



MUSAMI

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

Geramos valor para a natureza

Utilização do substrato orgânico SO-MUSAMI na fileira do ananaseiro em estufa

Abril de 2023





ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. MATERIAIS ORGÂNICOS UTILIZADOS NA FILEIRA DO ANANASEIRO EM ESTUFA	7
2.1. Características químicas	7
2.2. Características físicas	10
3. PREPARAÇÃO DO TERRENO DA ESTUFA PARA A NOVA CULTURA	13
3.1. Amanhos culturais correntes na fileira	13
3.2. Análise das variáveis físicas massa volúmica e porosidade do solo	15
3.3. Razões para a combinação do SO+LVT na composição do perfil do solo	16
3.4. Experimentação desenvolvida	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
CONCLUSÕES	27

OBJETIVO

Dar a conhecer a experimentação desenvolvida nos últimos anos sobre a integração do SO-MUSAMI nas técnicas culturais aplicadas na fileira do ananaseiro em estufa.



1

INTRODUÇÃO



1. INTRODUÇÃO

O ananás dos Açores/São Miguel, nome científico *ananas comosus* (L) Merrill (espécie), cayenne de folha lisa (variedade), é conhecido na ilha há mais de 150 anos, tendo em 1864 surgido a primeira estufa com capacidade para 800 plantas. Considerado “O Rei da fruta”, muito apreciado pelo seu sabor agridoce, riqueza em aromas, poder vitamínico e bromelaína (anti-inflamatório), é um fruto “gourmet” por excelência, classificado de DOP (denominação de origem protegida) desde 1996.

A cultura do ananaseiro em estufa, e não ao ar livre como nas regiões tropicais, por as condições climáticas (temperatura e radiação solar), no período de outubro a março, nas zonas solarengas da ilha, localizadas a sul, estarem muito aquém das exigidas pela planta e pelo fruto, necessitam do conhecido “efeito estufa” que altera significativamente o ambiente térmico e radiante no interior em comparação com o exterior. Contudo, a técnica obrigatória da caiação da cobertura em vidro das estufas anula, por reflexão, mais de 70% da radiação incidente, situação só ultrapassável com estufas equipadas com ensombramento interno. As temperaturas médias ($T_{médias}$) noturnas são as mais críticas, na medida em que a planta não se desenvolve quando a $T_{médias} < 16^{\circ}\text{C}$, as quais ocorrem com muita frequência no período outono-inverno, tanto no exterior como no interior da estufa, uma vez que a estrutura atual destas não conserva o calor acumulado no período diurno.

A cultura do ananaseiro é também muito exigente quanto à riqueza orgânica do solo, a qual confere elevada e progressiva disponibilidade em nutrientes por decomposição microbiana, elevada retenção de água e capacidade para o ar, para além de um meio físico muito favorável ao desenvolvimento e expansão superficial do sistema radicular da planta. Em regra, a riqueza em matéria orgânica (MO) do solo da estufa, espessura média dos 30cm mais superficiais, situa-se no intervalo dos 8 a 12%, equivalente a 80 a 120g/kg, a qual confere uma atividade biológica muito intensa e muito favorável à criação de um meio físico de excelência.

Uma estufa com boas plantas (peso à colheita $>3,5\text{kg}$) e bons frutos (peso $>1,5\text{kg}$) exporta por m^2 de terreno 40g de azoto (N), 5g de fósforo (P) e 55g de potássio (K), o equivalente a 400:50:550 kg/ha de NPK, concluindo-se ser uma cultura muito exigente em azoto e potássio e pouco em fósforo. Contudo, a intensa atividade microbiana que se verifica no solo é muito exigente em fósforo, sobretudo na fase inicial do ciclo cultural, altura em que a taxa de decomposição dos compostos orgânicos é maior. O equilíbrio entre o consumo e a libertação do fósforo pelos microrganismos (crescimento e morte), denominado de “climax”, é alcançado num intervalo de tempo variável com as condições de temperatura e humidade do meio e a natureza dos materiais orgânicos. A carência na fase inicial de P para a nutrição da planta pode ocorrer sem ser detetada nas análises do solo, como se deduz do acima exposto.

Boas produções só se conseguem com bom plantio, solos com elevado conforto nutricional proveniente da riqueza em MO e bem drenados, rega e amanhos culturais adequados, estufas cuidadas e localizadas em locais solarengos.

2



MATERIAIS ORGÂNICOS UTILIZADOS
NA FILEIRA DO ANANASEIRO EM ESTUFA



2. MATERIAIS ORGÂNICOS UTILIZADOS NA FILEIRA DO ANANASEIRO EM ESTUFA

Entre os materiais ricos em MO, calculada com base no teor em carbono total (Ct), utilizados no passado e no presente pela fileira, destacamos:

- › A leiva, manto superficial dos solos de montanha muito rico em MO, com elevada (>50%) proporção de húmus, micronutrientes e pH muito ácido, cuja extração foi interdita, na década de 70 do século passado, por razões ambientais;
- › A ramada de incenso (*pittosporum*) que caiu em desuso por abandono da cava à vala no processo de preparação do solo da estufa para a plantação, a qual passou a ser incorporada, tanto à superfície como em profundidade, após trituração;
- › Lenha verde triturada (LVT), à base de incenso, louro e outras espécies vegetais, é o material orgânico mais utilizado pela fileira no enriquecimento e melhoria das condições físicas, nomeadamente térmicas, do solo superficial das estufas;
- › A serradura (também conhecida por farelo), subproduto da indústria da serração da criptoméria, é muito utilizada, no presente, na melhoria das condições físicas do solo;
- › Os estrumes orgânicos com origem na bovinicultura e na avicultura, incorporados no solo pelo processo da cava à vala no estado verde, são também utilizados pela fileira, sendo os seus efeitos realçados sobretudo a partir do 2.º ciclo cultural, após reviramento do solo mais profundo pelo processo da cava;
- › Os vermicompostos com origem na digestão anaeróbia de resíduos animais, como o da Agraçor, ou a partir da submissão dos RSU (resíduos sólidos urbanos), após triagem, e, posteriormente, submetidos ao processo da vermicompostagem;
- › Os substratos orgânicos compostados com origem na reciclagem de resíduos de origem vegetal, como o substrato orgânico (SO) da MUSAMI (Operações Municipais do Ambiente, EIM, SA), o qual pode ser adquirido com o pH alcalino ou pH neutro, após acidificação daquele com enxofre em pó, constituindo este o foco (por ser um produto não só sustentável, mas de qualidade) da experimentação desenvolvida, na última década, pelo Instituto de Inovação Tecnológica dos Açores (INOVA).

2.1. Características químicas

A avaliação da riqueza nutricional dos diferentes compostos orgânicos de origem vegetal ou animal começa pela análise das seguintes variáveis: composição química (teores em nutrientes e pH), teores em metais pesados, presença ou ausência de microrganismos patogénicos e estabilidade dos compostos.

