

Instituto Politécnico de Coimbra
Escola Superior Agrária



Mestrado em Recursos Florestais

Relatório de Estágio

Avaliação da libertação de nutrientes de diferentes adubos para
aplicação à instalação de *Eucalyptus globulus* Lab.

Local de Estágio: Coimbra

Trabalho elaborado por: Ana Sofia Travassos de Oliveira

Orientador: Prof.^a Filomena Gomes

Co-orientador: Eng.^a Rosinda Leonor Pato

Coimbra, 2016

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	II
LISTA DE TABELAS	III
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IV
AGRADECIMENTOS	V
1 RESUMO	VI
2 ABSTRACT.....	VIII
3 INTRODUÇÃO	8
3.1 OBJECTIVO.....	8
3.2 RAIZ - INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO DA FLORESTA E PAPEL.....	9
3.3 A FERTILIZAÇÃO E O EUCALIPTO	10
3.3.1 <i>A espécie Eucalyptus globulus Lab.</i>	10
3.3.2 <i>Apresentação dos fertilizantes de libertação lenta/controlada</i>	10
3.3.3 <i>Importância da fertilização para o Eucalyptus</i>	13
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 ENSAIO EM VASO NO VIVEIRO	19
4.1.1 <i>Delineamento experimental e instalação do ensaio</i>	19
4.1.2 <i>Monitorização das plantas em viveiro</i>	21
4.1.3 <i>Análise foliar e da biomassa seca</i>	22
4.1.4 <i>Recolha e análise de água proveniente dos lixiviados</i>	26
4.2 ENSAIO EM LABORATÓRIO COM FERTILIZANTES EM SOLUÇÃO	27
4.2.1 <i>Delineamento experimental e instalação do ensaio</i>	27
4.2.2 <i>Determinação de pH (H₂O) e condutividade eléctrica (mS cm⁻¹)</i>	28
4.2.3 <i>Quantificação dos nutrientes em solução</i>	30
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO DAS PLANTAS	32
5.2 BIOMASSA SECA.....	39
5.3 ANÁLISE FOLIAR	41
5.3.1 <i>Teor foliar de macronutrientes</i>	42
5.3.2 <i>Teor foliar de micronutrientes</i>	42
5.3.3 <i>Análise de componentes principais</i>	44
5.3.4 <i>Análise da composição dos lixiviados</i>	46
5.4 ENSAIO EM LABORATÓRIO COM FERTILIZANTES EM SOLUÇÃO	47
5.4.1 <i>Macronutrientes</i>	47
5.4.2 <i>Micronutrientes</i>	49
5.4.3 <i>Medição do pH (H₂O) e condutividade eléctrica (mS cm⁻¹)</i>	50
6 AVALIAÇÃO GLOBAL DO ESTUDO.....	55
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
8 BIBLIOGRAFIA.....	59
9 WEBGRAFIA.....	64

Lista de Figuras

Fig. 1 - Detalhe do sistema de nutrientes nos fertilizantes de libertação controlada.	12
Fig. 2 - Aspecto do caule e raízes da planta aquando o transplante.....	19
Fig. 3 - Adubo localizado no fundo da cova.	20
Fig. 4 - Aspecto geral do ensaio em vaso no viveiro.	21
Fig. 5 - Avaliação da altura da planta.	21
Fig. 6 - Ilustração da amostragem foliar das plantas do ensaio.	22
Fig. 7 - Lavagem individual das folhas.....	23
Fig. 8 - Pesagem das plantas para a quantificação da biomassa.	26
Fig. 9 - Rega para obtenção de lixiviado.	27
Fig. 10 - Ensaio em laboratório com adubos de libertação lenta/controlada em solução.	28
Fig. 11 - Colheita da amostra da proveta.	29
Fig. 12 - Potenciómetro com eléctrodo selectivo.....	29
Fig. 13 - Conductímetro para medição da condutividade eléctrica (mS cm ⁻¹).....	30
Fig. 14 - Sintomas observados nas plantas com tratamento A6 (A) e (B) e tratamento A7 (C).	33
Fig. 15 - Plantas sem folhas no terço médio e superior (Tratamento A7).....	33
Fig. 16 - Planta em vaso do tratamento A3 ao fim de 7 meses.	35
Fig. 17 - Efeito do tratamento A5 nas plantas uma semana após a plantação.	36
Fig. 18 - Aspecto final das plantas de vaso no viveiro.....	39
Fig. 19 - Teor foliar de macronutrientes por tratamento.....	42
Fig. 20 - Teor foliar de micronutrientes por tratamento.....	42
Fig. 21 - Análise factorial de componentes entre os tratamentos testados e as variáveis (H, BS e os nutrientes analisados no material vegetal/folhas).	45
Fig. 22 - Evolução do pH (H ₂ O) no ensaio de laboratório com fertilizantes em solução avaliado semanalmente até à semana n.º 14 em 3 tipos de recipientes.	51
Fig. 23 - Avaliação da condutividade eléctrica (mS cm ⁻¹) com fertilizantes em solução no ensaio de laboratório avaliado semanalmente até à semana n.º 14 em 3 tipos de recipientes.	53
Fig. 24 - Tratamento A5 - (Copo) 1.º dia (05/11/2015).	54
Fig. 25 - Tratamento A5 - (Copo) último dia (11/02/2016).	54
Fig. 26 - Aspecto geral do ensaio de laboratório com adubos de libertação lenta/controlada no último dia.....	54

Lista de Tabelas

Tab. 1 - Identificação e caracterização dos adubos em estudo.	19
Tab. 2 - Taxa de sobrevivência das plantas com os diferentes tratamentos.....	32
Tab. 3 - Cronograma de alterações ocorridas nas folhas.	32
Tab. 4 - Acréscimo em altura (cm) das plantas observado ao fim de 7 meses.	34
Tab. 5 - Tipo de adubos testados e respectivas formulações.	35
Tab. 6 - Acréscimo em altura das plantas por bloco.	37
Tab. 7 - Acréscimo em altura das plantas em função da interação	38
Tab. 8 - Biomassa seca (g) por tratamento.....	40
Tab. 9 - Teor de macronutrientes, elemento benéfico e micronutrientes nos lixiviados.....	46
Tab. 10 - Teor de macronutrientes e elemento benéfico (Na) nos adubos em solução à 7. ^a semana. ...	48
Tab. 11 - Teor de macronutrientes e elemento benéfico nos adubos em solução à 14. ^a semana.	48
Tab. 12 - Teor em micronutrientes nos adubos em solução à 7. ^a semana.	49
Tab. 13 - Teor em micronutrientes dos adubos em solução à 14. ^a semana.	49
Tab. 14 - Informação global dos resultados observados nos ensaios em vaso (acréscimo em altura e nutrientes nas folhas) e em laboratório (condutividade eléctrica e pH).....	56

Lista de Abreviaturas

AAPFCO - Association of American Plant Food Control Officials

B - Boro

BF - Biomassa Fresca

BS - Biomassa Seca

Ca - Cálcio

CRF- Fertilizante de Libertação Controlada

Cu - Cobre

ESAC - Escola Superior Agrária de Coimbra

Fig. - Figura

Figs - Figuras

Fe - Ferro

H- Altura (cm)

K - Potássio

LQARS - Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva

Mg - Magnésio

Mn - Manganês

Na - Sódio

N - Azoto

P - Fósforo

Tab. - Tabela

Tbs - Tabelas

S - Enxofre total

SRF- Fertilizante de Libertação Lenta

Zn - Zinco

Agradecimentos

Dedico este espaço a todos aqueles que deram a sua contribuição para que esta dissertação fosse realizada. Deixo a todos aqui o meu agradecimento.

Ao RAIZ, em particular à Engenheira Daniela Ferreira, orientadora deste trabalho, pela oportunidade e ajuda para a realização desta dissertação.

À Professora Filomena Gomes, orientadora deste trabalho, pela dedicação, apoio constante e ajuda dispensada ao longo do desenvolvimento deste estudo.

À Engenheira Rosinda Leonor Pato, co-orientadora deste trabalho e responsável pelo Laboratório de Solos da Escola Superior Agrária de Coimbra, pela dedicação, ajuda e pelo apoio e incentivo constante, ao longo de todo o trabalho realizado no viveiro e laboratório.

Ao Mestre Paulo Pereira, agradeço a sua disponibilidade para me ajudar sempre que precisei.

Ao meu afilhado, Bernardo, pelo apoio e disponibilidade para a realização do trabalho de viveiro.

Aos meus avós, Fernando e Cidalina, todo o esforço efectuado ao longo de todo o meu percurso académico, sem o qual nada teria sido possível.

Ao meu irmão, Hugo, pela amizade, apoio e compreensão.

Um agradecimento profundo, à minha mãe, Helena, pelo apoio, compreensão, disponibilidade e por todo o esforço pessoal e económico efectuado ao longo de toda a minha vida académica, sem este nada teria sido possível.

E a todos que directamente ou indirectamente ajudaram na elaboração desta dissertação, aqui deixo o meu muito obrigado.

1 RESUMO

O presente estudo avalia o comportamento de 8 adubos de libertação lenta/ controlada com diferentes formulações para uso posterior na plantação de *Eucalyptus globulus* Lab., a sua avaliação foi efectuada através de ensaios em vaso e em laboratório.

O ensaio em vaso foi realizado durante 7 meses no viveiro da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC). Foram instalados quatro blocos completos e casualizados, contendo cada um 3 plantas / clone / bloco. A altura das plantas foi medida mensalmente e foram registados os sintomas que sugeriam distúrbio nutricional. No final do ensaio, foram recolhidas as folhas para análise química e foi quantificada a biomassa seca de cada tratamento. O ensaio de laboratório foi realizado durante 4 meses no laboratório de solos da ESAC. Durante este ensaio, foi avaliado o comportamento dos 8 adubos de libertação lenta/controlada utilizados no ensaio de vaso, nesta avaliação foi quantificado o teor de nutrientes e medidos o pH da solução (H₂O) e a condutividade eléctrica (mS cm⁻¹), sendo utilizada água destilada como meio líquido.

Os resultados do estudo em vaso indicaram que os tratamentos A2, A3 e A4 induziram maior crescimento das plantas em altura com valores médios de 179.5, 185.6 e 180.5 centímetros, respectivamente, após 7 meses. O tratamento A5 induziu a morte das plantas e os tratamentos A6, A7 e A8 originaram sintomas de deficiência de nutrientes como clorose foliar, seguido de necrose e queda acentuada de folhas. No entanto, os resultados do ensaio em laboratório demonstraram que os tecidos de plantas recolhidos nestes tratamentos, no final do ensaio em vaso, tinham um elevado teor de macro e micronutrientes.

Quanto aos resultados de pH, verificou-se que o pH da solução estabilizava duas semanas após o início do ensaio em laboratório. Um destaque para o adubo A6, cujas plantas apresentaram clorose foliar, que apresentava um pH inferior a 3. Em relação à condutividade eléctrica das soluções, o tratamento A5 foi letal para plantas, com altos valores de condutividade (15 mS cm⁻¹) após 2 semanas, enquanto os tratamentos com sintomas deficiência de nutrientes nas folhas atingiram este valor na 4.^a ou 5.^a semana (A6, A7 e A8).

Comparando os ensaios em vaso com os resultados obtidos em laboratório, verificou-se uma boa correlação entre os parâmetros químicos, os sintomas de carência de nutrientes nas folhas e o crescimento alcançado nas plantas sugerindo que o ensaio em laboratório pode ser uma alternativa viável para prever o comportamento do adubo.

Palavras-chave: Adubo de libertação lenta/controlada, condutividade eléctrica, nutrientes, pH, plantação e toxicidade.

2 ABSTRACT

In the present study, the release behaviour of 8 nutrient slow/controlled-release fertilizers with different formulations for later use in planting pit of *Eucalyptus globulus* Lab. was evaluated by a pots trial and a laboratorial test.

The pots test was carried out during 7 months in the greenhouse of the Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC). Four complete randomized blocks were installed per treatment, each containing 3 plants /clone /block. Plants' height was monthly measured and leaves abnormal symptoms suggesting nutritional disorder were registered. At the end of this test, leaves were collected for chemical analysis and dry biomass of each treatment was quantified. The laboratorial experiment was performed during 4 months in the soil laboratory of ESAC. During this test, the release behaviour of the 8 fertilizers also studied in the pots trial was evaluated by nutrient content quantification, measurements of the pH solution (H₂O) and assessment of electrical conductivity (mS cm⁻¹) using distilled water as liquid phase.

The results of the pots trial indicates that the treatments A2, A3 and A4 induced higher plant growth in height with mean values of 179.5 cm, 185.6 cm and 180.5cm, respectively, after 7 months. The A5 treatment induced the death of the plants and treatments A6, A7 and A8 lead to nutrient deficiency symptoms exhibiting leaf chlorosis, followed by necrosis and high leaves falling off. Nonetheless, the laboratorial experiment results demonstrated that the plant tissues collected in these treatments at the end of pots trial had a high content of macro- and micronutrients. Concerning the pH results, it was found that the pH solution stabilized after the 2nd week of the beginning of the laboratorial experiment. A highlight to A6 fertilizer that exhibited a pH below 3 and plants showed leaf chlorosis. Regarding electrical conductivity of the solutions, the A5 fertilizer was lethal to plants, with 15 mS cm⁻¹ or high values after 2 weeks, while the treatments with leaf deficiency nutrient symptoms reached this value at the 4th or 5th week (A6, A7 and A8).

The tests carried out in this study allowed the selection of the best fertilizers (within 8 possible fertilizers) to the planting pit of *Eucalyptus globulus* Lab. stands. Comparing the pots trial with the laboratorial test results, a good correlation between chemical parameters and visual leaf abnormal symptoms and plant growth was achieved suggesting that the laboratorial test can be an feasible alternative to predict the fertilizer's behaviour.

Keywords: electrical conductivity, fertilizers slow/controlled release, nutrients, pH planting and toxicity.

3 INTRODUÇÃO

A expansão da espécie *Eucalyptus* em Portugal é relativamente recente (meados do século XX) e coincide com a instalação e crescimento da indústria de pasta para papel (Goes, 2012).

Como o eucalipto é uma espécie de crescimento rápido, sendo esta uma das características que mais interessa à indústria de papel que tem como objectivo principal a produção de material lenhoso (Goes, 2012), a adubação representa uma etapa muito importante para a condução da cultura desta espécie em viveiro, uma vez que é a partir desta que se pode obter o melhor desenvolvimento e maior vigor nas plantas (Santos, 2005).

Um contributo para melhorar a produção de plantas é, cada vez mais, o uso de fertilizantes de libertação lenta/controlada (Compo, 2007). O objectivo da utilização consiste na libertação contínua de nutrientes, reduzindo-se assim a possibilidade de perdas por lixiviação, mantendo-se as plantas nutridas durante todo período de desenvolvimento (Santos, 2005).

O uso destes adubos apresenta várias vantagens para indústria da pasta de papel, das quais se destacam a redução de mão-de-obra para adubações de cobertura, o baixo nível de salinidade na solução do substrato, a diminuição de perda de azoto pela volatilização de amónio e a redução dos danos na semente das plantas (Dinalli *et al.*, 2012).

No entanto, a utilização destes fertilizantes também tem desvantagens das quais se destaca a libertação descontrolada dos nutrientes, devido à ocorrência da decomposição da cobertura dos grânulos associada a factores externos aos mesmos (Dinalli *et al.*, 2012).

Assim torna-se necessário efectuar testes/ensaios, em viveiro e em laboratório, para avaliar a libertação de nutrientes destes adubos de forma a prever o seu comportamento no terreno.

3.1 OBJECTIVO

O objectivo deste trabalho centrou-se na quantificação da libertação de nutrientes (em ensaios de vaso e em laboratório) de diferentes tipos de adubos

(libertação lenta /controlada) para posterior aplicação localizada do adubo ao fundo da cova na plantação de *Eucalyptus globulus* Lab.

Este estudo foi proposto e suportado pelo RAIZ- Instituto de Investigação da Floresta e Papel e pela ESAC (Escola Superior Agrária de Coimbra/ Laboratório de Solos). O trabalho teve como objectivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes tipos de adubo à plantação em vaso comparativamente com ensaios instalados em laboratório, onde foram registados os valores de condutividade eléctrica e de pH. Com este trabalho pretendeu-se estabelecer uma relação entre o resultado observado no viveiro/vaso ao fim de 7 meses com os resultados observados em laboratório num curto período de tempo, com o objectivo de poder avaliar/prever o efeito de diferentes adubos que poderão vir a ser propostos para compra no futuro.

3.2 RAIZ - INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO DA FLORESTA E PAPEL

O RAIZ, cuja acção cobre a fileira árvore/papel -“ As melhores árvores para o melhor papel”, iniciou a sua actividade em Janeiro de 1996, é um organismo privado, sem fins lucrativos que tem como sócios o grupo Portucel Soporcel e as Universidades de Aveiro, Coimbra e Lisboa.

Surgiu da necessidade de aplicar a investigação aos proveitos da fileira silvo-industrial de forma a garantir a sua sustentabilidade e tem como objectivo fortalecer a competitividade dos sectores papelero e florestal, através de três linhas principais:

- a investigação, a consultoria e a formação especializada.

Na área de investigação opera em duas áreas: a florestal e a industrial. Tanto uma como outra são desenvolvidas em cooperação com a indústria e em função de objectivos bem definidos executados sob a forma de projectos.

A consultoria é efectuada, não só para as empresas sócias, mas também para outras entidades das áreas industrial e florestal.

Para a formação especializada, o RAIZ intercede na concepção de condições que favoreçam a disponibilização de quadros especializados nas áreas relevantes das linhas tecnológica e florestal do eucalipto.

3.3 A FERTILIZAÇÃO E O EUCALIPTO

3.3.1 A espécie *Eucalyptus globulus* Lab.

O *Eucalyptus* é uma espécie nativa do sul da Austrália e da Tasmânia que foi introduzida depois em países subtropicais e mediterrâneos. É plantado em larga escala, em Espanha e Portugal, pela produção e qualidade da madeira que é utilizada para a indústria de papel. Esta espécie tem sido também cultivada para a produção de óleo extraído das folhas (Goes, 2012). Este facto está associado à sua sensibilidade ao frio e geada devido a não formar gomos dormentes durante o Inverno.

A espécie *E. globulus* é uma árvore com cerca de 70 m de altura, tronco liso, folhas perenes, lanceoladas e opostas, cobertas por glândulas oleíferas, casca lisa, acinzentada ou castanha, desprendendo-se em lâminas ou placas grandes, os ramos são cilíndricos e pouco foliosos. A madeira é clara, compacta e elástica. As folhas são grandes e o fruto apresenta-se como uma cápsula quadrangular de aproximadamente 3 cm (Goes, 2012).

3.3.2 Apresentação dos fertilizantes de libertação lenta/controlada

Os adubos de libertação controlada e adubos de libertação lenta são aqueles que incluem compostos solúveis no seu interior (NPK e alguns micronutrientes) e retardam a disponibilidade inicial dos mesmos ou fomentam a sua disponibilidade no tempo através de distintos mecanismos.

Segundo a Association of American Plant Food Control Officials (AAPFCO) não há diferenciação oficial entre o adubo de libertação lenta e adubo de libertação controlada.

No entanto, Shaviv (2005, cit. por Trenkel, 2010) afirma que existe diferenciação entre estes dois tipos de adubos. Segundo este autor, o termo fertilizante de libertação lenta (SRF) envolve a libertação dos nutrientes a um ritmo mais lento do que o habitual mas a taxa, padrão e duração da libertação não estão bem controlados enquanto os adubos de libertação controlada (CRF) são fertilizantes em que os factores como a taxa, o padrão e a duração da libertação são conhecidos e controláveis, durante a preparação do CRF.

Shaviv (2005) também afirma que os adubos de liberação lenta são considerados como produtos de degradação microbiana, como ureia-aldeído ou ureia-formaldeído, enquanto os adubos de liberação controlada são cobertos por películas de enxofre ou polímeros de natureza diversa.

Shaviv (2005) propõe duas classificações distintas para estes adubos:

- **Adubos de liberação controlada** - são classificados como fertilizantes envolvidos por uma membrana semipermeável a qual, por efeito da temperatura, se expande e contrai, controlando a liberação gradual osmótica de nutrientes ao substrato, mantendo assim constantes os níveis dos elementos essenciais para as plantas durante o período de crescimento.

Os adubos podem ser exibidos como comprimidos ou grânulos revestidos por polímeros hidrófobos ou como matrizes, em que material activo solúvel é disperso num contíguo que restringe a dissolução do adubo. Estes fertilizantes revestidos podem ainda ser divididos em adubos com revestimentos orgânicos poliémicos (termoplástico ou resinas) ou com materiais inorgânicos tais como enxofre ou revestimentos à base de minerais.

