

3.

TECNOLOGIA CULTURAL NO LOCAL DEFINITIVO



3. TECNOLOGIA CULTURAL NO LOCAL DEFINITIVO

José Grego^{ab}, António Marques^{ab}, Fátima Lopes^a, Guilherme Martins^a e Raquel Saraiva^{ab}

^a Escola Superior Agrária, Departamento Ciências Agrária e Ambiente – Instituto Politécnico de Santarém.

^b UIIPS – Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém.

Regiões de Inverno ameno permitem no período mais frio do ano a cultura de hortícolas de época quente em estufas não aquecidas. Para isso será necessário respeitar as seguintes condições:

I. Média das temperaturas mínimas do ar no mês mais frio acima dos 7 °C;

II. Média da radiação total mínima diária acima de 2326 W.h.m⁻².

As condições anteriores verificam-se abaixo do paralelo 38 (Sines) e mesmo acima em regiões (ex. Lisboa) com noites beneficiadas pelo sopro oceânico (nictitemperaturas amenas) e com luminosidade favorável. Acima daquele limite a baixa luminosidade no Inverno limita a produção, mesmo aquecendo os abrigos.

Tenha-se em atenção que se a temperatura é importante em termos de crescimento e suscetibilidade à geada, por outro lado, no caso das hortícolas de frutos, a luz é decisiva em termos de diferenciação e desenvolvimento floral. Sem desenvolvimento de frutos e em situações de baixa luminosidade ocorre estiolamento das plantas com consequente perda de produtividade.

Ao ar livre as condições climáticas serão análogas às de ambiente protegido, as nictitemperaturas (temperaturas noturnas) são semelhantes, mas ao ar livre, a chuva, o vento e as baixas temperaturas diurnas comprometem a produção, em particular para o caso das solanáceas (ex. tomateiro) que são hortícolas de elevada suscetibilidade a ambientes húmidos e água no estado líquido sobre a folhagem com consequências em termos de distúrbios fisiológicos e contaminação fúngica.

Outro indicador cultural associado a regiões de Inverno ameno é “*região de citrinos*” que corresponde a regiões com temperaturas mínimas absolutas entre -2,5 e 7 °C. Os citrinos são menos suscetíveis ao frio comparativamente às solanáceas e daí que o limite inferior de -2,5 °C corresponde a um indicador térmico que determina,

para estas, cultura em abrigo.

Unicamente por via do “efeito de estufa” não é possível obter regimes térmicos ótimos para as culturas, daí a necessidade de aquecer para:

- Eliminar risco de geadas (sistema anti-geada);
- Acréscimo térmico para aumentar a precocidade e a produtividade das culturas;
- Evitar a condensação de água;
- Diminuir a suscetibilidade das plantas às doenças.

Comparativamente aos sistemas culturais tradicionais a intensificação da produção hortícola para além de aumentar a produtividade também tem um impacto importante nas taxas de eficiência de uso da água e nutrientes (Figura 1) e daí uma melhoria da sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção.