Os materiais de origem animal ou vegetal com elevados teores em metais pesados (legalmente sujeitos a limitações na sua aplicação aos solos) devem ser descartados, porque o solo com concentrações elevadas naqueles iões metálicos afetam negativamente a composição do ananás. Quanto maior é a disponibilidade daqueles iões na solução do solo maior é a sua absorção pela planta e maior é a sua concentração na polpa do fruto. Os catiões metálicos com maior incidência neste processo são o níquel (Ni), o cobre (Cu) e o crómio (Cr). Os materiais com origem nos horizontes superficiais dos solos vulcânicos apresentam elevados teores em zinco (Zn).

O processo da vermicompostagem não elimina os teores elevados em metais pesados dos materiais de origem (a incidência é maior nos materiais de origem animal), porque apesar destes serem ingeridos pelas minhocas, estas acabam por morrer e desintegrar-se no meio.



O SO-MUSAMI, quanto a metais pesados, é um produto da CLASSE I, sinónimo de legalmente não existirem limites na sua aplicação ao solo. Podemos produzir, com elevado sucesso, tomateiros, agriões, alfaces, etc., diretamente sobre 100% de SO-MUSAMI, sendo as alfaces as plantas utilizadas nos testes sobre a absorção de metais pesados.

Os materiais não compostados (exemplo: estrumes de aviário ou de bovinos não curtidos) apresentam microrganismos patogénicos prejudiciais à saúde humana, isto para além de outras toxinas associadas à produção animal.

A compostagem é o processo térmico que desenvolve elevadas temperaturas (60 a 80°C) na chamada fase termófila, a qual elimina aqueles patogénicos (pasteurização do produto). As elevadas temperaturas resultam da decomposição por via microbiana (fungos e bactérias específicos daquelas temperaturas) dos componentes orgânicos facilmente decomponíveis nos seus elementos constituintes com libertação de anidrido carbónico (CO₂) e vapor de água (H₂O). Trata-se de reações exotérmicas, logo com libertação de calor.

O resultado final do processo da compostagem, que deve desenvolver-se em boas condições de humidade e arejamento, é um produto orgânico estável, dito maduro. A velocidade de decomposição é baixa, ou seja, o processo de libertação de calor é constante, mas a velocidade com que se desenvolve é baixa. O produto maduro resultante da compostagem, após triagem e afinação, é sujeito a um teste térmico, o qual mede a diferença da temperatura no exterior (temperatura ambiente) e do composto no interior de um vaso, em condições de humidade e arejamento normais. Se a diferença da temperatura entre o interior mais alta (composto) e o exterior (ambiente) é <7°C, o produto considera-se maduro. Se a diferença for >7°C o produto diz-se imaturo.

A travagem na velocidade do processo de decomposição das moléculas orgânicas resulta destas serem constituídas por compostos orgânicos mais resistentes à decomposição microbiana. Para além das variáveis temperatura, humidade e arejamento, que em igualdade das demais condições afetam a velocidade do processo, outras como a falta de azoto (N) e/ou fósforo (P), necessários à formação das moléculas proteicas dos microrganismos, também podem retardar ou mesmo inibir o processo, porque afetam a multiplicação dos microrganismos, logo a densidade das populações obreiras do processo de transformação.

Os produtores da fileira sabem que a lenha verde triturada (LVT), material orgânico com elevado teor em água (~85-90%), apresenta uma fração orgânica, denominada de lábil, estimada em cerca de 20%, que se decompõe no intervalo de um a dois meses, libertando calor que eleva a temperatura do solo de 3 a 4°C no início, decrescendo progressivamente até se anular (ao fim de dois meses) por comparação com o SO-MUSAMI, produto este que por ser classificado de maduro liberta calor de forma mais lenta, mas progressiva e duradoura, porque já não apresenta nenhuma fração lábil, a qual foi destruída durante as fases mesófila (temperaturas no intervalo 45-55°C) e termófila da compostagem.

A planta do ananaseiro responde muito positivamente à maior ou menor presença no solo do azoto sob a forma do ião nitrato (NO₃⁻) ou amoníaco (NH₄⁺), sobretudo na fase do crescimento vegetativo. Prefere os solos ácidos, mas é tolerante aos solos com pH subalcalino.

O vermicomposto da Agraçor é mais rico em azoto do que, por exemplo, o SO-MUSAMI, promovendo um maior desenvolvimento vegetativo do que este. Os 20% da fração lábil da LVT promove, no espaço de 1 a 2 meses, não só o aumento da temperatura do solo, como liberta algum azoto, fósforo e outros microelementos que favorecem o desenvolvimento radicular da planta recém plantada.

A fileira incorpora elevadas quantidades de serradura no solo. Apresentando este material cerca de 98% de MO (~55% de carbono total) não pode ser considerado um fornecedor de nutrientes ao solo, porque a molécula orgânica



básica não possui outros elementos que não seja carbono, oxigénio e hidrogénio. Além do mais, a serradura, apesar de apresentar uma granulometria pequena e elevada superfície específica, é altamente resistente à decomposição, sendo os seus grânulos observáveis no solo durante dois ou mais anos após a sua incorporação, concluindo-se que as fortes adições só podem ser explicadas por outras razões que não a nutrição, como por exemplo, tornar o solo, quando denso e pesado, mais solto, fofo, e mais permeável à água. Contudo, a serradura é um sorvedouro de água de rega, ou seja, para o seu humedecimento é necessária muita água, mas também as perdas por drenagem são elevadas.

Para todas as práticas culturais é necessário fazer uma avaliação dos seus efeitos através do conhecimento dos mecanismos intervenientes.

No quadro 1, apresenta-se a composição química dos materiais classificados de orgânicos (MO>30%) (LVT, serradura, vermicomposto) e dos materiais com teores elevados em MO (leiva e SO-MUSAMI), mas com teores inferiores aos primeiros. A composição química da terra superficial dos solos vulcânicos é também apresentada.

Quadro 1. Composição química dos substratos orgânicos LVT, serradura, vermicomposto, leiva e SO-MUSAMI e da terra.

