

IPLANT – THE EFFECT OF ARTIFICIAL LED LIGHTING IN *EUCALYPTUS* CLONAL PLANT PRODUCTION

Daniela F.P. Dinis^{1*}, Joana Costa¹, Nuno Borralho²;

¹ RAIZ, Herdade de Espirra, 2985-270 Pegões, Portugal, daniela.dinis@thenavigatorcompany.com, tlm 963917755

² RAIZ, Quinta de S. Francisco, Apartado 15, 3801-501 Eixo

ABSTRACT

The *iPlant* - "Innovation in the identification and production of improved eucalyptus plants to face current challenges" is a project aiming to increase the value and productivity of Portuguese eucalypt forest, founded on a partnership. One of its main objectives is the development and improvement of an operational cloning production system to increase the amount of clonal improved plants available in the national market.

The experimental design of the work here presented aims to optimize the mother plants productivity of a clonal garden and the survival and rooting capacity of the cuttings of seven eucalyptus clones (*E. globulus* and hybrids). Different types of lights were tested: LED artificial lighting with different incidence radiations versus sunlight.

The results indicated that artificial lighting has a positive effect in increasing the productivity of the mother-plants. The productivity was also dependent of the clone and the quarter of the year, with spring being the most productive season. Regarding the effect of lighting on the survival and rooting of the cuttings, the results were negative for the artificial lighting. The success of survival and rooting is also dependent on the clone, as there are genetic materials with better capacity for these two characteristics.

KEY WORDS: Eucalypt clones, Cloning system, LED lighting, Productivity, Rooting

INTRODUÇÃO

O *iPlant* - "Innovation in the identification and production of improved eucalyptus plants to face current challenges" é um projeto que visa aumentar o valor e a produtividade da floresta de eucalipto em Portugal, assente numa parceria entre o INIAV, The Navigator Company, Viveiros Furadoro, ISA e RAIZ. Um dos principais objetivos é a melhoria do sistema operacional de produção de clonagem, e desenvolvimento de novas técnicas, de forma a aumentar a quantidade de planta melhorada disponível no mercado nacional, selecionada entre os melhores materiais genéticos disponíveis no RAIZ e Altri Florestal.

Eucalyptus globulus, nativo da Austrália, é uma das espécies florestais plantadas mais importantes em todo o mundo [1], e em Portugal, uma vez que apresenta adaptabilidade ao território nacional, elevada taxa de crescimento nalgumas condições edafoclimáticas e qualidade da madeira de excelência para a produção de pasta e de papel. É a espécie de eucalipto mais plantada no país [2], ocupando 9% da área florestal, que representa 35% do território nacional. Esta espécie existe em Portugal e na Europa desde a segunda metade do século XX [3] e a sua produção sustentável de madeira é um dos fatores de sucesso necessários para a competitividade da indústria nacional de pasta e papel [2].

Um dos processos utilizados para produção de planta de eucalipto é a clonagem, o qual garante a manutenção plena de características da planta-mãe elite selecionada, refletindo-se posteriormente na implementação de talhões uniformes de elevada produtividade [4]. No entanto, muitas espécies de eucalipto são recalcitrantes ao enraizamento o que dificulta a propagação clonal em escala comercial

[5]. A propagação clonal do eucalipto pode ser realizada por macro ou mini estacaria. A técnica de mini estacaria, que corresponde à técnica utilizada neste estudo, apresenta vantagens tais como um menor custo de manutenção do mini jardim clonal e do transporte e processamento dos rebentos, um maior controlo no sistema de rega e nutrição dos pés-mãe, menores variações sazonais, um elevado grau de rejuvenescimento dos rebentos, entre outros [4].