Os materiais utilizados para a preparação de matrizes podem também ser subdivididos em materiais hidrofóbicos, tais como por exemplo poliolefinas ou borracha, e polímeros formuladores de gel, que são de natureza hidrofílica para reduzir a dissolução do fertilizante solúvel devido à sua elevada retenção de líquidos (Shaviv, 2005).

Nos adubos revestidos com polímeros utilizam-se membranas impermeáveis ou semi-impermeáveis com poros finos (poliésteres, poliuretanos, resinas). Ocorre a liberação dos nutrientes, de maneira eficaz, quando há condições favoráveis de temperatura que promovem a expansão da camada de resina, aumentando a sua permeabilidade à água que ao penetrar no grânulo faz com que ocorra a solubilização (Shaviv, 2005) (Fig. 1).

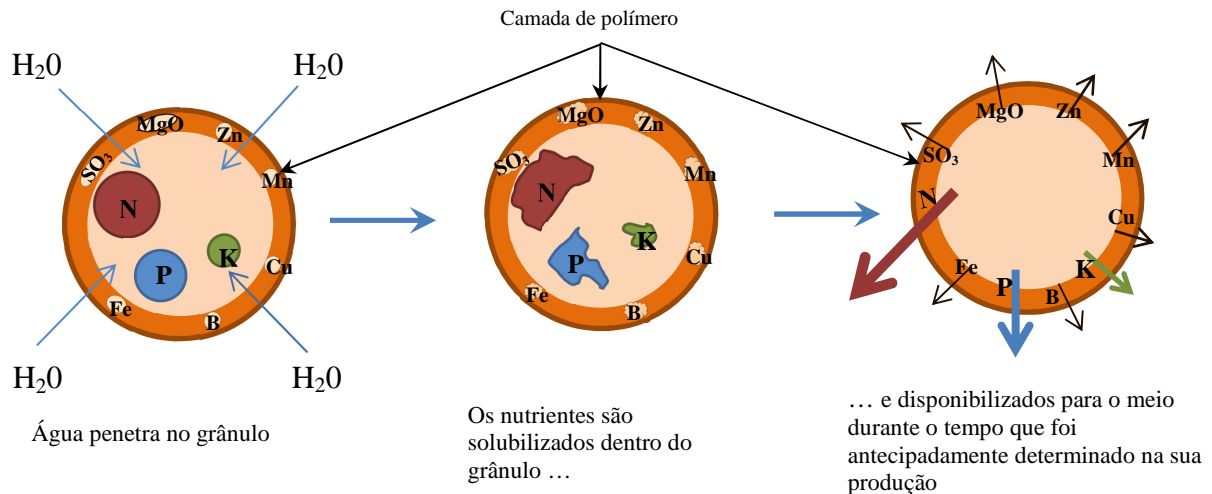


Fig. 1 - Detalhe do sistema de nutrientes nos fertilizantes de libertação controlada.

Fonte: Adaptado de Shaviv, 2005.

Segundo Trenkel (2010) o processo de encapsulação influencia directamente a intensidade e o mecanismo no processo de libertação. A natureza química e a espessura da resina de cobertura, a quantidade de microfissuras à superfície e o tamanho do grânulo do fertilizante também contribuem para delimitar a curva de libertação de nutrientes ao longo do tempo.

- **Adubos de libertação lenta** – são classificados como compostos inorgânicos de baixa solubilidade. São fertilizantes como amónio de metal fosfatos e parcialmente acidulado fosfato de rocha. São produtos constituídos por N biologicamente decomposto (Zhang *et al.* (2005) cit. por Tenkel (2010)).

Os adubos de libertação lenta são produtos de solubilidade baixa que resultam da condensação da ureia, sendo a ureia-formaldeído uma das formulações mais importantes. Uma parte é solúvel em água e fica rapidamente disponível, a outra é libertada de forma progressiva por um período de tempo mais longo (Magalhães, 2009).

O processo de libertação dos nutrientes fica assim dependente da degradação microbiana e indirectamente da humidade, temperatura, oxigénio e pH (Magalhães, 2009).

Estes fertilizantes são produzidos por nutrientes encapsulados por uma resina orgânica biodegradável, que garante que eles permaneçam protegidos, contudo disponíveis. A libertação ocorre por pressão osmótica, podendo variar de intensidade conforme a humidade e a temperatura (Trenkel, 2010). Como a cápsula que os envolve

é permeável, permite a entrada da água, e consequentemente, a dissolução dos nutrientes do seu interior.

A libertação de nutrientes é dependente do tamanho do grânulo, temperatura e humidade. Os nutrientes são disponibilizados por hidrólise e pela acção de microrganismos. Assim, o tamanho do grânulo, o teor de humidade, a temperatura e a actividade biológica do solo são decisivos para a degradação do produto (Trenkel, 2010).

Pode-se afirmar que, na prática, a principal diferença entre os dois tipos de fertilizantes é que para adubos de libertação lenta o padrão de libertação dos nutrientes é inteiramente dependente do solo e das condições climáticas, as quais não podem ser previstas (ou muito aproximadamente). Já nos adubos de libertação controlada, o padrão de libertação e o período de tempo podem ser previstos dentro de certos limites (Trenkel, 2010).

3.3.3 Importância da fertilização para o *Eucalyptus*

Geralmente, os nossos solos florestais são pobres em nutrientes e em matéria orgânica, não possuindo as quantidades de nutrientes necessárias que satisfaçam as necessidades das espécies florestais, logo é conveniente recorrer à adubação. Na maioria dos casos, é na fase de crescimento inicial que as exigências nutricionais são maiores sendo necessário realizar uma adubação de forma a poder suprir o défice de nutrientes no solo e a falta de ciclagem de nutrientes proveniente da queda de folhas em povoamentos adultos.

Para diagnosticar as carências nutricionais em plantas, de um modo geral, podem ser adoptadas várias alternativas. Alguns exemplos são a análise química das folhas e a observação dos sintomas de carência que se manifestam nas plantas.

A adubação, para além da sua importância em fornecer nutrientes às plantas, proporciona uma boa produtividade e qualidade da madeira, aspectos essenciais para auxiliar a preservação e a sustentabilidade produtiva dos solos (Castro, 2012).

Os macro e micronutrientes, assim como a água, são considerados como os elementos que mais contribuem para a produtividade florestal. Embora a importância relativa de cada elemento de crescimento varie consoante a espécie, idade, o tipo de solo e as condições climáticas é relevante compreender a forma como todos estes elementos

interactuam e controlam o crescimento das espécies. O conhecimento da interacção desses factores no crescimento vegetal é fundamental para o desenvolvimento de modelos de crescimento florestal (Smethurst *et al.*, 2003).

Gonçalves *et al.* (2000) referem que o ciclo interno de nutrientes na planta ganha importância após o início da forte concorrência entre as copas das árvores, nomeadamente para os nutrientes móveis no floema, afirmando os mesmos autores que as carências nutricionais das árvores são maiores na sua fase juvenil.

Castro (2012) refere que a concentração de nutrientes se altera devido a vários factores, nomeadamente a espécie, a capacidade de absorção de nutrientes, tipo de amostragem e também da fracção da árvore onde foi retirada a amostra para análise.

Num ecossistema florestal, natural ou mesmo de uma plantação, a quantidade de nutrientes é determinada pelo seu teor nos distintos componentes das árvores (folhas, ramos, cascas e madeira) (Smethurst *et al.*, 2003). No eucalipto, tal como nas outras árvores, a quantidade total de nutrientes é função não só das substâncias nutricionais nos vários componentes das árvores, mas também do total de biomassa produzida e da sua proporção. Cada compartimento de uma árvore apresenta diferentes teores de elementos químicos nos seus tecidos, observando-se geralmente um gradiente de nutrientes com a seguinte relação: folha > casca > ramo > madeira.

À medida que as árvores se vão tornando adultas, é no tronco que ocorre a maior acumulação de biomassa e consequentemente de nutrientes minerais, passando o tronco a representar a maior biomassa da árvore e a ser o componente que mais contribui para a exportação dos nutrientes no local (Bellote e Silva, 2000).

As carências nutricionais do eucalipto não são iguais, uma vez que estas variam consoante as espécies e ao longo do ciclo de desenvolvimento. Algumas espécies de eucalipto, além da necessidade em N, P, K são exigentes em certos micronutrientes, como por exemplo o Zn e o B, para o seu crescimento (Smethurst *et al.*, 2003). Assim, Gonçalves (2000) recomenda a aplicação de micronutrientes à plantação, principalmente de Zn (0,5%), conjuntamente com o NPK. O B é conhecido pelo aumento da tolerância da planta a condições de stress hídrico. São importantes os estudos sobre os macro e micronutrientes pois possibilitam determinar as quantidades ideais e economicamente viáveis destes nutrientes a aplicar.

O eucalipto responde à fertilização, especialmente com N, desenvolvendo a sua área foliar, com conseqüente incremento de volume de tronco (Smethurst *et al.*, 2003).

Para esta planta, segundo Epstein *et al.* (2004), nenhuma deficiência é tão dramática quanto a de N, cujos sintomas se manifestam através da clorose generalizada, crescimento debilitado, lento e retardado.

Malavolta *et al.* (1997 cit. por Assis 2013) afirma que depois do N, o P é o componente que mais limita o crescimento das plantas na generalidade dos solos. Tendo em conta a baixa fertilidade dos solos florestais, a utilização de fósforo tem sido fundamental para a manutenção e o aumento da produtividade das florestas. À plantação a aplicação de P é fundamental para o desenvolvimento do sistema radicular.

Nogueira (2003) avaliou a eficiência de um programa de monitorização nutricional na recomendação de aplicação de fertilizantes em plantações de clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Os resultados demonstraram que o nutriente mais limitante para a produtividade dos povoamentos foi o potássio, pois os seus teores foram considerados deficientes pela análise de solo e foliar. O magnésio foi o componente limitante ao desenvolvimento das plantas nas áreas de solo arenoso, pois tanto os resultados conseguidos pela análise de solo quanto aos obtidos pela análise foliar apresentaram valores considerados abaixo dos níveis adequados para a cultura do eucalipto.

- Resposta à fertilização mineral

Um dos progressos que proporcionou a homogeneização, a maior produção, e também o aumento da qualidade da matéria-prima, nomeadamente na indústria, foi o melhoramento genético, com a utilização de material vegetal melhorado nas plantações florestais (Assis, 2013). Verifica-se que a fertilização é um factor relevante para a produção florestal tendo um papel fundamental na condução, na produção da floresta e na relação custo/benefício.

No caso das árvores de eucalipto o efeito significativo da fertilização mineral é reconhecido há algumas décadas (Assis, 2013). Pois, nas plantações de eucalipto, como a exploração é mais intensa e o ciclo relativamente curto, a produção de biomassa torna-se relativamente alta, acarretando uma maior exportação de nutrientes que é necessário repor, através da fertilização (Alvarez *et al.*; 1996 cit. por Castro; 2012).

Segundo Assis (2013), ao recorrer à fertilização estamos a utilizar uma ferramenta eficaz quando se pretende aumentar a taxa de crescimento das árvores e também melhorar a qualidade do solo.

A quantidade e o tipo de fertilizantes aplicados podem vir a proporcionar alterações na qualidade da madeira, em função da espécie e da fertilidade do solo.

Coutinho *et al.* (1995 cit. por Castro 2012) instalaram vários ensaios em diferentes regiões de Portugal, com o intuito de avaliar o efeito das doses de B (0,3,6 e 12 g/planta) sobre o crescimento de *Eucalyptus globulus* e verificaram que a melhor resposta surgiu com a aplicação de 3 g/planta, não existindo diferenças significativas entre essa dose e a de 6 e 12 g/planta. Estes autores identificaram ainda que o nível crítico de boro nas folhas foi de 20 mg kg⁻¹ de B no material seco.

Bennett *et al.* (1996) testaram os efeitos de adubos com o intuito de avaliar o crescimento e o teor foliar em nutrientes de 3 espécies diferentes de *Eucalyptus* (*Eucalyptus regnans*, *Eucalyptus nitens* e *Eucalyptus globulus*). Na plantação utilizaram 3 doses de N e 4 doses de P, durante o trabalho em campo estes nutrientes foram adicionados por 4 vezes, decorridos 2, 9, 14 e 26 meses após a plantação. Dos resultados verificaram que as adições de P aumentaram significativamente o crescimento e a concentração foliar deste nutriente no *Eucalyptus regnans*. A concentração foliar de N e P no *Eucalyptus nitens* e *Eucalyptus globulus*, no primeiro ano de idade, aumentou significativamente devido às adições de N e P, no entanto a adição de P diminuiu significativamente a concentração de N nas folhas em todas as espécies. Como resposta a todas as adições de fertilizantes o *Eucalyptus globulus* foi o que apresentou maior crescimento e maiores volumes médios.

Graciano *et al.* (2006) analisaram como é que diferentes doses de N e P aplicadas em três diferentes tipos de solos podem afectar a massa seca e a concentração de nutrientes em plantas de *Eucalyptus grandis* e se a absorção de P pode aumentar a absorção de N. Foram aplicadas 1, 2 e 4 g de ureia (46% de N) e 6, 12 e 24 g de superfosfato triplo (20% P) por planta. A quantificação de biomassa seca e a análise foliar de nutrientes foram efectuadas 44, 72 e 84 dias depois da plantação. Como resultados verificaram que a biomassa seca total diminuiu com a fertilização de P em todos os solos, no entanto a concentração deste nutriente promoveu um melhor crescimento das plantas e aumentou a absorção de N, mesmo quando não se aumentou a fertilização com este elemento.

Castro (2012) avaliou a resposta de um povoamento de eucalipto à fertilização mineral, relacionando-a com a nutrição do povoamento e a absorção de nutrientes pelas plantas. Verificou resposta positiva à adubação com N, K, B, Zn e Cu, obtendo no final do ciclo 31% de ganho no volume de madeira, 13% na produção de biomassa e maior acumulação de nutrientes nas plantas. A aplicação individual de N e K resultou num ganho de 11% e 19% no volume de madeira, respectivamente, e a adição de B proporcionou um acréscimo em volume de 34%. Destacou-se a relação positiva entre a concentração de N foliar e as variáveis de produção na fase jovem do povoamento, reflexo do investimento que as plantas fizeram inicialmente na formação da biomassa foliar ($r > 0,85$). A adubação azotada sobrepôs-se sempre à exportação deste nutriente, minimizando o impacto do cultivo da espécie no inventário de nutrientes do sistema (180 kg ha^{-1} aplicados vs 128 kg ha^{-1} extraídos, cenário mais intensivo).

Assis (2013) avaliou o efeito da nutrição mineral sobre as características de crescimento, qualidade da madeira e do carvão vegetal de um clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Dos resultados obtidos não se verificou o efeito da fertilização na qualidade da madeira no ensaio com azoto e fósforo, embora o aumento das doses destes elementos origina-se a redução da biomassa seca.

Rossa *et al.* (2015) utilizaram um fertilizante de libertação lenta para explicar como é que este pode contribuir para a obtenção de plantas de melhor qualidade. O objectivo do estudo foi calcular as doses crescentes a utilizar na plantação com um fertilizante de libertação lenta e um fertilizante convencional, assim como comparar estes fertilizantes no desenvolvimento de plantas de *Eucalyptus grandis*. Dos resultados obtidos verificou-se que houve resposta positiva para o desenvolvimento das plantas com fertilizante de libertação lenta.

Teixeira (2015) pretendeu avaliar a resposta da espécie *Eucalyptus globulus* à fertilização de manutenção pela aplicação de diferentes doses de fertilizantes orgânicos e minerais. Os parâmetros avaliados foram a altura, o diâmetro à altura do peito e o volume com casca e sem cepo. Estudou também o efeito destes fertilizantes nas propriedades químicas do solo e na concentração em nutrientes nas folhas das plantas. Foram instalados três ensaios em povoamentos de eucalipto em primeira rotação com aproximadamente 4 anos de idade, localizados na região Norte e Centro-Litoral de Portugal, onde foram aplicados nove tratamentos: um de controlo (testemunha sem fertilização); dois tratamentos de fertilização mineral (sem e com azoto); três

tratamentos com diferentes doses de lamas biológicas mais cinzas e três tratamentos com diferentes doses de composto de resíduo sólido urbano. Verificou que a fertilização mineral e orgânica não induziu a diferenças significativas nos parâmetros químicos do solo avaliados. Na generalidade, os tratamentos não afectaram significativamente ($p < 0,05$) a concentração de nutrientes nas folhas, embora as concentrações de N, P, K, Ca, Mg, Fe e Mn tenham aumentado.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Ensaio em vaso no viveiro

4.1.1 Delineamento experimental e instalação do ensaio

O ensaio em vaso, em viveiro, foi instalado na estufa da Escola Superior Agrária de Coimbra, tendo a duração de 7 meses (Maio a Dezembro de 2015).

Neste ensaio foram analisados 8 adubos de libertação lenta/controlada que, embora possuam o período de libertação semelhante (8 a 9 meses), são provenientes de marcas e formulações diferentes, sendo estes tratamentos identificados de A1 a A8 durante a execução dos trabalhos (Tab.1).

Tab. 1- Identificação e caracterização dos adubos em estudo.

Marca (tipo de adubo testado)	Tratamentos	Período libertação	Formulações (%)					
			N	P	K	B	SO ₃	MgO
Agroblen 14:12:9	A1	8 a 9 M	14	12	9	0,1		
Agroblen 11:22:9	A2	8 a 9 M	11	22	9		15,4	6
Exactyon AG 14:12:9	A3	8 a 9 M	14	12	9		8,4	4
Exactyon AG 11:22:9	A4	8 a 9 M	11	22	9		5,8	2,1
Plantacote Mix 15:10:15	A5	8 M	15	10	15	0,02		2
Plantacote Supra 14:25:6	A6	8 M	14	25	6	0,1		0.050%Cu+ 0.150%Fe+ 0.075%Mn+ 0.015%Mo+ 0.015%Zn
Multicote Agri 20:18:13	A7	8 M	20	18	13			
Multicote Agri 11:22:9	A8	8 a 9 M	11	22	9		4	

Foram utilizadas plantas clonais, com o objectivo de reduzir a variabilidade aos tratamentos testados devido ao factor genótipo.

As plantas clonais apresentavam um desenvolvimento homogéneo e equilibrado entre a parte aérea e sistema radicular (Fig. 2).



Fig. 2 - Aspecto do caule e raízes da planta aquando o transplante.

O substrato utilizado foi “Siro turfa” 30-0 cuja composição corresponde a 70% de casca de pinho compostada, 30% de turfa e 0% de fertilizante.

A rega foi efectuada, de forma manual, até à capacidade de viveiro de cada vaso, sendo a sua avaliação feita através da sua pesagem individual (Anexo 1).

A capacidade de viveiro diz respeito à quantidade máxima de água retida pelo substrato. Com este tipo de rega pretendia-se não afectar o crescimento da planta devido à falta de água no substrato e não efectuar rega em excesso (água gravitacional) de forma a evitar a ocorrência de lixiviação de nutrientes.

Na instalação do ensaio foi colocada uma dose de 60 g de adubo de libertação lenta/controlada, em cada vaso, colocado no fundo da cova, por baixo do sistema radicular da planta (Fig. 3), de forma a reproduzir a colocação de adubo à plantação no viveiro.



Fig. 3 - Adubo localizado no fundo da cova.

Foram instalados 4 blocos completos e casualizados por tratamento, com 3 plantas por tratamento e por bloco, num total de 96 plantas (24 plantas/bloco x 4 blocos). Foram usados vasos com capacidade de 5 litros (Fig. 4). Apresenta-se, no Anexo 2, o traçado do ensaio em viveiro.



Fig. 4 - Aspecto geral do ensaio em vaso no viveiro.

4.1.2 Monitorização das plantas em viveiro

Para identificação do efeito do adubo no acréscimo em altura, procedeu-se à medição da altura inicial das plantas, realizada imediatamente após a instalação do ensaio, que se refere à medição de referência. Posteriormente a medição da altura foi realizada mensalmente de Maio a Novembro.

Todas as plantas utilizadas nos blocos de ensaio foram avaliadas quanto à altura, a partir do momento de instalação até ao final dos trabalhos de viveiro, utilizando inicialmente uma régua de 50 cm, e posteriormente uma fita métrica de 3 metros (Fig. 5).

Os valores observados foram registados numa ficha de viveiro apresentada no Anexo 3.



Fig. 5 - Avaliação da altura da planta.

De forma a monitorizar o crescimento das plantas, todas as alterações observadas nas mesmas, tais como cloroses ou outros sintomas de carência, desde a instalação do ensaio até ao final dos trabalhos no viveiro, foram registadas em tabela e em fotografia.

4.1.3 Análise foliar e da biomassa seca

Devido ao porte das plantas (altura média cerca de 2 m) e à inerente dificuldade em analisar todas as plantas (Biomassa seca e teor foliar) procedeu-se a uma selecção de plantas para avaliação destes parâmetros.