Parâmetro	LVT	Serradura	Vermicomposto	Leiva	SO	Terra
Humidade material seco ar (%)	12	11	<40	-	<40	-
pH	-	-	6,56	4,1	7,1	6,4
Mat. Org. (%)	95	98	40,1	>10,7	>30	1,6
Mat. Seca (%)	88	89	91,7	-	>60	-
Carbono Org. (%)	53	55	22,3	-	-	-
Azoto (%)	1,12	<0,5	1,96	<0,5	0,96	<0,5
Fósforo (%)	0,17	0,03	8,09	0	0,4	0
Potássio (%)	1,2	<0,10	0,32	<0,5	1,6	<0,5
Cálcio (%)	0,66	<0,23	9,34	<0,5	2,05	<0,5
Magnésio (%)	<0,14	<0,14	2,52	<0,5	1,05	<0,5
Sódio (mg/Kg)	-	-	-	205	-	34
CE (mS/cm)	-	-	1,2	4,81	1,18	0,28
Ferro (mg/kg)	<0,03	<0,03	-	>275	-	195
Manganês (mg/kg)	<0,03	<0,03	-	>110	-	66
Zinco (mg/kg)	<16,7	<16,7	1519	24	153	7
Cobre (mg/kg)	-	-	479	98	41	3,5
Boro (mg/kg)	9,59	0,97	-	2,6	<1,67	0,35



As diferenças na composição química entre compostos orgânicos é bem evidente. De realçar a riqueza comparativa do vermicomposto em N e P, mas com teores em Zn e Cu proibitivos, os quais interditam a sua aplicação sem restrições nas fileiras do ananaseiro e hortícolas. O SO-MUSAMI apresenta teores em Zn altos, sendo os solos de origem vulcânica muito ricos neste elemento. De referir que se o SO-MUSAMI apresenta cerca de 30% de MO, os restantes 70% são de matéria mineral. A LVT apresenta teor em N ligeiramente mais elevado do que o SO-MUSAMI, sem esquecer que a LVT apresenta uma fração lábil, estimada em 20% da matéria seca (MS), de decomposição rápida, enquanto o SO é de decomposição lenta, ou seja, na fase inicial do desenvolvimento, a maior disponibilidade em N estimula o crescimento da planta.

NOTA: Os métodos analíticos diferem se se trata de compostos orgânicos, materiais ricos em MO ou de terras.

2.2. Características físicas

Os compostos orgânicos são hidrofóbicos, isto é, repelem a água. A água que não penetra no interior dos detritos orgânicos escorre ao longo destes. O seu humedecimento obriga a que a adição de água seja suave (baixa dotação), progressiva e duradoura. Quanto mais secos estão os materiais ricos em MO, mais difícil se torna o seu humedecimento e maior é a escorrência.

Razões suficientes para que os materiais orgânicos quando incorporados nos solos minerais sejam sujeitos às regras acima identificadas, para que o humedecimento da mistura seja eficiente e se processe com normalidade, a drenagem (arrastamento do excesso de água para baixo da frente radicular) seja boa, o meio, mesmo quando muito húmido, apresente sempre uma elevada capacidade para o ar. A cobertura dos materiais orgânicos com terra favorece o seu humedecimento uniforme.



Figura 1: apresenta-se um perfil do solo formado pela mistura volumétrica de 2SO:1T coberta por uma camada de terra com 3 a 5cm. A finalidade desta camada de terra é garantir que a rega, por gota a gota, se distribua de modo uniforme por toda a superfície subjacente.



Por razões práticas as proporções da mistura a recomendar são apresentadas em volume, por exemplo 1T:1C, sinónimo de 1 volume de terra para 1 volume de composto. Passar da proporção volumétrica para a proporção em massa (peso) obriga conhecer a massa volúmica dos compostos. Por exemplo, o SO-MUSAMI com cerca de 40% de humidade apresenta uma massa volúmica de 0,6kg/dm³ e a LVT húmida de 0,3kg/dm³.

Uma outra ideia que importa ter presente é que as plantas exploram um volume de solo, não uma massa. Na massa de solo seco a 105°C são determinados no laboratório os teores em MO, nutrientes NPK, entre outros.

A variável física que caracteriza o volume aparente do solo "in situ" designa-se por massa volúmica aparente ($M_v = \text{kg/dm}^3$), que representa o quociente entre a massa do solo seco a 105°C e o volume aparente ocupado pela massa sólida antes de ser removida.

Massas volúmicas baixas significa porosidade total muito elevada, grande capacidade de retenção de água e capacidade para o ar muito elevada.

S

PREPARAÇÃO DO TERRENO DA ESTUFA
PARA A NOVA CULTURA



3. PREPARAÇÃO DO TERRENO DA ESTUFA PARA A NOVA CULTURA

3.1. Amanhos culturais correntes na fileira

A fileira da cultura do ananás em estufa em São Miguel não apresenta um cenário único em matéria de preparação do solo para a nova cultura. A veia experimentalista dos verdadeiros estufeiros é muito forte.

Sucintamente, apresenta-se abaixo a sequência de tarefas após a colheita da fruta:

- › Arranque de todas as plantas descartando as débeis, as machias (que não floriram), as atacadas por cochonilha, as de folhas serreadas, entre outras, que são enviadas para os centros de recolha dos resíduos orgânicos, enquanto as plantas ditas normais (bom desenvolvimento vegetativo, que produziram bons frutos, etc) são selecionadas para aproveitamento das tocas para obtenção de novas plantas através da técnica do abrolhamento;
- › Caição das paredes internas e reparação e pintura da estrutura da cobertura em madeira;
- › Remoção da tela perfurada que cobre toda a superfície útil da estufa, utilizada na futura plantação;
- › Limpeza do terreno de todo o tipo de infestantes, com destaque para a junça, que é arrancada ou destacada do solo juntamente com os bolbilhos, resíduos estes que são postos a monte e sujeitos ao processo da compostagem, ou descartados como resíduos urbanos;
- › Se o solo apresenta uma superfície lisa e compacta, com eflorescências de cor esbranquiçada (acumulação de sais à superfície do solo), destacando-se em torrões de grandes dimensões, como se mostra na **figura 2**, é então sujeito a uma mobilização tipo cava ou com charrua montada no motocultivador, que afeta a espessura 0-15/20cm, medida entre o fundo do ferro da charrua e a superfície do solo após mobilização.



Figura 2: Superfície do solo compacta com acumulação de sais.

NOTA: Sempre que a superfície do terreno é coberto com tela permeável ou plástico observa-se, no final do ciclo, na interface solo-tela a acumulação de sais de cor branca resultantes da evaporação da água.



Antes da passagem da fresa para uniformização da superfície do terreno, são distribuídos sobre a superfície os compostos orgânicos.

As quantidades aqui propostas enquadram-se num cenário ideal e de um solo medianamente rico em MO (≈ 6 a 8%):

- 4 carros de mão por vão de 10m^2 de estufa de SO-MUSAMI ($\approx 30\text{L}/\text{m}^2$, equivalente a $18\text{kg}/\text{m}^2$);
- 4 carros de mão por vão de 10m^2 de estufa de LVT ($\approx 30\text{L}/\text{m}^2$, equivalente a $9\text{kg}/\text{m}^2$);

NOTA: 1 carro de mão transporta entre 70 a 80L de SO ou LVT.