Na propagação clonal do eucalipto por mini estacaria há dois fatores essenciais a maximizar na produção do mini jardim clonal: i) a produtividade de rebentos dos pés-mãe (rebentos úteis por m²), que varia conforme o material genético, idade dos pés-mãe e sazonalidade [4], sendo este fator o principal indicador de qualidade de um jardim clonal (sendo essencial a existência de controlo ambiental na estufa), e ii) a capacidade de enraizamento do material genético, em que a rizogénesis em rebentos está intimamente ligada ao seu estado fisiológico [6]. O enraizamento é a etapa mais crítica no sucesso de produção da planta, sendo necessário nos primeiros 30 dias assegurar condições ambientais favoráveis às estacas, como elevada humidade e temperatura moderada, promovendo uma baixa mortalidade até que ocorra a emissão de raízes adventícias. Esta primeira fase é seguida de outra em que se reduzem os níveis de humidade para promover o crescimento das raízes, ainda no mesmo ambiente (estufa de enraizamento), acrescentando ao processo mais 20 a 30 dias, dependendo da altura do ano (e das condições da própria estufa). Após este período, as plantas são colocadas numa casa de sombra ou estufa de atempamento, promovendo as trocas gasosas e o desenvolvimento da parte aérea, até que estejam prontas para serem plantadas no terreno. Desta forma, toda a tecnologia que vise maximizar a produtividade e qualidade dos rebentos e o seu enraizamento vai favorecer a qualidade e produtividade dos clones em viveiro, levando ao estudo neste caso, da utilização de diferentes fontes de iluminação (luz artificial e natural). O uso de iluminação artificial na produção de plantas tem um papel fundamental, uma vez que possibilita a existência de fotoperíodos alargados, com consequente aumento da produtividade de rebentos, sendo que a tecnologia de diodo emissor de luz (LED) está em crescimento pelas suas vantagens, tais como um período de vida mais longo e uma emissão mínima de calor permitindo uma proximidade às plantas [7]. Foram usados dois tipos de LEDs, o AP673L (azul moderado, vermelho intenso) da marca Valoya e o DR/W/FR (vermelho profundo, branco e vermelho distante) da marca Philips.

Os objetivos do presente estudo foram: 1) avaliar se a produtividade dos pés-mãe depende da influência de luzes, natural ou artificial e 2) avaliar se há diferenças na sobrevivência e enraizamento das estacas dependendo do tipo de luz, natural ou artificial (LEDs Valoya e Philips).

PARTE EXPERIMENTAL

Local de estudo: instalação do mini jardim clonal e tratamentos aplicados

O mini jardim clonal deste estudo foi instalado numa estufa, equipada com sistema de arrefecimento (usualmente designado de sistema de *cooling*), tecnologia para monitorização ambiental (sondas e *software* para medição de temperatura, luminosidade, humidade do ar) e sistema de fertirrigação de controlo da solução nutritiva fornecida aos pés-mãe. A estufa encontra-se localizada nas instalações do RAIZ, na Herdade de Espirra, Pegões (distrito de Setúbal, Portugal). Foram selecionados sete clones para a implementação do ensaio (Tabela 1): quatro com proveniência RAIZ (planta *E. globulus* identificada no estudo com os códigos RZ1 e RZ3; planta híbrida, códigos RZ2 e RZ4) e três com proveniência Altri Florestal (planta *E. globulus*, códigos ALT1, ALT2 e ALT3).

Para a instalação do ensaio foram utilizados três canteiros de alumínio, cada um com 5,7m de comprimento e 0,83m de largura, com uma área útil de 4,36 m², preenchidos com substrato de areia grosseira lavada (com facilidade de drenagem média e capacidade de retenção de água). A instalação da planta nos canteiros ocorreu no mês de abril de 2019. Em termos de material genético, disposição do mesmo, espaçamento da planta (0,1m x 0,13m) e número de pés-mãe instalados por clone (Tabela 1), os três canteiros constituem réplicas completas.

Tabela 1. Espécies de eucalipto em estudo e dimensão do mini jardim clonal.