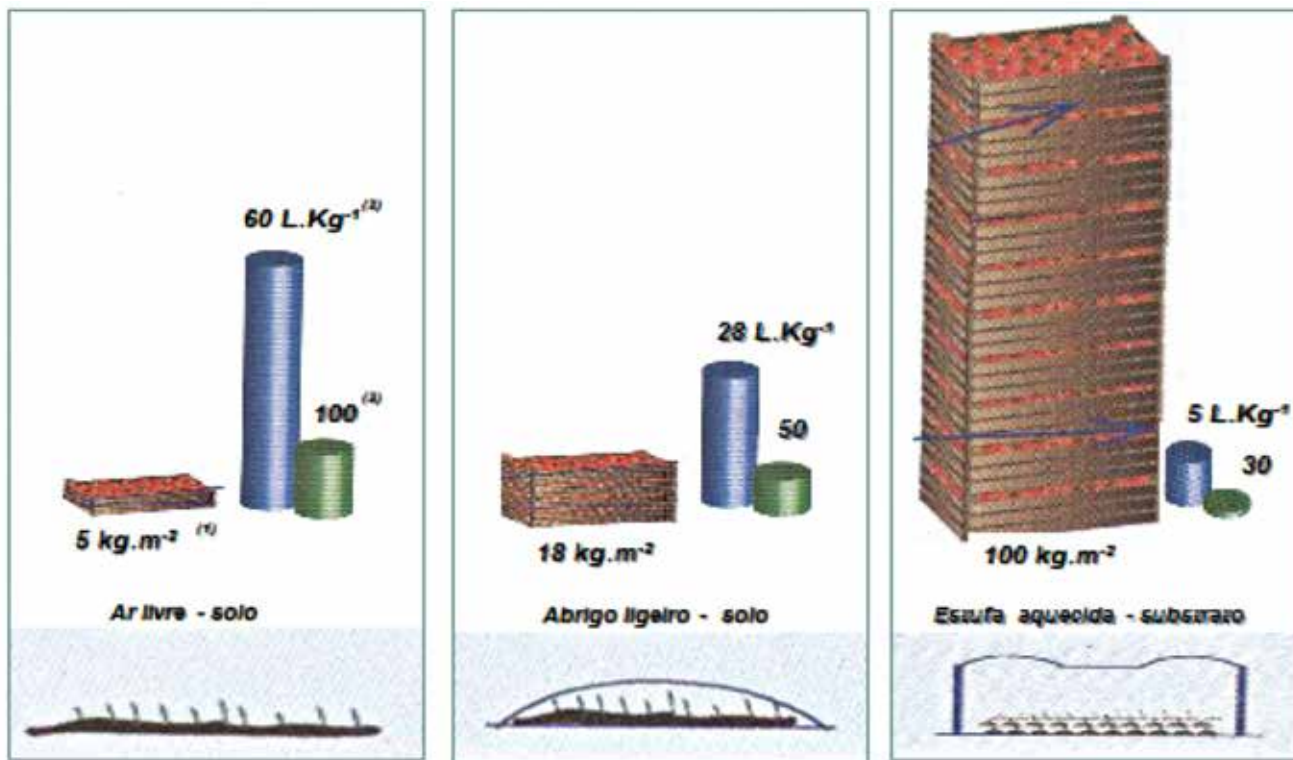
3.1. FONTES DE ENERGIA PARA O AQUECIMENTO DE ABRIGOS

No aquecimento dos abrigos usam-se diferentes tecnologias, sistemas (aquecimento por água e ar quente) e combustíveis. Combustíveis ou fontes de energia:

1. Combustíveis:
 - Sólidos: Carvão e biomassa;
 - Líquidos: Gasóleo e fuelóleo;
 - Gasosos: Gás natural, propano, butano e biogás.
2. Electricidade
3. Energias alternativas: Eólica, solar, geotérmica e efluentes térmicos industriais

Combustíveis são substâncias, que quando aquecidas, desenvolvem reacções químicas com um oxidante (normalmente o oxigénio do ar) e libertam calor. Os combustíveis podem ser materiais fósseis (materiais não renováveis) ou biomassa (materiais renováveis). A produção mundial de combustíveis fósseis em 1994 (Borman and Ragland, 1998) foi de:

- Crude: 170 x 10¹⁵ kJ (estimativa de esgotamento das reservas – 67 anos);
- Carvão: 108 x 10¹⁵ kJ (mais – 230 anos);
- Gás natural: 93 x 10¹⁵ kJ (mais – 123 anos).



Legenda: ⁽¹⁾ Produção; ⁽²⁾ Litros de água por kg produzido e ⁽³⁾ consumo relativo de nutrientes.

Figura 1 – Efeitos da intensificação cultural na produtividade e eficiência do uso de água e nutrientes.

A biomassa gera cerca de 17×10^{15} kJ por ano de energia. Os combustíveis fósseis contribuem com cerca de 83% da energia produzida, sendo o resto proveniente de energia hídrica, nuclear e biomassa.

A composição dos combustíveis depende da fonte, tipo e grau de refinamento. O seu valor calórico depende do seu teor em carbono, hidrogénio e outros compostos (quadro 1). O carbono quando combinado quimicamente com o oxigénio do ar, durante a combustão, produz calor e luz. O hidrogénio quando combinado com o oxigénio do ar forma vapor de água e produz calor. Os outros materiais são: enxofre e materiais não combustíveis (água, azoto e cinzas). O enxofre combina-se com o oxigénio para formar dióxido de enxofre, com afinidade para a água, o que origina ácido sulfuroso o qual é muito agressivo para as estruturas metálicas e plantas. Os teores de enxofre nos combustíveis utilizados devem ser baixos afim de se evitar mecanismos corrosivos para a estruturas de queima e também para que não se formem grandes teores de sulfito de hidrogénio e dióxido de enxofre que são fitotóxicos.

