



Forest and Paper Research Institute

## **Monitorização nutricional do minijardim clonal do RAIZ**

Relatório IPlant

Junho 2021



## Sumário executivo

O principal objetivo deste trabalho é reportar a atividade de monitorização nutricional do minijardim clonal instalado nos viveiros RAIZ no âmbito do projeto IPlant. Para tal, foram efetuadas amostragens foliares entre o final de 2018 e 2021 para avaliação do teor nutricional dos rebentos dos mini pés-mãe e foi estabelecida a faixa de referência nutricional para comparação com os valores analíticos.

Os resultados da análise de 170 amostras foliares revelaram que a maioria dos materiais genéticos apresentou valores enquadrados na faixa de referência foliar para uma nutrição adequada dos mini pés-mãe. No ano de 2019 verificou-se uma oscilação maior face aos valores de referência, em particular para azoto, fósforo, potássio, manganês e cobre provavelmente em virtude da instalação e operacionalização do sistema de fertirrigação no parque. Em 2020 e 2021 verificou-se uma melhoria do estado nutricional dos pés-mãe, reflexo, provavelmente, da estabilização e de ajustes pontuais que foram sendo feitos a nível da composição da solução nutritiva. Verificou-se, ainda, uma correlação positiva significativa entre a taxa de enraizamento aos 90 dias das estacas e o teor foliar em cálcio, magnésio e boro; e uma correlação ligeiramente negativa com potássio, zinco e ferro.

Os trabalhos executados no âmbito do projeto IPlant no viveiro RAIZ permitiram estabelecer uma faixa de referência nutricional para mini pés-mãe de *E. globulus* para as condições dos jardins clonais e uma melhoria das condições de operacionalização da prática de fertilização em viveiro o que permitiu uma melhoria do estado nutricional dos pés-mãe ao longo da vigência do projeto. Foi, também, possível estabelecer a composição da SN (e respetivas soluções-mãe) a aplicar no minijardim.

## Índice

1. Enquadramento .....	3
2. Metodologia e procedimento .....	4
3. Resultados .....	5
3.1. Revisão da faixa de referência foliar .....	5
3.2. Estado nutricional dos pés-mãe .....	5
3.3. Solução nutritiva .....	9
4. Considerações finais .....	10
5. Referências bibliográficas.....	10
Anexo A. Concentração foliar dos pés-mãe por material genético e ano de amostragem - macronutrientes	12
Anexo B. Concentração foliar dos pés-mãe por material genético e ano de amostragem - micronutrientes .	13

**Relatório elaborado por:** Ana Quintela, Daniela Dinis, Joana Costa

## 1. Enquadramento

A nutrição em viveiro de *Eucalyptus* e, por associação a prática de fertilização, é relevante para a produção de plantas bem nutritas, vigorosas, resistentes e rústicas (Valeri & Corradini, 2000). Vários estudos destacam o estado nutricional como um dos fatores com influência na produtividade de pés-mãe e na formação de raízes adventícias das estacas da qual advém o sucesso no enraizamento (Higashi et al., 2000; Mori da Cunha, 2009; Neto et al., 2011; Ferreira de Freitas, 2013; Steffens & Rasmussen, 2016; De Almeida et al., 2017).

A técnica de fertirrigação permite fornecer em contínuo água e nutrientes às plantas através de uma solução nutritiva (SN). Em viveiro, a fertirrigação está associada à rega localizada de elevada frequência permitindo ajustar regulamente ou numa base diária a quantidade de água e de nutrientes em função do desenvolvimento e fase de crescimento da planta, do substrato, do químismo da água de irrigação e das condições ambientais. A SN é preparada de acordo com determinados objetivos, nomeadamente de pH e de CE (Cometti et al. 2006; Louro & Reis, 2020). O equilíbrio e acerto da composição da SN, o cálculo e preparação das soluções-mãe (SM), e o controlo global dos sistemas de fertirrigação nomeadamente da monitorização da injeção dos fertilizantes são essenciais para que a SN chegue às plantas conforme o pretendido.

A fertirrigação automatizada em viveiro permite a injeção direta dos fertilizantes no sistema de irrigação. Este sistema permite controlar com precisão a concentração e balanço dos elementos essenciais na água de irrigação e possibilita alterações na SN com facilidade e de acordo com as necessidades de cada fase de desenvolvimento/produção dos pés-mãe. Contudo, em viveiros de pequenas dimensões poderá acarretar maior corrosão de partes metálicas do sistema (Valeri & Corradini, 2000). O sistema de fertirrigação automático (Figura 1) foi instalado nos viveiros RAIZ durante 2019.

**Figura 1.**

Sistema de fertirrigação automático instalado no viveiro do RAIZ em 2019.



O presente relatório reflete os trabalhos executados no âmbito do projeto IPlant no viveiro RAIZ, com vista a: i) apoiar a instalação e otimizar a operacionalização do sistema de fertirrigação automático; ii) refinar faixas de referência foliar de nutrientes para mini pés-mãe de *Eucalyptus globulus*; iii) avaliar o estado nutricional dos mini pés-mãe; e iv) otimizar a composição da solução nutritiva de fertirrigação (e respetivas soluções-mãe) no minijardim clonal do viveiro do RAIZ.

