4,000

P ₂ O ₅			
Tukey HSD ^a			
VAR00001	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Out 17	4	302,7300	
Jan 18	4	384,1175	
Jan 20	8	384,7875	
Sig.		,827	

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos

^(a) Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 4,000

K ₂ O			
Tukey HSD ^a			
VAR00001	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Jan 20	8	935,6750	
Jan 18	4	1638,7750	1638,7750
Out 17	4		2500,4500
Sig.		,112	,051

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos

^(a) Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 4,000

pH			
Tukey HSD ^a			
VAR00001	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
Jan 20	8	7,3500	
Out 17	4	7,4375	
Jan 18	4	7,4850	
Sig.		,580	

São exibidas as médias para os grupos em subconjuntos homogêneos

^(a) Usa o Tamanho da Amostra de Média Harmônica = 4,000



Descritivas (camada 0-15cm)									
		N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
						Limite inferior	Limite superior		
Nt	Jan 18	4	5,8975	1,28066	,64033	3,8597	7,9353	4,79	7,74
	Jan 20	8	4,1688	1,49563	,52879	2,9184	5,4191	2,80	7,70
	Total	12	4,7450	1,61099	,46505	3,7214	5,7686	2,80	7,74
P ₂ O ₅	Jan 18	4	1184,1075	218,93330	109,46665	835,7358	1532,4792	917,30	1405,06
	Jan 20	8	598,3438	313,92410	110,98893	335,8966	860,7909	217,50	999,55
	Total	12	793,5983	398,70452	115,09608	540,2736	1046,9231	217,50	1405,06
K ₂ O	Jan 18	4	2923,3250	469,07916	234,53958	2176,9154	3669,7346	2267,80	3310,60
	Jan 20	8	1034,3875	312,18081	110,37258	773,3978	1295,3772	707,00	1657,90
	Total	12	1664,0333	993,48774	286,79521	1032,8013	2295,2653	707,00	3310,60
pH (H ₂ O)	Jan 18	4	7,4050	,20008	,10004	7,0866	7,7234	7,20	7,67
	Jan 20	8	7,3875	,53852	,19039	6,9373	7,8377	6,60	7,93
	Total	12	7,3933	,44220	,12765	7,1124	7,6743	6,60	7,93

ANOVA						
		Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.
Nt	Entre Grupos	7,970	1	7,970	3,873	,077
	Nos grupos	20,579	10	2,058		
	Total	28,548	11			
P ₂ O ₅	Entre Grupos	914984,456	1	914984,456	10,976	,008
	Nos grupos	833633,768	10	83363,377		
	Total	1748618,224	11			
K ₂ O	Entre Grupos	9514893,010	1	9514893,010	70,885	,000
	Nos grupos	1342303,796	10	134230,380		
	Total	10857196,810	11			
pH (H ₂ O)	Entre Grupos	,001	1	,001	,004	,952
	Nos grupos	2,150	10	,215		
	Total	2,151	11			

Estatística por quartéis

Camada 0-15cm

Out-17											
Quartel	n	Ct (g/kg)	Desv. padr.	n	Nt (g/kg)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)	pH (H ² O)	pH (KCl)	CaO (ppm)	MgO (ppm)
1	3	118,77	4,72	1	8,04	469,86	3362,40	7,64	7,05	5577,20	1338,90
2	3	81,24	4,04	1	5,79	258,90	2496,80	7,40	6,64	3175,90	870,90
3	3	101,28	16,63	1	6,61	350,38	2401,40	7,45	6,79	2401,40	1158,40
4	3	75,04	13,54	1	4,25	131,78	1741,20	7,26	6,39	2949,20	680,60
Média	12	94,08		4	6,17	302,73	2500,45	7,44	6,72	3525,93	1012,20
Desv.pad		20,36			1,58	143,00	665,64	0,16	0,28	1405,63	293,28





Jan-18											
Quartel	n	Ct		n	Nt	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	pH	CaO	MgO
		(g/kg)	desvio padrão								
1	4	102,22	22,30	1	4,49	616,24	1852,30	7,56	6,82	5502,30	966,50
2	4	90,66	11,18	1	4,36	320,51	1471,60	7,41	6,55	3306,10	683,40
3	4	87,21	7,72	1	5,84	386,09	1747,60	7,66	6,64	3766,40	837,20
4	4	71,15	4,51	1	4,32	213,63	1483,60	7,31	6,30	3117,70	621,40
Média	16	87,81		4	4,75	384,12	1638,78	7,49	6,58	3923,13	777,13
Desv.pad		16,49			0,73	170,29	191,02	0,16	0,22	1087,47	155,46

