



Grupo Operacional  
**OPTIMAL**



**Parceiros**

**Entidade líder:**

INIAV - INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGAÇÃO AGRÁRIA E VETERINÁRIA, I.P

**Responsável:**

Miguel Leão de Sousa

**Site do Projeto:**

<https://go-optimal.webnode.pt/>

**Parceiros:**

FCUL – Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
ISA – Instituto Superior de Agronomia/Universidade de Lisboa  
APMA – Associação dos Produtores de Maçã de Alcobaça  
COTHN – Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional  
FRUBAÇA – Cooperativa de Hortofruticultores, CRL  
CAMPOTEC IN – Conservação e Transformação de Hortofrutícolas, SA  
FRUTALVOR – Central Fruteira, CRL  
VALE DO BAÇA – Sociedade Agrícola, LDA  
SOC. AGR. QUINTA DO BREJO DE VALE DE MACIEIRA, LDA  
SOATI – Sociedade de Agricultura de Grupo, LDA

**Projeto  
Objetivos:**

- 1 – Definir um modelo de produção para o pomar de maçã na IGP que potencie as características edafoclimáticas (luz e solo), devidamente sustentado em indicadores de base científica.
  - . Qual a densidade ótima de plantação?
  - . Quais as técnicas de poda mais adequadas à produção de frutos de alto valor e qualidade?
- 2 – Conceber e validar tecnologias de monitorização e gestão para aplicação em fruticultura de precisão.
- 3 – Validar modelos de previsão da produção e do crescimento dos frutos.
- 4 – Contribuir para a modernização das explorações, promovendo um modelo de alta rentabilidade, focado no mercado e no reforço da competitividade.

Localização das intervenções



Início: 07/2017  
Fim: 12/2022

Orçamento: 391.852 €



Os pomares com menor distância entre as linhas (3.0 e 3.5m) apresentaram maior fração de radiação PAR interceptada ao meio dia solar, sendo que o mais intensivo (3.5 x 0.6) alcançou valores próximos de 0.5 (Figura 1).

O aumento da densidade de plantação deve ser acompanhado por alterações na forma e volume das árvores de forma a otimizar a distribuição de radiação no seu interior (Figura 2), tendo sido demonstrada a importância de árvores estreitas e com elevada área de superfície exposta no aumento da produtividade e qualidade dos frutos.

A taxa fotossintética ( $A_n$ , 1500  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) foi maior nos pomares com maior distância entre as linhas (O1 – 14.59  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e O3 – 14.39  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), com padrões similares para a condutância estomática ( $g_s$ ) e transpiração ( $E$ ), alertando para os cuidados a ter com a redução da distância entre as linhas, nomeadamente no que respeita à arquitetura e geometria da copa, de forma a evitar perturbações que condicionem o potencial fotossintético (Figura 3).

O pomar mais intensivo (O4) produziu acima de 110 t  $\text{ha}^{-1}$  (com maior peso médio por fruto – 159.2g), seguido pelo pomar O3 (o segundo mais intensivo) com 86 t  $\text{ha}^{-1}$ , O1 com 73 t  $\text{ha}^{-1}$  e O2, mais jovem e com maior controlo de carga, com 54 t  $\text{ha}^{-1}$  (Tabela 1).

As copas mais estreitas (O2), permitem maior quantidade de frutos colhidos na primeira colheita (usualmente com maior valor comercial, qualidade e capacidade de conservação) (64,3%).

A influência deste projeto é notória na conceção de um pomar mais tecnológico, com gestão mais profissional, racional e eficiente, onde com a aplicação dos princípios da fruticultura de precisão é possível a conversão para um modelo de produção mais sustentável, competitivo e alinhado com o mercado.

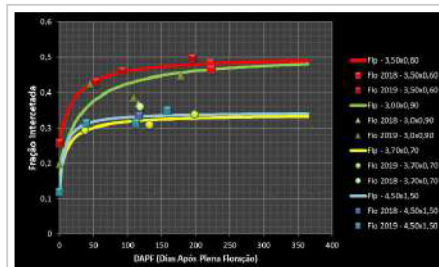


Figura 1 – Fração de radiação PAR interceptada (FI), observada (Flo) e prevista (Flp), medida ao meio dia solar em pomares com diferentes densidades (O1 – 4.5x1.5, O2 – 3.0x0.9, O3 – 3.7x0.7, O4 – 3.5x0.6) avaliada em diferentes períodos do ciclo (2018-2019).

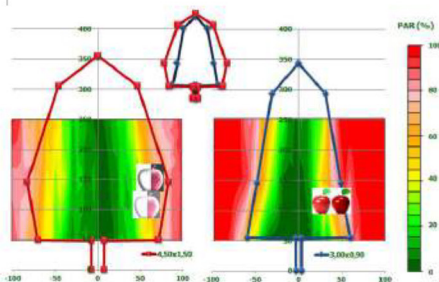


Figura 2 – Distribuição da radiação PAR no interior da copa em pomares com baixa densidade (O1 – 4.5x1.5) e com média alta densidade (O2 – 3.0x0.9).