## 2. Metodologia e procedimento

Para a definição das faixas de referência foliar para parque de jardim clonal em regime de miniestacaria foi promovida uma discussão conjunta entre os parceiros do IPlant e foram comparados os valores de registo foliar com os valores compilados da literatura.

O estado nutricional das plantas foi monitorizado periodicamente mediante recolha de folhas por material genético. As folhas foram enviadas para análise em laboratório acreditado (AQG). Os resultados analíticos foram comparados com a faixa de referência para o adequado desenvolvimento dos pés-mãe. A análise integrada dos resultados permitiu ajustes e aferição da SN a aplicar no sistema de fertirrigação do parque ao longo do projeto. Adicionalmente, foi efetuado o acompanhamento do enraizamento e da produção de rebentos por pé-mãe em certos momentos de amostragem. Procedeu-se, para essas amostras, à computação da matriz de correlação utilizando o programa Statistica (TIBCO Software Inc., versão 13.5.0.17).

### 3. Resultados

#### 3.1. Revisão da faixa de referência foliar

A avaliação do estado nutricional das plantas do parque pode ser feita mediante observação do estado geral das plantas. Este diagnóstico qualitativo pode ser apoiado por meios auxiliares mais precisos e quantitativos, como a análise química foliar. Por sua vez, existindo valores de referência para os conteúdos nutricionais de um pé-mãe com nutrição adequada, será possível identificar perante uma determinada análise foliar se a planta está bem nutrida ou qual ou quais os nutrientes limitantes. Com esta informação será possível promover melhorias a nível da composição da solução de fertirrigação. No âmbito do IPlant, fruto da experiência dos parceiros, consultoria do Professor Henrique Ribeiro (do ISA) e com base na revisão da literatura foi possível, estabelecer uma faixa de referência indicativa para mini pés-mãe de *E. globulus* (Tabela 1).

**Tabela 1.**

Faixas de referência para jardins clonais de *Eucalyptus*

Nutriente	Faixas de concentração foliar parque pés-mãe			Faixa estabelecida no âmbito do IPlant
	Fabres et al., 2005	Higashi et al., 2000	RR, 2017	
N (%)	1,8 – 2,2	2,8 - 4,0	2,9 - 3,5	2,0 - 3,0
P (%)	0,15 – 0,25	0,25 – 0,40	0,18 - 0,35	0,20 – 0,35
K (%)	0,8 – 1,2	1,5 – 3,0	1,7 - 3,0	1,2 – 2,5
Ca (%)	0,4 – 1,0	0,5 – 0,7	0,7 - 1,5	0,7 – 1,2
Mg (%)	0,10 – 0,25	0,2 – 0,3	0,2 - 0,4	0,2 – 0,4
B (mg/kg)	20 - 40	35 – 70	35 - 80	20 – 70
Cu (mg/kg)	3 - 10	8 – 15	5 - 15	5- 15
Zn (mg/kg)	15 - 25	30 – 60	25 – 40	20 - 35
Fe (mg/kg)	20 - 50	101 – 220	65 – 200	65 - 200
Mn (mg/kg)	40 - 200	250 – 500	200 - 500	150 - 500
Material genético	Pés-mãe macroestacaria <i>E. globulus</i>	Outras espécies de <i>Eucalyptus</i> , mini/micro jardim clonal	Outras espécies de <i>Eucalyptus</i> , minijardim clonal	Pés-mãe miniestacaria <i>E. globulus</i>

Sendo escassos ou inexistentes os trabalhos específicos para definição de faixas de referência nutricional de mini pés-mãe de *E. globulus*, este será um trabalho dinâmico que terá continuidade no sentido de refinar cada vez mais esta faixa de referência e, se pertinente, customizá-la para cada clone do minijardim.

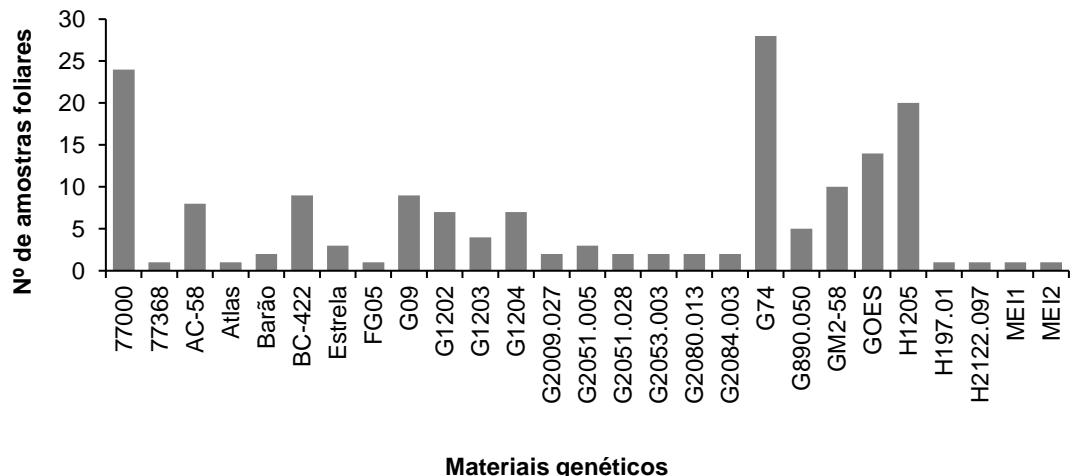
#### 3.2. Estado nutricional dos pés-mãe

