



MUSAMI

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

Geramos valor para a natureza



AVALIAÇÃO DO SUBSTRATO ORGÂNICO DA **MUSAMI** (SO-MUSAMI) NA PRODUTIVIDADE DO MILHO FORRAGEIRO



OUTUBRO 2024

Projeto financiado pela MUSAMI – OPERAÇÕES MUNICIPAIS DO AMBIENTE, EIM, SA

RELATÓRIO ELABORADO POR:

Carlos Manuel de Arruda Pacheco

COM A COLABORAÇÃO DE:

Eng^a. Maura Silva

AGRADECIMENTOS:

Ao senhor Eduardo Botelho Pereira, pela disponibilização do terreno e apoio no trabalho de campo.



ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	4
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4. CONCLUSÕES.....	9



1. INTRODUÇÃO

Numa parcela de terreno localizada na freguesia da Maia, ilha de São Miguel–RAA, com cerca de 1,39 ha (10 alqueires), vocacionada para a rotação “mistura de azevém com leguminosas seguida de milho forrageiro”, propriedade de Eduardo Pereira, o qual, em janeiro de 2024, adquiriu e distribuiu sobre a superfície do terreno uma dose média do SO-MUSAMI, incorporado na massa do solo à profundidade aproximada de 0,25m, antecedida de passagem prévia de fresa, seguido de roto terra com distribuição e enterramento da mistura de triticale, azevém, ervilhaca e trevo violeta.

Em maio, procedeu-se à avaliação global do comportamento da cultura, produção forrageira, corte e preparação do terreno para a sementeira do milho, bem como dos acidentes na cultura, provocados pelo acréscimo de compacidade das zonas do terreno mais afetadas pelo trânsito das máquinas, ocorrido em período muito húmido, com consequências negativas sobre o desenvolvimento da cultura.

Para a sementeira do milho, o terreno foi dividido em duas parcelas semelhantes em dimensão. Uma foi submetida às operações de lavoura e fresagem, seguida de sementeira com semeador de precisão. A outra parcela foi submetida ao sistema cultural designado por sementeira direta (SD), realizada com semeador de precisão apropriado.

Em setembro do mesmo ano, procedemos à amostragem do milho para avaliação do rendimento da planta total, componentes folhas, caules e maçarocas, para além de outras variáveis, como altura das plantas, número de pés por m², número de falhas e de pés duplos, as quais aportam informação adicional à condução cultural.

Era suposto, com base noutro ensaio de igual índole, com a duração de 4 anos, que o SO-MUSAMI seria o único fornecedor de nutrientes à planta, mas o proprietário entendeu adicionar fertilizantes, quantificados abaixo, a ambos os sistemas, lavoura versus SD, no pressuposto que assim estaria a potenciar a produtividade.

A **MUSAMI** – Operações Municipais do Ambiente, EIM, SA entendeu, mesmo nestas condições, apoiar o produtor, determinando a elaboração de relatório interpretativo sobre os resultados alcançados.

De salientar que, para além do estudo sobre o sistema planta, também o sistema solo foi analisado, sendo neste relatório apenas apresentados os aspetos relativos ao desenvolvimento dos sistemas radiculares e do quimiotropismo que desenvolvem na presença do SO-MUSAMI.



2. MATERIAL E MÉTODOS

Em janeiro de 2024, foram incorporadas no terreno, com charrua de 3 ferros, 28t/ha de SO-MUSAMI e de seguida a sementeira da cultura forrageira. De maio a setembro, esta deu lugar à cultura do milho para forragem.