Foram seleccionadas 31 plantas (1 planta/tratamento/bloco). Apenas não foi analisada a planta correspondente ao Tratamento A5 no bloco 1, porque morreram todas as plantas no início do ensaio no viveiro.

A selecção e corte da planta foi baseada na altura assim como o estado nutricional representativo de cada tratamento.

4.1.3.1 Amostragem de folhas e quantificação de nutrientes

Para estimar o impacto da adubação sobre o estado nutricional das plantas, uma das acções efectuadas foi a amostragem de folhas.

A recolha de folhas foi efectuada manualmente antes do corte das plantas. As folhas foram colhidas de modo a que a recolha incidisse no terço médio das plantas, sendo colhidos o 2.º e 3.º par de folhas completamente desenvolvidas (Fig. 6). O objectivo desta colheita foi avaliar o estado nutricional das plantas ao fim do ciclo de crescimento em vaso.

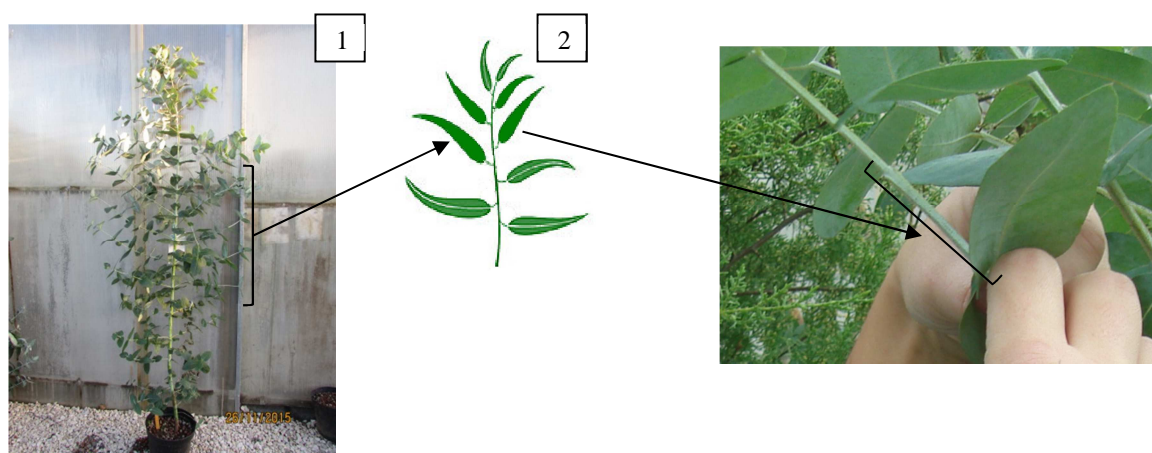


Fig. 6 - Ilustração da amostragem foliar das plantas do ensaio.

1) Identificação do terço médio da copa e 2) 2.º e 3.º par de folhas plenamente desenvolvidos.

As amostras recolhidas foram preparadas para que pudessem ser submetidas a análise química para determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Cu, Fe, Mn e Na. Efectuou-se a preparação das amostras através da sua lavagem, de forma a diminuir a contaminação superficial das amostras das folhas provocada pelo substrato e pelo pó, o que poderá modificar a concentração dos nutrientes aquando a sua quantificação (Fig. 7).



Fig. 7 - Lavagem individual das folhas.

A secagem, até peso constante, efectuou-se o mais rapidamente possível de forma a minimizar as alterações biológicas e químicas, na estufa com ventilação forçada de ar a 60°C. De seguida e de forma a facilitar as determinações analíticas efectuou-se a moagem do material vegetal (Pato, 2013).

Métodos laboratoriais para análise de nutrientes

Teor de humidade

Para avaliar o teor de humidade utilizou-se o método gravimétrico que tem por finalidade eliminar os excessos de humidade da amostra moída, permitindo calcular a percentagem de matéria seca (Pato, 2013).

A amostra em análise foi seca a 105°C, até peso constante. O teor de humidade foi determinado através da perda de massa a 105°C e o resultado expresso em percentagem mássica (Pato, 2013).

Azoto

Para determinar o N nas amostras de material vegetal utilizou-se o método de *Kjeldahl* que possibilita determinar a presença de N na forma de amónio, nitritos, nitrato e compostos orgânicos.

A contribuição de azoto presente em compostos com ligações N-N, N-O e de forma heterocíclica (especialmente compostos como piridina) é apenas parcialmente determinada (Póvoas & Barral, 1992 cit. por Pato, 2013).

O ácido sulfúrico concentrado, em presença de determinados catalisadores, actua sobre os constituintes azotados orgânicos da amostra, transformando o azoto em amónio (NH_4^+), que é fixado pelo excesso de ácido, sob a forma de sulfato de amónio. Este sal, por acção de uma solução concentrada de hidróxido de sódio, liberta amoníaco, que é recebido numa solução de ácido bórico, em presença de um indicador misto. Titula-se em seguida com ácido clorídrico de título conhecido (Pato, 2013). A quantidade de amoníaco libertado permite calcular o teor de azoto da amostra, expresso em percentagem por massa de amostra seca.

Boro

O B foi definido através do método de Azometina-H e doseamento por espectrofotometria de absorção molecular num auto-analisador de fluxo segmentado (SKALAR SAN ⁺⁺ System).

É um procedimento automático que se baseia na seguinte reacção: depois da diálise e tamponização, a amostra é misturada com a solução de azometina-H de modo a formar um complexo amarelo. O EDTA e o ácido tioglicólico são adicionados para eliminar as interferências do alumínio, cálcio e ferro. O complexo de cor amarela é determinado a 420 nm por espectrofotometria de absorção molecular num autoanalisador de fluxo segmentado (Skalar,2004 cit. por Pato, 2013).

O teor do B expresso em miligramas por kg de massa de amostra seca.

Enxofre

O S foi determinado por oxidação da amostra a 1350°C e detecção por infravermelhos próximos.

A oxidação da amostra é feita em barquinhas de combustão, a 1350 ° C, num ambiente com oxigénio puro. Ocorre um processo de oxidação-redução, em que o enxofre é oxidado (SO₂), os gases libertados da combustão passam por dois tubos de Anidrona® sendo retida a humidade, e o dióxido de enxofre é detectado através de célula de infravermelhos (IR) (> 700 nm). A célula de IR quantifica a concentração do gás dióxido de enxofre e converte esses valores em percentagem, através de uma equação existente no software de acordo com o peso da amostra, a calibração e o valor da humidade da amostra (Leco, 1997 cit. por Pato,2013).

A quantificação do enxofre é efectuada directamente através do software associado ao analisador, através da integração da área, e em percentagem.

A determinação dos elementos Cu, Zn, Mn, Fe, Ca, Mg, K, Na e P em plantas foi feita por incineração com redissolução em ácido mineral e doseamento por espectrofotometria da absorção atómica com chama (Cu, Zn, Mn, Fe, Ca, Mg, K, Na) e por espectrofotometria de absorção molecular o P.

A amostra, seca a 60°C, moída e mineralizada por via seca e o resíduo dissolvido em HCl 20%, foi filtrada a um volume desejado e os elementos determinados no extracto por absorção atómica com chama, tendo-se efectuado as diluições adequadas. A diluição final continha 1% de lantânio para evitar a interferência por potenciais aniónicos (Perkin Elmer, 1966 cit. por Pato, 2013).

O doseamento do P foi efectuado pelo método colorimétrico de molibdato vanadato de amónio em meio nítrico, o qual forma com o fosfatião um complexo estável de cor amarela, denominado fosfomolibdovanadato de amónio. A quantificação da quantidade de fosfomolibdovanadato de amónio formado realiza-se por espectrofotometria de absorção molecular, em absorvância, a 470 nm (Ribas *et al.*, 1988 cit. por Pato, 2013).

Os resultados dos elementos Cu, Zn, Mn e Fe são expressos em mg por kg, e de Ca, Mg, P, K e Na em g por 100 g (%) e calculados de acordo com a diluição efectuada.

4.1.3.2 Quantificação da biomassa seca

Depois de efectuado o corte da planta procedeu-se de imediato à quantificação de todos os componentes de cada planta (folhas, ramos, madeira e casca) (Fig. 8), com o intuito de reduzir as alterações em termos de perda de humidade e obter o seu peso em fresco.



Fig. 8 - Pesagem das plantas para a quantificação da biomassa.

De seguida colocaram-se as amostras (com a respectiva identificação) dentro de recipientes (pratos) sendo estes dispostos na estufa com ventilação forçada de ar a 60°C até obter peso seco constante. A temperatura de secagem a 60°C tem como objectivo desactivar as enzimas vegetais sem que ocorra a combustão da matéria orgânica (Pato, 2013).

A biomassa seca foi expressa em gramas por kg de massa de amostra seca.

4.1.4 Recolha de água proveniente dos lixiviados

No caso em que se observou a morte das plantas devido ao tratamento de adubo testado procedeu-se à recolha e posterior análise da água proveniente dos lixiviados dos vasos.

Para recolha da amostra dos lixiviados colocou-se água no tabuleiro colocado na base do vaso e pulverizou-se substrato até à capacidade máxima de retenção de água (Fig. 9). Este procedimento permitiu, por capilaridade, humedecer o substrato. De seguida, para recolha do lixiviado, colocaram-se 200 ml de água no vaso, tendo-se repetido este procedimento 3 vezes.



Fig. 9 - Rega para obtenção de lixiviado.

4.2 Ensaio em laboratório com fertilizantes em solução

4.2.1 Delineamento experimental e instalação do ensaio

O ensaio em laboratório foi instalado no laboratório de solos da Escola Superior Agrária de Coimbra, tendo a duração de 4 meses (Novembro de 2015 a Fevereiro de 2016).

Foram colocados 100 g de cada um dos 8 tratamentos de adubo em 3 recipientes de diferentes dimensões físicas e capacidade de 1000 ml (copo e provetas com diâmetros de base 11, 6,2 e 5,6 cm respectivamente) (Fig. 10). A água destilada foi adicionada lentamente na razão 1:10 (2 x 500 ml), permitindo que os adubos tivessem diferentes superfícies de contacto com a água de acordo com o recipiente/bloco.

Neste ensaio foi analisado o comportamento dos 8 adubos de libertação lenta/controlada, em meio líquido, através da quantificação semanal do pH (H_2O) e da condutividade eléctrica (mS cm^{-1}). Ao fim de um período de tempo (7.^a e 14.^a semana) de ensaio procedeu-se à recolha de uma amostra (50 ml) para análise de nutrientes (macro e micro).



Fig. 10 - Ensaio em laboratório com adubos de libertação lenta/controlada em solução.

O ensaio permaneceu em repouso, sem agitação. Aquando da instalação do ensaio e durante o tempo em que este permaneceu em laboratório a temperatura manteve-se constante e uniforme para todos os tratamentos (aproximadamente 23°C), pois o aumento da temperatura poderia aumentar a solubilização do adubo.

4.2.2 Determinação de pH (H₂O) e condutividade eléctrica (mS cm⁻¹)

A determinação do pH (H₂O) e da condutividade eléctrica (mS cm⁻¹) foi efectuada durante as 14 semanas, nas quais decorreu o ensaio, efectuando-se colheitas semanais de 50 ml por amostra.

Antes da recolha das amostras foi feita uma ligeira solubilização do sobrenadante com uma vareta, sem tocar no adubo que está depositado no fundo do recipiente, para homogeneizar a concentração. De seguida foi efectuada a colheita com uma pipeta (Fig. 11), a meio do recipiente, e esta foi colocada num copo (devidamente identificado).

Depois de efectuada a leitura do pH e condutividade eléctrica a amostra retirada foi lentamente adicionada ao respectivo recipiente, à excepção da 7.^a e 14.^a semana cujas amostras foram guardadas em frio (-20 °C) para posterior análise de nutrientes.



Fig. 11 - Colheita da amostra da proveta.

A determinação do pH foi efectuada num potenciómetro com eléctrodo selectivo (Fig. 12).



Fig. 12 - Potenciómetro com eléctrodo selectivo.

A determinação da condutividade eléctrica (mS cm^{-1}) foi realizada para obter a indicação do conteúdo de electrólitos solúveis na amostra de água. Para tal foi utilizado um conductivímetro (WTW LF 318) equipado com uma célula de condutividade com controlo constante (Fig. 13).



Fig. 13 - Conductímetro para medição da condutividade eléctrica (mS cm⁻¹).

A quantificação do pH (H₂O) e da condutividade eléctrica (mS cm⁻¹) foi efectuada directamente, através do software utilizado, tendo sido os valores obtidos comparados com os padrões de interpretação referidos pelo LQARS (2006) e as leituras registadas com uma casa decimal (Anexo 4 e 5).

4.2.3 Quantificação dos nutrientes em solução

Foram recolhidas amostras à 7.^a e à 14.^a semana, para análise em laboratório, de forma a quantificar os nutrientes libertados a meio e no final do ensaio de laboratório.

As amostras recolhidas foram preparadas para que pudessem ser submetidas a análises químicas para determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg, B, Zn, Cu, Fe, Mn e Na.

A quantificação do N foi efectuada através do método de *Kjeldahl* que permite determinar a presença de N na forma de amónio, nitritos, nitrato e compostos orgânicos.

A determinação dos nutrientes K, Ca, Mg, B, Zn, Cu, Fe, Mn e Na foi realizada por espectrofotometria de absorção atómica e o P por espectrofotometria de absorção molecular, realizando-se as diluições necessárias.

Os nutrientes foram expressos em mg l⁻¹.

4.3 Análise estatística dos resultados

Para estudar o efeito dos diferentes tipos de adubo testados no desenvolvimento das plantas clonais em vaso, procedeu-se à análise de variância (ANOVA, através do programa STATISTICA, versão 7.0). Como variáveis dependentes foram utilizadas diferentes variáveis (acréscimo em altura e biomassa seca), e como variáveis independentes os diferentes tratamentos de adubo. Sempre que se verificassem valores significativos, ou seja, quando os factores principais explicam parte significativa da variância observada, procedeu-se a realização de um teste de comparação múltipla de médias, teste de Duncan, para um nível de significância inferior a 5%. Com este teste pretendeu-se identificar o (s) melhor (es) tratamento (s), isto é, estimar o efeito dos tratamentos no desenvolvimento das plantas (as letras diferentes que surgem nas tabelas indicam a existência de diferenças significativas entre os tratamentos; $p < 0,05$).

Foi efectuada uma análise de componentes principais (PCA) com o objectivo identificar melhor a relação entre as variáveis estudadas. Para a análise multivariada (análise factorial) procedeu-se à normalização/standartização dos dados, isto é, exprimir cada valor pela diferença para a média em função do erro padrão $((x - \text{média})/SE)$. O objectivo desta operação é limitar a variabilidade observada. Através da análise multivariada pretende-se estimar de um modo global a relação entre todas as variáveis estudadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação do crescimento das plantas

A Tab. 2 mostra a taxa de sobrevivência observada para os diferentes adubos testados.

Tab. 2 - Taxa de sobrevivência das plantas com os diferentes tratamentos.

	Adubos							
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Taxa de sobrevivência (%)	91,7	100	100	100	50	100	100	100

Da Tab.2 verifica-se que o tratamento A5 mostrou ser letal para metade das plantas, apresenta assim a menor taxa de sobrevivência (50%), provavelmente devido à rápida libertação de nutrientes.

Em alguns tratamentos o crescimento das plantas foi afectado, tendo sido evidenciados sintomas nas folhas mais jovens das plantas. Estes sintomas foram anotados e registados em fotografia e na Tab.3 assim como a data da sua ocorrência.

Tab. 3 - Cronograma de alterações ocorridas nas folhas.

Operações	Meses				Observações
	Mai	Jun-Out	Nov	Dez	
Transplante de plantas					
Monitorização de plantas					Início de clorose nas folhas (Trat. A6, A7)
					Amarelecimento das folhas (Trat. A6, A7)
					Início perda folhagem (Trat. A6, A7)
					Início de clorose nas folhas (Trat. A8)
					Amarelecimento do terço superior da parte área (Trat. A6, A7)
					Amarelecimento do terço superior da parte área (Trat. A8)
Recolha de folhas para análise					Perda folhagem (Trat. A6, A7, A8)
Corte de plantas					
Análise foliar em laboratório					

Passadas 8 semanas depois da instalação do ensaio de viveiro começaram a verificar-se alterações nas folhas das plantas, em todos os blocos, com os tratamentos A6 e A7. Mais tarde (10 semanas) foi observada a mesma sintomatologia nas plantas onde foi aplicado o tratamento A8.

Os sintomas verificados centravam-se nas folhas mais jovens, que apresentavam clorose internerval com aparência de um retículo fino, ou seja, as nervuras ficavam com uma coloração verde mais escura, enquanto o limbo foliar ficava verde mais claro (Fig. 14).

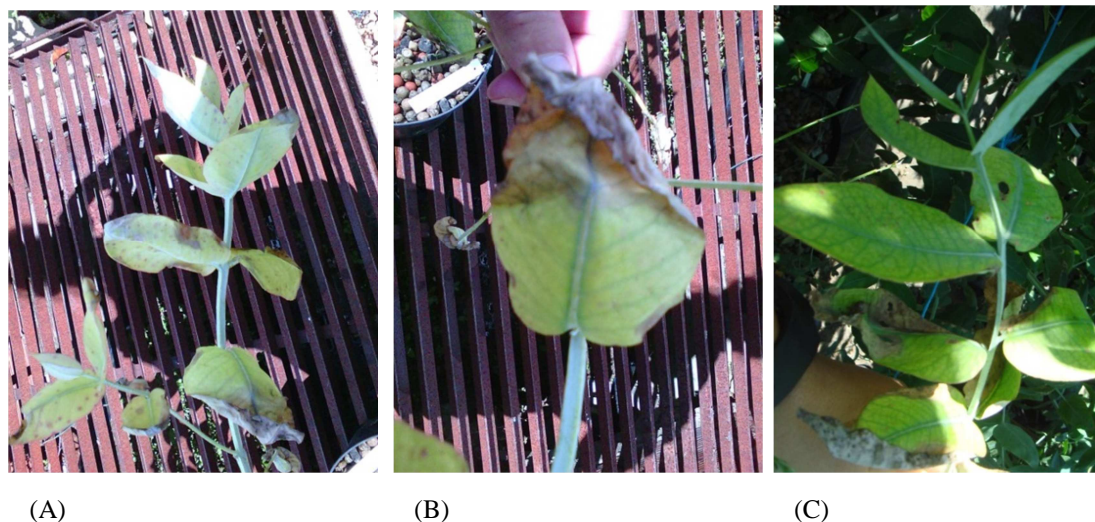


Fig. 14 - Sintomas observados nas plantas com tratamento A6 (A) e (B) e tratamento A7 (C).

Mais tarde, os tecidos das folhas apresentaram necroses, localizadas no terço médio e superior das plantas, adquiriram uma cor acastanhada e morreram, o que originou a sua queda acentuada (Fig. 15). Este aspecto reflectiu-se na realização de fotossíntese, notando-se que as plantas passaram a apresentar menor carência de água, logo menor quantidade de água adicionada na rega, fazendo estes sintomas com que as plantas crescessem a um ritmo mais lento.

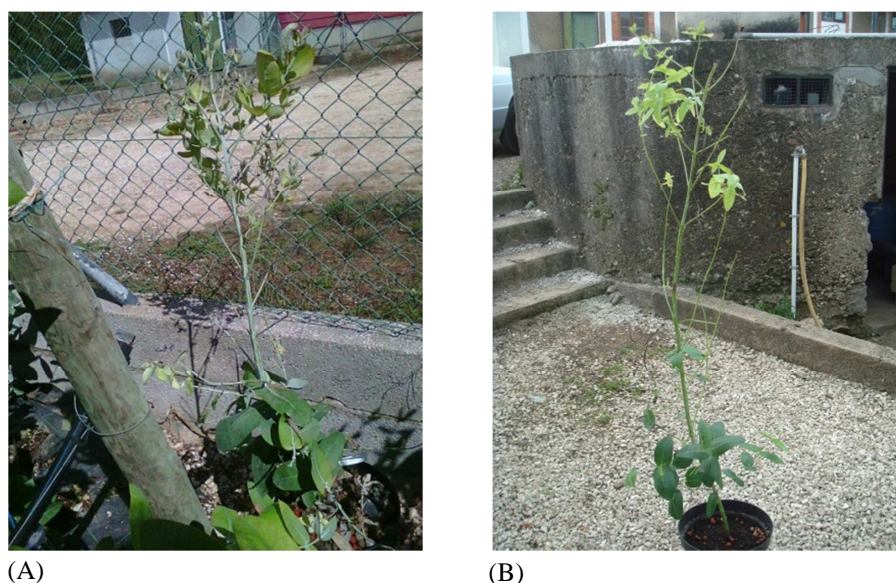


Fig. 15 - Plantas sem folhas no terço médio e superior (Tratamento A7).
A – Passados 5 meses B- Passados 7 meses.