Foram recolhidas 170 amostras foliares no período de vigência do projeto para a monitorização nutricional do minijardim clonal, 18 amostras de 2018, 96 amostras de 2019, 43 amostras de 2020 e 13 amostras de 2021. Neste universo de amostras não são

consideradas as amostras foliares de canteiros inseridos em ensaios específicos realizados durante a vigência do projeto. A amostragem incluiu os diferentes materiais genéticos do parque (Figura 1). Os materiais genéticos mais amostrados foram o 77000, G74, GOES e H1205.

**Figura 1.**

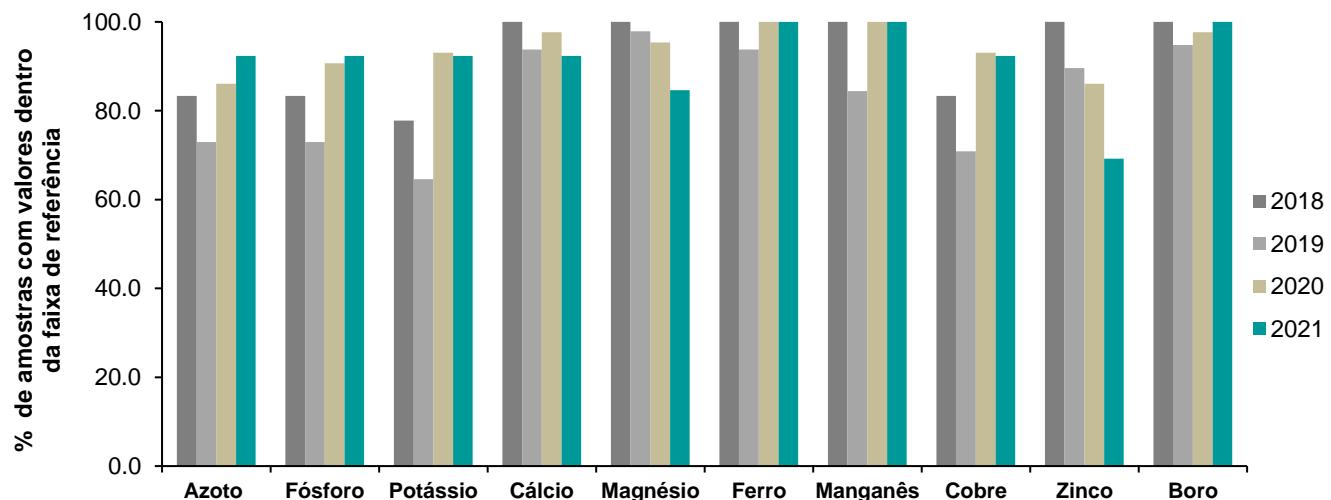
*Número de amostras foliares analisadas por material genético durante a vigência do projeto IPlant*



Na figura 2 apresenta-se a frequência de amostras com valores nutricionais enquadrados dentro da faixa de referência por ano de amostragem. A análise foliar revelou que a maioria dos materiais genéticos apresentou valores enquadrados na faixa de referência.

**Figura 2.**

*Percentagem de amostras com resultados foliares enquadrados dentro da faixa de referência por elemento*