Jan-20											
Quartel	n	Ct		n	Nt	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	pH	CaO	MgO
		(g/kg)	desvio padrão								
1	2	106,50	1,27		3,20	714,50	1257,20			7,60	
2	2	98,70	6,22		3,60	458,20	611,25			7,45	
3	2	73,65	7,71		4,55	184,60	733,00			7,05	
4	2	63,20	12,45		4,25	181,85	1141,25			7,30	
Média	8	85,51			3,90	384,79	935,68			7,35	
Desv.pad		19,85			0,61	262,67	429,15			0,29	

3 datas

Quartel	n	Ct (g/kg)	n	Nt (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)	K ₂ O (ppm)	pH (K ₂ O)	pH (KCl)	CaO (ppm)	MgO (ppm)
Out-17										
Média	12	94,08	4	6,17	302,73	2500,45	7,44	6,72	3525,93	1012,20
Desv.pad		20,36		1,58	143,00	665,64	0,16	0,28	1405,63	293,28
Jan-18										
Média	16	87,81	4	4,75	384,12	1638,78	7,49	6,58	3923,13	777,13
Desv.pad		16,49		0,73	170,29	191,02	0,16	0,22	1087,47	155,46
Jan-20										
Média	8	85,51	8	3,90	384,79	935,68	7,35			
Desv.pad		19,85		0,83	262,67	429,15	0,29			

Camada 15-30 cm

Jan-18											
Quartel	n	Ct		n	Nt	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH	pH	CaO	MgO
		(g/kg)	desvio padrão								
1,00	4,00	128,37	6,22	1,00	5,65	1100,41	3206,50	7,67	6,90	6700,50	1039,40
2,00	4,00	103,55	28,46	1,00	5,41	917,30	2267,80	7,32	6,76	4739,70	995,60
3,00	4,00	119,64	8,60	1,00	4,79	1405,06	2908,40	7,43	6,69	6941,10	1214,70
4,00	4,00	131,10	16,10	1,00	7,74	1313,66	3310,60	7,20	6,52	6692,60	905,10
Média	16,00	120,67		4,00	5,90	1184,11	2923,33	7,41	6,72	6268,48	1038,70
Desv.pad		18,96			1,28	218,93	469,08	0,20	0,16	1025,69	129,98





Jan-20							
Quartel	n	Ct		Nt	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH
		(g/kg)	desvio padrão	(g/kg)	(ppm)	(ppm)	(H ₂ O)
1	2	86,30	5,94	3,53	684,73	1453,45	7,70
2	2	105,85	1,20	3,75	518,10	1064,55	7,80
3	2	102,00	5,23	5,85	931,80	805,20	6,85
4	2	57,30	15,27	3,55	258,75	814,35	7,20
Média	8	87,86		4,17	598,34	1034,39	7,39
Desv.pad		21,44		1,50	313,92	312,18	0,54

Quartel	n	Ct (g/kg)	n	Nt (g/kg)	P ₂ O ₅ (g/kg)	K ₂ O (ppm)	pH (K ₂ O)	pH (KCl)	CaO (ppm)	MgO (ppm)
Jan-18										
Média	16	120,67	4	5,90	1184,11	2923,33	7,41	6,72	6268,48	1038,70
Desv.pad		18,96		1,28	218,93	469,08	0,20	0,16	1025,69	129,98
Jan-20										
Média	8	87,86	8	4,17	598,34	1034,39	7,39			
Desv.pad		21,44		1,50	313,92	312,18	0,54			

Anexo III:

Dados laboratoriais

Out-17							
Camada	Parcela	Ct	Nt (g/kg)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)	CaO (ppm)	MgO (ppm)
0-20 cm	1	123,39	8,04	469,86	3362,4	5577,2	1338,9
		113,95					
		118,98					
	2	84,81	5,79	258,9	2496,8	3175,9	870,9
		82,05					
		76,85					
	3	105,57	6,61	350,38	2401,4	2401,4	1158,4
		82,93					
		115,35					
	4	90,53	4,25	131,78	1741,2	2949,2	680,6
		65,46					
		69,14					





Jan-18							
Camada	Parcela	Ct	Nt (g/kg)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)	CaO (ppm)	MgO (ppm)
0-20 cm	1	122,00	4,49	616,24	1852,3	5502,3	966,5
		88,50					
		120,33					
		78,05					
	2	91,65	4,36	320,51	1471,6	3306,1	683,4
		86,94					
		78,66					
		105,37					
	3	75,73	5,84	386,09	1747,6	3766,4	837,2
		91,28					
		92,11					
		89,73					
	4	69,96	4,32	213,63	1483,6	3117,7	621,4
		67,30					
		69,66					
		77,68					
20-40 cm	1	125,97	5,65	1100,41	3206,5	6700,5	1039,4
		137,39					
		123,16					
		126,97					
	2	102,12	5,41	917,3	2267,8	4739,7	995,6
		103,02					
		139,35					
		69,70					
	3	116,62	4,79	1405,06	2908,4	6941,1	1214,7
		119,37					
		131,46					
		111,11					
	4	117,70	7,74	1313,66	3310,6	6692,6	905,1
		153,60					
		131,58					
		121,52					