A avaliação mensal da altura das plantas, ao longo dos sete meses, permitiu estimar o seu acréscimo em altura. A Tab. 4 mostra o acréscimo em altura (cm) observados nos diferentes tratamentos testados ao longo do ensaio (7 meses).

Tab. 4 - Acréscimo em altura (cm) das plantas observado ao fim de 7 meses.

<i>Adubos/ Tratamento</i>	<i>Acréscimo em H (cm) *</i>
A1	167,2 ± 16,23 ^{a-c}
A2	179,5 ± 7,33 ^a
A3	185,6 ± 4,28 ^a
A4	180,5 ± 6,23 ^a
A5	89,3 ± 27,40 ^d
A6	154,8 ± 11,79 ^{abc}
A7	130,9 ± 7,02 ^b
A8	143,6 ± 9,92 ^{bc}

*Valores (média ± SE); letras diferentes indicam a existência de diferenças significativas p <5%

A análise de variância mostra a existência de diferenças significativas devido aos factores principais (tipo de adubo e bloco) e a sua interacção (Anexo 6). A referir que a maior variância para os resultados observados foi devida ao factor tratamento de adubo.

Verifica-se, da análise Tab. 4, que os adubos que obtiveram melhores acréscimos em altura foram os A2 (179,5 cm), A3 (185,6 cm) e A4 (180,5 cm), não sendo verificado alterações significativas (cloroses e necroses) nem mortes de plantas nestes três tratamentos no decorrer do ensaio (Fig. 16). Os adubos referidos eram os que continham menor percentagem de N nas suas formulações (11% a 14%) (Tab. 5). Bennett *et al.* (1996) verificaram que a altura do *Eucalyptus globulus* Lab. aumentou significativamente com o aumento da concentração de N. No entanto, é importante salvaguardar que estes resultados são relativos a ensaios de adubação cujo objectivo foi a avaliação do crescimento e do teor foliar em nutrientes de 3 espécies diferentes de eucalipto, enquanto que o do presente trabalho pretende essencialmente identificar os níveis tóxicos e letais de diferentes tipos de adubos aplicados ao fundo de cova à plantação e relacionar esses resultados com ensaios em laboratório.

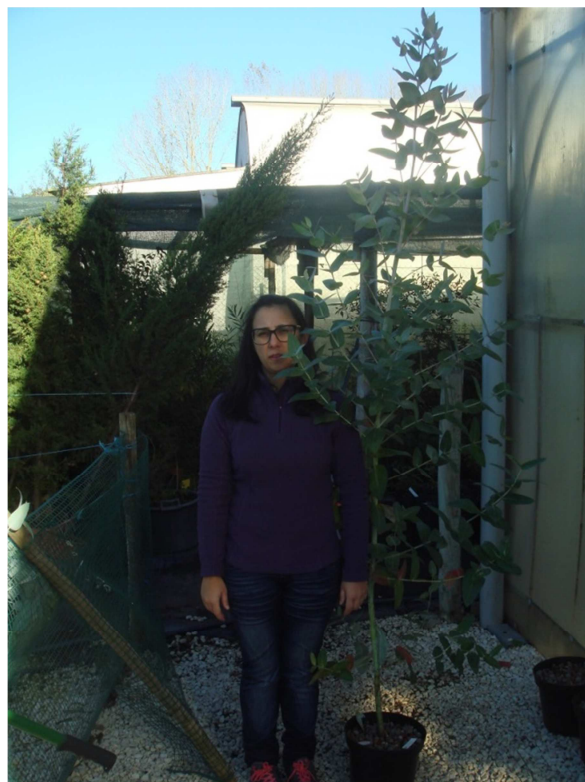


Fig. 16 - Planta em vaso do tratamento A3 ao fim de 7 meses.
(acréscimo médio de altura de $185,6 \pm 4,28$ cm).

O bom crescimento associado à ausência de cloroses e necroses nos adubos A2, A3 e A4 poderá estar relacionado com as formulações dos tratamentos, tendo em conta que, apesar do período de libertação ser de 8 a 9 meses em todos, estes três adubos têm, embora em quantidades distintas, os mesmos nutrientes (N,P,K,SO₃ e MgO). (Tab. 5). No entanto, será relevante posteriormente relacionar esta informação com o pH e a condutividade eléctrica observada em laboratório.

Tab. 5 - Tipo de adubos testados e respectivas formulações.

Tratamentos	Período libertação	Formulações (%)							Observações
		N	P	K	B	SO ₃	MgO	Outros	
A1	8 a 9 M	14	12	9	0,1				
A2	8 a 9 M	11	22	9		15,4	6		Maior acréscimo em altura e menor erro padrão
A3	8 a 9 M	14	12	9		8,4	4		
A4	8 a 9 M	11	22	9		5,8	2,1		
A5	8 M	15	10	15	0,02		2	0.050%Cu+ 0.150%Fe+ 0.075%Mn+ 0.015%Mo+ 0.015%Zn	
A6	8 M	14	25	6	0,1				
A7	8 M	20	18	13					
A8	8 a 9 M	11	22	9			4		

A referir ainda que os tratamentos A2, A3 e A4 não contêm B nas suas composições, no entanto as plantas não estiveram em condições de stress hídrico durante o ensaio de viveiro.

O tratamento A1 foi o que apresentou maior variância tendo ocorrido a morte de uma planta (Tab. 5).

O tratamento A5 (Plantacote 15:10:15) foi o que mostrou menores acréscimos em altura, pois uma semana depois de instalado o ensaio de viveiro, observou-se uma elevada taxa de mortalidade, conforme apresentado na Tab. 5, encontrando-se estas plantas instaladas nos blocos 1, 2 e 3 (Fig. 17).



Fig. 17 - Efeito do tratamento A5 nas plantas uma semana após a plantação.

Os tratamentos A6 (154,8 cm), A7 (130,9 cm) e A8 (143, cm) apresentaram sintomas de carência de nutrientes durante o ensaio de viveiro na parte aérea das plantas, o que influenciou o seu acréscimo em altura, conforme já foi referido anteriormente.

No caso do tratamento A7, que é dos que apresentou menor acréscimo em altura (130,9 cm), o excesso de N pode ser compensado pela absorção de maior quantidade de K (13%), mas a utilização de maiores porções destes nutrientes, assim como de P, tende a favorecer a formação de tecidos mecânicos que vão diminuir a altura das plantas (Santos, 2012).

A morte da totalidade das plantas do tratamento A5 e de uma planta no tratamento A1, influenciou os resultados obtidos nos blocos, em termos do acréscimo em altura (cm), onde verificamos que o bloco 1, é o que apresentou menor crescimento em altura (125,2 cm) quando comparado com os outros 3 blocos (Tab. 6).

Tab. 6 - Acréscimo em altura das plantas por bloco.

<i>Bloco</i>	<i>Acréscimo em H (cm)*</i>
B1	125,2 ± 12,93 ^b
B2	165,0 ± 9,50 ^a
B3	161,7 ± 11,90 ^a
B4	163,9 ± 7,12 ^a

*Valores (média ± se); letras diferentes indicam a existência de diferenças significativas p<5%

O tratamento A3 com acréscimo médio de 185,6 ± 4,28 cm, sem diferenças significativas dos tratamentos A2 e A4 (com média de 179,5 e 180,5 cm respectivamente), apresentou em média um acréscimo em altura superior a cerca de 20 cm (ao fim de 7 meses), quando comparado com a média observada nos melhores blocos (161,7 e 165,0 cm respectivamente).

A análise de variância mostrou a existência de diferenças significativas de acréscimo em altura devido à interação entre os factores principais, tratamento x bloco (Tab. 7).

Tab. 7 - Acréscimo em altura das plantas em função da interação entre o bloco e o tipo de adubo testado.

<i>Bloco X Tratamento</i>		<i>Acréscimo em H (cm)*</i>	
B1	A1	97,1	± 48,94 gh
B1	A2	165,6	± 7,27 a-g
B1	A3	168,0	± 4,39 a-f
B1	A4	175,1	± 2,68 a-f
B1	A5	0,0	± 0,00 i
B1	A6	117,0	± 29,79 e-g
B1	A7	157,1	± 7,56 a-g
B1	A8	121,5	± 13,88 d-g
B2	A1	184,2	± 3,10 a-f
B2	A2	157,3	± 19,94 a-g
B2	A3	186,2	± 1,53 a-e
B2	A4	194,3	± 4,91 ab
B2	A5	124,2	± 62,21 c-g
B2	A6	199,2	± 5,67 ab
B2	A7	116,3	± 14,30 fg
B2	A8	158,0	± 16,34 a-g
B3	A1	195,0	± 6,26 ab
B3	A2	204,5	± 3,54 a
B3	A3	193,9	± 7,63 ab
B3	A4	200,6	± 2,74 ab
B3	A5	49,8	± 49,80 hi
B3	A6	154,9	± 11,21 a-g
B3	A7	118,7	± 13,67 e-g
B3	A8	176,0	± 7,41 a-f
B4	A1	192,6	± 6,12 a-c
B4	A2	190,4	± 2,38 a-d
B4	A3	194,5	± 9,79 ab
B4	A4	152,1	± 9,96 a-g
B4	A5	183,1	± 19,83 a-f
B4	A6	148,0	± 16,96 a-g
B4	A7	131,4	± 10,59 b-g
B4	A8	118,8	± 21,64 e-g

*Valores (média ± se); letras diferentes indicam a existência de diferenças significativas p<5%

Da Tab. 7, verificou-se que os tratamentos A2, A3, A4 foram os que, na globalidade, apresentaram melhores resultados em todos os blocos.

Observa-se que o tratamento A1 apresenta o menor acréscimo em altura no bloco 1, devido à morte da planta, verifica-se também que neste bloco apresenta maior variabilidade que nos restantes.

Já o tratamento A5, apesar de ter os piores resultados no bloco 1, com a morte de todas as plantas, verifica-se também que é dos adubos que apresenta menor acréscimo em altura nos restantes blocos.

Relativamente aos tratamentos A6, A7 e A8, apesar de não se terem verificado mortes de plantas, apresentam alguma variabilidade em termos de acréscimo de altura nos diferentes blocos.

Na Fig. 18 apresenta-se o aspecto do ensaio de viveiro depois de 7 meses decorridos da sua instalação.



Fig. 18 - Aspecto final das plantas de vaso no viveiro.

5.2 Biomassa seca

A quantificação de nutrientes e de biomassa em qualquer ecossistema florestal é de fundamental importância para se conhecer a dinâmica dos nutrientes nos diferentes

compartimentos do ecossistema. Assim é possível compreender os processos necessários e potencializar ao máximo o desenvolvimento fisiológico das plantas (Caldeira *et al.*, 2008).

Na Tab. 8 apresenta-se a biomassa seca (g) obtida das 31 plantas cortadas para análise no fim do ensaio de viveiro. Os dados estatísticos para obtenção destes resultados são apresentados no Anexo 7 (Análise de variância).

Tab. 8 - Biomassa seca (g) por tratamento.

<i>Tratamento</i>	<i>Biomassa seca (g)</i>	
A1	362,4 ± 15,15	a
A2	323,5 ± 8,52	a
A3	306,5 ± 2,84	a
A4	341,4 ± 13,26	a
A5	280,6 ± 31,86	a
A6	325,3 ± 22,05	a
A7	205,0 ± 49,23	b
A8	284,2 ± 26,87	a

*Valores (média ± se); letras diferentes indicam a existência de diferenças significativas p<5%

Da análise da Tab. 8 observa-se que o tratamento A7 (205 gr) mostrou resultados significativamente inferiores.

Os tratamentos A2, A3 e A4 estão entre os que apresentam maior biomassa seca (g) e menor erro padrão 323,5 ± 8,52, 306,5 ± 2,84 e 341,4 ± 13,26 respectivamente. Estes resultados estão de acordo com as observações de acréscimo em altura (Tab. 4).

Os resultados apresentados por Graciano *et al.* (2006) mostram que a acumulação de biomassa seca é maior quando a fertilização em P é acompanhada de maior concentração de N, pois segundo Herbert (1990 cit. por Graciano *et al.* (2006) a absorção de P é fortemente influenciada pela oferta de N. No nosso ensaio, este aspecto não se verificou porque os tratamentos com maior teor em N e P corresponderam a menor biomassa seca e com presença de cloroses. Provavelmente este facto estará relacionado com uma libertação mais rápida de nutrientes, maior disponibilidade de macronutrientes (N e P) e desequilíbrio nutricional, responsável pela presença de cloroses.

Há a referir que os valores do acréscimo em altura (Tab. 4) reflectem melhor os resultados observados (N=96 plantas). Para a avaliação da biomassa seca, foram seleccionadas 4 plantas/tratamento (N=31).

5.3 Análise foliar

As folhas das plantas são o elemento da planta mais utilizado para efectuar análises, uma vez que é neste elemento que se realizam a maior parte dos processos metabólicos e fisiológicos da planta, estando directamente relacionado o seu conteúdo mineral com o aumento e desenvolvimento da produção (Santos, 2012).

Foram observadas cloroses, localizadas no terço médio e superior das plantas nos tratamentos A6 e A7, ao fim de 8 semanas, e no tratamento A8, após 10 semanas. Inicialmente pensou-se que o que estaria na origem dos sintomas verificados seria deficiência em Fe, elemento não móvel na planta, sendo um dos sintomas típicos desta carência a presença de clorose internerval nas folhas mais novas. No entanto, segundo Soares *et al.* (2001) a ocorrência de clorose pode estar relacionado com a deficiência múltipla de vários elementos que participam na formação, multiplicação e funcionamento de cloroplastos, ou na síntese de clorofila.

Mais tarde, foram-se observando outros sintomas, que aparentavam a carência de outros nutrientes, para além da clorose nas folhas. Observaram-se sintomas de deficiência de Zn nos quais as folhas novas se tornavam estreitas, lanceoladas e pequenas, na região apical ocorreu um abrolhamento de gomos com posterior perda da dominância, ficando a planta sem gomo apical dominante, acarretando estes sintomas uma redução no crescimento em altura.

Prado (2008) refere que estas carências podem decorrer de interacções entre elementos que afectam os processos, não só através da absorção mas também pelas interacções que ocorrem no solo, através do contacto do nutriente com as células da raiz, ou através do transporte, redistribuição e metabolismo na planta, podendo esta interacção induzir desordem nutricional, seja por deficiência, seja por fitotoxicidade, o que se vai repercutir na produção pois vai afectar o crescimento da planta.

Soares *et al.* (2001) afirmam que, por exemplo, a interacção do Zn com outros elementos pode inibir o transporte de fotoassimilados, o que intervém no metabolismo dos hidratos de carbono. Outro indicio de interacção de Zn com outros elementos,

nomeadamente o Fe, são as raízes escurecidas e pouco desenvolvidas, observadas nas plantas com tratamento A7.

5.3.1 Teor foliar de macronutrientes

Os macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) não são fitotóxicos, sendo geralmente absorvidos em maior quantidade pelas plantas, sempre que esteja acautelado o equilíbrio com outros nutrientes e/ou formas de absorção (Santos, 2012). Assim, e de forma a poder analisar o teor foliar, em percentagem, dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S das plantas, realizaram-se análises em laboratório cujos resultados se apresentam na Fig. 19.

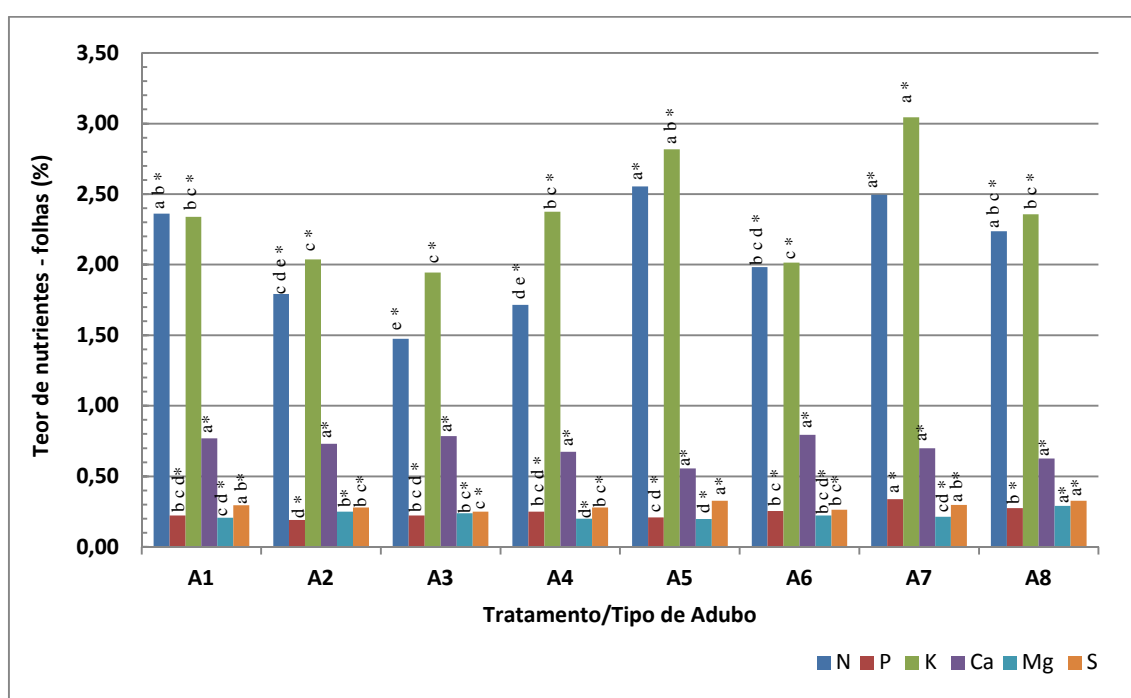


Fig. 19 - Teor foliar de macronutrientes por tratamento.

*letras diferentes indicam a existência de diferenças significativas $p < 5\%$.

Os valores médios dos nutrientes e as análises de variância para avaliar o efeito do tratamento/tipo de adubo no teor de nutrientes são apresentadas em Anexo (8 a 12).

Os teores mais elevados em N, sem diferenças significativas entre si, foram observados nos tratamentos A1, A5, A7 e A8 (de 2,55% a 2,2%). Neste conjunto estão os tratamentos que apresentaram plantas mortas (A1 e A5 pela libertação rápida dos nutrientes) e ainda alguns dos que apresentaram cloroses (A7 e A8) ao fim de 8 e 10 semanas (Fig. 19).

Em relação ao tratamento A6, observa-se na Fig. 18 que os valores relativos ao teor de macronutrientes nas folhas não apresentaram diferenças significativas comparativamente aos tratamentos A2, A3 e A4.

O tratamento A7 (20:18:13) é dos que apresentou maior teor foliar de N (2,5 %), P (0,3%), K (3%), S (0,30 %) sendo este um dos adubos que manifestaram cloroses ao fim de 8 semanas e necroses e queda de folhas às 10 semanas.

O tratamento A8 apresentou maior teor de N (2,2 %), Mg (0,3 %) e S (0,3%), sendo este tratamento um dos que apresentou sintomas de carência de nutrientes nas folhas, embora mais tarde comparativamente com os adubos A6 e A7.

O tratamento A5 apresentou, além do maior teor em N (2,6%), teores elevados com diferenças significativas de K (2,8 %) e S (0,3%).

Em relação ao teor de P (%), observa-se que os tratamentos A2, A3 e A4, que mostram acréscimos em altura significativamente superiores (Tab. 4), são aqueles que apresentam menor teor foliar deste nutriente (de 0,19% a 0,25%). Bennett *et al.* (1996) referem que o crescimento em altura de *Eucalyptus globulus* Lab. está correlacionado com a concentração de P tendo-se reflectido, no seu estudo, efeitos positivos nos fertilizantes com maior concentração deste nutriente. Mas é importante salientar que estes resultados são relativos a ensaios de adubação cujo objectivo foi avaliar o crescimento e o teor foliar em nutrientes de 3 espécies diferentes de eucaliptos, enquanto o do presente trabalho pretende essencialmente identificar os níveis tóxicos e letais de diferentes tipos de adubos aplicados ao fundo de cova à plantação.

Relativamente ao teor de S (%), verifica-se que apesar do tratamento A3 ser o que apresenta menor percentagem deste nutriente (0,25%) não foram verificadas alterações nas plantas por carência deste elemento, nem se pode considerar como um valor significativamente diferente quando comparado com os restantes tratamentos.