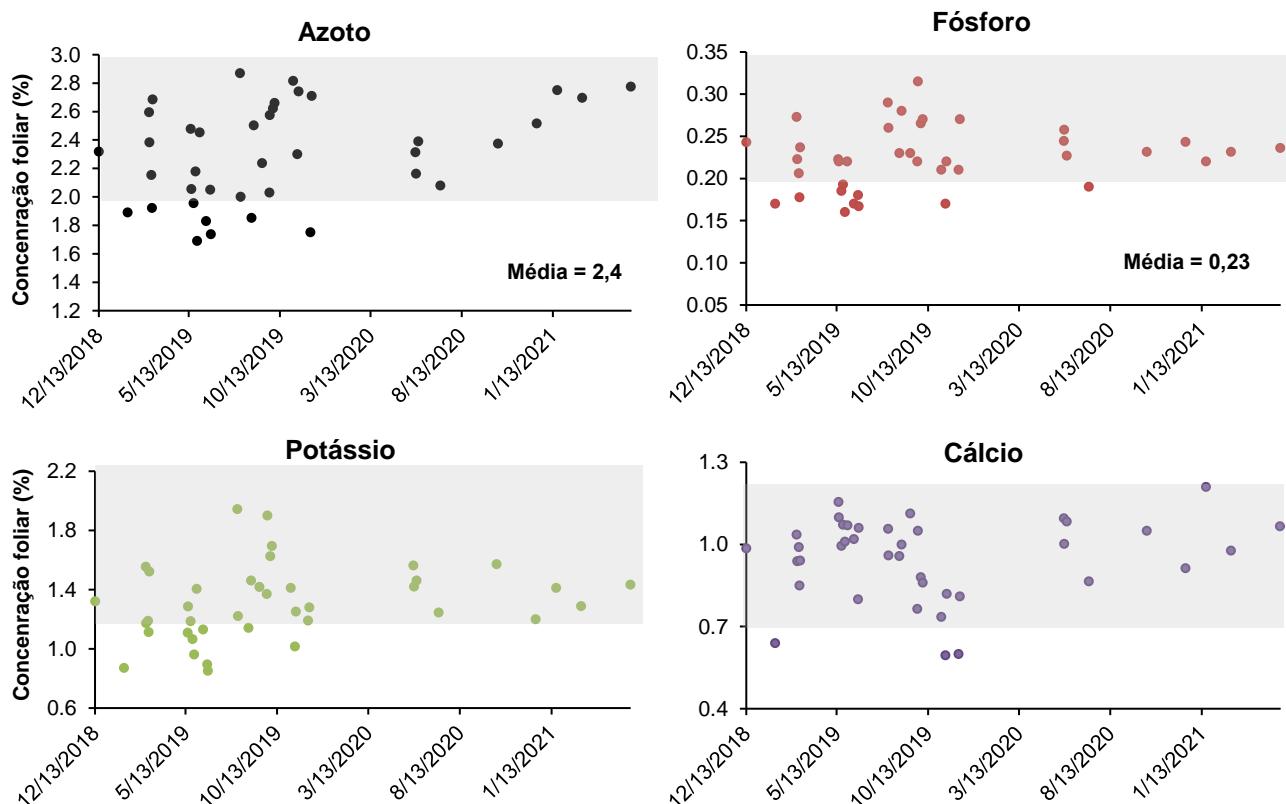


O ano de 2019 foi o ano em que se verificou uma oscilação maior face aos valores de referência, em particular para azoto, fósforo, potássio, manganês e cobre provavelmente em virtude da adaptação operacional do sistema de fertirrigação no parque. Em 2020 e 2021 verificou-se uma melhoria do estado nutricional dos pés-mãe com um aumento do número de amostras com valores nutricionais adequados, reflexo, provavelmente, da estabilização do sistema de fertirrigação e ajustes pontuais que foram sendo feitos a nível da composição da SN. Pontualmente houve algumas dificuldades funcionais relacionadas com os depósitos das SM, particularmente, o de armazenamento da solução com micronutrientes que poderá ter influenciado alguns dos resultados de 2021 para estes elementos.

Os resultados foliares registados ao longo do tempo de monitorização para alguns macronutrientes são apresentados na figura 3. Estes resultados integrados com a fotorreportagem (Figura 4) sustentam a melhoria dos teores foliares ao longo do tempo de monitorização, com impacte visual e a nível da produtividade dos pés-mãe.

**Figura 3.**

Concentração foliar dos mini pés-mãe (dezembro de 2018 a maio de 2021)



Nos Anexos A e B apresenta-se mais informação sobre a concentração foliar dos pés-mãe por material genético e ano de amostragem.

**Figura 4.**

*Aspetto visual dos materiais genéticos do minijardim clonal do RAIZ em 2019 e 2021*



No Anexo C pode ser consultada a matriz de correlação entre o estado nutricional e a taxa de enraizamento registada aos 90 dias após a estacaria. Esta medida avalia a capacidade da estaca enraizar e representa a percentagem de plantas aptas e viáveis para a passagem para campo. A análise integrou todos os resultados foliares ao longo do tempo em que houve avaliação do enraizamento independentemente do material genético, totalizando 92 registos. Verificou-se uma correlação positiva significativa entre o enraizamento e o cálcio (0,4), magnésio (0,3) e boro (0,3); e uma correlação ligeiramente negativa com potássio (-0,3), zinco (-0,3) e ferro (-0,2).

A alimentação desta base de dados em continuidade será uma fonte de informação importante para o ajuste das faixas de referência nutricional.

### 3.3. Solução nutritiva

Uma correta fertilização é fundamental para que as plantas sejam produtivas e as estacas tenham melhor capacidade de enraizamento. Os dados foliares dos mini pés-mãe obtidos ao longo do projeto permitiram ir refinando e ajustando a composição da solução nutritiva de acordo com as necessidades do jardim clonal nomeadamente em azoto, fósforo e potássio e reforço de alguns micronutrientes como cobre e zinco.

Considerando a concentração foliar dos materiais genéticos analisados regularmente foi possível aferir a solução nutritiva a aplicar no minijardim clonal que inclui o contributo da composição da água de irrigação e que apresenta a composição que consta na Tabela 2.