O terreno foi dividido em 2 parcelas, uma destinada ao tratamento A e outra ao tratamento B. Posteriormente, o B foi subdividido em 2 parcelas desiguais, dando lugar a menor ao tratamento C. Tratamentos A, B e C, sendo A com preparação do solo com lavoura seguido de fresagem e B e C com sementeira direta. Para além da incorporação do SO-MUSAMI no solo, foram adicionados fertilizantes minerais, tanto à sementeira como adubação foliar no período que antecede a floração. O tratamento A, à sementeira, recebeu adubo mineral tanto nas tremonhas pequenas (adubo STARTER 10-48-0+zinco (1%), 25kg/ha), como na grande (175kg /ha de Ureia a 46%, (46-0-0). Os tratamentos B e C, receberam adubo STARTER (25kg/ha) na única tremonha do semeador de sementeira direta. O tratamento C, não recebeu adubo foliar, por falha na previsão do volume de fertilizante necessário para todo o terreno, tendo, mais tarde, recebido uma dose fraca de adubo nitro-amoniaco. Aplicaram-se os seguintes adubos foliares: AMINOVIT Vigorion + FOLITOP AminoNitro, nas concentrações de 2,5kg/ha /400L.

A variedade do milho (ciclo 500) foi a DEKALB 5911.

A unidade de amostragem formada por duas linhas de milho adjacentes ao longo de 2m e compassos de 0.6m nos tratamentos B e C (área de amostragem de 2,40m²) e 0,65m no tratamento A (área de amostragem de 2,60m²), sendo o número de repetições por tratamento igual a seis.

Variáveis quantificadas: número de pés e de maçarocas, peso total da planta inteira e das componentes folhas, caules e maçarocas e percentagem relativa à planta total destas. Determinação do teor em água das componentes folhas, caules e maçarocas, para conversão da matéria verde em matéria seca. Cálculo do teor em água da planta inteira, pela diferença entre o peso total da planta verde e o peso em matéria seca do somatório das suas componentes.

As plantas foram colhidas durante a manhã, com tempo seco, e pesadas após o almoço na estufa do INOVA, na Ribeira Grande, incluindo os totais das componentes folhas, caules e maçarocas.

Para a determinação dos teores em água tomaram-se três subamostras representativas das folhas, caules e maçarocas, as quais foram postas a secar em tabuleiros de alumínio, em estufa de produção hortícola (temperaturas máximas diárias no intervalo 50-55°C), durante 18 dias. Ao 14º dia, foram retiradas três (uma por tratamento) subamostras de folhas, caules e maçarocas, para secagem em estufa a 70°C.

Modo processual:

- ▶ Tomada de subamostras representativas de folhas, caules e maçarocas, sua pesagem e colocação em tabuleiros de alumínio;
- ▶ Tempos de pesagens: Início, ao 14º dia e 18º dia;
- ▶ Secagem em estufa a 70°C durante 72 horas de 9 amostras (3 folhas, 3 caules, 3 maçarocas).

Cálculos:

- ▶ Teores em água aos 14º e 18º dias;
- ▶ Teores em água de amostras secas em estufa hortícola durante 14 dias e posteriormente colocadas durante 72 horas em estufa a 70°C;
- ▶ Adição aos teores em água determinados ao 18º dia a perda em água das amostras secas em estufa a 70°C durante 72 horas.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade média do ferrejo foi de 34t/ha de matéria verde, cerca de 28 rolos.

Morfologia do milho à colheita: plantas verdes, com o grão em estado ainda ligeiramente precoce para corte. Pequenas diferenças morfológicas quanto ao estado de secura entre tratamentos, sendo menor no B.

Na tabela 1, apresentamos os teores em água das amostras no processo de secagem fracionada.

Tabela 1 - Secagem fracionada e teores em água

Tratamentos	Diferença entre os teores em água ao 14º e 18º dias		
	Folhas (%)	Caules (%)	Maçarocas (%)
A=B=C	2,08	10,45	5,03
Perda de água em estufa a 70°C durante 72 horas			
A=B=C	7,97	8,31	20,77
Teores em água em estufa de produção ao 18º dia			
A	70,93	77,80	28,65
B	72,69	78,55	30,93
C	68,40	75,17	32,06
Teores totais em água (%)			
A	78,90	86,11	49,42
B	80,66	86,86	51,70
C	76,37	83,48	52,83

No processo de secagem fracionada, primeiro em estufa de plástico de produção hortícola, depois complementada em estufa de secagem (70°C) durante 72 horas, verifica-se que os teores em água das folhas e dos caules representam cerca do dobro das maçarocas, componente de mais lenta dessecação. Contudo, na estufa a 70°C, a perda de água das maçarocas é cerca de 2,5 vezes superior à das folhas e caules, estas muito semelhantes entre si. No final, os teores em água dos caules são significativamente maiores do que nas folhas e estes muito superiores aos das maçarocas, sendo as diferenças entre os tratamentos muito pequenas. Não foi possível colocar, por mais tempo, as amostras com maçarocas em estufa a 70°C.