Resultados janeiro 2020:

A - Zona de composto

B - Zona de terra



Quartel 1						
Perfil	Camada	Carbono (g/kg)	pH(H ₂ O)	Azoto (g/kg)	Fósforo (mg/kg)	Potássio (mg/kg)
1	0-15 cm	105,6	7,8	3,8	592,1	1485,6
1	15-30 cm	93,3	8,0	3,7	369,9	1285,5
1	30-35 cm	48,5	7,7	2,4	em falta	1139,5
2	0-15 cm	107,4	7,4	2,6	836,9	1028,8
2	15-30 cm	96,0	7,5	4,0	1256,0	1778,8
2	30-35 cm	74,0	7,4	2,7	230,2	1295,2
3	0-15 cm A	90,7	7,4	3,2	303,3	923,7
3	15-30 cm A	100,7	7,8	6,3	403,0	1207,7
3	0-15 cm B	103,8	7,4	3,6	671,0	1054,9
Média	0-15 cm	101,2 ± 9,1	7,5 ± 0,2	3,2 ± 0,5	577,4 ± 267,1	1146 ± 298,7
Média	15-30 cm	96,6 ± 3,7	7,7 ± 0,2	4,6 ± 1,3	676,2 ± 502,3	1424 ± 309,7
Média	30-35 cm	61,2 ± 18	7,5 ± 0,2	2,5 ± 0,2	em falta	1217,3 ± 110,1

Quartel 2						
Perfil	Camada	Carbono (g/kg)	pH(H ₂ O)	Azoto (g/kg)	Fósforo (mg/kg)	Potássio (mg/kg)
1	0-10 cm	94,3	7,4	4,0	425,7	715,9
1	10-30 cm	106,7	7,7	3,9	540,3	973,0
2	0-15 cm	103,1	7,5	3,2	490,7	506,6
2	15-30 cm	105,0	7,9	3,6	495,9	1156,1
3	0-35 cm A	109,0	7,6	2,9	514,7	1123,3
3	0-35 cm B	53,7	7,7	2,6	23,5	1368,0
Média	0-15 cm	98,7 ± 6,2	7,4 ± 0	3,5 ± 0,5	458,1 ± 46	611,2 ± 147,9
Média	15-30 cm	105,8 ± 1,1	7,8 ± 0,1	3,7 ± 0,1	518 ± 31,3	1064,5 ± 129,4

Quartel 3						
Perfil	Camada	Carbono (g/kg)	pH(H ₂ O)	Azoto (g/kg)	Fósforo (mg/kg)	Potássio (mg/kg)
1	0-15 cm	79,1	7,1	4,1	250,3	733,8
1	15-30 cm	105,7	6,9	7,7	988,3	849,1
2	0-15 cm	68,2	7,0	5,0	118,9	732,2
2	15-35 cm	98,3	6,8	4,0	875,3	761,3
3	0-15 cm	103,5	7,5	6,2	572,2	934,6
3	15-35 cm	110,6	7,3	6,9	1178,9	1155,6
Média	0-15 cm	83,5 ± 18	7,2 ± 0,2	5 ± 1	313,7 ± 233,2	800,1 ± 116,4
Média	15-30 cm	104,8 ± 6,2	7 ± 0,2	6,1 ± 1,9	1014,2 ± 153,4	922 ± 206,9



Quartel 4						
Perfil	Camada	Carbono (g/kg)	pH(H ₂ O)	Azoto (g/kg)	Fósforo (mg/kg)	Potássio (mg/kg)
1	0-15 cm	54,4	7,0	3,5	21,3	603,2
1	15-30 cm	68,1	6,6	4,3	217,5	707,0
2	0-15 cm	72,0	7,6	5,0	342,4	1679,3
2	15-35 cm	46,5	7,8	2,8	300,0	921,7
3	0-20 cm A	56,2	7,2	1,9	26,9	1124,0
3	20-35 cm A	82,3	6,7	4,4	297,5	417,5
3	0-20 cm B	49,5	7,4	1,9	em falta	1184,3
3	20-35 cm B	39,9	6,4	1,7	em falta	389,4
Média	0-15 cm	60,8 ± 9,6	7,2 ± 0,3	3,4 ± 1,5	130,1 ± 183,7	1135,4 ± 538,1
Média	15-30 cm	65,6 ± 18	7 ± 0,6	3,8 ± 0,8	271,6 ± 46,9	682 ± 253





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