**Tabela 2.**

*Químico da água de irrigação e da solução nutritiva do minijardim clonal do RAIZ*

Elementos	Água mg/L	Composição da solução nutritiva mg/L
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	42	-
N-NO <sub>3</sub>	5	120,7
N-NH <sub>4</sub>	0	7,5
P	0	35,0
K	6	148,4
Ca	9	152,6
Mg	6	44,8
Na	23	23,0
S-SO <sub>4</sub>	13	104,6
Cl	46	46,0
Fe	0	2,50
B	0	0,40
Cu	0	0,07
Zn	0	0,45
Mn	0	0,90
Mo	0	0,05
<b>Observação</b>	Amostra de 10/02/2021	Inclui contributo da água

Antes de ser utilizada, a condutividade elétrica (CE) e o pH da SN devem ser controlados. Os valores de referência para a solução nutritiva devem situar-se entre 1,5 e 2,0 mS/cm para a CE e 5,5 e 6,0 para o pH. Sistemas automáticos de fertirrigação usam uma SM concentrada que é injetada na água de modo a resultar a SN definida de acordo com as necessidades nutricionais dos mini pés-mãe. Diversos fatores podem influenciar as necessidades dos pés-mãe, de tal forma que tanto as SM como a solução nutritiva podem e devem ser ajustadas ao longo do ano. Para a composição da SN apresentada na tabela anterior, a SM está concentrada 150 vezes e foi definido em sistema um pH de 5,7 e um objetivo de CE de 1,77 dS/m para a SN. Em função do dinamismo, sazonalidade e objetivos de produção do minijardim, poderá aumentar-se o objetivo da CE até 2 dS/m.

#### 4. Considerações finais

Este relatório apresenta um conjunto de atividades realizadas no âmbito do projeto IPlant com enfoque no estado nutricional do minijardim clonal. Como resultado foi possível estabelecer uma faixa de referência nutricional para mini pés-mãe de *E. globulus* para as condições dos jardins clonais e promover melhoria das condições de operacionalização da prática de fertilização em viveiro e do estado nutricional dos pés-mãe ao longo da vigência do projeto. Em consonância, estabeleceu-se a composição da SN a aplicar no minijardim. Apesar de terem sido concretizados com sucesso os objetivos definidos, os resultados do trabalho não esgotam as possibilidades de análise das informações recolhidas, sendo possível traçar outras perspetivas de análise a partir dos dados obtidos e que poderão ser objeto de reflexão com a recolha de dados a mais longo prazo (como o refinar da SN e da faixa de referência foliar ou a sua customização consoante o clone e/ou taxa de enraizamento).

#### 5. Referências bibliográficas

- Cometti, N. N., Furlani, P. R., Ruiz, H. A., & Fernandes Filho, E. I. (2006). Soluções nutritivas: formulações e aplicações. Em: M.S. Fernandes (ed.) *Nutrição mineral de Plantas*, SBCS, Viçosa.
- De Almeida, M. R., Aumont Jr., M., Da Costa, C. T., Schwambach, J., Ruedell, C. M., Correa, L. R., & Fett-Neto, A. G. (2017). Environmental control of adventitious rooting in Eucalyptus and Populus cuttings. *Trees*, 31, 1377–1390.
- Fabres, S., Ferreira, D., Silva, P., & Meireles, E. (2005). *Indicadores da fertilidade do solo e do estado nutricional da planta para o cultivo de Eucalyptus globulus* [Relatório interno]. RAIZ – Instituto de Investigação da Floresta e Papel.
- Ferreira de Freitas, A. (2013). *Produtividade de minicepas e enraizamento de miniestacas de híbridos de Eucalyptus globulus Labill. em resposta a N, B e Zn* [Dissertação de mestrado, Viçosa].
- Higashi, E. N., Silveira, R. L. V. A., & Gonçalves, A. N. (2000). Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de Eucalyptus. Em J. Gonçalves, & V. Benedetti (Eds.), *Nutrição e Fertilização Florestal* (pp. 191-218). Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.
- Louro, M., & Reis, M. (2020). *Manual de cultivo sem solo. Aspectos teóricos e práticos dos cultivos hidropónicos e em substrato*. Quântica Editora, Porto.

- Mori da Cunha, A. C., Nogueira de Paiva, H., Xavier, A., & Otoni, W. C. (2009). Papel da Nutrição mineral na Formação de Raízes Adventícias em Plantas Lenhosas. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 58, 35-47.
- Neto, J. P. C., Barros Silva, E., Santana, R. C., & Grazziotti P. H. (2011) Effect of NPK fertilization on production and leaf nutrient content of eucalyptus minicuttings in nutrient solution. *R. Bras. Ci. Solo*, 35, 249-254, 2011.
- RR Agroflorestal (2017). 11º Curso de Produção de Mudas de Eucalipto, Piracicaba, SP.
- Steffens, B., & Rasmussen, A. (2016). The Physiology of Adventitious Roots. Topical Review on Adventitious Root Physiology. *Plant Physiology*, 170, 603–617.
- Valeri, S. V., & Corradini, L. (2000). Fertilização em viveiros para produção de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. Em J. Gonçalves, & V. Benedetti (Eds.), *Nutrição e Fertilização Florestal* (pp. 168-190). Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.