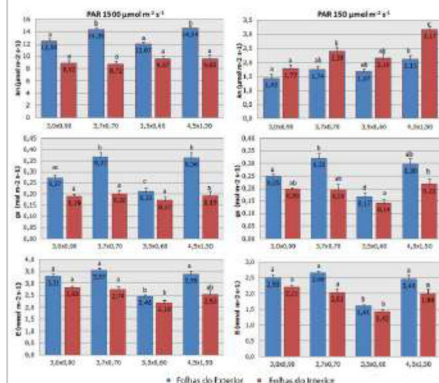


Figura 3 – Taxa fotossintética ( $A_n$ ,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), condutância estomática ( $g_s$ ,  $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e transpiração ( $E$ ,  $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), obtidas em folhas do exterior e interior de macieiras 'Gala' em pomares com diferentes densidades de plantação, a 1500 e 150  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (PAR). Letras diferentes por posição (exterior e interior) indicam diferenças significativas (Tukey,  $p < 0.05$ ).

## Sessões de divulgação:

Fórum Agrícola 4.0. Sessão IV: Agricultura digital em ação. Torres vedras. 29 de Junho de 2022.  
Agrotech Challenge. Contributos Tecnológicos para Implementação da Fruticultura de Precisão. Município do Fundão. 17 de Maio de 2022.  
Conferência Frutos – Produção sustentável. Apresentação GO OPTIMAL. 30 de julho de 2020. Online.  
3º Roteiro de Inovação. Feira dos Frutos. Caldas da Rainha. COTHN. Agosto de 2019.  
2º Roteiro de Inovação. Inovação e sustentabilidade na agricultura. Frutec. Batalha. COTHN. Fevereiro de 2018.  
Cimeira Nacional Agro Inovação 2018. Oeiras. Outubro de 2018.

## Ações de demonstração:

Dia aberto "Produção Sustentável de Pomóideas, Novas Tecnologias, Fruticultura 4.0 e Robótica". Polo de Inovação de Alcobça. INIAV/ENFVN. 2 de agosto de 2022.  
Visita técnica internacional do Grupo EIP-AGRI. Polo de Inovação de Alcobça. INIAV/ENFVN. 3 de maio de 2022.  
Jornadas Técnicas InovFruta. Fruticultura de Precisão, do campo à Pós Colheita. Observação de sensores em postos tecnológicos (dendrometria, radiação, Armadilhas Inteligentes). Polo de Inovação de Alcobça. INIAV/ENFVN. 30 de julho de 2021.

## Publicações:

Leão de Sousa, M., Gonçalves, M., Bernardes da Silva, A., De Melo-Abreu, J., Pastaneira, M., Marques da Silva, J., De Melo-Abreu, J., Maurício, A., Crisóstomo, J., Franco, N., Soares, R., Mendes, R., 2021. GO Optimal. In: Livro grupos operacionais de fruticultura 2018-2022. COTHN, pp 203-222 (ISBN:978-972-8795-18-5).  
Leão de Sousa, M., Gonçalves, M., Bernardes da Silva, A., De Melo-Abreu, J., Pastaneira, M., Marques da Silva, J., De Melo-Abreu, J., Maurício, A.; Crisóstomo, J., Franco, N., Soares, R., Mendes, R., 2020. Densidade de plantação em macieiras 'Gala': Implicações agrónomicas e fisiológicas. Actas Portuguesas de Horticultura, 34: 14-22.  
Leão de Sousa, M., Gonçalves, M. 2020. Contributo para o desenvolvimento tecnológico do pomar de Maçã de Alcobça - GO OPTIMAL. Revista Agrotec, Dossier Inovação em Pomóideas, 36, pp.36-39.  
Melo J., Correia P., Gonçalves M., Pastaneira M., Matos A. R., Pedro L., Barroso J., Figueiredo A. C., Antunes M., Cruz C., Silva J. M., Silva A. B., Leão M. "Influence of density and pruning of orchards of Malus domestica, in photosynthesis". XVI Spanish Portuguese Congress of Plant Physiology, Pamplona, Spain, 26 - 28TH June 2019.

Tabela 1 – Produtividade, número de frutos por árvore, peso dos frutos e distribuição por colheita e posição na árvore, em pomares de 'Gala' com diferentes densidades de plantação.

Pomar	Prod. (t ha <sup>-1</sup> )	Nº Frutos (Fr árv <sup>-1</sup> )	Peso fresco (g)	%Fr 1°C	%Fr 2°C	%Fr Ext.	%Fr Int.	%Fr 1°C Ext.	%Fr 1°C Int.	%Fr 2°C Ext.	%Fr 2°C Int.
4.5x1.5 O1	73	431.5±17.6 <sub>C</sub>	114.3±2.3 <sub>a</sub>	23.5	76.5	57.7	42.3	18.2	5.2	39.5	37.1
3.0x0.9 O2	54	99.9±11.8 <sub>B</sub>	146.1±2.7 <sub>b</sub>	64.3	35.7	56.0	44.0	36.8	27.5	19.3	16.4
3.7x0.7 O3	86	180.3±10.3 <sub>B</sub>	139.1±2.5 <sub>b</sub>	18.1	81.9	66.3	33.7	11.8	6.3	54.5	27.6
3.5x0.6 O4	113	151.1±12.8 <sub>B</sub>	157.3±4.3 <sub>b</sub>	34.4	65.6	48.3	53.7	20.2	14.2	26.2	39.4

Letras diferentes por coluna indicam diferenças significativas (Tukey,  $p < 0.05$ ). Média±EP. %Fr 1°C e %Fr 2°C - % de frutos colhidos na 1ª e 2ª colheita. Ext – Frutos do exterior; Int – Frutos do interior.