Pode-se afirmar que os tratamentos A2, A3 e A4 apresentaram em média valores inferiores de NPK ($p < 5\%$) quando comparados com os restantes tratamentos que manifestaram cloroses (A6, A7) (Fig. 19). Teixeira (2015) observou uma resposta favorável e crescente dos povoamentos de eucalipto à aplicação de fertilizantes ricos em N, assim como Cromer *et al.* (2002 cit. por Teixeira, 2015) em dois locais diferentes da Tasmânia, em que o volume do tronco da *Eucalyptus globulus* aumentou proporcionalmente com a dose de N aplicada à manutenção dos povoamentos. No nosso caso, o adubo com maior teor em N (A7) apresentou um menor acréscimo em altura e ainda presença de cloroses. Este facto poderá estar relacionado com a rápida libertação

de nutrientes, evidenciada pela condutividade eléctrica observada à 4.^a semana (superior a 15 mS cm^{-1}), que provavelmente terá tido um efeito tóxico ou de desequilíbrio nutricional sobre a planta (menor crescimento e presença de cloroses).

No entanto, estes tratamentos apresentaram valores proporcionalmente superiores de Ca, considerando que não foram observadas diferenças significativas para este nutriente em função dos tratamentos testados.

5.3.2 Teor foliar de micronutrientes

Os micronutrientes (Cu, Fe, Mn, Zn, B) são um conjunto de componentes essenciais para todas as plantas, mas sendo absorvidos em quantidades reduzidas, pois a sua absorção em excesso pode ser fitotóxica (Santos, 2012).

De forma a poder identificar o teor de micronutrientes nas folhas das plantas, realizaram-se análises em laboratório cujos resultados se apresentam na Fig. 20. Os valores médios dos nutrientes e as análises de variância para avaliar o efeito do tratamento/tipo de adubo no teor de nutrientes são apresentadas em Anexo (13 a 17).

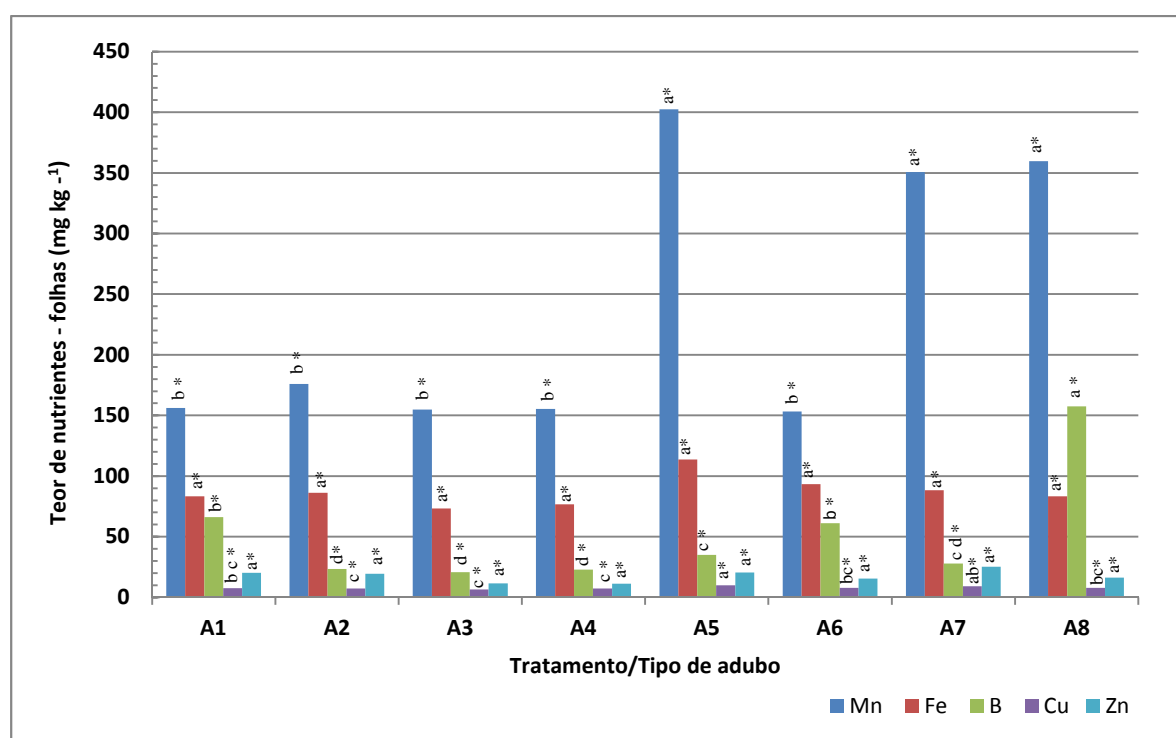


Fig. 20 - Teor foliar de micronutrientes por tratamento.

*letras diferentes indicam a existência de diferenças significativas $p < 5\%$

Em relação ao teor de Cu, um dos elementos essenciais para o metabolismo das plantas, cuja acção está associada sobretudo à actividade das enzimas, verificamos que o tratamento A5 é o que apresenta maior teor de Cu (10 mg kg^{-1}) seguido do tratamento A7 ($9,2 \text{ mg kg}^{-1}$), já os tratamentos A2, A3 e A4 são os que apresentam menores teores de Cu (entre $6,6 \text{ mg kg}^{-1}$ e $7,4 \text{ mg kg}^{-1}$). As deficiências deste nutriente situam-se abaixo de 4 ppm e as toxicidades acima de 30 ppm (Santos, 2012), não tendo sido verificados sintomas de deficiência deste nutriente nestas plantas, que se manifestam através de cloroses várias (Santos, 2012).

Houve um destaque para o tratamento A5 pois, à exceção do B, é o que apresenta maior percentagem em teor de micronutrientes analisados. Este facto está de acordo com a sua composição e vem comprovar o modo de libertação de nutrientes deste tratamento, que se efectuou de forma mais “rápida” que os restantes adubos em análise.

Relativamente ao teor foliar em Fe, não se observam diferenças significativas entre os tratamentos.

Embora o tratamento A8 também esteja nos adubos com sintomas de carência deste nutriente, os valores relativos ao teor foliar neste adubo não indicam a existência de carência deste elemento, uma vez que as deficiências de ferro são prováveis abaixo dos 50 ppm na matéria seca da planta (Santos, 2012). Daí que se possa afirmar que haja a presença de interacção de outros elementos que estejam a inibir o metabolismo de Fe nas plantas, uma vez que o “Fe compete por sítios de absorção na membrana plasmática com outros metais, ocasionando sintomas de deficiência induzida do mesmo” (Malavolta *et al.*, 1997 cit. Assis, 2013).

O mesmo sucede com o teor de Zn (mg kg^{-1}), sem diferenças significativas entre os tratamentos, cujas deficiências tal como o Fe também se manifestam através de cloroses nas folhas novas. Destaca-se para o tratamento A7 ($25,3 \text{ mg kg}^{-1}$), verificando-se valores inferiores nos adubos A6 ($15,4 \text{ mg kg}^{-1}$) e A8 ($16,2 \text{ mg kg}^{-1}$).

Sendo este elemento (Zn) considerado como um nutriente que intervém nas diferentes ligações das várias enzimas ao substrato, as suas deficiências manifestam-se nas plantas quando o seu teor desce abaixo dos 15 ppm na matéria seca (Santos, 2012), o que acontece nos tratamentos A3 ($11,4 \text{ mg kg}^{-1}$) e A4 ($11,2 \text{ mg kg}^{-1}$). No entanto não se verificaram deficiências.

No teor foliar de Mn (mg kg^{-1}) destacam-se os tratamentos A5 ($402,33 \text{ mg kg}^{-1}$), A7 (351 mg kg^{-1}) e A8 (360 mg kg^{-1}), com valores significativamente superiores quando comparados com os restantes tratamentos. Há a referir que estes são os adubos que apresentaram cloroses nas plantas provavelmente através de interacção iónica.

Relativamente ao teor de B (mg kg^{-1}), embora seja um nutriente essencial para as plantas, tendo várias acções principais como o auxílio no do transporte dos glúcidos, da análise da Fig. 20, verificamos que o tratamento A8 é o que tem um destaque significativo com 157 mg kg^{-1} . Apesar dos tratamentos A2, A3 e A4 serem os que apresentam menor teor deste nutriente, $23,5 \text{ mg kg}^{-1}$, $20,9 \text{ mg kg}^{-1}$ e $22,8 \text{ mg kg}^{-1}$ respectivamente, e de não conterem B nas suas formulações, não se verificaram sintomas de carência deste elemento.

Globalmente estes resultados indicam que os tratamentos/adubos que permitiram maior acréscimo em altura (A2, A3 e A4) têm em comum quando comparados com aqueles que induziram cloroses, teores foliares caracterizados por:

- 1) Menores teores de N, P, K, S;
- 2) Proporcionalmente maiores teores de Ca, Fe e Zn;
- 3) Menores teores de Cu, Mg e Mn.

Estes resultados são concordantes com os apresentados por Castro (2012), num estudo onde pretendeu avaliar a resposta do eucalipto à adubação de manutenção, no qual verificou uma resposta positiva à adubação mineral combinada com os nutrientes N, K, Zn, B e Cu. No entanto, salvaguarda-se que estes resultados relatados são relativos a ensaios de adubação à manutenção, enquanto que o do presente trabalho pretende essencialmente identificar os níveis tóxicos e letais de diferentes tipos de adubos aplicados ao fundo de cova à plantação.

5.3.3 Análise de componentes principais

Através da análise multivariada é possível estimar de um modo global a relação entre as variáveis estudadas e explicar a sua complementaridade através da análise factorial de componentes principais, podendo assim obter a compreensão recíproca dos resultados (Fig. 21 e Anexo 18).

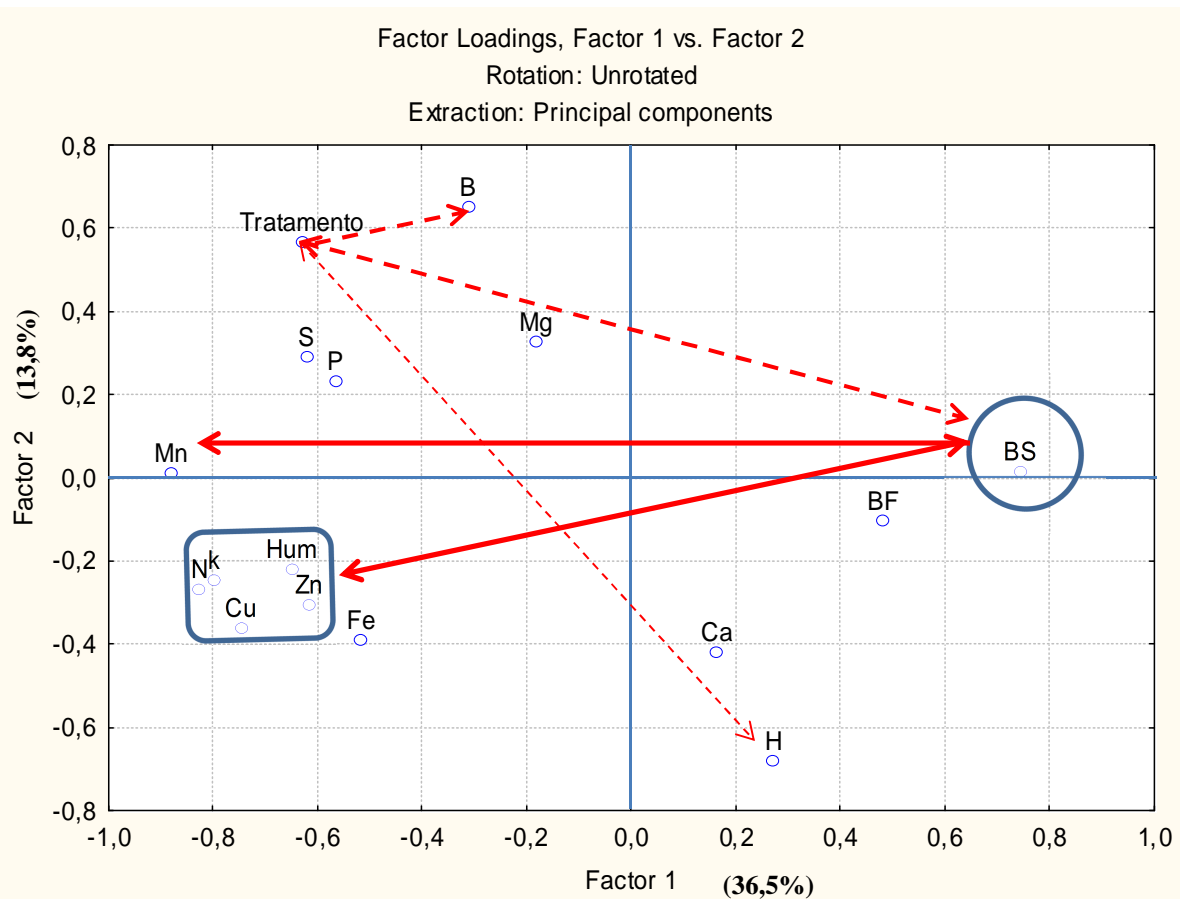


Fig. 21 - Análise factorial de componentes entre os tratamentos testados e as variáveis (H, BS e os nutrientes analisados no material vegetal/folhas).

Da Fig. 21 verifica-se a existência de uma relação oposta/inversa entre a BS e os nutrientes N, K, P, S, Cu, Zn e Mn. Estes resultados confirmam que os melhores tratamentos de BS (A2 a A4) apresentaram valores inferiores desses nutrientes. Assim, pode-se afirmar que nestes tratamentos poderá ter ocorrido o efeito de diluição de nutrientes nas plantas, podendo o aumento da acumulação de biomassa seca resultar da aplicação de um dado nutriente que estava em deficiência, o que poderá originar uma diluição ou diminuição da concentração de outros elementos (Rodrigues, 1997).

O N é o principal macronutriente necessário para o desenvolvimento das plantas e o aumento de biomassa, este nutriente tem o potencial de poder ser utilizado não só para aumentar a quantidade de biomassa, como também a qualidade da madeira produzida, ou seja, qualquer alteração que ocorra neste nutriente vai afectar directamente a produção de biomassa (Camargo, 2013).

O K afecta a produção de biomassa, porque é um macronutriente com influência no metabolismo do N, e à semelhança deste nutriente apresenta grande mobilidade na planta (Santos, 2012).

O Zn como é um micronutriente considerado essencial para o desenvolvimento planta, na medida em que intervém nas ligações de diversas enzimas aos substratos, mantendo uma estreita ligação com a produção de biomassa na parte aérea das plantas (Santana *et al.*, 1999).

O Cu como é um elemento essencial para o metabolismo da planta e tem, tal como o Zn, a sua acção associada principalmente à actividade das enzimas (Santos, 2012), concentrando-se, de um modo geral, nos galhos das plantas (Viera *et al.*, 2012). Assim pode-se afirmar que tem ligação com a formação de biomassa na parte aérea das plantas.

Verifica-se também uma relação da biomassa com o tratamento, e deste com a altura das plantas, repare-se que os tratamentos cujas plantas obtiveram maiores alturas estavam também englobados nos que obtiveram maiores quantidades de biomassa seca (tratamentos A2, A3 e A4).

Uma outra relação que se verifica da análise de componentes é a do tratamento com o B, o que revela a importância deste elemento na composição do adubo, facilidade de absorção pela planta e conseqüentemente uma maior presença de B nas folhas dos respectivos tratamentos (A6, A7 e A8).

De verificar que o Mn também se situa em situação oposta à biomassa seca. Estes resultados confirmam que os tratamentos com maior biomassa seca e com melhores resultados em altura (A2 a A4) apresentaram teores inferiores de Mn nas folhas.

5.3.4 Análise da composição dos lixiviados

Em relação à análise aos lixiviados nas plantas mortas no tratamento A5, os valores apresentados na Tab. 9 correspondem à soma total dos nutrientes recolhidos nas 3 repetições efectuadas.

Tab. 9 - Teor de macronutrientes, elemento benéfico e micronutrientes nos lixiviados.

Macronutrientes					Elemento benéfico	Micronutrientes				
N (mg l ⁻¹)	P (mg l ⁻¹)	K (mg l ⁻¹)	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)	Mn (mg l ⁻¹)	Fe (mg l ⁻¹)	B (mg l ⁻¹)	Cu (mg l ⁻¹)	Zn (mg l ⁻¹)
358	607	2469	524	236	175	4,17	3,51	8,48	6,38	6,36

Verifica-se da análise da Tab. 9 que os lixiviados continham teores mais elevados, por ordem decrescente, de :

1) Macronutrientes - K (2468,80 mg l⁻¹), P (607,09 mg l⁻¹), Ca (523,79 mg l⁻¹) e N (357,76 mg l⁻¹).

2) Elemento benéfico - Na (175,36 mg l⁻¹).

Considera-se Na como elemento benéfico, segundo Santos (2012) esta designação está de acordo com o critério de classificação no qual este elemento embora não sendo essencial para todas as plantas é benéfico. Pois para além de aumentar a pressão osmótica, e por isso a condutividade da solução no solo, é um elemento que quando se liga à água aumenta muito de tamanho e dilui a carga, adquirindo assim um acentuado poder para dispersar partículas coloidais.

A concentração elevada destes nutrientes nos lixiviados recolhidos no substrato das plantas mortas provavelmente está associada à libertação mais rápida dos nutrientes pelo tipo de adubo, que poderá ser avaliada e estimada pela condutividade eléctrica no ensaio de laboratório.

5.4 Ensaio em laboratório com fertilizantes em solução

5.4.1 Macronutrientes

Como os macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) são geralmente absorvidos em maior quantidade pelas plantas, efectuaram-se análises em laboratório às amostras recolhidas dos diferentes recipientes, à 7 e à 14.^a semana, e obtiveram-se os seguintes resultados relativos aos macronutrientes nas Tabs. 10 e 11. Os valores médios dos nutrientes e as análises de variância para avaliar o efeito do tratamento/tipo de adubo no teor de nutrientes são apresentadas em Anexo (19 a 24).

Tab. 10 - Teor de macronutrientes e elemento benéfico (Na) nos adubos em solução à 7.^a semana.

Nutrientes Adubo	N (mg l ⁻¹)	P (mg l ⁻¹)	K (mg l ⁻¹)	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
A1	554,26	53,96	880	126	8,8	56
A2	284,03	4,57	660	71	410	44
A3	1138,86	50,91	266	0,36	0,06	9
A4	951,35	61,28	1240	1,25	0,57	24
A5	1519,4	78,35	3700	57,8	108	90
A6	2349,41	6135,67	470	2870	200	210
A7	4844,97	8041,16	1280	0,3	2,3	56
A8	2628,96	2477,13	1450	23,4	1560	224

Tab. 11 - Teor de macronutrientes e elemento benéfico nos adubos em solução à 14.^a semana.

Nutrientes Adubo	N (mg l ⁻¹)	P (mg l ⁻¹)	K (mg l ⁻¹)	Ca (mg l ⁻¹)	Mg (mg l ⁻¹)	Na (mg l ⁻¹)
A1	1902,88	1074,7	2360	250	14	64
A2	2009,74	58,23	2740	78,8	640	62
A3	1771,36	967,99	290	0,66	0,09	26
A4	1897,4	1227,13	2100	1,36	0,6	28
A5	1763,14	86,28	3840	69,8	180	90
A6	4112,63	6592,99	790	3290	270	268
A7	8444,45	9489,33	1580	1,65	3,6	140
A8	5337,37	7050,3	1820	23,6	1800	256

Da análise das Tabs 10 e 11, verificou-se que relativamente ao teor de macronutrientes em solução, ao fim das 7 e das 14 semanas, os nutrientes em solução correspondem, de certa forma, às formulações dos adubos.

Assim, o maior teor em N e P no adubo A7 (20:18:13) é seguido pelo maior teor em N e P pelo adubo A8 (11:22:09) e em P pelo adubo A6 (14:25:6). No entanto, A2 (11:22:09) apresentou teores significativamente inferiores de P. Este facto está associado ao adubo apresentar uma libertação mais lenta dos nutrientes, registada pela condutividade eléctrica, nomeadamente de (7,56 mS cm⁻¹) à 4.^a semana, comparativamente a A7 (16,41 mS cm⁻¹) e A6 (13,43 mS cm⁻¹) no mesmo período.

O adubo A8 foi também o que apresentou maior concentração em solução de Mg, pois este tratamento contém na sua formulação maior teor de MgO (4%).

O tratamento A6 é o que apresentou maior teor de Ca, o que indica que este adubo poderá conter maior concentração de Ca na sua composição.

5.4.2 Micronutrientes

O teor desajustado de micronutrientes nas plantas, não só tem um efeito directo sobre o desenvolvimento, como também reduz a eficiência do uso de fertilizantes que contêm macronutrientes (Kirkby *et al.*, 2007).

De forma a verificar o teor em Na (elemento benéfico) e em micronutrientes (Mn, Fe, B, Cu e Zn) e (mg l⁻¹) nos adubos em estudo efectuaram-se análises em laboratório às amostras de água recolhidas nos diferentes recipientes, recolhidas 7 e 14 semanas depois da instalação do ensaio no laboratório, cujos resultados apresentamos nas Tabs. 12 e 13.

Tab. 12 - Teor em micronutrientes nos adubos em solução à 7.^a semana.