A taxa de libertação de calor depende da taxa de combustão que por sua vez depende da quantidade de ar que chega ao processo de combustão, e também depende do tipo de combustível em particular da combinação de carbono e hidrogénio. A combustão é completa quando todos os elementos combustíveis do combustível se combinam com o oxigénio, i.e. quando o carbono se combina com o oxigénio na presen-

ça de um volume de ar adequado, forma-se dióxido de carbono e gera-se calor. Quando a quantidade de ar é insuficiente (combustão incompleta) forma-se monóxido de carbono, algum dióxido de carbono e menos quantidade de calor, se a quantidade de ar ainda for menor, parte do carbono não arde formando-se fumo. A combustão incompleta pode originar a formação de etileno, gás hormonal que pode provocar danos nas plantas. A análise dos teores de monóxido, dióxido de carbono e oxigénio nos gases de escape, permite avaliar a eficácia de funcionamento dos dispositivos de queima -queimadores, (Hanan, 1978).

3.1.1 Tipos de combustíveis usados no aquecimento de abrigos

CARVÃO - Combustível relativamente barato. Pode ter perto de 100% de carbono, com um poder calórico bruto acima de 30 MJ.kg^{-1} (p.s.).

BIOMASSA - Materiais, recentes, derivados (direta ou indiretamente) da atividade fotossintética, i. e. materiais vegetais e seus derivados. Biomassa é material celulósico que pode ser classificada em lenhosa e não lenhosa. Biomassa lenhosa por sua vez classificada em dura e muito dura. Biomassa não lenhosa podem ser resíduos agrícolas: ex. bagaços, palhas, estrumes, culturas (herbáceas, arbustivas e arbóreas) dedicadas à produção de material vegetal

para uso como combustível. A biomassa lenhosa (madeira) é composta por celulose, hemicelulose, lenhina, e minerais que originam cinzas. Celulose é um polímero de glucose. As paredes celulares são constituídas por celulose que representa 40 a 50% do peso seco da biomassa lenhosa. As hemiceluloses são constituídas por hidratos de carbono, que não glucose, que envolvem as fibras de celulose e representam 20 a 35% (p.s.). Lenhina é um polímero que dá resistência às fibras da madeira e representa 15 a 30% (p.s.).

A biomassa pode ser convertida em energia (calor e electricidade) e materiais energéticos: (carvão vegetal, bio-óleo e biogás), por via de transformações termoquímicas ou bioquímicas.

BIOMASSA - Variáveis que afetam a combustão da biomassa

Teor de humidade - O teor de humidade dos produtos depende do tipo de material das condições de armazenamento. Por vezes para possibilitar a combustão é neces-

sário secar a biomassa antes de iniciar a combustão. Aumentando a humidade reduz a temperatura máxima da combustão (temperatura adiabática da combustão) até um teor que inviabiliza a combustão.

Poder calorífico - Calor libertado durante a combustão por unidade de massa, quando o combustível, inicialmente, a 25 °C reage completamente com o oxigénio e a seguir arrefece a 25 °C.

Quando se contabiliza o calor da condensação do vapor de água, temos o VCB – valor calórico bruto, e quando não se considera a condensação temos o VCL – valor calórico líquido. A VCL é obtida da VCB, subtraindo o calor de vaporização da água dos produtos (equação 1).

$$VCL = VCB - (m_{H_2O}/m_{combustível}) \cdot \epsilon \quad \text{Eq.1}$$

sendo ϵ o calor latente de vaporização da água a 25 °C (2440 kJ.kg⁻¹). A água inclui a água de humedecimento e a água formada pelo hidrogénio do combustível.

Quadro 1. Valor calórico líquido e concentrações de C,H,O e resíduos voláteis em diferentes combustíveis (gases e biomassa).