Clones	Material genético	Nºpés-mãe/linha	Nºpés-mãe/canteiro	Área clone m^2	Nºpés-mãe no ensaio experimental
RZ1	<i>E. globulus</i>	8	48	0.59	144
RZ2	<i>E. grandis</i> x <i>E. globulus</i>	8	48	0.59	144
RZ3	<i>E. globulus</i>	8	48	0.59	144
RZ4	<i>E. saligna</i> x <i>E. rufida</i>	9	54	0.67	162
ALT1	<i>E. globulus</i>	9	54	0.67	162
ALT2	<i>E. globulus</i>	8	48	0.59	144
ALT3	<i>E. globulus</i>	8	48	0.59	144
Total			348	4.29	1044

As variáveis climáticas foram monitorizadas (período de outubro de 2019 a julho de 2020), procurando assegurar valores de referência para a estufa de mini jardim clonal, sendo necessário bom arejamento e baixa humidade assim como temperatura do ar na faixa ótima entre os 25°C e 30°C durante o dia. A solução nutritiva fornecida aos pés-mãe teve uma frequência diária de cinco vezes, e um débito diário de 11,5 L/m² (Tabela 2). O estado nutricional das plantas foi acompanhado por diagnóstico visual e análises químicas foliares, bem como por registo de parâmetros como temperatura, pH e condutividade elétrica (CE µS/cm) em amostras de lixiviado e solo.

Para ensaiar o efeito da luz nos pés-mãe foram instaladas luzes LED, AP673L da marca Valoya e DR/W/FR da marca Philips. Um dos canteiros tem presente apenas luz solar existente, sem qualquer luz artificial e funciona como controlo no ensaio, designado como tratamento T0; o espectro da Valoya foi instalado num dos outros canteiros disponíveis, a cerca de 0,70 m de altura dos pés-mãe, sendo designado por T1, e o espectro da Philips instalado num outro canteiro a cerca de 1,70 m de altura, sendo o T2 (Fig. 1). As luzes estiveram em funcionamento com um fotoperíodo de 12h de luz (05h00 às 08h30 e das 13h00 às 21h30) e foram ligadas em junho de 2019, ainda durante o período de formação dos pés-mãe.

Tabela 2. Composição da solução nutritiva básica para a fertirregada do mini jardim clonal.

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	B	Cu	Zn	Mn	Mo
Elemento (ppm)	144.1	22.7	123.5	153.9	31.8	2.4	0.31	0.06	0.40	1.00	0.04

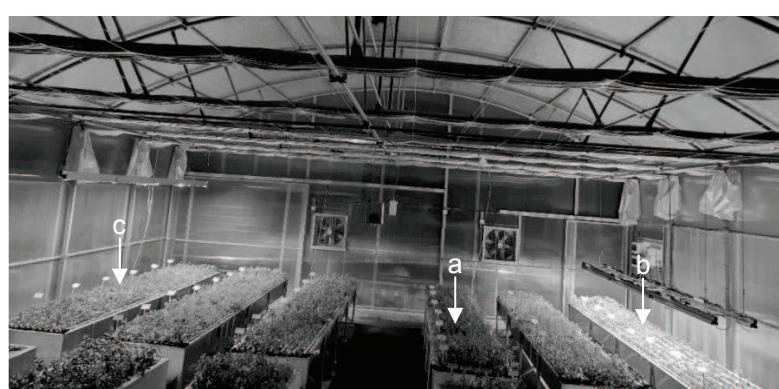


Figura 1. Disposição dos tratamentos no mini jardim clonal: a) tratamento controlo (T0) sem influência de luzes LED; b) tratamento com luzes LED valoya (T1); c) tratamento com luzes LED Philips (T2).

Delineamento do ensaio

As estacarias usadas nos testes foram colhidas com uma frequência de uma a duas vezes por mês, no período de 11 meses, tendo sido realizadas podas dos pés-mãe para controlo de produtividade sempre que necessário. Em cada data de estacaria, os clones foram amostrados para os três tratamentos, com um número de estacas (*n*) tendencialmente igual entre tratamentos e estacarias (Tabela 3). Para obter valores de produtividade do mini jardim (por m²), os pés-mãe dos diferentes clones foram mensalmente podados, retirando e contabilizando os rebentos úteis para produção de estacas.

Tabela 3. Número de ensaios (estacarias) com número de estacas por ensaio (*n*) realizados de agosto de 2019 a julho de 2020 para os sete clones e três tratamentos em estudo.