Os resultados da produção por ha de biomassa verde e seca da planta total e das componentes folhas, caules e maçarocas, são apresentados nas tabelas 2.a) a 2.c).

Tabela 2.a) - Produção de matéria verde e seca da planta total e componentes

Tratamentos	Produção (t/ha)		Produção das componentes da planta (t/ha)					
	Planta total		Folhas		Caules		Maçarocas	
	Verde	Seca	Verde	Seca	Verde	Seca	Verde	Seca
A	85,60	33,10	14,17	2,67	36,64	5,08	34,79	25,35
B	77,40	23,90	12,78	2,47	27,83	3,66	36,79	17,77
C	58,50	19,10	7,94	1,88	21,65	3,58	28,91	13,64



Verifica-se que o tratamento A produziu comparativamente a B mais 8,2t/ha de biomassa verde e mais 9,2t/ha de matéria seca. Esta diferença pode ser atribuída ao menor teor em água em A comparativamente a B. O tratamento B, comparativamente a C, produziu mais 18,9 t/ha de matéria verde e mais 4,8t/ha de matéria seca.

Tabela 2.b) - Teores em água da planta total e componentes

Tratamentos	Teores em água (%)			
	Planta inteira	Folhas	Caules	Maçarocas
A	61,33	78,90	86,11	49,42
B	69,12	80,66	86,86	51,70
C	67,35	76,37	83,48	52,83

Verifica-se que os caules apresentam teores em água ligeiramente mais elevados do que as folhas e estes teores muito mais elevados do que as maçarocas. O teor em água da planta inteira foi calculado com base nas massas totais da matéria verde e da matéria seca, esta resultante do somatório das componentes folhas, caules e maçarocas.

Tabela 2.c) - Proporção percentual das folhas, caules e maçarocas

Tratamentos	Proporção percentual da planta inteira e suas componentes							
	Planta inteira		Folhas		Caules		Maçarocas	
	Verde	Seca	Verde	Seca	Verde	Seca	Verde	Seca
A	100	100	16,55	8,06	42,81	15,35	40,64	76,59
B	100	100	16,52	10,34	35,95	15,31	47,53	74,35
C	100	100	13,57	9,85	37,01	18,74	49,42	71,41

Verifica-se que o peso das maçarocas, quando expresso em matéria verde, é superior ao dos caules e cerca de 3 vezes superior ao das folhas. No B o peso das maçarocas é superior ao A, apenas quando expresso em matéria verde, isto devido à diferença dos teores em água no momento da colheita, estado mais avançado das plantas do A, comparativamente a B.

As diferenças na produtividade entre os tratamentos A e B podem ser explicadas pela diferença entre a densidade de plantas/ha à colheita, muito maior em A do que em B, resultantes do prestador de serviços que realizou a sementeira não ter ajustado os semeadores de modo a lançar a mesma quantidade de sementes/ha, uma vez que na lavoura utilizou o compasso de 0,65m e o afastamento entre sementes de 0,16m e na SD o compasso de 0,6m e o afastamento entre sementes de 0,20/0,21m. Verifica-se, que a densidade de sementes/ha na lavoura foi de 96.153 e de 83.300/79.300 na SD, sendo a diferença de 12.853/16.853 sementes/ha. Um melhor ajustamento teria sido um afastamento entre sementes de 0,18m e não de 0,20m, reduzindo a diferença para apenas cerca de 4.000/8.000 sementes/ha, embora se recomende um acréscimo de 5% no peso das sementes na modalidade da SD.