Combustível	Valor calórico (MJ.Kg ⁻¹) ***	C (%)	H (%)	O (%)	Voláteis (%)
Gases*					
Hidrogénio (H ₂)					
Monóxido de carbono (CO)					
Metano (CH ₄)					
Etano (C ₂ H ₆)					
Propano (C ₃ H ₈)					
Butano (C ₄ H ₁₀)					
Etileno (C ₂ H ₄)					
Acetileno (C ₂ H ₂)					
Gás natural					
Biomassa					
Grânulos de madeira**	16,4				
Estilhas duras e secas**	12,2				
Estilhas macias e secas***	8,0	47,1-51,6	6,1-6,3	38,0-45,2	76,0-86,0
Estilhas de Carrasca de coníferas**	8,2	48,8-52,5	4,6-6,1	38,7-42,4	69,6-77,2
Bagaço de azeitona – seco**	6,1	51,0-54,9	6,6-7,2	34,1-38,0	77,6-84,0
Bagaço de azeitona – extracto**	8,5				
Caroço de azeitona					

* Boman and Raland (1998); ** Van Loo and Kppejan (2010); ***



Tratando-se a biomassa de um material renovável logo o seu uso afigura-se de especial interesse e ainda a acrescentar o facto de permitir custos de aquecimento mais baixos (quadro 2) e daí a crescente procura deste combustível para o aquecimento de abrigos.

Quadro 2. Valores médios (euros.m⁻²) dos custos de aquecimento de abrigos com diferentes combustíveis (2013).

Tipo de combustível	Custo (euro.m ⁻²).
Gás propano	6,4
Biomassa - estilhas	2,5
Biomassa – caroço de azeitona	1,7

3.2. AQUECIMENTO DE ABRIGOS - SISTEMAS DE AQUECIMENTO

Na figura e fotos seguintes são esquematizados e representados os diferentes sistema de aquecimento de abrigos por via do uso de ar ou água quente.

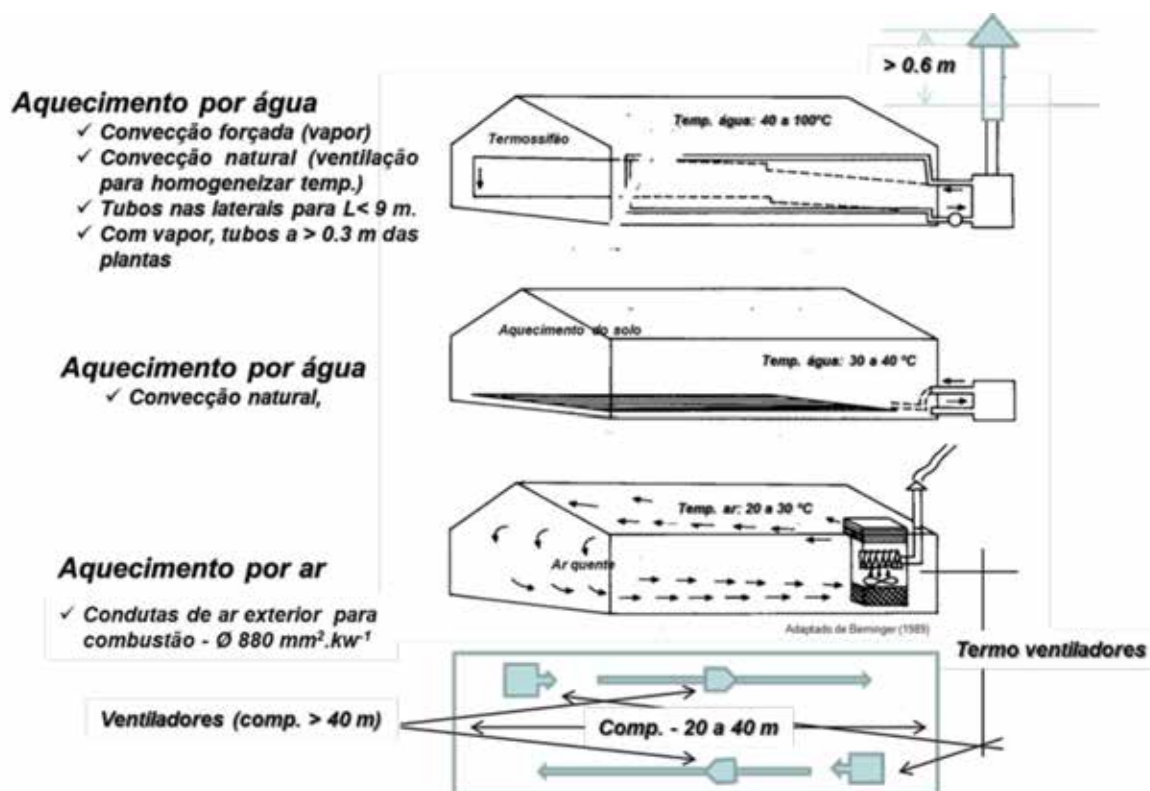


Figura 1 – Sistemas de aquecimento de abrigos por ar ou água quente.