Os cálculos para converter 30L de SO ou de LVT em kg são os seguintes: massa volúmica húmida do SO= $0,6\text{Kg}/\text{dm}^3$, logo $30\text{L}/\text{m}^2$ é equivalente a $18\text{kg}/\text{m}^2$; massa volúmica húmida da LVT= $0,3\text{Kg}/\text{dm}^3$, logo $30\text{L}/\text{m}^2$ é equivalente a $9\text{kg}/\text{m}^2$.

Na **figura 3** apresenta-se os compostos orgânicos SO-MUSAMI e a LVT antes de serem carregados para o interior da estufa em preparação.



Figura 3: Monte pequeno de SO-MUSAMI de cor escura (em cima) e monte de LVT (em baixo).



Figura 4: Estufa carregada com SO-MUSAMI +LVT, incorporados com motocultivador.

Após limpeza do terreno e distribuição do SO e da LVT sobre a superfície do terreno procede-se à sua incorporação com o motocultivador, como mostra a **figura 4**.

O SO e a LVT foram aplicados na proporção volumétrica de 1SO:1LVT (v/v), na quantidade de $30\text{L}/\text{m}^2$ de SO + $30\text{L}/\text{m}^2$ de LVT, e incorporados com motocultivador na espessura do solo de 0-15cm.

Quantidades superiores de SO+LVT podem ser aplicadas, por exemplo, $50\text{L}/\text{m}^2$ de SO + $50\text{L}/\text{m}^2$ de LVT, sempre que o material orgânico seja enterrado à cava ou com charrua montada no motocultivador.

Na **figura 5**, apresenta-se a preparação da estufa pelo método da cava à vala, utilizado sempre que a quantidade dos materiais orgânicos a incorporar seja muito elevada.



Figura 5: Incorporação de material orgânico pelo método da cava à vala.

3.2. Análise das variáveis físicas massa volúmica e porosidade do solo.

A análise da variação da porosidade, espessura 0-15cm, ao longo do ciclo, pode ser descrita do modo seguinte: na fase inicial, a Mv pode ser estimada em $0,6\text{kg}/\text{dm}^3$, que no final do ciclo pode atingir o valor de $1,0\text{kg}/\text{dm}^3$. Significando que no início a porosidade total (Pt) do meio era de $0,77\text{dm}^3/\text{dm}^3$ ($P_t=77\%$) e no final de $0,62\text{dm}^3/\text{dm}^3$, tendo havido uma redução dos poros maiores, designados por macroporos de $0,15\text{dm}^3/\text{dm}^3$, provocada pelo processo de compactação do solo, resultante do assentamento natural da terra mais o pisoteio provocado durante os amanhos culturais. Se à Pt subtrairmos a microporosidade do meio ($P_{\text{micr}}=0,35\text{dm}^3/\text{dm}^3$), equivalente ao teor em água volúmica do solo húmido a muito húmido, concluímos que o volume de macroporos regrediu ao longo do ciclo cultural de $0,42\text{dm}^3/\text{dm}^3$ até $0,27\text{dm}^3/\text{dm}^3$. No processo da compactação do solo são os macroporos que primeiro são destruídos.

As equações utilizadas no cálculo das variáveis P_t , P_{micro} e P_{macro} são :

- $P_t=(1-Mv/Dr)=(1-0,6/2,65)= 0,77\text{dm}^3/\text{dm}^3$, também expresso em percentagem $P_t=77\%$;
- P_{micro} é equivalente ao teor em água volúmica na condição de solo muito húmido, após drenagem, estimada para o caso em análise em $P_{\text{micr}}=0,35\text{dm}^3/\text{dm}^3$;
- $P_{\text{macro}}=P_t- P_{\text{micro}}=0,77\text{dm}^3/\text{dm}^3-0,35\text{dm}^3/\text{dm}^3=0,42 \text{dm}^3/\text{dm}^3$.

A análise da variação do volume de macroporos é importante, porque as raízes grossas, finas e muito finas só penetram e só se expandem nos macroporos, nunca nos microporos. Um outro aspecto a ter em conta é que as raízes são muito sensíveis a variações no gradiente da compactidade do solo. Sempre que a extremidade de uma raiz encontra um obstáculo ramifica-se e/ou muda de trajetória.



A água do solo húmido a muito húmido é retida nos microporos. Quando os solos se apresentam muito húmidos é importante avaliar a capacidade para o ar, pois valores inferiores a 20% pode significar ocorrência de situações de fornecimento insuficiente de oxigénio às raízes (o oxigénio existente no interior do solo é rapidamente consumido pela atividade respiratória, sendo necessário que as trocas gasosas entre o interior e o exterior se processem com normalidade). Na análise do volume dos macroporos no solo é importante avaliar a sua continuidade, medida através da variável condutividade da água em meio saturado. O encrostamento da superfície do solo e os “calos” provocados pelas máquinas (rodados e alfaias) em profundidade, sempre que existam, devem ser removidos por meios mecânicos.

3.3. Razões para a combinação do SO+LVT na composição do perfil do solo

A decisão para a aplicação simultânea do SO e da LVT radica na análise química, física, custo por unidade de fertilizante (NPK) e acréscimo no rendimento da cultura.

Antes de mais, importa reter que os teores em carbono total (Ct), azoto total (Nt), fósforo total (Pt), potássio total (Kt), etc, são determinados em relação à massa seca a 105°C no caso dos solos e a 70-80°C para os materiais orgânicos ou vegetais, logo todas as comparações, para serem válidas, assentam nos teores reportados aos materiais secos.

A LVT apresenta cerca de 85 a 90% de água e o SO cerca de 40 a 45%. Assim sendo, 1t de LVT húmida representa 150kg de material seco, enquanto uma tonelada de SO representa 600kg de SO seco. É esta a base para o cálculo das quantidades em Ct e nutrientes NPK. Assim, e tendo por base a composição média dos compostos apresentados na tabela 1, temos que 1t de LVT húmida representa 79,5kg de Ct, 1,68kg de Nt, 0,25kg de Pt e 1,80kg de Kt, enquanto 1t de SO húmido representa 180kg de Ct, 5,76kg de Nt, 2,4kg de Pt e 9,6kg de Kt. Assim, as proporções, para 1 t de material húmido, entre a LVT/SO, expressa em Kg, é de 79,5/180 de Ct, 1,68/2,4 de Nt, 0,25/2,4 de Pt, 1,80/9,6 de Kt. As relações mostram que 1t de LVT é muito menos rica em Ct e nutrientes NPK do que 1t de SO. Em termos de custo a relação LVT/SO é de 85/17€, ou seja, 1t de LVT custa cinco vezes mais do que 1t de SO.

As análises comparativas relativas à composição química dos compostos, mostram que o SO é muito mais rico em nutrientes do que a LVT e o custo para adquirir 1 tonelada do material seco de LVT é cinco vezes maior do que o custo para adquirir 1t de material seco do SO. Contudo, a esta análise falta a componente física, relativamente à qual dissemos acima que a LVT apresentava vantagens comparativas ao SO, na medida em que introduzia melhorias físicas no volume rizosférico que favorecem o desenvolvimento radicular do ananaseiro com reflexos positivos no rendimento final. Além do mais, a LVT atua de modo muito positivo no período imediatamente após a plantação, libertando azoto e aquecendo o solo.