Nutrientes Adubo	Mn (mg l ⁻¹)	Fe (mg l ⁻¹)	B (mg l ⁻¹)	Cu (mg l ⁻¹)	Zn (mg l ⁻¹)
A1	0,65	0,33	9,93	0,03	0,54
A2	0,33	0	0,22	0,02	0
A3	0,06	0	0,05	0,01	0
A4	0,09	0	0,06	0,01	0
A5	8,58	0,56	10,09	41,82	7,4
A6	2,8	11,15	81,14	0,25	8,59
A7	0,51	0,19	0,03	0,13	0,18
A8	1,39	0,17	72,61	0,1	0,09

Tab. 13 - Teor em micronutrientes dos adubos em solução à 14.^a semana.

Nutrientes Adubo	Mn (mg l ⁻¹)	Fe (mg l ⁻¹)	B (mg l ⁻¹)	Cu (mg l ⁻¹)	Zn (mg l ⁻¹)
A1	1,05	0,46	18,59	0,11	1,02
A2	0,68	0	0,45	0,08	0,05
A3	0,09	0	0,2	0,04	0
A4	3,03	0	0,21	0,04	0
A5	10,36	0,8	16,24	44,1	8,58
A6	2,92	12,7	81,19	0,33	8,82
A7	0,65	0,46	24,33	0,16	0,2
A8	2,33	0,88	77,44	0,18	0,2

Os valores médios dos nutrientes e as análises de variância para avaliar o efeito do tratamento/tipo de adubo no teor de nutrientes são apresentadas em Anexo (25 a 29).

Os tratamentos A2, A3 e A4 apresentaram concentrações de micronutrientes em solução inferiores ou nulas, no caso de teor em Fe, comparativamente com os restantes tratamentos em estudo. No entanto, em comparação com os restantes tratamentos, as respectivas plantas têm ao nível foliar valores médios de Fe e Zn sem diferenças

significativas. Demonstrando-se assim que a aplicação de Fe nem sempre é eficaz, devido à dificuldade de absorção deste nutriente pela planta.

Da análise das Tabs. 12 e 13 observa-se que o tratamento A5 foi o que apresentou maior teor em Cu, Zn e Mn, às 7 e às 14 semanas, verificando-se que este foi o adubo que libertou maior quantidade destes elementos durante o ensaio de laboratório, observando-se desde o início que, comparativamente com os restantes tratamentos, existiam diferenças significativas nesta solução, principalmente na cor que apresentava.

Relativamente ao tratamento A6, observa-se da análise das Tabs. 12 e 13, que este apresentou maior teor de Fe, Mn, Zn e B, verificou-se ainda que este adubo contém 0,1% de B na sua formulação, daí apresentar estes resultados.

O adubo A8 apresentou maior teor em B em solução e os valores mais elevados ao nível de análise foliar ($p < 5\%$). Estes resultados sugerem que o adubo A8 poderá conter B na sua composição.

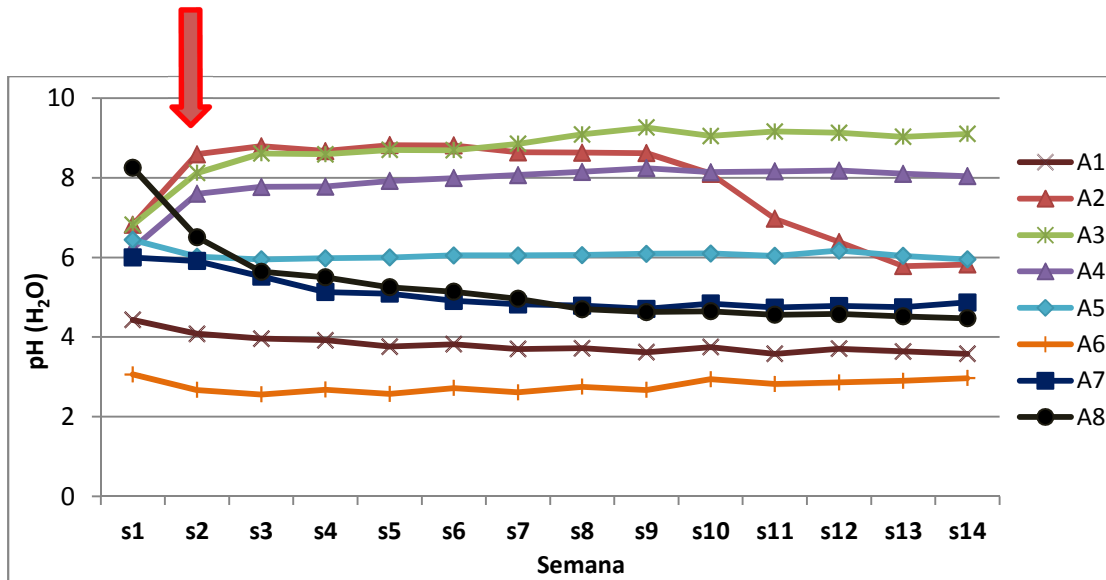
Das Tabs. 12 e 13 foi possível verificar que os tratamentos A5, A6 e A8 são os que libertam para a solução maior quantidade de nutrientes (macro e micro), comparativamente com os restantes adubos.

5.4.3 Medição do pH (H_2O) e condutividade eléctrica ($mS\ cm^{-1}$)

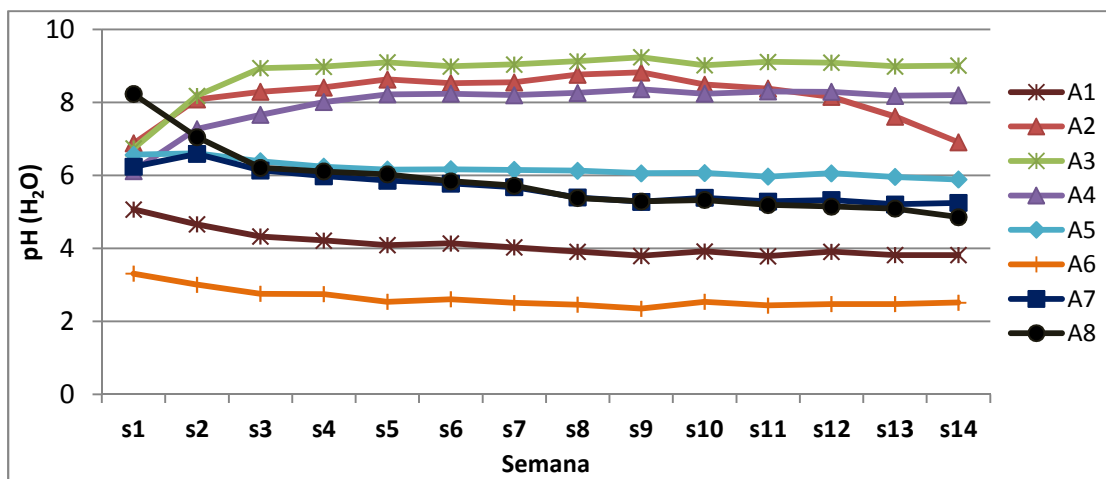
O pH mede o grau de acidez ou alcalinidade da amostra, através da concentração de hidrogénios (H^+) na sua solução, expressa em gramas por litro. Avalia-se através da escala que varia entre 0 e 14, encontrando-se os valores mais frequentes entre 4 e 8,5. Valores inferiores a 6,5 apontam a presença de amostras ácidas, enquanto valores superiores a 7,5 indicam amostras alcalinas (LQARS, 2006).

O conhecimento do pH dos fertilizantes é importante na medida em que possibilita verificar a influência do mesmo no comportamento dos nutrientes.

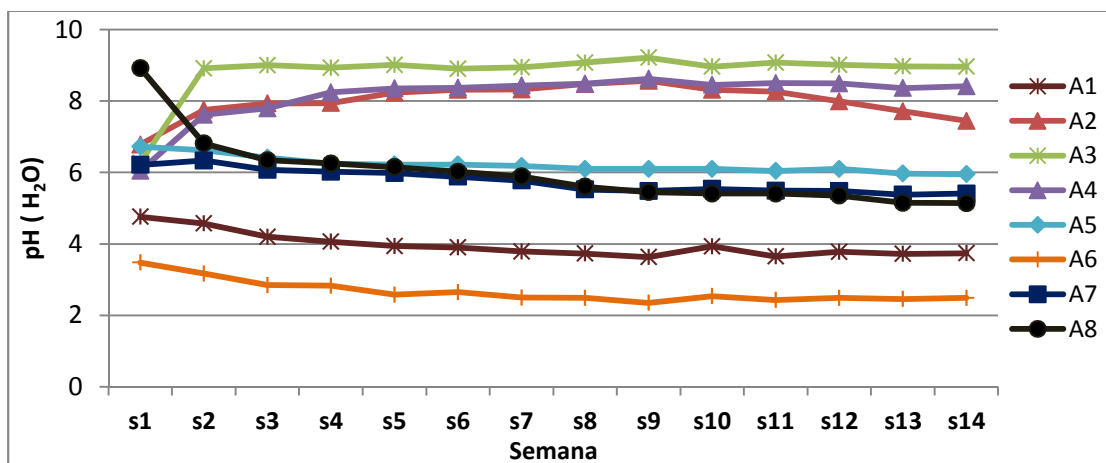
A Fig. 22 mostra os resultados de pH, observados nos diferentes recipientes ao longo das 14 semanas.



A - Copo



B - Proveta 1



C - Proveta 2

Fig. 22 - Evolução do pH (H₂O) no ensaio de laboratório com fertilizantes em solução avaliado semanalmente até à semana n.º 14 em 3 tipos de recipientes.

Da análise da Fig. 22 verifica-se que os resultados estabilizam a partir da 2.^a semana. Todos os adubos manifestaram o mesmo comportamento independentemente das diferentes superfícies de contacto com a água, estabelecidas nos distintos recipientes, ao longo do período do ensaio. A tendência geral foi caracterizada por uma ligeira descida inicial (cinco dos oito adubos) e posterior manutenção dos valores observados ao fim da 2.^a semana de ensaio.

Os tratamentos A2, A3 e A4 são os que apresentaram os resultados de pH entre 7 e 9, nos diferentes recipientes, tendo sido estes adubos que mostraram maior crescimento em altura.

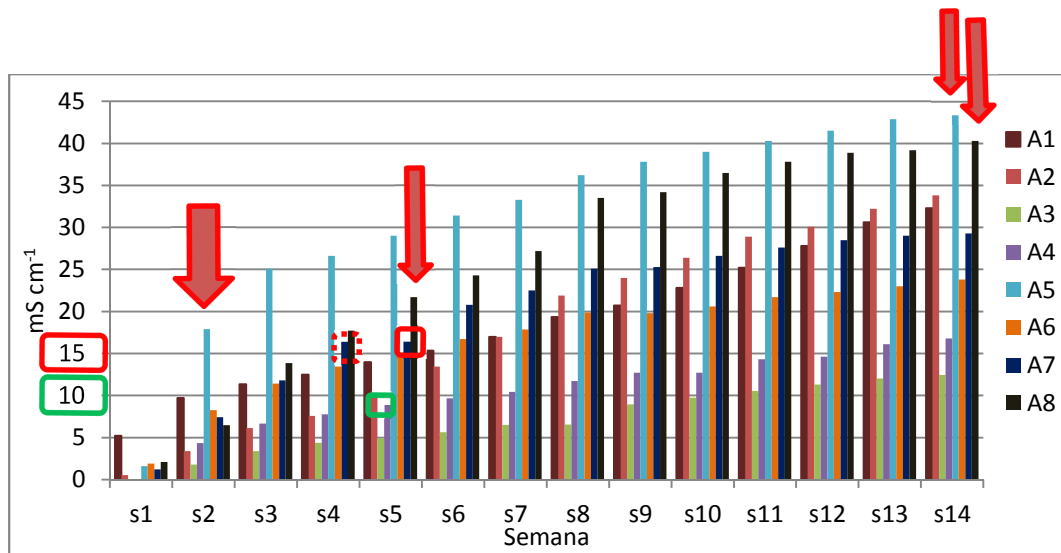
Verificou-se que o tratamento A6, em todos os recipientes, possui durante todo o ensaio o pH abaixo de 5, seguido do tratamento A1, o que significa que estamos perante adubos ácidos (LQARS, 2006).

Uma das possíveis causas associadas à presença de carências no tratamentos A6 poderá estar associado ao seu pH inferior a 3 (Fig. 22). Nestas condições é provável que haja deficiência na absorção de nutrientes.

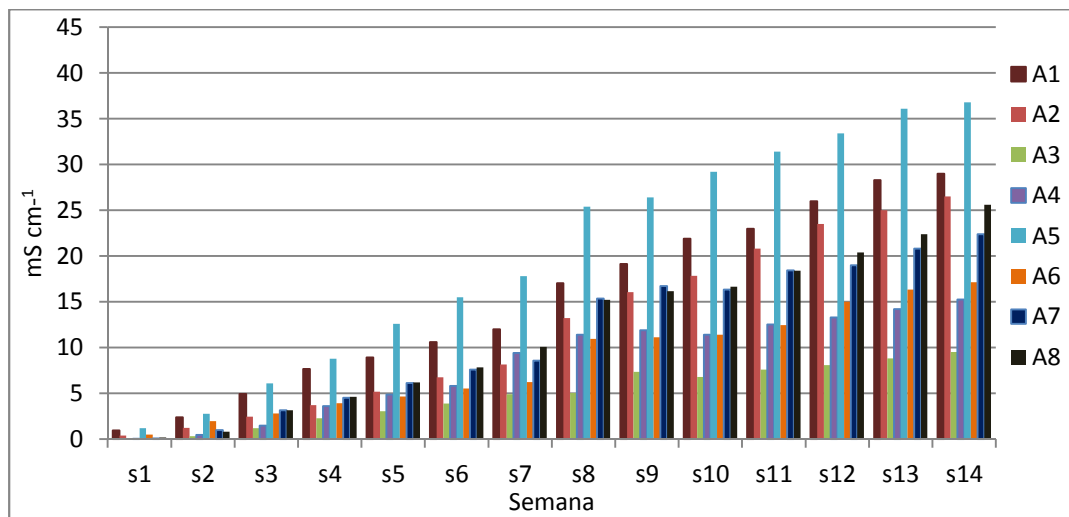
Apesar de se ter verificado uma descida brusca do pH de 8 para 6 entre a 11.^a e 12.^a semana no copo onde estava colocado o tratamento A2, depois desta alteração os valores mantiveram-se constantes nas semanas restantes. Nos outros recipientes esta tendência também foi observada de uma forma ligeira.

O tratamento A5, apesar de terem morrido 6 plantas, tem um valor de pH de aproximadamente 6, em todos os recipientes, não se verificando alterações de comportamento deste adubo nos diferentes recipientes.

Relativamente à condutividade eléctrica (mS cm^{-1}), cujos resultados são apresentados na Fig. 23, verifica-se que existem tratamentos com maior condutividade eléctrica do que outros, mesmo estando nas mesmas condições físicas e de temperatura, o que provavelmente estará associado às diferentes formas de encapsulamento.



A - Copo



B- Proveta 1

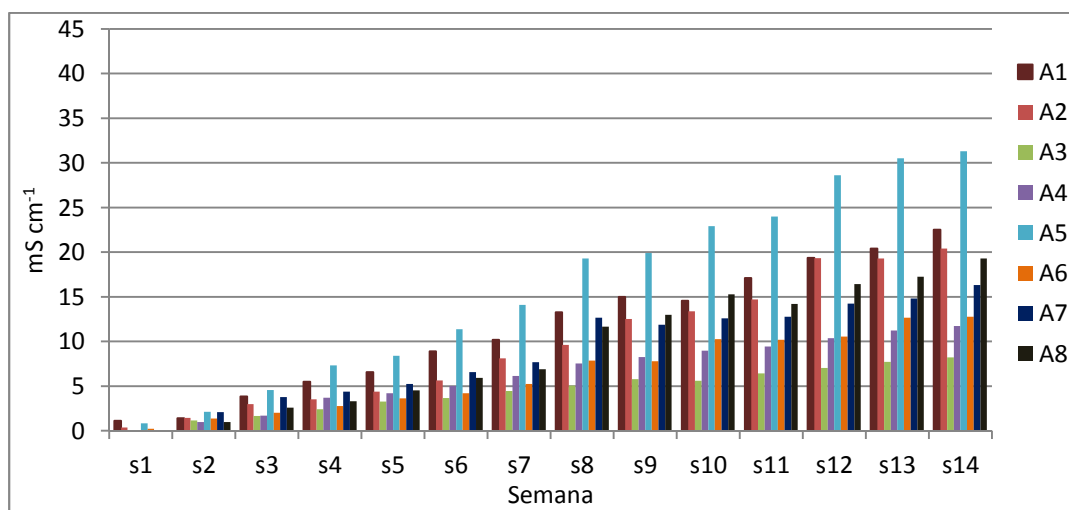


Fig. 23 - Avaliação da condutividade eléctrica (mS cm⁻¹) com fertilizantes em solução no ensaio de laboratório avaliado semanalmente até à semana n.º 14 em 3 tipos de recipientes.

C - Proveta 2

No tratamento A5 a libertação de sais para a solução foi visível a olho nu pela cor da solução, desde o início até ao fim do ensaio (Figs. 24, 25 e 26).

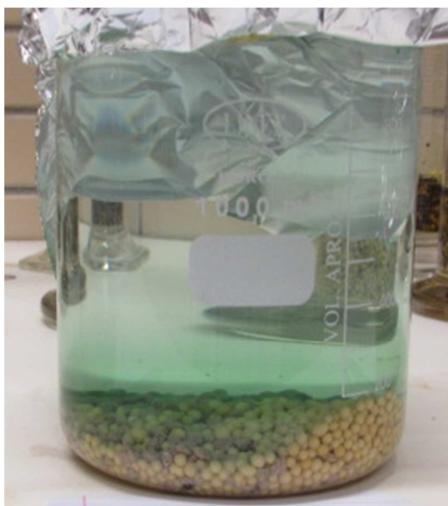


Fig. 24 - Tratamento A5 - (Copo) 1.º dia (05/11/2015).

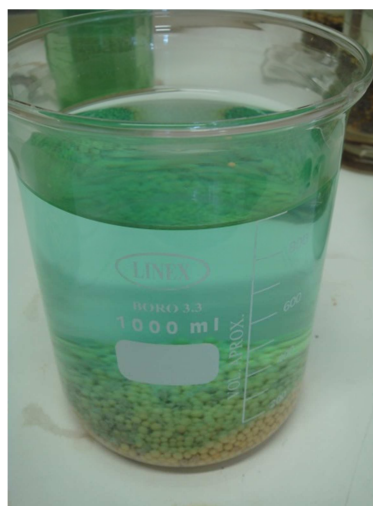


Fig. 25 - Tratamento A5 - (Copo) último dia (11/02/2016).



Fig. 26 - Aspecto geral do ensaio de laboratório com adubos de libertação lenta/controlada no último dia.
Período do ensaio: Início 05/11/2015 Fim: 11/02/2016 (14 semanas).

A Fig. 23 mostra que o adubo que tem um efeito letal (A5) apresentou valores iguais ou superiores a 15 mS cm^{-1} à 2.ª semana de ensaio, ou efeito tóxico quando atingem esse valor à 4.ª ou 5.ª semana (valores observados no recipiente – copo com 11 cm de diâmetro à temperatura média de 23°C).

Assim a Fig. 23 mostra que através da medição da condutividade eléctrica é possível identificar os adubos que induziram a morte da planta, num curto espaço de tempo, devido à libertação rápida dos nutrientes, não sendo necessário que o ensaio de laboratório seja tão longo (14 semanas). Os resultados de condutividade eléctrica para os adubos A2, A3 e A4, com maior acréscimo em altura, mantêm valores de 10 mS cm^{-1} até à 5.^a semana, embora estes valores aumentem ao longo do ensaio de laboratório, nunca atingem os mesmos valores quando comparados com os restantes tratamentos, como é o caso dos tratamentos A5 e A8 com 40 mS cm^{-1} à 14.^a semana no copo (Fig. 24 (A)).

Os sintomas verificados no ensaio de viveiro, nos tratamentos A6, A7 e A8, provavelmente estão relacionados com esta elevada condutividade eléctrica nestes adubos em solução, uma vez que a elevada concentração de sais afecta o desempenho das plantas através da fitotoxicidade provocada por iões e pelo desequilíbrio nutricional (Shabala *et al.*, 2012).

Esta rápida libertação de nutrientes foi a causa de morte das plantas no tratamento A5 e A1, pois o elevado teor de sais proporcionou uma concentração osmótica elevada na solução, originando esta concentração a diminuição do potencial hídrico, podendo induzir a morte da planta (Shabala *et al.*, 2012).