## Anexos

### Anexo A. Concentração foliar dos pés-mãe por material genético e ano de amostragem - macronutrientes

Material genético	Ano	n	Azoto média	DP	Fósforo média	DP	Potássio média	DP	Cálcio média	DP	Magnésio média	DP	Enxofre média	DP
77000	2018	3	2,6	0,27	0,23	0,02	1,5	0,13	1,1	0,02	0,3	0,01	0,14	0,01
	2019	14	2,5	0,36	0,23	0,03	1,5	0,17	1,0	0,18	0,3	0,06	0,16	0,03
	2020	4	2,5	0,19	0,24	0,01	1,8	0,12	1,2	0,24	0,2	0,03	0,21	0,04
	2021	3	2,9	0,10	0,22	0,00	1,4	0,03	1,1	0,10	0,2	0,01	0,12	0,02
77368	2019	1	1,9	n/a	0,17	n/a	0,9	n/a	0,6	n/a	0,2	n/a	0,09	n/a
AC-58	2019	3	2,6	0,46	0,23	0,06	1,4	0,59	0,8	0,20	0,3	0,08	0,13	0,07
	2020	4	2,5	0,47	0,22	0,02	1,4	0,18	0,9	0,06	0,2	0,01	0,11	0,01
	2021	1	2,6	n/a	0,21	n/a	1,2	n/a	1,3	n/a	0,2	n/a	0,10	n/a
Atlas	2020	1	2,6	n/a	0,31	n/a	1,7	n/a	1,3	n/a	0,3	n/a	0,15	n/a
Barão	2020	2	2,3	0,03	0,26	0,00	1,7	0,16	1,1	0,02	0,2	0,00	0,17	0,02
BC-422	2019	4	2,0	0,14	0,23	0,03	1,4	0,14	0,7	0,10	0,2	0,02	0,11	0,02
	2020	4	2,0	0,15	0,19	0,01	1,2	0,05	0,8	0,06	0,2	0,01	0,10	0,01
	2021	1	1,9	n/a	0,18	n/a	1,0	n/a	0,6	n/a	0,1	n/a	0,08	n/a
Estrela	2019	2	2,2	0,30	0,24	0,04	1,4	0,20	1,0	0,11	0,3	0,05	0,21	0,04
	2020	1	2,4	n/a	0,26	n/a	1,8	n/a	1,3	n/a	0,3	n/a	0,23	n/a
FG05	2019	1	2,0	n/a	0,16	n/a	0,8	n/a	0,5	n/a	0,3	n/a	0,11	n/a
G09	2019	3	2,6	0,38	0,25	0,03	1,5	0,10	0,8	0,07	0,2	0,03	0,12	0,02
	2020	4	2,3	0,11	0,23	0,02	1,7	0,22	1,0	0,02	0,2	0,01	0,12	0,01
	2021	2	2,8	0,08	0,23	0,00	1,4	0,11	1,1	0,08	0,2	0,02	0,10	0,01
G1202	2018	2	2,1	0,01	0,24	0,02	1,1	0,13	0,9	0,10	0,3	0,00	0,10	0,01
	2019	4	2,4	0,12	0,22	0,01	1,2	0,11	1,1	0,13	0,3	0,05	0,12	0,02
	2020	1	2,2	n/a	0,23	n/a	1,5	n/a	1,0	n/a	0,2	n/a	0,11	n/a
G1203	2019	4	2,3	0,36	0,25	0,03	1,3	0,12	0,9	0,04	0,3	0,02	0,10	0,00
G1204	2018	2	2,0	0,12	0,20	0,00	1,1	0,05	1,0	0,04	0,3	0,01	0,09	0,01
	2019	4	2,5	0,16	0,22	0,02	1,1	0,11	1,0	0,09	0,3	0,04	0,10	0,01
	2020	1	2,6	n/a	0,23	n/a	1,7	n/a	1,2	n/a	0,2	n/a	0,12	n/a
G2009.027	2019	1	2,4	n/a	0,19	n/a	1,1	n/a	0,9	n/a	0,3	n/a	0,16	n/a