	(1) ago	set	out	nov	dez	jan	fev	mar	mai	jun	jul
(2)	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>	dia/ <i>n</i>
RZ1	01/30	09/30	01/30	04/30	09/30	10/30	03/30	11/30	06/30	22/30	14/30
	20/21	18/30	10/30	13/30	18/30	-	12/30	-	-	-	-
RZ2	06/30	03/30	15/30	04/30	05/30	06/30	03/30	11/30	14/30	01/30	08/30
	22/30	23/30	24/30	14/30	16/30	-	17/30	-	-	18/30	-
RZ3	14/22	10/30	07/30	07/30	10/30	14/30	17/30	11/30	14/30	01/30	06/30
	30/30	26/30	25/30	26/30	19/30	30/30	26/30	-	-	18/30	-
RZ4	14/8	02/30	10/30	06/30	05/30	14/30	10/21 ^(b)	11/30	-	03/30	06/30
	23/26	26/30	21/30	20/30	18/30	29/30	20/30	-	-	-	-
ALT 1	13/30	10/30	10/30	11/30	03/30	14/30	10/26 ^(c)	11/28 ^(e)	-	03/30	14/30
	30/30	18/30	24/30	21/30	16/30	29/30	20/30	-	-	-	-
ALT 2	13/23	12/30	04/30	11/30	03/30	14/30	10/22 ^(d)	12/30 ^f	-	15/30	15/30
	30/30	23/30	24/30	20/30	12/30	29/30	21/30	-	-	-	-
ALT 3	06/22	12/30	01/30	07/30	03/30	10/30	06/30	12/30	05/30	15/30	15/30
	13/18	25/30 ^(a)	21/30	19/30	11/30	29/30	21/30	-	-	-	-

(1)– meses de amostragem; (2) – dia do ensaio no mês respetivo e número de estacas por estacaria; (a) – T0 com *n*=26; (b-e) - *n* variável entre tratamentos (14 a 30); (f) – T2 com *n*=29..

Gestão do mini jardim e propagação através de miniestacas

Após quatro meses da data de instalação e primeira poda de formação dos pés-mãe (com cerca de 0,25 m de altura), tiveram início as primeiras estacarias com material proveniente dos diferentes tratamentos.

Os rebentos de cada combinação de clone/tratamento/estacaria foram colhidos no período da manhã para o interior de caixas térmicas devidamente identificadas. Após o término da colheita de rebentos na estufa do mini jardim, o processo de estacaria foi realizado em condições controladas no interior da estufa de enraizamento, ainda no período da manhã. As miniestacas (ou média estacas, de acordo com o material colhido), foram mergulhadas em IBA a 2500 ppm durante cinco segundos após corte em bisel na base e colocadas em substrato Eucamix (60:40 de turfa:perlite) + Osmocote 2kg/m³ 2-7-18+TE, levando na superfície uma fina camada de vermiculite. Nos primeiros 60 dias após a data da estacaria as estacas permaneceram no interior da estufa de enraizamento, em condições climáticas controladas de temperatura e humidade, com regulação da frequência e tempo de regas através do software SMonitor (monitorização através de sondas, com registo a cada 30 minutos no período de outubro de 2019 a julho de 2020). Nos primeiros 30 dias, foram assumidos como valores de referência o VPD (vapour-pressure deficit) entre 0,2 e 0,5 kPa, a temperatura entre 25-30°C e a humidade relativa

do ar (HR) de 80-95% no verão; no inverno é possível assegurar valores de VPD adequados com temperaturas entre os 15-20°C e humidade entre 70-85%; entre os 30 e 60 dias, a frequência de rega foi diminuída e os valores referência para o VPD devem ser ligeiramente superiores situando-se entre 0,8 e 0,9 kPa e humidade relativa entre 40- 60%. Após este período, as estacas foram colocadas na casa de sombra ou estufa de atempamento, dependendo da altura do ano.