Figura – Caldeira de água quente.
Combustível: Biomassa – estilhas.
Potência: 3 MW





Figura – Gerador de ar quente.
Combustível: Biomassa – caroço de azeitona.
Potência: 200 KW



Figura – Gerador de ar quente.
Combustível: gás – propano.
Potência: 200 KW





Figura – Caldeira de água quente.
Combustível: gasóleo.
Potência: 1,6 MW

3.3. COMPARAÇÃO DAS EXPORTAÇÕES DE NUTRIENTES NA CULTURA DE TOMATEIRO EM ESTUFA EM DIFERENTES MODOS DE PRODUÇÃO

Com o objetivo de quantificar as exportações do tomateiro produzido em estufa, analisaram-se as exportações de nutrientes em diferentes situações, nomeadamente com e sem aquecimento, em produção de verão e inverno e em sistemas com e sem solo. Também se analisou a quantidade de nutrientes presentes ao longo da cultura. Para este estudo, analisaram-se e pesaram-se os diferentes componentes do tomateiro, com exceção da raiz.

Comparou-se, sem análise estatística, os diferentes tipos de sistemas de produção de inverno, 1 - estufa aquecida sem solo (Inv.A), 2 - estufa sem solo (Inv.B) e 3 - estufa com solo (Inv.S). Também se estudou os modos de produção de verão 1 - sem solo (Ver.B) e com solo (Ver.S).

Quanto à concentração média em nutrientes de todos os modos de exploração, verifica-se, em concordância com a bibliografia existente, que são o potássio e o azoto os nutrientes mais presentes nas plantas. Neste caso, os valores muito altos de cálcio e enxofre nas folhas são o resultado de aplicações foliares destes elementos para proteção das plantas. (Figura 2)

Quanto aos micronutrientes analisados, as suas concentrações são muito maiores nas folhas do que nos outros órgãos, havendo uma maior concentração de ferro nos frutos que nos caules. (Figura 3)

Tendo por base 66 000 plantas por ha, a quantidade média de nutrientes que foram exportados pelas folhas, caules e frutos, nos diferentes modos de exploração, são os apresentados na figura 4.

O potássio continua a ser o nutriente consumido em maior quantidade, com mais de 500 kg.ha⁻¹ seguido do azoto com 342 kg.ha⁻¹. Os valores de cálcio e enxofre poderão estar sobrevalorizados, conforme o indicado anteriormente. Quanto aos micronutrientes analisados os valores variam entre 1,1 kg.ha⁻¹ no caso do zinco e 3,7 kg.ha⁻¹ no caso do ferro.

Na análise da concentração em nutrientes no fruto, nos diferentes sistemas de produção (Figura 5), verificam-se algumas diferenças espetáveis.

Quando o crescimento é facilitado, como é o caso das culturas produzidas no verão ou quando a estufa é aquecida, a concentração em nutrientes é menor. A maior concentração encontrou-se no caso do tomate produzido na estufa com solo durante o inverno. A menor concentração encontrou-se no caso da estufa com solo no verão.