	2020	1	2,9	n/a	0,27	n/a	1,9	n/a	1,0	n/a	0,2	n/a	0,21	n/a
G2051.005	2019	2	1,7	0,15	0,18	0,02	1,0	0,17	1,1	0,11	0,3	0,05	0,12	0,02
	2020	1	2,9	n/a	0,26	n/a	1,7	n/a	1,1	n/a	0,3	n/a	0,18	n/a
G2051.028	2019	1	1,9	n/a	0,18	n/a	1,1	n/a	0,8	n/a	0,3	n/a	0,09	n/a
	2020	1	1,7	n/a	0,17	n/a	1,0	n/a	1,0	n/a	0,2	n/a	0,08	n/a
G2053.003	2019	2	2,2	0,23	0,22	0,01	1,1	0,14	1,2	0,10	0,4	0,00	0,14	0,01
G2080.013	2019	1	2,3	n/a	0,22	n/a	1,2	n/a	0,9	n/a	0,3	n/a	0,14	n/a
	2020	1	2,4	n/a	0,20	n/a	1,3	n/a	1,0	n/a	0,2	n/a	0,12	n/a
G2084.003	2018	1	3,1	n/a	0,37	n/a	1,7	n/a	1,3	n/a	0,3	n/a	0,13	n/a
	2019	1	3,0	n/a	0,30	n/a	1,6	n/a	0,9	n/a	0,3	n/a	0,13	n/a
G74	2018	4	2,1	0,43	0,21	0,03	1,1	0,11	1,1	0,07	0,3	0,02	0,10	0,01
	2019	16	2,2	0,43	0,21	0,05	1,1	0,24	1,0	0,09	0,3	0,04	0,11	0,03
	2020	6	2,2	0,28	0,22	0,03	1,4	0,16	1,1	0,07	0,2	0,02	0,13	0,02
	2021	2	3,0	0,16	0,26	0,01	1,3	0,01	1,1	0,03	0,2	0,01	0,11	0,00
G890.050	2018	1	2,1	n/a	0,26	n/a	1,3	n/a	0,8	n/a	0,3	n/a	0,09	n/a
	2019	3	2,3	0,26	0,24	0,04	1,1	0,28	0,9	0,07	0,3	0,04	0,09	0,01
	2020	1	2,5	n/a	0,26	n/a	1,4	n/a	1,2	n/a	0,3	n/a	0,11	n/a
GM2-58	2019	4	2,7	0,13	0,25	0,04	1,7	0,25	0,9	0,17	0,2	0,07	0,19	0,06
	2020	4	2,2	0,19	0,25	0,03	1,6	0,10	1,0	0,20	0,2	0,05	0,18	0,06
	2021	2	2,6	0,07	0,23	0,01	1,3	0,09	0,9	0,09	0,2	0,01	0,11	0,00
GOES	2018	3	2,2	0,06	0,25	0,01	1,4	0,08	0,8	0,05	0,2	0,03	0,10	0,01
	2019	9	1,9	0,19	0,20	0,01	1,1	0,14	1,0	0,07	0,3	0,03	0,09	0,02
	2020	2	2,4	0,38	0,23	0,00	0,9	0,36	0,8	0,20	0,2	0,02	0,07	0,04
H1205	2018	2	2,8	0,09	0,30	0,00	1,8	0,10	0,8	0,04	0,2	0,02	0,14	0,00
	2019	12	2,5	0,50	0,28	0,04	1,7	0,28	1,1	0,13	0,3	0,06	0,16	0,03
	2020	4	2,5	0,22	0,29	0,01	1,7	0,07	1,1	0,07	0,2	0,01	0,14	0,02
	2021	2	2,8	0,18	0,27	0,02	1,6	0,04	1,1	0,02	0,1	0,02	0,13	0,01
H197.01	2019	1	1,7	n/a	0,14	n/a	0,8	n/a	0,7	n/a	0,2	n/a	0,10	n/a
H2122.097	2019	1	2,2	n/a	0,19	n/a	1,0	n/a	1,1	n/a	0,3	n/a	0,10	n/a
MEI1	2019	1	1,3	n/a	0,13	n/a	1,1	n/a	0,6	n/a	0,2	n/a	0,07	n/a
MEI2	2019	1	2,2	n/a	0,18	n/a	1,1	n/a	1,1	n/a	0,3	n/a	0,09	n/a