Monitorização dos ensaios e análise de dados

A sobrevivência das plantas foi avaliada aos 30 dias (sob) na estufa de enraizamento e o enraizamento avaliado aos 90 dias (root) na estufa de atempamento/casa de sombra, usando as seguintes equações (1) e (2), respetivamente. A produtividade de cada clone (rebentos úteis) foi calculada mensalmente através da equação (3) e a quantidade de planta retirada por m² através da equação (4):

$$\text{Sob30\%} = (S/n) \times 100 \quad (1)$$

Na Eq.(1), Sob30% é a percentagem de sobrevivência das plantas, S é o número de estacas sobreviventes e n o número inicial de estacas em cada clone/tratamento/estacaria.

$$\text{Root90\%} = (E/S) \times 100 \quad (2)$$

Na Eq. (2), Root90% é a percentagem de enraizamento das plantas, E é o número de plantas enraizadas aos 90 dias e S é o número de sobreviventes aos 30 dias.

$$\text{Prod}m^2 = R \times A \quad (3)$$

Na Eq. (3), Prod m² é a quantidade de rebentos úteis produzidos por m², R é o número de rebentos úteis e A a área ocupada por cada clone, expressa em m².

$$\text{PlProd/m}^2 = \text{Prod}m^2 \times \text{Root90} \quad (4)$$

Na Eq. (4), PlProd/m² é a quantidade de planta enraizada produzida por m².

Os dados mensurados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilks e Lilliefors ($p < 0,05$) para suposições de normalidade. Foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com nível de significância de 5%, para verificar diferenças significativas entre tratamentos. Realizou-se análise de correlação de Spearman ($p < 0,05$) dos dados ambientais com as variáveis mensuradas. Foi utilizado software de estatística da TIBCO software Inc.version 13.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A capacidade do mini jardim clonal em produzir rebentos úteis para estacas depende do tipo de tratamento a que os pés-mãe estão sujeitos e do material genético. Relativamente ao tipo de tratamento (efeito das luzes na produtividade), o controlo foi estatisticamente diferente do tratamento “valoya” ($p < 0,01$) e apresentou uma menor variação de valores comparativamente aos restantes tratamentos.

Em termos de capacidade de produção de rebentos/m², a média global do jardim clonal foi de 185 rebentos/m² ao mês. A ordem entre os tratamentos foi (média do ensaio): valoya, com uma média de 216 rebentos/m²; seguida das luzes philips, com uma média de 183 rebentos/m² e, por fim, o controlo, com uma média de 156 rebentos/m².

Dos sete clones em estudo, os híbridos (RZ2 e RZ4) apresentaram valores de produtividade superiores aos *globulus* e o ALT3 só não foi significativamente diferente do RZ1 ($p < 0,05$). Em todos os materiais genéticos testados, a produtividade mensal foi superior nos tratamentos com luzes artificiais (Fig.2 a). Para além dos fatores tratamento e clone, a estação do ano também influenciou a produtividade ($p < 0,01$), havendo diferenças significativas entre a primavera e o outono/inverno, sendo a primeira mais produtiva (Fig.2b).

Em termos mensais, a produção média por m² dos clones testados foi: RZ2, com 239 rebentos; RZ4, com 234 rebentos; RZ3, com 202 rebentos; ALT1, com 195 rebentos; ALT2, com 168 rebentos; RZ1

com 145 rebentos e ALT3, com 112 rebentos.