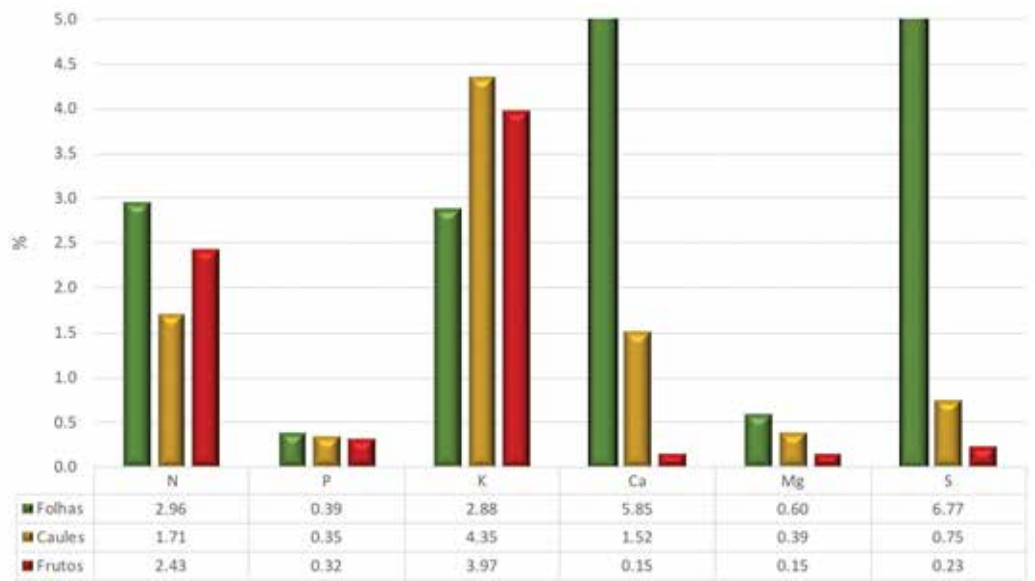


Figura 2 – Concentração em macronutrientes na planta do tomateiro (% na matéria seca)

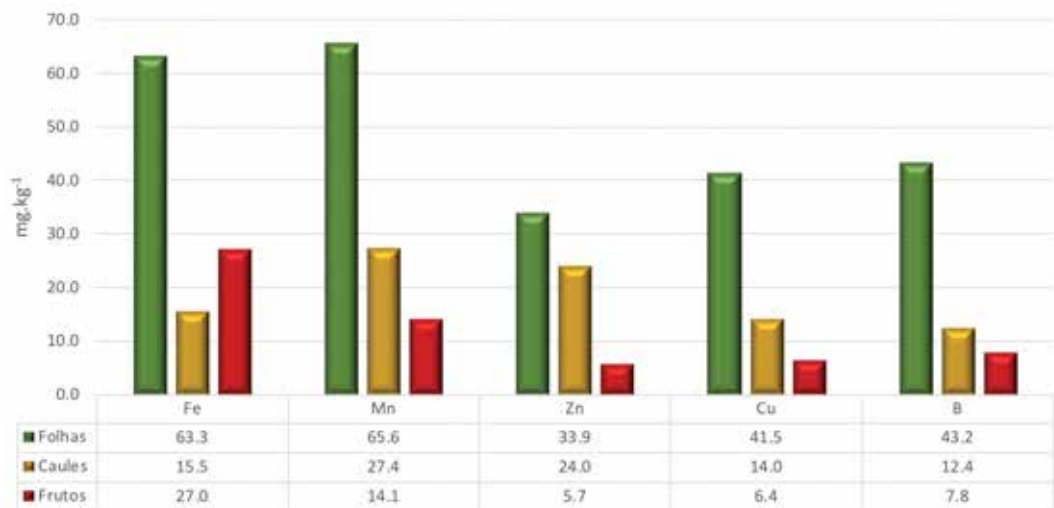


Figura 3 – Concentração em micronutrientes na planta do tomateiro (mg.kg⁻¹ de matéria seca)

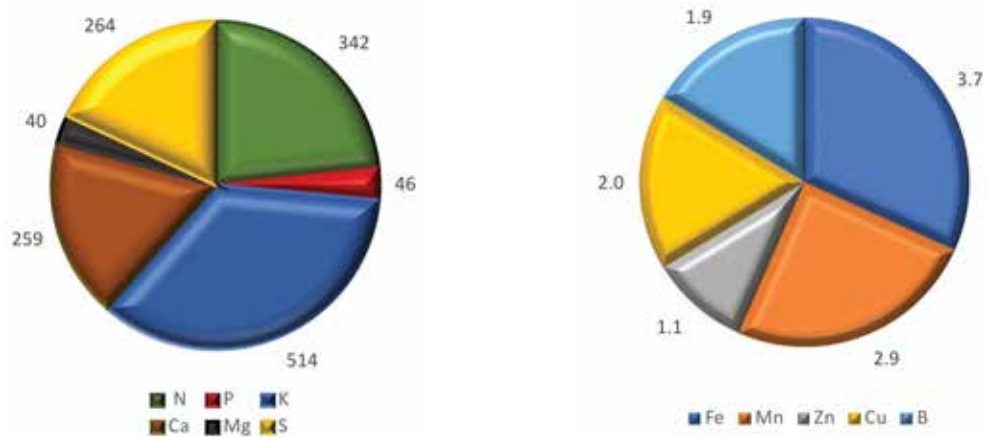


Figura 4 – Quantidade média de nutrientes, em quilogramas, exportados por um ha de tomateiros em estufa.