6 Avaliação global do estudo

De forma a poder comparar os resultados obtidos das análises dos tratamentos em estudo, tanto em viveiro como no laboratório, elaborou-se a Tab.14, a partir da qual poderemos confrontar os dados obtidos de acréscimo em altura e sintomas observados nas plantas, análises do teor de nutrientes nas folhas e em solução e condutividade eléctrica (mS cm^{-1}) e pH (H_2O).

Nesta Tab.14 apresentam-se os adubos cujas plantas mostraram menor acréscimo em altura ou sintomas de carência de nutrientes nas folhas a vermelho e os tratamentos nos quais se verificou maior acréscimo em altura, não se tendo verificado nas folhas das plantas quaisquer sintomas de carência ou anomalias de crescimento, a verde.

Tab. 14 - Informação global dos resultados observados nos ensaios em vaso (acréscimo em altura e nutrientes nas folhas) e em laboratório (condutividade eléctrica e pH).

Adubos	Formulações (%)		Acrescimento em H ⁽¹⁾ cm (Média±SE)*	Condutividade (mS cm ⁻¹)		pH	Morte N.º Plantas	Deficiências clorose	Necrose e queda folha	Análise dos nutrientes nas folhas (Valores médios) ⁽¹⁾										
				Sem.2 ⁽²⁾	Sem.4 ⁽²⁾					N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	B	Cu	Zn
				(%)*	(%)*					(%)*	(%)*	(%)*	(%)*	(%)*	(mg kg ⁻¹)*	(mg kg ⁻¹)*	(mg kg ⁻¹)*	(mg kg ⁻¹)*	(mg kg ⁻¹)*	(mg kg ⁻¹)*
A1	14:12:09	0,1;	167,2±16,2	9,7	12,5	4,08	1			2,4	0,22	2,3	0,77	0,21	0,30	156,25	83,43	66,22	7,68	20,13
A2	11:22:09	0; 15,4; 6	179,4±7,3	3,4	7,56	8,59	0			1,8	0,19	2,0	0,73	0,25	0,28	175,95	86,10	23,46	7,20	19,50
A3	14:12:09	0; 8,4; 4	185,6±4,3	1,8	4,37	8,12	0			1,5	0,22	1,9	0,79	0,24	0,25	154,93	73,20	20,88	6,63	11,40
A4	11:22:09	0; 5,8; 2,1	180,5±6,2	4,33	7,77	7,6	0			1,7	0,25	2,4	0,68	0,20	0,28	155,38	76,65	22,76	7,38	11,23
A5	15:10:15	0,02; 0; 2; Cu...	89,3±27,4	17,88	26,6	6,02	6			2,6	0,21	2,8	0,56	0,20	0,33	402,33	113,77	35,03	9,97	20,53
A6	14:25:06	0,1;	154,8±11,8	8,26	13,43	2,67	0	+++/após 8S	após 10S	2,0	0,26	2,0	0,80	0,22	0,26	153,38	93,25	61,24	7,93	15,40
A7	20:18:13		130,9±7,0	7,43	16,41	5,91	0	+++/após 8S	após 10S	2,5	0,34	3,0	0,70	0,21	0,30	350,63	88,20	27,95	9,23	25,25
A8	11:22:09	0; 0; 4	143,6±9,9	6,48	17,72	6,51	0	++/após 10S	após 12S	2,2	0,28	2,4	0,63	0,29	0,33	359,60	83,30	157,44	7,93	16,18
										Análise dos nutrientes em solução (Valores médios)										
Adubos	N:P:K	B; SO ₃ ; MgO	Acrescimento em H ⁽¹⁾ cm (Média±SE)*	N	P	K	Ca	Mg	Na	Mn	Fe	B	Cu	Zn						
				(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*	(mg l ⁻¹)*						
A1	14:12:09	0,1;	167,2±16,2	912,33	209,65	1225	118,83	7,63	40,63	0,52	0,15	10,06	0,05	0,42						
A2	11:22:09	0; 15,4; 6	179,4±7,3	786,89	25,66	1164	57,70	441,67	39,33	0,37	0,00	0,27	0,05	0,08						
A3	14:12:09	0; 8,4; 4	185,6±4,3	1052,65	198,07	217,33333	0,35	0,09	10,40	0,04	0,00	0,10	0,01	0,01						
A4	11:22:09	0; 5,8; 2,1	180,5±6,2	1019,27	255,18	1275	0,80	0,51	20,70	0,05	0,00	0,11	0,03	0,01						
A5	15:10:15	0,02; 0; 2; Cu...	89,3±27,4	1376,54	57,42	3013,3333	37,83	85,33	63,67	4,70	1,14	9,80	27,21	6,78						
A6	14:25:06	0,1;	154,8±11,8	1995,20	5165,14	726,33333	1728,00	127,67	167,33	1,51	3,99	75,31	0,17	4,44						
A7	20:18:13		130,9±7,0	4036,95	3886,38	695,13333	1,05	1,97	54,43	0,33	0,22	4,18	0,10	0,09						
A8	11:22:09	0; 0; 4	143,6±9,9	2337,38	2289,23	952	13,97	902,00	160,33	0,93	0,30	45,80	0,08	0,08						
Análise dos lixiviados recolhidos nas plantas mortas (Tratamento A5)				357,76	607,09	2468,80	523,79	235,50	175,36	4,17	3,51	8,48	6,38	6,36						

* - Valores (Média ± SE); letras diferentes indicam a existência de diferenças significativas p <5%.

(1) - Copo com 11 cm de diâmetro

(2) - Ao fim de 7 meses

A análise da Tab.14 permite referir o seguinte:

1) A maior taxa de mortalidade em viveiro (A5 e A1) está associada à maior libertação de nutrientes avaliada pela condutividade eléctrica à 2.^a semana superior a 15 mS cm⁻¹;

2) A presença de clorose seguida de necrose e queda de folhas nos tratamentos A7 e A8 está associada a uma condutividade superior a 15 mS cm⁻¹ à 4.^a e 5.^a semana;

3) A presença de clorose, necrose e queda de folha no tratamento A6 está associada ao pH de 2,67 à 2.^a semana;

4) O tratamento A1 apresentou uma condutividade eléctrica de 15,3 mS cm⁻¹ à 6.^a semana, a taxa de mortalidade de 8% e um crescimento inferior relativamente aos melhores tratamentos (A2, A3 e A4);

5) Os tratamentos nos quais ocorreu maior número de plantas mortas (A5) e os que apresentaram clorose nas folhas (A6, A7 e A8) são os que mostram maior teor foliar e em solução de macro e micro nutrientes;

6) Os tratamentos A2, A3 e A4, com maior acréscimo em altura, sem cloroses ou necroses e com uma taxa de sobrevivência de 100%, apresentaram:

a) Menor teor de nutrientes de N, P, K, S;

b) Proporcionalmente maior teor de Ca, Fe e Zn;

c) Menor teor de Cu, Mn e Mg;

d) Condutividade eléctrica à 5.^a semana menor a 15 mS cm⁻¹, cerca de 10 mS cm⁻¹, e pH com valores entre 7,68 e 8,59 na 2.^a semana.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu tirar algumas conclusões acerca dos adubos de libertação lenta/controlada, na medida em que possibilita perceber até que ponto estes podem ou não libertar os nutrientes de forma adequada para o crescimento das plantas, podendo ser aplicados ao fundo da cova, juntamente com a planta na operação de plantação.

Verificou-se que nem todos os adubos que são comercializados no mercado como fertilizantes de libertação lenta/controlada o são efectivamente, pois existem adubos que devido à rápida libertação de nutrientes provocam a morte das plantas, como foi o caso do A5. Este facto foi comprovado pela libertação de nutrientes em solução (condutividade eléctrica superior a 15 mS cm^{-1} à 2.^a semana).

Outros como o A6, A7 e o A8 induziram o desenvolvimento de cloroses que se manifestam notoriamente nas folhas mais jovens como carência de nutrientes. Nestes casos a clorose foi seguida por necrose e queda das folhas decorridas 8 e 10 semanas após a instalação do ensaio em viveiro. Nestes tratamentos os adubos A7 e A8 apresentaram uma condutividade eléctrica em solução superior a 15 mS cm^{-1} à 4.^a semana e o A6 pH inferior a 3 à 2.^a semana.

Em relação à altura das plantas, verificou-se que o tratamento no qual se obteve o menor acréscimo corresponde ao adubo no qual ocorreu maior número de plantas mortas (A5), seguido dos adubos A6, A7 e A8, cujos sintomas observados originaram uma redução no crescimento das plantas. Observa-se também que a altura está directamente relacionada com o tratamento testado. Os tratamentos A2, A3 e A4 foram os que apresentaram maior acréscimo em altura, associado a menores teores foliares de N, P, K e maiores teores de Ca, Fe e Zn e valores em solução de pH entre 7,6 e 8,59 e condutividade eléctrica de cerca de 10 mS cm^{-1} à 5.^a semana.

Para quantificar a biomassa seca, foram utilizadas 4 plantas de cada tratamento. Verificou-se que a biomassa foi dependente do tratamento aplicado e está inversamente relacionada com os teores de N e K foliares.

A correlação observada entre os resultados obtidos em viveiro e em laboratório indica que os ensaios em laboratório, com base nos valores de pH e condutividade eléctrica, observados num curto período de tempo (2 a 4 semanas respectivamente), permitem prever o efeito tóxico e/ou letal do adubo quando aplicado à instalação da planta no terreno.

8 BIBLIOGRAFIA

- Assis, Claudinéia Olimpia de; *Níveis de fertilização e seus efeitos no crescimento, nas características a madeira e do carvão em clones de híbrido de Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla*; Lavras-MG; 2013.
- Andrade, A.M et al; *Efeitos da fertilização mineral e da calagem do solo na produção e na qualidade da madeira de eucalipto*; Revista *Árvore*; v.18; n.º1; p.69-78; Viçosa; Janeiro/Fevereiro 1994.
- Bellote, Antonio F.J; Ferreira, Carlos A.; *Nutrientes Minerais e crescimento de árvores adubadas de Eucalyptus grandis, na região do cerrado, no estado de São Paulo*; Boletim de Pesquisa Florestal; n.º 26/27, p. 17-28; Jan/Dez 1993.
- Bellote, A. F. J.; Silva, H. D.; *Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de Eucalyptus spp.*; p. 105-133; IPEF; Piracicaba, 2000.
- Berger, R. *Crescimento e qualidade da madeira de um clone de Eucalyptus saligna sob o efeito do espaçamento e da fertilização*; 110p; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria; 2000.
- Bennett, L. T.; Weston, C. J.; Judd, T. S.; Attiwill, P. M. & Whiteman, P. H.; *The effects of fertilizers on early growth and folk nutrient concentrations of three plantation eucalypts on high quality sites in Gippsland, southeastern*; Australia Forest Ecology and Management, ,v. 89, 213-226; 1996.
- Berger, R. *Crescimento e qualidade da madeira de um clone de Eucalyptus saligna sob o efeito do espaçamento e da fertilização*; 110p; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria; 2000.
- Breckle, S. W.; Kahle, H. *Effects of toxic heavy metals (Cd, Pb) on growth and mineral nutrition of beech (Fagus sylvatica L.)*. Vegetatio, Dordrecht, v. 101, p. 43-53, 1992.
- Bianchini, D. F.; Silveira, R. L. V. A.; Araújo, C.; Pina, J.; *Resposta do Eucalyptus globulus à aplicação de fósforo nas regiões Norte e Oeste de Portugal*; Addubare; 12 p; 2006.
- Castro, Vanessa; *Nutrição em Eucalyptus globulus Labill.*; Universidade de Trás-os-Montes; Vila Real; 2012.
- Caldeira, M. V. W.; Vitorino, M. D.; Schaadt, S. S.; Moraes, E.; Balbinot, R. *Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa*. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.
- Compo do Brasil S.A. Programa Compo de Fertilização: Viveiro de Mudanças Citros & Café. Florianópolis – SC. 2007 (Folder).
- Corrêa, Robson Schaff; *Ciclagem de nutrientes em Eucalyptus dunnii estabelecido no bioma pampa*; Santa Maria; 2011.

- Cromer, R. N.; Turnbull, C. R. A.; Sala, A. V.; Smethurst, P. J.; Mitchell, A. D.; *Eucalyptus growth in relation to combined nitrogen and phosphorus fertiliser and soil chemistry in Tasmania*; Australian Forestry Research journal; v. 65; p. 256-264.; 2002.
- Dell, B., Malajczuk, N., Grove, T.S. *Nutrient disorders in plantation eucalypts*. Camberra, Australian Centre For International Agricultural Research, 1995. 104p.
- Dinalli, Raíssa Pereira; Castilho, Regina Maria Monteiro de; Gazola, Rodolfo de Niro; *Utilização de adubos de liberação lenta na produção de mudas de Vigna radiata L.*; Revista Científica Electrónica de Agronomia; garça; v.21, n.º1; p. 10-15; Julho 2012.
- Epstein, E; Bloom A.J.; *Mineral nutrition of plants*; Sunderland: Sinauer Associates; 392 p.; 2004.
- Ferreira, D.; *Disponibilidade de N em solos com povoamentos de Eucalyptus globulus: Medição de fluxos de N no solo e previsão da mineralização pelo modelo SNAP*; Dissertação de Mestrado; UTAD; 2010.
- Gava, J.L.; *Efeito de adubação potássica em plantios de Eucalyptus grandis conduzidos em segunda rotação em solos com diferentes teores de potássio trocável*; Série Técnica IPEF; v.11; n.º30; p.89-94; Piracicaba; 1997.
- Gómez-Rey, M. X.; Madeira, M.; Gonzalez-Prieto, S.J.; Coutinho, J.; *Soil C and N dynamics within precipitation gradient in Mediterranean eucalypt plantations*; Plant Soil; p. 157-171; 2010.
- Gonçalves, J.L.M.; *Recomendações de adubação para Eucalyptus, Pinus e espécies típicas da Mata Atlântica*; Documentos Florestais, 15: p.1-23.; 1995.
- Gonçalves, J. L. M., Stape, J. L., Benedetti, V., Fessel, V. A. G. e Gava, J. L.; *Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores*. In: Gonçalves, J. L. M. e Benedetti, V. ; *Nutrição e fertilização florestal*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, p.1-57; Piracicaba; 2000.
- Goes, Francisco de Almeida; *Modelação do crescimento da árvore individual de Eucalyptus globulus Labill*; Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação; Universidade Nova de Lisboa; 2012.
- Haag, H.P.;Sarruge, J.R.; Oliveira, G.S.; Poggiani, F.; Ferreira, C.A.; *Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos*; Volume XXXIV; 1977.
- Jesus, Guilherme Luiz de; Barros, Nairam Félix de; Silva, Ivo Ribeiro da; Neves, Julio César Lima; Henriques, Eduardo Pinheiro; Lima, Vinicius Viveiros; Fernandes, Loane Vaz; Soares; Emanuelle Mercês; *Doses e fontes de nitrogénio na produtividade do eucalipto e nas frações da matéria orgânica em solo da região do cerrado de Minas Gerais*; R.Bras.Ci.Solo; v.36; p. 201-214; 2012.
- Junior, S.W.S.; *Efeitos da Adubação Azotada na Eucalyptus globulus Labill*; Univ. Técnica de Lisboa, ISA; 1992.

- Katterer, T; Fabião, A; Madeira, Ribeiro, M.C.; Steen, E.; *Fine-root dynamics, soil moisture and soil carbon content in a Eucalyptus globulus plantation under different irrigation and fertilization regimes*; Forest Ecology and Management; p.1-12; 1995.
- Kirkby, Ernest Arnold; Römheld, Volker; *Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade*; Informações agronômicas; n.º 118; Junho/2007.
- Lana, M. R.Q. *Utilização dos diferentes substratos e fertilizantes de liberação lenta na produção de mudas do cafeeiro em saquinhos*; P.577-586; v.49; Revista Ceres, Viçosa, 2002.
- Lana, M.do C.; Luchese, A.V.; Braccini, A. de L.; *Disponibilidade de nutrientes pelo fertilizante de liberação controlada "Osmocote" e composição do substrato para produção de mudas de Eucalyptus saligna*; Scientia Agraria Paranaensis; v.9, n.º 1; p.68-81; 2010.
- Latarroca, J.V. de F.;Albuquerque, C.E.E de; *Efeito do rápido crescimento sobre as propriedades da madeira*; Floresta e Ambiente, v.7; n.º1; p.279-291; Rio de Janeiro; Janeiro/Dezembro 2000.
- Madeira, M.V., Fabião, A.; Pereira, J.S.; Araujo, M.C.; Ribeiro, C.; *Changes in carbon stocks in Eucalyptus globulus Labill. Plantations induced by different water and nutrient availability*, Forest Ecology and Management; p. 75-85; 2002.
- Manual de fertilização das culturas*; Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva; Ministério da Agricultura do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Lisboa;2006.
- Magalhães, Paula Cristina da Rosa; *Gestão de fertilizantes de liberação gradual de nutrientes em relvados municipais*; Escola Superior Agrária de Bragança; Bragança; 2009.
- Martins, Lafayette Gonçalves Campelo; *Método de recomendação de adubação para eucalipto com base no monitoramento nutricional*; Viçosa; Minas Gerais-Brasil; 2004.
- Mello, H.A.; *Mineral nutrition of higher plants*; 2. ed; Academic Press; San Diego; 1995.
- Mota, Edson Pereira da; *Fertilizantes nitrogenados de liberação gradual: longevidade e volatilização em ambiente controlado*; Universidade de São Paulo; Piracicaba, 2013.
- Munns R.; Termaat A.; *Whole-plant responses to salinity*. Australian Journal of Plant Physiology; v.13, p. 143-160; 1986.
- Nogueira, L.A.H., Lora, E.E.S.; *Dendroenergia: fundamentos e aplicações*; 2. Ed. Rio de Janeiro;2003.
- Nogueira, Carlos Alberto de Sousa; *Estado nutricional e produtividade de plantios de clones híbridos de Eucalyptus grandis X E. urophylla submetidos a diferentes níveis de adubação no vale do Rio Jari, Pará e Amapá*; Belém, 2005.

- Novelino, J.O.; Neves, J.C.L.; Barros, N.F.; Novais, R.F.; Muniz, A.S. *Efeito de níveis de boro em solução nutritiva no crescimento de Eucalyptus spp.* Revista Árvore, v.6, n.1, p.45-51, 1982.
- Pato, Rosinda Leonor; *Manual de procedimentos analíticos em amostras de material vegetal*; Coimbra; 2013.
- Prado, R.M.; *Nutrição de plantas*; v. 1; Editora UNESP; São Paulo; 2008.
- Pezzutti; Raul Vicente; Schumacher, Mauro Valdir; Hoppe, Juarez Martins; *Crescimento de mudas de Eucalyptus globulus em resposta à fertilização NPK*; Ciência Florestal; v.9; n.º2; p.117-125; Santa Maria; 1999
- Reis, Everton Amazonas dos; *Produção de cápsulas de liberação controlada para fins de biorremediação de ambientes contaminados por hidrocarbonetos do petróleo*; Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009
- Rossa, Uberson Boaretto; Angelo, Alessandro Camargo; Bognola, Itamar Antonio; Westphalen, Danielle Janaina; Milani, Jaçanan Eloisa de Freitas; *Fertilizante e liberação lenta no desenvolvimento de mudas de Eucalyptus grandis*; Floresta, Curitiba, PR, v.45, n.º 1, p.85-96, Janeiro/Março 2015.
- Santana, Reynaldo Viveiros; Barros, Nairam Félix de; Neves, Júlio César Lima; *Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de Eucalyptus grandis e Eucalyptus saligna em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo*; Scientia Forestalis; n.º 56; p.155-169; Dezembro/1999.
- Santos, J. Quelhas dos; *Fertilizantes- Fundamentos e aspectos práticos da sua aplicação*; Publicações Europa-América; 1983.
- Santos, M.V.; *Utilização de dois tamanhos de vasos e adubos de liberação lenta na produção de Salvia splendens Ker Grawl*; Faculdade de Engenharia; UNESP, 2005.
- Santos, J. Quelhas dos; *Fertilização- Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos*; Publicações Europa América; 2012.
- Shaviv, A. *Controlled Release Fertilizers. IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers*; International Fertilizer Industry Association Paris; 2005.
- Shabala, Serguey; Munns, Rana; *Salinity Stress: Physiological Constraints and Adaptive Mechanisms*; University of Western Australia; Australia; 2012.
- Soares, Cláudio Roberto Fonseca Sousa; Graziotti, Paulo Henrique; Siqueira, José Oswaldo; Carvalho, Janice Guedes de; Moreira, Fátima Maria Souza; *Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de Eucalyptus maculata e Eucalyptus urophylla em solução nutritiva*; Brasília; v.36; n.º2; p.339-348; Fevereiro/2001.
- Schumacher, M. V. *Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de Eucalyptus camaldulensis Dehnh, Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Eucalyptus torelliana*; Universidade de São Paulo, Piracicaba; 1992.