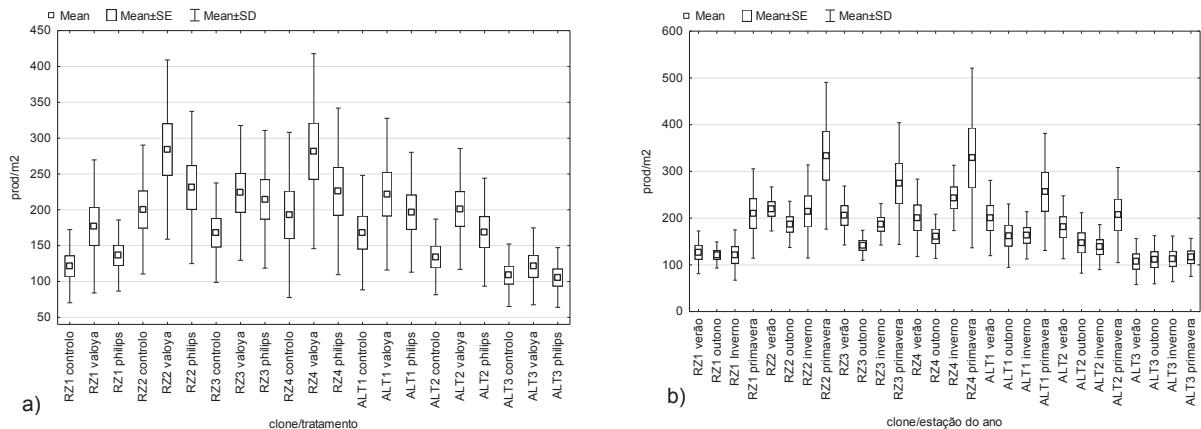


Figura 2. Boxplot para identificar diferenças na produtividade mensal/m² (nº rebentos produzidos) de cada clone: a) efeito do tratamento, significativo ($p<0,05$); b) efeito da estação do ano, significativo ($p<0,05$).

É desejável que as condições climáticas na estufa sejam sempre ótimas, mantendo níveis constantes de variáveis de referência, como referido anteriormente. Deste modo, foi relacionada a produtividade dos pés-mãe com as condições climáticas no interior da estufa do mini jardim, tendo sido verificado que houve uma correlação negativa com as estações do ano e a humidade (Tabela 4). Isto é, nos meses em que se verificou uma maior temperatura e disponibilidade de radiação solar e menor humidade relativa no interior da estufa, ocorreram melhores condições para o desenvolvimento de rebentos. Não obstante este facto, a correlação obtida é fraca entre as variáveis, o que permite inferir que estas variáveis já não carecem de grande ajuste e que a relação com a produtividade poderá estar relacionada sobretudo com o fotoperíodo existente entre estações do ano.

Tabela 4. Correlação de Spearman para produtividade mensal por m² (prod/m², diferentes estações do ano (EA), radiação média solar (RD MED), temperatura média do ar (T MED), humidade média relativa do ar (HR MED e VPD médio (VPD MED). Dados climatéricos referentes ao interior da estufa do mini jardim clonal.

Variável	EA	RD MED	T MED	HR MED	VPD MED
Prod/m ²	-0.1066 ^{ns}	0.2009*	0.1257 ^{ns}	-0.1657*	0.1428*

^{ns} Valor não significativo ao nível de 5%; * Valor significativo ao nível de 5%.

A sobrevivência das estacas aos 30 dias apresentou valores elevados (superiores a 75%) em todos os tratamentos testados (Fig.3 a), não havendo diferenças significativas ($p=0,0784$) entre os mesmos. Quando comparado o efeito das luzes na sobrevivência em cada clone (Fig.3 b) é possível concluir que há diferenças significativas ($p<0,05$). O controlo teve menor dispersão de valores na maioria dos clones, apresentando melhores resultados no sucesso deste parâmetro, tendo sido superior aos restantes tratamentos.

Relativamente ao enraizamento aos 90 dias, o valor médio do ensaio foi de cerca de 53%, tendo sido verificadas diferenças significativas entre tratamentos ($p<0,01$). O controlo destacou-se pela positiva no sucesso do enraizamento, relativamente à Valoya, havendo diferenças significativas entre ambos (Fig.4 a).

Quando comparado o efeito dos tratamentos no enraizamento de cada clone (Fig.4 b), foram detetadas

diferenças significativas ($p<0,05$) dependendo do material genético. Os clones sob o efeito de luz solar mostram sempre melhor resposta ao enraizamento, à exceção do *globulus* RZ1. Os clones RZ2, RZ3 e ALT1 apresentaram bons resultados de enraizamento ao contrário dos restantes. Não se verificaram diferenças significativas entre tratamentos dentro de cada material genético. A taxa média de enraizamento no global do ensaio foi: 59% para controlo, 50% para Philips e 49% para Valoya.