Quando se tem também em conta as produções, (Figura 6) as exportações apresentam algumas diferenças, em que a estufa aquecida de inverno e a estufa sem solo de verão exportaram mais de 1000 kg.ha⁻¹ em macronutrientes principais. As estufas sem solo de inverno não aquecida e em solo de verão tiveram menos exportações destes nutrientes, rondando os 850 kg.ha⁻¹.

Quanto aos micronutrientes, as exportações apresentaram pequenas diferenças. Foi exceção o ferro no sistema de produção de inverno com solo no qual se encontrou valores bastante mais altos de exportações que nas outras modalidades. Este fato pode dever-se a uma fertilização mais intensa no respeitante a este elemento.

BIBLIOGRAFIA

BORMAN, G. L. and K. W. RAGLAND, 1998. Combustion engineering. McGraw-Hill International Ed., Singapore.

HANAN, J.J. *et al.*, 1978. Greenhouse management. Ed. Springer-Verlag, New York.#

VAN LOO, S. and J. KOPPEJAN, 2010. Biomass combustion and co-firing. Earthscan, London.

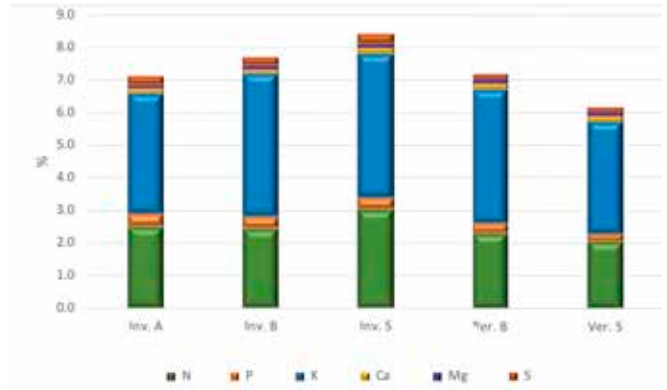


Figura 5 – Percentagem de macronutrientes existentes no fruto do tomateiro nas diferentes modalidades em análise.

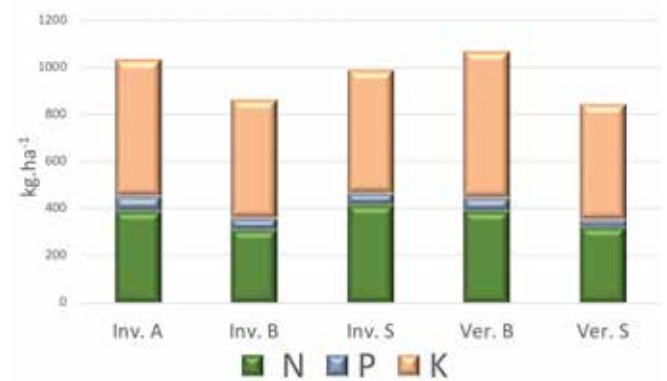


Figura 6 – Quantidade média de macronutrientes principais, em quilogramas, exportados por um hectare de tomateiros em estufa, nas diferentes modalidades de produção.



MANUAL TÉCNICO **TOMATINOV**

TOMA
INOV





FICHA TÉCNICA

TÍTULO: Manual Técnico TOMATINOV

AUTORES: Raquel Saraiva, Igor Dias, António Marques, Guilherme Martins, José Grego, Luís Ferreira, Maria Lopes, Maria Godinho, Sérgio Ferreira, Renato Gouveia, Sofia Rodrigues, José Firmino, Paulo Maria, Margarida Oliveira.

COLABORAÇÃO: AIHO - Associação Interprofissional de Horticultura do Oeste

DESIGN E PAGINAÇÃO: Overprint

PRODUÇÃO: Overprint

1ª edição, Torres Vedras Fevereiro 2022

ISBN VERSÃO IMPRESSA: 978-972-99189-1-9

ISBN VERSÃO ON-LINE: 978-972-99189-2-6

WEBSITE DO PROJETO: tomatinov.wordpress.com

MANUAL DISPONÍVEL ONLINE: https://tomatinov.wordpress.com/documentacao/manual_tecnico_tomatinov/

CO-FINANCIADO:



PROGRAMA DE
DESENVOLVIMENTO
RURAL 2014-2020



UNIAO EUROPEIA
Fundo Europeu Agrícola
de Desenvolvimento Rural
A Europa Investe nas Zonas Rurais