À colheita, o número de plantas registadas foi de $9 \pm 1,07$ plantas/m² (variação entre 80.000 a 100.000 plantas/ha) na lavoura, e de $7 \pm 0,52$ plantas/m² (variação entre 65.000 e 75.000 plantas /ha) na SD, tratamento B, e de $8 \pm 0,45$ plantas/m² no tratamento C. A diferença entre o número de plantas/ha à colheita é em média de 1 e 2 plantas/m², ou seja cerca de 10.000 e 20.000 plantas/ha, superior à diferença entre sementes. A diferença entre os tratamentos B e C, ambos SD executada nas mesmas condições, de 1 planta/m², revela que a parcela afeta ao B foi também afetada por outros fatores, muito provavelmente maior incidência de roedores na fase de plântula jovem, revelada pelo aumento do número de falhas.

Neste exercício teórico, as únicas certezas são os compassos utilizados, pois nem na lavoura nem na SD foram medidos com rigor os afastamentos entre sementes após a sementeira, trata-se apenas de informação proveniente do prestador de serviços.



A diferença de produtividade entre A e B e entre B e C pode também ser atribuída à diferença nos quantitativos de fertilizantes utilizados entre A e B e entre B e C, independentemente do maior ou menor conforto nutricional proporcionado à cultura pelo SO-MUSAMI. A parcela de cultivo submetida às operações de lavoura para enterramento do SO-MUSAMI, em janeiro de 2024, que coloca cerca de 2/3 do SO-MUSAMI na camada 10-25cm de profundidade, em maio foi sujeita a nova lavoura seguida de fresagem, operações que para além de uniformizarem a distribuição do SO-MUSAMI no volume do solo explorado pelo sistema radicular do milho, tornam este volume muito mais solto e favorável ao desenvolvimento da plântula do milho, que para além do mais recebeu um suplemento substancial em ureia.

A parcela de cultivo submetida à SD não sofreu a 2ª lavoura, ficando o SO-MUSAMI localizado essencialmente na camada 10-25cm, tornando-se a camada 0-10cm mais densa, mais húmida e fria e menos rica em nutrientes, fatores que retardam o desenvolvimento vegetativo. Neste sentido, justifica-se a fertilização foliar para auxiliar o desenvolvimento da planta, até que o sistema radicular do milho comece a explorar a riqueza nutricional proporcionada pelo SO-MUSAMI acumulado na camada 10-25cm.

O estudo à colheita da morfologia do solo relacionada, primeiro com as técnicas de cultivo aplicadas, lavoura versus SD, segundo com a distribuição do sistema radicular nas camadas superficial (0-12/15cm), intermédia (12/15-25/30cm) e profunda (25/30-40cm), revelou-nos os seguintes aspetos:

- ▶ As peças aratárias associadas ao semeador de SD mobilizam um volume de solo em forma de V com 12/15cm de largura no topo e cerca de 12cm de profundidade. Este volume de solo garante condições para uma boa germinação da semente e desenvolvimento inicial da plântula e do conjunto (~30) de raízes coronárias que fixam a planta ao solo e se ramificam profusamente em raízes médias, finas e muito finas, as quais exploram o volume associado à morfologia em V;
- ▶ A expansão lateral do sistema radicular médio e fino é limitada pelo forte aumento da compactidade na interface do solo mobilizado e não mobilizado, característica associada ao sistema da SD. A expansão vertical do sistema radicular grosseiro, médio e fino é realizado por poucas raízes que através dos macroporos existentes atingem a camada intermédia, rica em SO-MUSAMI, e nesta se subdividem distribuindo-se regularmente em todo o volume;
- ▶ Sempre que a planta tem subjacente à linha de sementeira uma bolsa de acumulação do SO-MUSAMI na camada intermédia, o desenvolvimento da planta é superior comparativamente à fileira de plantas em que as bolsas com acumulação do SO-MUSAMI estão lateralmente deslocadas da projeção vertical dos caules.