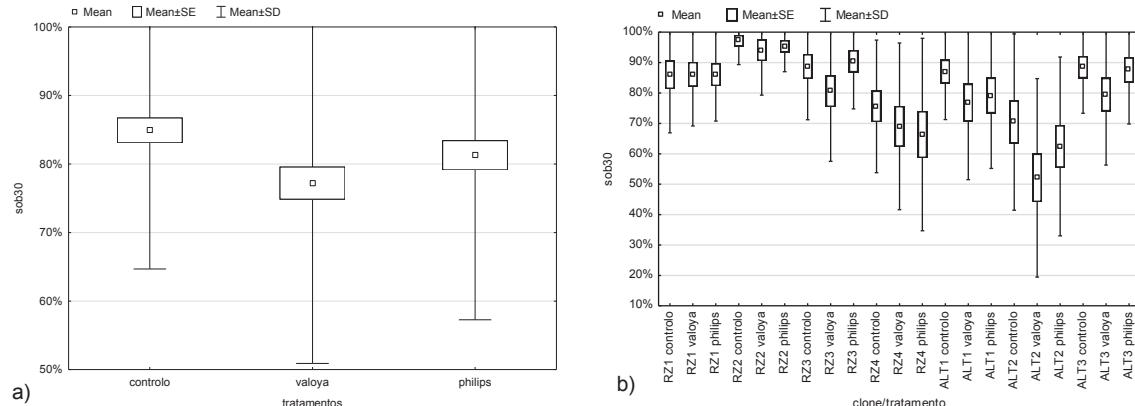


Figura 3. Boxplot para identificar diferenças entre diferentes tratamentos na sobrevivência aos 30 dias: a) efeito do tratamento, não significativo ($p>0,05$) ; b) efeito do tratamento dependendo do clone, significativo ($p<0,05$).

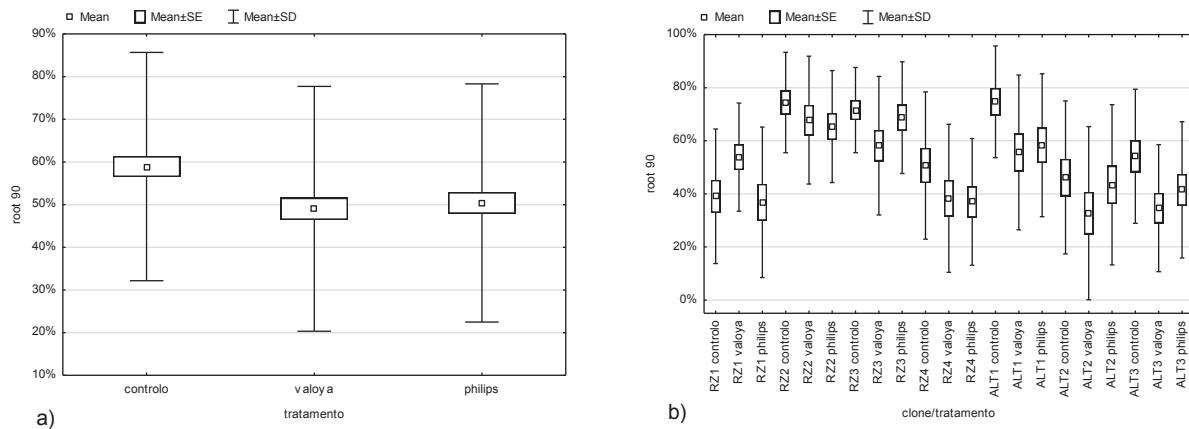


Figura 4. Boxplot para identificar diferenças entre diferentes tratamentos no enraizamento aos 90 dias: a) efeito do tratamento, significativo ($p<0,05$); b) efeito do tratamento dependendo do clone, significativo ($p<0,05$).

Verificou-se uma correlação negativa entre a sobrevivência aos 30 dias e a humidade relativa do ar ($r=-0,38047$), indicando que o nível deste parâmetro em alguns períodos pode ter excedido os valores referência das faixas ótimas. Este facto parece indicar haver espaço para melhorar as condições climáticas da estufa de enraizamento de forma a potenciar o sucesso da sobrevivência aos 30 dias.