A composição média dos compostos, expressa em % ou em g/kg, reflete a totalidade do elemento químico por kg de massa seca do composto, mas não nos dá nenhuma informação sobre a velocidade de decomposição dos compostos, para que possamos inferir sobre o fluxo de nutrientes libertados na unidade de tempo, sendo esta variável relevante para a análise da nutrição das plantas.

Anteriormente, afirmamos que a LVT apresentava uma fração lábil, isto é de muito rápida decomposição (cerca de dois meses), estimada em 20%, libertando algum Nt, pouco Pt e algum Kt, coincidente com o arranque do desenvolvimento radicular da planta (broinho) recém plantada. Para além do fornecimento de nutrientes eleva a temperatura do solo de modo significativo naquele período, o que no período outono-inverno, é muito favorável para o enraizamento da planta. Em termos físicos, sabemos que as folhas do incenso e outras plantas, ao fim de 12 meses após a incorporação, se apresentam escurecidas e pouco decompostas enquanto os fragmentos do lenho permanecem quase intatos durante dois ou mais anos. Ou seja, 75% ou mais da matéria seca da LVT não se decompõe durante o primeiro ciclo cultural.



Contudo, a presença daqueles fragmentos e folhas não decompostos têm uma influência muito positiva no ambiente físico do meio, aumentando a atividade biológica, a drenagem, a macroporosidade e a estabilidade física do meio, o que favorece a expansão radicular.

O SO-MUSAMI apresenta uma composição química mais rica que a LVT, retém muita água (humidade ≈80%), e uma taxa de decomposição baixa (5 a 10%) mas contínua, por ser um produto maduro. Se o solo da estufa já se apresenta pesado, juntar só SO pode torná-lo quando húmido ainda mais pesado. Os trabalhadores da fileira gostam de solos soltos, pouco densos e friáveis (fácil esboroamento na condição de solo pouco húmido a húmido).

O destinatário do meio físico em discussão é a planta. O ananaseiro em estufa apresenta um sistema radicular muito “sui generis” quando comparado com outras plantas. A planta de brolho à qual são cortadas todas as raízes do caule e arrancadas as 4 a 8 folhas da base do caule, é plantada à profundidade média dos 15cm. Os 2 a 3 cm da ponta do caule, a qual por vezes é cortada (sangria) não emite raízes. Estas são emitidas dos primórdios radiculares subjacentes às folhas arrancadas, numa espessura de 2 a 3cm do caule. Após assentamento do solo os 15cm iniciais reduzem-se para cerca de 12cm. As raízes surgem na espessura do solo entre os 8 e os 10cm de profundidade. As figuras 6.a) e 6.b) representam os aspetos acima referidos.



Figura 6.a): Plantas de brolho após preparação para a plantação



Figura 6. b): Profundidade de plantação da planta de brolho.

A morfologia do sistema radicular do ananaseiro está relacionado com o volume do solo onde cresce a planta. Nas figuras 7.a) e 7.b) mostra-se o potencial e a morfologia do sistema radicular do ananaseiro envasado e no solo. O volume do solo envasado não apresenta, geralmente, limitações ao desenvolvimento radicular, enquanto o volume do solo “in situ”, pode apresentar limitações de natureza física, nutricional, entre outras.



Figura 7.a): Morfologia do sistema radicular do ananaseiro envasado.

A morfologia em forma de “burka” é condicionada pelas paredes e fundo do vaso, mas o número de raízes depende do número de gêmeas radiculares subjacentes às 4 a 6 folhas arrancadas na espessura de 2 a 3cm na base do caule.

Na estufa a morfologia do sistema radicular do ananaseiro varia com o volume do bolbo do solo humedecido e as suas características físicas e nutricionais.



Figura 7.b): Morfologia do sistema radicular do ananaseiro num solo rico em SO-MUSAMI.



O SO-MUSAMI, de acordo com os estudos laboratoriais e de campo, estimula o desenvolvimento do sistema radicular, para além de apresentar propriedades biocidas. Observa-se, na **figura 7.b)**, que as folhas inferiores da base do caule, geralmente cortadas, ficam enterradas. Estas folhas só se apresentam apodrecidas no final do ciclo cultural, fase em que podem ser visualizadas raras e poucas raízes a saírem do seu interior.

Uma planta de brolho emite, em média, 40 a 60 raízes grossas, que se distribuem horizontalmente, atingindo 40 a 60cm de comprimento, sem se sobreporem umas às outras, ramificadas de raízes finas e muito finas e sem ocuparem os primeiros 6 a 8cm mais superficiais do solo. No caso dos solos regados por gota a gota o comprimento das raízes ultrapassa os limites do compasso estabelecido (55cmx55cm), isto porque a gota a gota, contrariamente o que por vezes acontece com a aspersão, humedece de modo regular todo o volume do solo.



Figura 8.a): apresenta-se a trajetória horizontal das raízes grossas e a dinâmica das raízes finas e muito finas no plano dos 10cm abaixo da superfície do solo.



Figura 8.c): Perfil do solo com e sem raízes.

Verifica-se que as raízes finas podem atingir comprimentos da ordem dos 10 a 20cm, por vezes mais, e as muito finas comprimentos da ordem dos 2 a 5cm.

Na **figura 8.c)** apresenta-se o caule de uma planta adulta seccionada ao nível da superfície do solo e as camadas do solo sem raízes (0-10cm) e com raízes (10-30cm).

Verifica-se que o volume do solo rizosférico se situa entre os 10-30cm de profundidade, que do interior das axilas das folhas enterradas não apodrecidas só esporadicamente saem raízes que vão explorar o solo mais superficial.

As **figuras 7 e 8** representam alguns aspetos singulares do sistema radicular do ananaseiro em estufa. De salientar que com o sistema de preparação da planta e de plantação atual não se observam raízes na camada mais superficial



do solo, independentemente da riqueza nutricional ou hídrica desta camada. Enquanto a axila das folhas enterradas do caule não apodrecer, não se regista a emissão de novas raízes. Ao longo das raízes grossas a degenerescência ou morte das raízes finas e muito finas dá-se do caule para a extremidade e aquelas, ao contrário do que acontece noutras espécies, uma vez despidas de raízes finas, não apresentam capacidade de regeneração de novas raízes. No final do ciclo cultural as raízes finas ativas muitas vezes estão confinadas à extremidade das raízes grossas localizadas em microvolumes do solo húmidos.