Do exposto se infere que a afinidade das raízes para com a presença do SO-MUSAMI é muito grande, quimiotropismo, para além da riqueza do solo em SO-MUSAMI estimular o desenvolvimento biológico (fungos, bactérias, anelídeos e outros micro-organismos) que não só decompõem a matéria orgânica (MO) libertando de modo progressivo os nutrientes para a solução do solo, como esta atividade biológica (em larga medida devido aos anelídeos (minhocas) cria os macroporos necessários à expansão das raízes (as raízes só penetram nos macroporos, poros de diâmetro maior que 50 microns), sem esquecer que o enriquecimento do solo em MO aumenta a capacidade de retenção de água do solo.

Na situação do solo mobilizado, as plântulas não registaram os mesmos constrangimentos ao seu desenvolvimento como o verificado na SD, porque à sementeira todo o volume do solo superficial se encontra mais solto e fortemente enriquecido em SO-MUSAMI e fertilizantes. Os diâmetros das toijas (caule + raízes coronárias + raízes grossas médias e finas) são maiores, assim como o conjunto de morfologia em U é bastante mais denso até à profundidade dos 12/15cm e sem limitações à expansão lateral e em profundidade. As raízes distribuem-se regularmente na camada intermédia, tal como na SD. Contudo, a passagem das raízes da camada intermédia para a camada profunda é bastante limitada devido ao forte aumento da compactidade provocado pelos sistemas de mobilização, na interface entre as duas camadas, numa espessura de 5 a 10cm, com apenas raras e poucas raízes finas.

Como é sobejamente conhecido, desde a segunda metade do século passado, os sistemas de cultivo tradicionais (lavouras, gradagens, fresagens, etc), por razões associadas à forte perda do solo por erosão hídrica, foram, progressivamente, substituídos, a nível mundial, pelos sistemas de sementeira direta, que apenas mobiliza o solo numa estreita faixa de terreno, a qual garante



uma boa colocação das sementes, adequada germinação e desenvolvimento das plântulas. No processo de cultivo em SD, a superfície do solo, sempre coberta por vegetação e/ou resíduos orgânicos, apresenta-se mais protegida contra a erosão hídrica, reduz a perda de MO por mineralização, a acumulação da MO passa a concentrar-se na camada mais superficial do solo – aumentando a capacidade do solo em suportar cargas (animal ou maquinaria) bastante superiores – aumenta a retenção de água e a atividade biológica, para além de aumentar o intervalo de sação do solo para uma boa transitabilidade das máquinas, estas mais pesadas e complexas no momento atual comparativamente ao passado.

No estado atual da agricultura Micaelense, os produtores em geral e, em particular, os do milho forrageiro, são impelidos a atingirem elevadas produções forrageiras, independentemente dos aumentos dos custos reduzirem a margem de retorno financeiro, para além de, obviamente, contribuírem para uma menor sustentabilidade ambiental.

No atual enquadramento produtivo da fileira forrageira, caracterizado por níveis de fertilização mineral muito elevados e uma excessiva mobilização dos solos, com um impacto ambiental negativo enorme e um acréscimo de custos brutal, importa salientar que a produtividade vegetal está fortemente condicionada pela precipitação total ocorrida durante o ciclo cultural, bem como a sua distribuição pelas diferentes fases do ciclo, constituindo o fator mais determinante na produtividade final da cultura.

4. CONCLUSÕES

As insuficiências registadas no cumprimento do protocolo da experimentação desenvolvida não permitem concluir que o sistema da lavoura apresenta vantagens sobre a SD, só porque as diferenças da produção de milho forrageiro foram de 8,2t/ha em matéria verde e de 9,2t/ha em matéria seca. Desde logo, porque a densidade de sementes na SD foi, significativamente, inferior comparativamente à lavoura, como esta recebeu um aumento significativo em fertilizantes minerais e um custo em máquinas para a instalação da cultura muito superior.

Em termos ambientais, a morfologia da superfície do terreno releva a existência de sulcos em forma de U, localizados no alinhamento das zonas que receberam adubo, e em forma de V no alinhamento da fileira das plantas. Estes sulcos são a demonstração clara e evidente da perda de solo fino, rico em fertilizantes e MO, por erosão hídrica. Em claro contraste com esta situação, está a parcela cultivada por sementeira direta.