Nota: Valores em %. A laranja estão os valores abaixo da faixa de referência; n/a – não aplicável.

**Anexo B. Concentração foliar dos pés-mãe por material genético e ano de amostragem - micronutrientes**

Material genético	Ano	n	Ferro média	DP	Manganês média	DP	Cobre média	DP	Zinco média	DP	Boro média	DP
77000	2018	3	121	11	446	107	68	32	36	4	33	6
	2019	14	114	23	359	107	10	8	36	7	33	6
	2020	4	105	6	580	152	18	6	27	2	35	4
	2021	3	108	24	582	114	8	1	22	6	36	3
77368	2019	1	111	n/a	181	n/a	9	n/a	42	n/a	22	n/a
AC-58	2019	3	134	34	514	321	8	2	28	6	28	7
	2020	4	122	38	542	77	6	1	23	2	36	7
	2021	1	84	n/a	311	n/a	7	n/a	14	n/a	40	n/a
Atlas	2020	1	110	n/a	545	n/a	5	n/a	26	n/a	67	n/a
Barão	2020	2	114	2	590	19	13	6	26	1	41	9
BC-422	2019	4	92	7	496	90	8	2	29	4	28	3
	2020	4	82	5	656	209	6	1	22	2	31	8
	2021	1	75	n/a	389	n/a	6	n/a	15	n/a	34	n/a
Estrela	2019	2	96	9	295	68	7	3	37	5	31	3
	2020	1	90	n/a	684	n/a	5	n/a	28	n/a	52	n/a
FG05	2019	1	73	n/a	102	n/a	1	n/a	14	n/a	20	n/a
G09	2019	3	118	4	490	92	7	1	36	2	32	1
	2020	4	101	14	541	147	10	2	21	2	37	8
	2021	2	116	11	589	191	7	3	24	3	46	7
G1202	2018	2	90	1	202	52	4	2	32	5	22	1
	2019	4	93	9	171	19	8	3	31	1	21	2
	2020	1	105	n/a	1108	n/a	6	n/a	23	n/a	50	n/a
G1203	2019	4	84	15	136	25	4	1	26	6	27	2
G1204	2018	2	110	19	225	23	4	1	27	1	33	1
	2019	4	79	7	149	24	5	1	26	6	26	2
	2020	1	83	n/a	771	n/a	4	n/a	19	n/a	49	n/a
G2009.027	2019	1	98	n/a	196	n/a	13	n/a	22	n/a	18	n/a
	2020	1	88	n/a	435	n/a	6	n/a	23	n/a	41	n/a
G2051.005	2019	2	74	4	145	13	14	10	21	1	23	2
	2020	1	103	n/a	379	n/a	7	n/a	43	n/a	47	n/a
G2051.028	2019	1	107	n/a	151	n/a	7	n/a	23	n/a	22	n/a
	2020	1	67	n/a	529	n/a	2	n/a	18	n/a	45	n/a
G2053.003	2019	2	84	6	107	8	4	2	19	2	28	1
G2080.013	2019	1	100	n/a	195	n/a	8	n/a	26	n/a	21	n/a
	2020	1	70	n/a	521	n/a	4	n/a	16	n/a	40	n/a
G2084.003	2018	1	154	n/a	249	n/a	7	n/a	38	n/a	26	n/a
	2019	1	89	n/a	230	n/a	8	n/a	24	n/a	24	n/a
G74	2018	4	109	20	262	59	35	20	39	5	27	3
	2019	16	87	32	236	85	4	3	32	9	29	4
	2020	6	136	31	579	155	29	38	27	4	41	11
	2021	2	81	3	489	123	7	2	26	2	47	3
G890.050	2018	1	121	n/a	292	n/a	29	n/a	36	n/a	27	n/a
	2019	3	127	42	231	31	6	2	24	5	28	5
	2020	1	91	n/a	474	n/a	5	n/a	25	n/a	57	n/a
GM2-58	2019	4	165	26	770	528	19	9	40	7	27	4
	2020	4	126	45	611	124	69	101	34	15	49	16
	2021	2	108	30	690	130	9	0	22	4	46	3
GOES	2018	3	89	7	254	59	14	5	29	4	33	4
	2019	9	87	18	203	32	4	2	26	6	30	3
	2020	2	288	201	589	166	7	1	21	1	42	24
H1205	2018	2	69	1	229	40	4	2	30	1	25	1
	2019	12	96	17	279	168	7	4	37	5	29	3
	2020	4	97	13	608	105	8	3	31	1	37	7
	2021	2	81	3	468	84	7	1	25	5	39	4
H197.01	2019	1	63	n/a	126	n/a	1	n/a	16	n/a	19	n/a
H2122.097	2019	1	91	n/a	191	n/a	8	n/a	22	n/a	27	n/a
MEI1	2019	1	87	n/a	107	n/a	10	n/a	22	n/a	18	n/a
MEI2	2019	1	82	n/a	149	n/a	26	n/a	21	n/a	26	n/a

Nota: Valores em mg/kg. A laranja estão os valores abaixo da faixa de referência; n/a – não aplicável.

**Anexo C. Correlação nutrição e enraizamento****Tabela C1.***Matriz de correlação*

Variável	Correlações significativas estão assinaladas a vermelho ( $p < ,05$ ) n =92										
	Clone	Azoto	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Ferro	Manganês	Cobre	Zinco	Boro
Clone											
Azoto		0,2									
Fósforo		0,0	0,7								
Potássio		0,2	0,7	0,8							
Cálcio		0,0	0,1	0,2	0,2						
Magnésio		0,2	0,0	0,1	0,0	0,6					
Ferro		0,2	0,3	0,4	0,4	0,0	0,1				
Manganês		0,1	0,3	0,1	0,2	-0,3	-0,5	0,3			
Cobre		0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,3	0,2		
Zinco		0,2	0,4	0,5	0,6	0,1	0,1	0,4	0,1	0,1	
Boro		0,2	0,3	0,4	0,4	0,2	0,0	0,2	0,3	0,2	0,1
Enraizamento		0,1	-0,1	-0,1	-0,3	0,4	0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,3

**Figura C2.***Relação entre a concentração foliar em cálcio e o enraizamento percentual aos 90 dias*