Algumas raízes podem atingir a profundidade dos 40 a 50cm. A morfologia do sistema radicular está relacionada com o volume do solo humedecido pela sistema de rega, sendo a aspersão o sistema dominante na fileira. Na aspersão a água de rega é intercetada pelo aparelho foliar, podendo atingir 80% de toda a água, a qual é depois canalizada através das folhas curvilíneas para o caule, criando um bolbo de humedecimento muito próximo do caule, o qual se apresenta quase sempre muito húmido e encharcado.

3.4. Experimentação desenvolvida

Na última década o Instituto de Desenvolvimento Tecnológico dos Açores (INOVA), conjuntamente com a Profrutos (já extinta), o Instituto Superior de Agronomia (ISA) e o Departamento de Biologia da Faculdade de Ciências de Lisboa, desenvolveram experimentação em estufas de vidro e em estufas do tipo industrial comparando diferentes compostos orgânicos (leiva, vermicomposto, SO-MUSAMI, ramada de incenso e LVT), combinando diferentes proporções da mistura com terra e diferentes sequências verticais (perfis).

As estufas clássicas foram divididas em quadrantes, com cerca de 100m²/quadrante, e as industriais divididas em tabuleiros sobre elevados (≈60cm) com cerca de 20m², e preparadas de raiz com os materiais e técnicas mais valorizados pela fileira do ananás em estufa.

Reproduziram-se técnicas ancestrais muito valorizadas, como o uso da leiva e da ramada de incenso, em comparação com os materiais e técnicas atuais, como o uso em diferentes proporções do SO-MUSAMI e da LVT, a par de novas propostas quanto aos sistemas de rega por gota a gota, em simultâneo com a aspersão e diferentes materiais de cobertura do solo, como a tela preta permeável, o plástico preto e a LVT.

As estufas foram previamente desaterradas, preparadas com sistema de drenagem, equipadas com sistema de rega automática por gota a gota e por aspersão, a par do controlo climático por estações climatológicas automáticas montadas no exterior e interior da estufa.

Nas **figuras 9.a) a 9.d)** apresenta-se uma estufa desaterrada, a qual foi dividida em 4 quadrantes, e cada quadrante preenchido com materiais orgânicos diferentes, dispostos verticalmente, cuja sequência define o perfil do solo desejado.

Foram definidos diferentes perfis do solo, os quais foram distribuídos pelas estufas clássicas colocadas à disposição do projeto pela PROFRUTOS e estufas industriais do complexo de estufas do INOVA na Ribeira Grande. Os perfis do solo foram mantidos por três ou mais ciclos culturais, sendo após cada ciclo cultural ajustados de acordo com novos objetivos. São apresentados abaixo os principais tipos de perfis do solo estudados:

Perfil 1: ramada de incenso (no fundo) + SO a 100%;
Perfil 2: ramada de incenso (no fundo) + leiva + terra;
Perfil 3: LVT (fundo) + leiva+ terra;
Perfil 4: LVT (fundo) + SO a 100%;

Perfil 5: SO á mistura com terra na proporção de 2SO:1T;
Perfil 6: SO + LVT+ TERRA, na proporção de 2SO:1LVT:1T;
Perfil 7: SO + LVT+ TERRA, na proporção de 1SO:1LVT:1T;
Perfil 8: Vermicomposto



Figura 9.a): Enchimento do vão da estufa com ramada de incenso.



Figura 9.b): Cobertura da ramada de incenso com SO



Figura 9.c): Enchimento do vão da estufa com leiva



Figura 9.d): Enchimento do vão da estufa com 2SO:1T (v/v)

Diferentes e variados objetivos estiveram na base da experimentação desenvolvida. Em primeiro lugar monitorizar o comportamento do ananaseiro em estufa quanto ao desenvolvimento vegetativo, reprodutivo e rendimento final, nos diferentes materiais orgânicos sujeitos aos mesmos regimes de rega e condução cultural. Registadas as diferenças observadas nas diferentes fases do ciclo cultural e nos diferentes perfis do solo, foram extraídas as ilações e introduzidas as correções que potenciam o desenvolvimento da planta e o rendimento do fruto.

As principais conclusões extraídas dos estudos desenvolvidos podem subdividir-se e resumir-se do seguinte modo:

1 | Ambiente climático no interior da estufa de vidro

- Temperaturas noturnas no período outono-inverno abaixo do ótimo (20°C), com frequência inferiores a 16°C, sendo esta a temperatura limite abaixo da qual à paragem do desenvolvimento vegetativo da planta;



- Nos dias solarengos em estufas mal caiadas e não ventiladas, a temperatura do ar rapidamente excede os 32°C, sendo este o limite acima do qual se faz sentir sobre a planta o stresse térmico, sabendo que com frequência são atingidas temperaturas dos 45-50°C;
- A caiação da cobertura em vidro reduz em mais de 70% a radiação incidente, fazendo com que a radiação PAR no interior seja muito inferior à ideal (radiação PAR=800micromoles/m²/s), sobretudo nos meses de outono-inverno com valores da ordem dos 100micromoles/m²/s de radiação PAR.

2 | Ambiente térmico no interior da rizosfera.

- O aquecimento do solo é sobretudo função da radiação incidente;
- O aparelho foliar reduz a radiação incidente e o excesso de água no solo torna-os mais frios;
- Os compostos orgânicos em decomposição por ação essencialmente microbiana libertam calor (respiração) que eleva a temperatura do solo;
- A ramada de incenso produz calor por um período de tempo bastante mais longo do que a LVT, função do período e intensidade de decomposição das folhas inteiras ou das folhas trituradas, considerando que os componentes lenhosos são de decomposição lenta e tanto mais lenta quanto maior é a dimensão dos fragmentos;
- A ideia de que o ananaseiro em estufa precisa de camas quentes está associada ao uso no passado da ramada de incenso enterrada à vala no vão de estufa;
- No período de abril a setembro não há razões para se incorporar LVT no solo com o objetivo de elevar a temperatura do solo.

3 | Ambiente nutricional

- Todos os compostos testados são ricos em MO, sendo as diferenças associadas sobretudo à velocidade do processo de decomposição, mais rápida nuns e mais lenta noutros. Contudo, registámos que uns são mais ricos em azoto do que outros e que este elemento estimula o crescimento da planta;
- O peso do fruto final está positivamente relacionado com o peso da planta à indução floral;
- Todos os perfis do solo testados manifestaram-se autosuficientes quanto ao conforto nutricional proporcionado à planta. O conforto mantém-se por dois ou mais ciclos culturais;
- A rizosfera é sobretudo ativa na espessura entre os 8 e os 30cm de profundidade;
- Se os nutrientes nos 0-8cm do solo superficial são facilmente arrastados (lavados) para o interior da rizosfera pela água de rega e vão alimentar a planta, os que se situam abaixo dos 30cm, dificilmente serão utilizados pela planta, a menos que algumas raízes penetrem abaixo daquela profundidade.