Numa análise que integra as diferentes variáveis quantificadas no estudo, produtividade e enraizamento dos clones, é possível retirar um valor médio do potencial do jardim clonal para a obtenção de planta enraizada por m^2 (Tabela 5). Embora não existam diferenças significativas entre os diferentes tratamentos para obtenção de planta ($p>0,05$), parece haver material genético com resultados promissores sob a influência de luzes LED, particularmente da Valoya.

Tabela 5. Produção de planta/m² de cada clone, tendo em conta o sucesso da produtividade e enraizamento de cada tratamento.

Potencial anual de produção de plantas	RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	ALT1	ALT2	ALT3	Média anual
Controlo	548	1553	1249	1068	1290	684	697	1013
Valoya	954	2122	1458	1400	1414	851	508	1243
Philips	610	1553	1542	966	1157	743	536	1015

CONCLUSÕES

Este estudo, que teve como principal objetivo avaliar o efeito das luzes na produção de plantas via miniestacaria, demonstrou que, embora o aumento de fotoperíodo tenha tido resultados positivos na produtividade dos pés-mãe, não foi benéfico em termos de sobrevivência e enraizamento das plantas.

Relativamente à produtividade por m², as luzes têm um efeito positivo no aumento da rentabilidade do mini jardim para a produção de rebentos úteis. Todos os clones tiveram uma resposta positiva ao efeito das luzes, aumentando a produtividade quando comparado ao controlo, salientando a prevalência das luzes da Valoya. Relativamente à resposta dos clones ao efeito das luzes na produtividade, os híbridos apresentam apresentar melhor comportamento comparativamente aos *globulus*. A sobrevivência aos 30 dias na generalidade não está dependente do tratamento a que os pés-mãe estão sujeitos mas parece haver algumas diferenças dentro de cada material genético. Quanto ao enraizamento aos 90 dias, os tratamentos das luzes artificiais apresentaram um efeito negativo no enraizamento das estacas, em 85,7% dos materiais genéticos testados. As luzes LED podem apresentar superioridade na obtenção de planta/m² tendo em conta a elevada produtividade e o sucesso de enraizamento. No entanto, não foram contabilizadas outras variáveis (tais como custos associados à instalação e funcionamento de luzes LED, maior gasto de substrato tendo em conta o enraizamento, recursos humanos, entre outros), de forma a balancear o sucesso deste sistema de luzes na produção de estacas numa escala operacional.

REFERÊNCIAS

1. B.M. Potts, R.E. Vaillancourt, G. Jordan, G. Dutkowski, J.C. Silva, G. McKinnon, D. Steane, P. Volker, G. Lopez, L. Apiolaza, Y. Li, C. Marques, N. Borralho, Exploration of the eucalyptus globulus gene pool, Proc. IUFRO Conference, Aveiro, pp. 46-61(2004).
2. S. Fabres, Floresta industrial-Silvicultura do eucalipto em Portugal, site e-globulus.
- 3 C.P. Neto, C. Valente, C. Gonçalves, C. Marques, D. Ferreira, L. Fontes, S. Fabres, S. Corticeiro, A sustentabilidade de plantações de eucalipto em Portugal, CELPA, Lisboa (2016).
4. R.G. Mafia, A.C. Alfenas, E.M. Ferreira, T.G. Zarpelon, L. Siqueira, Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas, *R. Árvore*, **29** (6): 843-851 (2005).
5. A.F. Batista, G. Santos, L. Silva, F.F. Quevedo, T. Assis, The use of mini-tunnels and effects of seasonality in the clonal propagation of Eucalyptus in subtropical environment, *Australian Forestry*, **78**(2): 65-72 (2015).
6. G.E. Brondani, F.J.B. Baccarin, H.W. Ondas, A.N. Gonçalves, M. Almeida, Morphological and production evaluation of *Eucalyptus benthamii* clonal mini-garden regarding to Zn and B, *Pesq. flor. bras.* **32**:151-164 (2012).
7. F. Bantis, K. Radoglou, Morphology, development and transplant potential of *Prunus avium* and *Cornus sanguinea* seedlings growing under different LED lights, *Turk J Biol*, **41**: 314-321 (2017).