4 | Ambiente físico

- A ramada de incenso no fundo do vão da estufa, geralmente pedregoso e com boa drenagem, é o garante de uma drenagem eficiente;
- A sua lenta decomposição fornece calor, logo eleva a temperatura do solo durante todo o ciclo cultural;
- No final do ciclo os ramos permanecem intatos, entrelaçados uns nos outros, com o material fino resultante da decomposição localizado no fundo (queda gravitacional), logo não acessível às raízes porque estas não são capazes de atravessar os ramos entrelaçados sem terra à mistura;
- A leiva com musgão à mistura retém muita água (20g de água por g de musgão seco) e as raízes finas sentem-se estimuladas e muito ativas na presença desta água e na elevada capacidade para o ar do meio;
- O SO- MUSAMI a 100%, doseando cerca de 30% de MO, retém muita água, teor em água máximo cerca de 80% (estado de saturação), sujeito à rega por gota a gota e por aspersão, com frequência apresenta-se muito húmido, sendo neste caso mais sensível à compactação, razões pelas quais se recomenda a mistura com



terra, que facilita o humedecimento, e também com a LVT, tornando o meio físico muito mais favorável ao desenvolvimento da planta.

5 | Sistemas de rega e necessidades hídricas

- A fileira do ananás em estufa utiliza, quase em exclusivo, o sistema de rega por aspersão;
- Poucos são os produtores que utilizam os sistemas por aspersão e por gota a gota com objetivos diferentes: a gota a gota para humedecer todo o volume do solo rizosférico e a aspersão para melhor fixar a planta no pós-plantação, manter o centro da planta, designado por “olho”, sempre molhado e polvilhar com água o aparelho foliar da planta nas horas de maior calor, suavizando assim o efeito negativo do excesso da temperatura no interior da estufa (as estufas clássicas ventilam mal, mesmo com portas e arboios abertos);
- As necessidades diárias em água da cultura são muito baixas, cerca de 0,5mm/dia, se a superfície do solo for coberta com plástico preto, um pouco mais com tela perfurada, atingindo cerca de 1mm/dia quando a superfície do solo é coberta por LVT em alternativa ao plástico ou à tela;
- As dotações de rega são definidas de acordo com as fases do ciclo cultural e as estações do ano. Na plantação o solo quer-se pouco húmido a fresco. Imediatamente após a plantação todo o perfil do solo (0-30cm) deve ser progressivamente humedecido, evitando as perdas por drenagem profunda. Se a superfície do solo estiver coberta com tela permeável as perdas por evaporação, principal componente da perda de água, são muito pequenas, bem como a transpiração;
- A rega por aspersão ajuda a fixar a planta porque 30 a 40% da água de rega é intercetada pelas folhas curvilíneas e escorre ao longo destas até ao caule parcialmente enterrado, humedecendo preferencialmente o volume do solo que envolve aquele;
- Ao fim de um a dois meses após a plantação, período muito dependente da temperatura ambiente, as raízes emergem e expandem-se pelo interior do solo, iniciando-se a fase de desenvolvimento vegetativo muito ativo e mais exigente em água;
- Logo que as plantas atingem o desenvolvimento apropriado, aplica-se o indutor (fumos) para provocar a indução floral forçada (entre 8 a 10 meses após a plantação, período variável com a classe de brotinho utilizado e com o período de plantação);
- O período que medeia entre a indução floral e o aparecimento das inflorescências varia entre 45 a 90 dias, em função da temperatura média, quanto mais frio maior é o período;
- Com a formação do fruto o crescimento da planta cessa, sendo canalizado para aquele todos os fotoassimilados, durante cerca de 4-6 meses. O número de raízes ativas decresce acentuadamente ao ponto de, no final do ciclo, as raízes ativas se localizarem na extremidade das raízes grossas, situadas a maior profundidade;
- Por regra, a fileira corta a rega dois a três meses antes da época de corte. Contudo, é conveniente assegurar que no momento do corte o volume do solo rizosférico apresenta a água suficiente para que a planta desenvolva o processo fisiológico da maturação sem stresse hídrico. Na prática humedece-se bem todo o perfil do solo antes do corte da rega.

4

RESULTADOS E DISCUSSÃO



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência mostrou que a cultura do ananaseiro em estufa responde muito positivamente aos seguintes fatores de produção:

- › Qualidade do plantio-plantas bem desenvolvidas, classe do peso no intervalo 600-800g, isentas de pragas, nomeadamente de cochonilha;
- › Riqueza nutricional do meio – quanto maior e equilibrada é a concentração em nutrientes, maior é o desenvolvimento da planta e do fruto;
- › Meio físico – quanto maior é a capacidade de retenção de água e a macroporidade, maior é a expansão e o desenvolvimento radicular e a drenagem;
- › O ambiente climático no interior da estufa é muito importante, sabendo que a planta exige temperaturas médias noturnas não inferiores a 16°C, o ideal são 20°C, e temperaturas diurnas não superiores a 30-32°C. A radiação Par ideal exigida é elevada, da ordem dos 600-800 micromoles/m²/s, embora saibamos que a caiação reflete cerca de 70% da radiação incidente, razão pela qual no verão a radiação máxima no interior da estufa seja inferior a 400 micromoles/m²/s e no inverno baixe para os 100 micromoles/m²/s.

Sempre que o plantio é heterogéneo e de fraco desenvolvimento, mais longo é o ciclo cultural e mais incerto e heterogéneo é o rendimento final. A fileira à plantação dispõe as plantas segundo um gradiente decrescente, colocando as plantas maiores junto à parede e as menores próximas do centro do vão da estufa. Tal prática, de acordo com os estudos realizados não é aconselhável pelas seguintes razões:

- As plantas maiores, junto à parede mais fria, húmida e ensombrada, desenvolvem uma forma estiolada, que limita o normal desenvolvimento das plantas circundantes, e produz frutos de menor valor comercial;
- As plantas do centro, à partida mais pequenas, desenvolvem-se menos e produzem frutos menores;
- O resultado final é uma estrutura de produção estratificada quanto á dimensão dos frutos, sendo estes maiores na zona central e menores nos extremos do vão.

Sempre que o solo se apresenta compacto, drena mal e permanece durante períodos longos encharcado de água, menor é o desenvolvimento da planta, mais sensível a doenças fica, nomeadamente a podridão de raízes, menor é o desenvolvimento vegetativo e menor é o peso do fruto. Existe uma relação clara entre o peso da planta no momento da indução floral e o peso final do fruto, ainda que esta relação não se mantenha constante nos estudos inter-ciclos culturais.

A manutenção da estufa quanto à entrada de água e à caiação é fundamental, porque se houver entrada de água no inverno a estufa torna-se muito mais fria. Se a caiação não for cuidada, podemos ter no interior elevadas temperaturas (>35°C) que provocam queimaduras graves no aparelho foliar da planta, provocando stresse térmico e irreparáveis danos nos frutos.

Algumas práticas culturais são fundamentais para o sucesso da cultura, nomeadamente, manter a estufa limpa de infestantes, de roedores, de insetos como as baratas e grilos. Proceder a uma capação cuidada da inflorescência, cortar as pontas das folhas que se sobrepõem aos frutos, manter as estufas bem ventiladas nos dias quentes, nomeadamente no período da maturação.

Os rendimentos médios alcançados (peso das plantas após corte e peso do fruto) foram sempre elevados, com flutuações, dentro do mesmo ciclo cultural, para os diferentes perfis não muito elevadas, variando as posições com os ciclos, e esbatendo-se as diferenças com a média de vários ciclos culturais.



Nas figuras 10.a) e 10.b) apresenta-se o peso médio dos frutos e das plantas à colheita do 1º ciclo cultural.

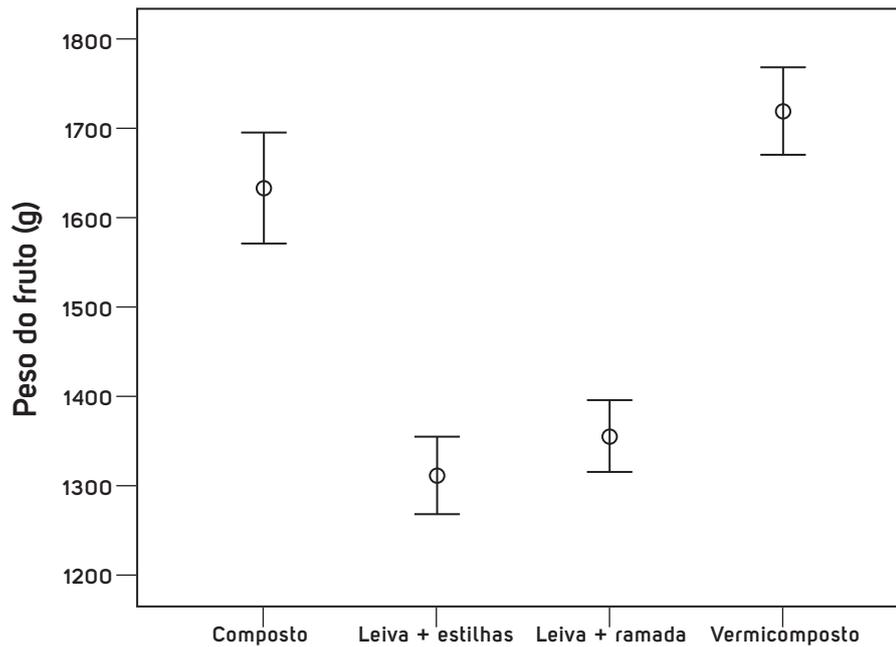


Figura 10.a): Peso médio dos frutos do primeiro ciclo cultural

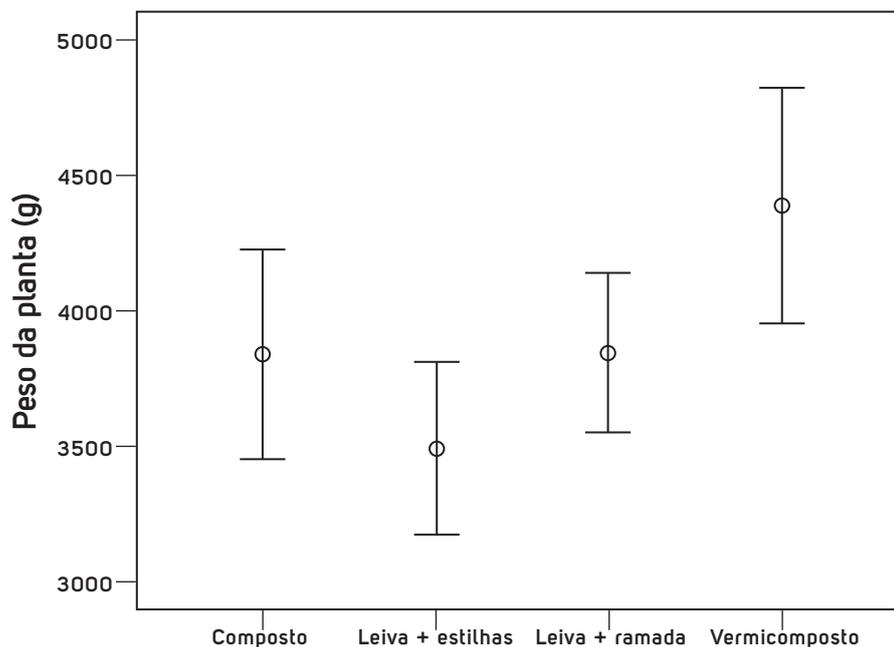


Figura 10.b): Peso médio das plantas à colheita (1º ciclo cultural).

Da análise dos gráficos constata-se que o peso médio dos frutos é maior no vermicomposto comparativamente ao composto (SO-MUSAMI), mas não distintos estatisticamente entre si, apresentando ambos, contudo, diferenças muito significativas comparativamente às modalidades Leiva+ramada ou Leiva +estilhas. Nos 2º e 3º ciclos culturais verificou-se uma recuperação dos perfis com leiva comparativamente aos perfis com SO-MUSAMI ou vermicomposto,



esbatendo-se as diferenças iniciais. O tempo de palme (meda de curtimenta) da leiva utilizada foi curto, o que pode explicar o menor rendimento obtido no 1º ciclo comparativamente aos seguintes.

Na **figura 11.a)** e **11.b)** apresenta-se o aspecto geral da cultura nas estufas clássicas e estufas industriais.



Figura 11.a): Estufa clássica: quadrante com leiva



Figura 11.b): Estufa industrial: Perfil do solo 2S0:1T

Regista-se que na estufa industrial foram obtidos frutos de peso muito superior aos obtidos na estufa clássica, sendo a diferença entre médias >1kg. A completa automação das componentes rega, ventilação e ensombramento, permitem gerir melhor o ambiente climático interno da estufa, fazendo realçar a importância do conforto físico e nutricional proporcionado pelos diferentes perfis do solo no aumento do peso dos frutos.

CONCLUSÕES

Os resultados experimentais desenvolvidos na última década pelo INOVA, ISA, UCL e PROFRUTOS, em estufas clássicas e industriais, relativos à fileira do ananaseiro, mostraram que a melhor opção para melhorar a composição orgânica do perfil do solo ao menor custo é combinar o SO-MUSAMI com a LVT, ambos misturados com terra. As proporções volumétricas (SO:LVT) devem ser ajustadas aos objetivos dos produtores da fileira.

Documento elaborado por:
CARLOS MANUEL DE ARRUDA PACHECO
Professor Aposentado do ISA-UTL-
E-mail: capacheco@isa.utl.pt
Azeitão, abril de 2023.



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