- Sette Junior; C.R. *et al.*; *Efeito da aplicação de potássio e sódio nas características do lenho de árvores de Eucalyptus grandis w.hill, aos 24 meses de idade*; Floresta; v.39; n.º3; p.535-546; Curitiba; Julho/Setembro 2009.
- Silva, Rodrigo F. da; Weirich, Sidinei W.; Ros, Clovis O. Da; Scheid, Douglas L.; Grolli, André L.; Viel, Patricia; *Acumulação e translocação de zinco em mudas de espécies do gênero Eucalyptus e Corymbia*; Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental; Campina Grande; 2001.
- Silva, Maria Lígia de Souza; Vitti, Godofredo Cesar; Trevizam, Anderson Ricardo; *Concentração de metais pesados em grãos de plantas cultivadas em solo com diferentes níveis de contaminação*; Brasília;v.42; n.º 4; p.527-535; Abril/2007.
- Silva, S.R.; Barros; N.F; Novais, R.F.; Pereira, P.R.G; *Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo*; R.Bras.Ci.Solo, v.26; p.1001-1010; 2002.
- Silveira, Ronaldo Luiz Vaz de Arruda; Casarin, Valter; Paula, Teluira de Andrade e; Silveira, Ronaldo Ivan; *Nutrição e adubação com Boro em Eucalyptus*; Piracicaba; s/d.
- Silveira, Ronaldo Luiz Vaz de Arruda; Gava, José Luiz; *Nutrição e adubação fosfatada em Eucalyptus*; Piracicaba; s/d.
- Silveira, R.L.V.A.; Higashi, E.N. *Nutrição e adubação de Eucalyptus*. Piracicaba, 210p. RR Agroflorestal, 2002.
- Smethurst, P. *et al.*; Fertilizer effects on growth of four *Eucalyptus nitens* plantations; Forest Ecology and Management; v. 176; p. 531-542; Amesterdão;2003.
- Stape J. L.; Binkley D.; Ryan, M.G.; *Production and carbon allocation in a clonal Eucalyptus plantation with water and nutrient manipulations*; Forest Ecology and Management; p. 920-930; 2008.
- Stoneman, G.L.; Crombie, D.S.;Whitford,K.; Hingston,F.J.; Giles, R.;Portlock, C.C.; Galbraith,J.H.; Dimmock, G.M.; *Growth and water relations of Eucalyptus marginata (jarrah) stands inresponse to thinning and fertilization*; Tree Physiology; p.267-274; 1996.
- Schumacher, Mauro Valdir; Caldeira, Marcos Vinicius Winckler; *Estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de Eucalyptus globulus (Labillardière) Sub – espécie muidenii*; Ciência Florestal; Santa Maria; v.11, n.º 1, p.45-53;2001.
- Teixeira, C.; *Fertilização de manutenção em Eucalyptus globulus Labill. Fertilizantes minerais e orgânicos*; Dissertação de Mestrado; UTAD; 2015.
- Trenkel, E. Martin; *Controlled-release and stabilized fertilizers in agriculture*; International Fertilizer Industry Association; Paris, 2007.

Trenkel, M.E.; *Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture*; International Fertilizer Industry Association (IFA); France; 2010.

Valeri; S.V. *et al.*; *Variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden com a altura do caule e aplicação de fósforo e calcário dolomítico*; In: Congresso Florestal Brasileiro, n.º 6; p.746-750; São Paulo; 1990.

Viera, Márcio; Bonacina, Darlan Michel; Schumacher, Mauro Valdir; Calil, Francine Neves; Caldeira, Marcos Vinicius Winckler; Watzlawick, Luciano Farinha; *Biomassa e nutrientes em povoamento de Eucalyptus urograndis na Serra do Sudeste – RS*;v. 33, suplemento1, p. 2481-2490, 2012.

Zar, J.H. *Biostatistical Analysis*, 3rd edn. New Jersey, USA: Preutice-Hall; 1996.

9 Webgrafia

www.b-on.pt - Pesquisa de Maio de 2015 a Março de 2016.

www.sciencedirect.pt - Pesquisa de Julho de 2015 a Abril de 2016.

www.ingentaconnect.com - Pesquisa de Outubro de 2015 a Maio de 2016.

www.springerlink.com - Pesquisa de Dezembro de 2015 a Junho de 2016.

www.ieeexplore.ieee.org - Pesquisa de Fevereiro de 2016 a Junho de 2016.

www3.interscience.wiley.com - Pesquisa de Março de 2016 a Maio de 2016.

ANEXOS

Anexo 1- Peso do vaso à capacidade de viveiro*

Bloco	Tratamento	Planta	Peso (Kg)	Bloco	Tratamento	Planta	Peso (Kg)	Bloco	Tratamento	Planta	Peso (Kg)	Bloco	Tratamento	Planta	Peso (Kg)
B1	A1	1	3,5	B2	A7	3	3,25	B3	A6	1	3,35	B4	A4	3	3,3
B1	A1	2	3,4	B2	A7	2	3,15	B3	A6	2	3,5	B4	A4	2	3,45
B1	A1	3	3,15	B2	A7	1	3,1	B3	A6	3	3,25	B4	A4	1	3,15
B1	A5	1	3,5	B2	A3	3	3,25	B3	A7	1	3,25	B4	A6	3	3,2
B1	A5	2	3,45	B2	A3	2	3,15	B3	A7	2	3,3	B4	A6	2	3,35
B1	A5	3	3,15	B2	A3	1	3,25	B3	A7	3	3,45	B4	A6	1	3,2
B1	A3	1	3,3	B2	A5	3	3,15	B3	A4	1	3,2	B4	A1	3	3,1
B1	A3	2	3,45	B2	A5	2	3,25	B3	A4	2	3,15	B4	A1	2	3,25
B1	A3	3	3,35	B2	A5	1	3,15	B3	A4	3	3,25	B4	A1	1	3,15
B1	A4	1	3,25	B2	A8	3	3,25	B3	A2	1	3,3	B4	A5	3	3,25
B1	A4	2	3,5	B2	A8	2	3,1	B3	A2	2	3,35	B4	A5	2	3,15
B1	A4	3	3,15	B2	A8	1	3,3	B3	A2	3	3,2	B4	A5	1	3,2
B1	A7	1	3,4	B2	A1	3	3,5	B3	A8	1	3,25	B4	A3	3	3,25
B1	A7	2	3,2	B2	A1	2	3,35	B3	A8	2	3,45	B4	A3	2	3,15
B1	A7	3	3,45	B2	A1	1	3,5	B3	A8	3	3,3	B4	A3	1	3,4
B1	A2	1	3,15	B2	A6	3	3,15	B3	A1	1	3,25	B4	A7	3	3,6
B1	A2	2	3,2	B2	A6	2	3,15	B3	A1	2	3,45	B4	A7	2	3,35
B1	A2	3	3,25	B2	A6	1	3,4	B3	A1	3	3,1	B4	A7	1	3,1
B1	A8	1	3,45	B2	A4	3	3,25	B3	A3	1	3,35	B4	A2	3	3,15
B1	A8	2	3,5	B2	A4	2	3,1	B3	A3	2	3,4	B4	A2	2	3,55
B1	A8	3	3,35	B2	A4	1	3,45	B3	A3	3	3,2	B4	A2	1	3,2
B1	A6	1	3,25	B2	A2	3	3,35	B3	A5	1	3,4	B4	A8	3	3,15
B1	A6	2	3,15	B2	A2	2	3,15	B3	A5	2	3,55	B4	A8	2	3,25
B1	A6	3	3,25	B2	A2	1	3,25	B3	A5	3	3,45	B4	A8	1	3,35

* O peso à capacidade de viveiro foi avaliado após a plantação com substrato húmido.

Anexo 2 -Planta de instalação do vaso no viveiro

PLANTA INSTALAÇÃO VIVEIRO EUCALIPTO

Bloco 1 (B1)		Bloco 2 (B2)		Bloco 3 (B3)		Bloco 4 (B4)	
B1A1.01		B2A7.01		B3A6.01		B4A4.01	
B1A1.02		B2A7.02		B3A6.02		B4A4.02	
B1A1.03		B2A7.03		B3A6.03		B4A4.03	
B1A5.01		B2A3.01		B3A7.01		B4A6.01	
B1A5.02		B2A3.02		B3A7.02		B4A6.02	
B1A5.03		B2A3.03		B3A7.03		B4A6.03	
B1A3.01		B2A5.01		B3A4.01		B4A1.01	
B1A3.02		B2A5.02		B3A4.02		B4A1.02	
B1A3.03		B2A5.03		B3A4.03		B4A1.03	
B1A4.01		B2A8.01		B3A2.01		B4A5.01	
B1A4.02		B2A8.02		B3A2.02		B4A5.02	
B1A4.03		B2A8.03		B3A2.03		B4A5.03	
	Corredor		Corredor		Corredor		
B1A7.01		B2A1.01		B3A8.01		B4A3.01	
B1A7.02		B2A1.02		B3A8.02		B4A3.02	
B1A7.03		B2A1.03		B3A8.03		B4A3.03	
B1A2.01		B2A6.01		B3A1.01		B4A7.01	
B1A2.02		B2A6.02		B3A1.02		B4A7.02	
B1A2.03		B2A6.03		B3A1.03		B4A7.03	
B1A8.01		B2A4.01		B3A3.01		B4A2.01	
B1A8.02		B2A4.02		B3A3.02		B4A2.02	
B1A8.03		B2A4.03		B3A3.03		B4A2.03	
B1A6.01		B2A2.01		B3A5.01		B4A8.01	
B1A6.02		B2A2.02		B3A5.02		B4A8.02	
B1A6.03		B2A2.03		B3A5.03		B4A8.03	
							Plantas (Barreira Protecção)

Anexo 3 – Ficha de Viveiro (Altura)

Data de instalação:			Data de medição:												
Bloco	trat.	Nº pla	Altura	Bloco	trat.	Nº pla	Altura	Bloco	trat.	Nº pla	Altura	Bloco	trat.	Nº pla	Altura
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	
1		1		2		1		3		1		4		1	
1		2		2		2		3		2		4		2	
1		3		2		3		3		3		4		3	

Anexo 4 - Quantificação do pH (H₂O)

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
s1	4,43	6,82	6,82	6,23	6,44	3,06	6	8,25
s2	4,08	8,59	8,12	7,6	6,02	2,67	5,91	6,51
s3	3,96	8,79	8,61	7,77	5,95	2,56	5,52	5,64
s4	3,92	8,67	8,59	7,78	5,98	2,68	5,13	5,5
s5	3,76	8,82	8,7	7,92	6	2,57	5,09	5,25
s6	3,82	8,81	8,69	7,99	6,05	2,72	4,91	5,14
s7	3,7	8,64	8,85	8,07	6,05	2,61	4,82	4,96
s8	3,72	8,63	9,09	8,15	6,06	2,75	4,79	4,7
s9	3,62	8,62	9,26	8,24	6,09	2,67	4,71	4,63
s10	3,75	8,1	9,05	8,14	6,1	2,94	4,84	4,65
s11	3,58	6,97	9,16	8,16	6,04	2,82	4,74	4,56
s12	3,71	6,39	9,13	8,18	6,17	2,86	4,78	4,58
s13	3,64	5,78	9,03	8,1	6,04	2,9	4,75	4,52
s14	3,58	5,82	9,1	8,04	5,95	2,97	4,87	4,47

A - Copo

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
s1	5,07	6,88	6,74	6,12	6,57	3,31	6,24	8,23
s2	4,66	8,08	8,18	7,27	6,61	3,01	6,59	7,05
s3	4,33	8,29	8,94	7,66	6,39	2,76	6,14	6,21
s4	4,22	8,41	8,98	8,01	6,24	2,75	5,98	6,11
s5	4,09	8,63	9,1	8,22	6,16	2,54	5,86	6,03
s6	4,14	8,53	8,99	8,24	6,17	2,61	5,78	5,84
s7	4,03	8,55	9,04	8,2	6,15	2,51	5,68	5,72
s8	3,91	8,76	9,13	8,26	6,13	2,46	5,4	5,38
s9	3,8	8,82	9,24	8,36	6,06	2,35	5,28	5,29
s10	3,92	8,49	9,02	8,24	6,07	2,54	5,39	5,33
s11	3,79	8,38	9,11	8,3	5,97	2,44	5,29	5,19
s12	3,91	8,15	9,09	8,29	6,06	2,48	5,33	5,15
s13	3,82	7,61	8,99	8,18	5,96	2,48	5,21	5,09
s14	3,82	6,91	9,01	8,2	5,89	2,52	5,25	4,86

B- Proveta 1

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
s1	4,76	6,78	6,27	6,04	6,72	3,48	6,21	8,92
s2	4,57	7,75	8,91	7,61	6,62	3,17	6,33	6,81
s3	4,2	7,93	9	7,79	6,41	2,85	6,07	6,34
s4	4,06	7,94	8,93	8,24	6,24	2,83	6,02	6,25
s5	3,94	8,23	9,01	8,35	6,22	2,58	5,98	6,15
s6	3,9	8,31	8,9	8,37	6,22	2,65	5,88	6,02
s7	3,79	8,32	8,94	8,43	6,18	2,5	5,77	5,89
s8	3,73	8,47	9,07	8,48	6,1	2,49	5,52	5,6
s9	3,63	8,56	9,21	8,62	6,1	2,35	5,48	5,45
s10	3,93	8,31	8,96	8,45	6,1	2,54	5,54	5,41
s11	3,65	8,26	9,07	8,5	6,04	2,43	5,49	5,41
s12	3,78	7,99	9,01	8,49	6,10	2,49	5,48	5,35
s13	3,72	7,71	8,97	8,36	5,97	2,46	5,38	5,15
s14	3,74	7,44	8,96	8,41	5,95	2,49	5,41	5,14

C- Proveta 2

Anexo 5 - Quantificação da condutividade eléctrica (mS cm⁻¹)

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
s1	5,2	0,537	0,0195	0,0293	1,6	1,9	1,2	2,1
s2	9,7	3,4	1,8	4,33	17,88	8,26	7,43	6,48
s3	11,36	6,11	3,4	6,66	25,1	11,4	11,8	13,84
s4	12,5	7,56	4,37	7,77	26,6	13,43	16,41	17,72
s5	13,99	9,92	4,92	8,87	29	15,16	16,4	21,7
s6	15,33	13,45	5,61	9,66	31,4	16,7	20,8	24,3
s7	16,98	16,97	6,49	10,42	33,3	17,86	22,5	27,2
s8	19,33	21,9	6,54	11,71	36,2	19,87	25,1	33,5
s9	20,7	24	8,94	12,7	37,8	19,8	25,3	34,2
s10	22,8	26,4	9,73	12,7	39	20,6	26,6	36,5
s11	25,2	28,9	10,53	14,33	40,3	21,7	27,6	37,8
s12	27,80	30,10	11,29	14,60	41,50	22,30	28,50	38,90
s13	30,6	32,2	12,02	16,11	42,9	23	29	39,2
s14	32,3	33,8	12,45	16,8	43,4	23,8	29,3	40,3

A - Copo

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
s1	0,955	0,393	0,0107	0,0134	1,2	0,5	0,0771	0,1691
s2	2,4	1,215	0,33	0,45	2,76	1,97	0,982	0,824
s3	4,93	2,46	1,212	1,482	6,1	2,79	3,16	3,17
s4	7,68	3,71	2,29	3,62	8,8	3,91	4,52	4,64
s5	8,93	5,19	3,04	4,88	12,61	4,66	6,14	6,2
s6	10,61	6,75	3,88	5,81	15,51	5,52	7,61	7,83
s7	12	8,16	4,89	9,4	17,79	6,24	8,56	10,07
s8	17,03	13,21	5,05	11,41	25,4	10,97	15,36	15,22
s9	19,15	16,06	7,34	11,88	26,4	11,12	16,74	16,16
s10	21,9	17,85	6,8	11,4	29,2	11,4	16,33	16,64
s11	23	20,8	7,59	12,51	31,4	12,45	18,43	18,4
s12	26,00	23,50	8,07	13,28	33,40	15,02	18,99	20,40
s13	28,3	25	8,81	14,22	36,1	16,35	20,8	22,4
s14	29	26,5	9,51	15,27	36,8	17,15	22,4	25,6

B- Proveta 1

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
s1	1,131	0,374	0,0084	0,0092	0,819	0,2	0,0755	0,0537
s2	1,4	1,434	1,162	0,953	2,12	1,36	2,09	0,968
s3	3,83	2,98	1,636	1,675	4,57	2,02	3,77	2,57
s4	5,48	3,5	2,41	3,7	7,32	2,77	4,37	3,3
s5	6,58	4,38	3,25	4,18	8,4	3,61	5,24	4,51
s6	8,9	5,63	3,66	5,03	11,37	4,18	6,58	5,93
s7	10,2	8,12	4,43	6,12	14,08	5,24	7,67	6,9
s8	13,26	9,62	5,04	7,54	19,28	7,86	12,64	11,66
s9	15	12,53	5,79	8,23	19,9	7,78	11,86	12,98
s10	14,56	13,38	5,6	8,97	22,9	10,26	12,58	15,29
s11	17,1	14,7	6,43	9,43	24	10,17	12,75	14,2
s12	19,37	19,34	7,03	10,36	28,60	10,54	14,25	16,42
s13	20,4	19,29	7,7	11,21	30,5	12,67	14,8	17,24
s14	22,5	20,4	8,2	11,73	31,3	12,78	16,3	19,3

C- Proveta 2

Anexo 6 - Análise de variância para avaliar o efeito dos diferentes tipos de adubo (Tratamentos A1-A8), Bloco e respectiva interação no acréscimo em altura
Teste de Duncan para os diferentes factores (tratamentos; bloco) e interação.

Effect	Univariate Tests of Significance for AcresH cm (Hcampo.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2274211	1	2274211	1883,064	0,000000
Bloco	26572	3	8857	7,334	0,000266
Tratamento	88314	7	12616	10,446	0,000000
Bloco*Tratamento	82490	21	3928	3,252	0,000148
Error	77294	64	1208		

Cell No.	Tratamento	AcresH cm Mean	Duncan test; variable AcresH cm (Hcampo.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1207,7, df = 64,000			
			1	2	3	4
5	A5	89,2833				****
7	A7	130,8667		****		
8	A8	143,5750		****	****	
6	A6	154,7583	****	****	****	
1	A1	167,2250	****		****	
2	A2	179,4500	****			
4	A4	180,5167	****			
3	A3	185,6417	****			

Cell No.	Bloco	Tratamento	Bloco*Tratamento; Weighted Means (Hcampo.sta) Current effect: F(21, 64)=3,2525, p=,00015 Effective hypothesis decomposition					N
			AcresH cm Mean	AcresH cm Std.Err.	AcresH cm -95,00%	AcresH cm +95,00%		
1	B1	A1	97,1000	48,93782	-113,462	307,6624	3	
2	B1	A2	165,6000	7,27461	134,300	196,9001	3	
3	B1	A3	168,0333	4,38571	149,163	186,9035	3	
4	B1	A4	175,0667	2,68100	163,531	186,6021	3	
5	B1	A5	0,0000				3	
6	B1	A6	117,0000	29,78792	-11,167	245,1671	3	
7	B1	A7	157,1000	7,55800	124,581	189,6194	3	
8	B1	A8	121,4667	13,88072	61,743	181,1906	3	
9	B2	A1	184,1667	3,10179	170,821	197,5126	3	
10	B2	A2	157,3000	19,93665	71,520	243,0805	3	
11	B2	A3	186,1667	1,53225	179,574	192,7594	3	
12	B2	A4	194,2667	4,90997	173,141	215,3926	3	
13	B2	A5	124,2000	62,20643	-143,453	391,8527	3	
14	B2	A6	199,2000	5,67215	174,795	223,6053	3	
15	B2	A7	116,2667	14,29794	54,748	177,7857	3	
16	B2	A8	158,0333	16,34115	87,723	228,3438	3	
17	B3	A1	195,0000	6,25806	168,074	221,9263	3	
18	B3	A2	204,4667	3,53522	189,256	219,6775	3	
19	B3	A3	193,8667	7,63246	161,027	226,7065	3	
20	B3	A4	200,6333	2,74307	188,831	212,4358	3	
21	B3	A5	49,8000	49,80000	-164,472	264,0721	3	
22	B3	A6	154,8667	11,20600	106,651	203,0822	3	
23	B3	A7	118,7333	13,66862	59,922	177,5446	3	
24	B3	A8	176,0000	7,41148	144,111	207,8890	3	
25	B4	A1	192,6333	6,12028	166,300	218,9668	3	
26	B4	A2	190,4333	2,38421	180,175	200,6917	3	
27	B4	A3	194,5000	9,79047	152,375	236,6250	3	
28	B4	A4	152,1000	9,95507	109,267	194,9332	3	
29	B4	A5	183,1333	19,83232	97,802	268,4649	3	
30	B4	A6	147,9667	16,95802	75,002	220,9311	3	
31	B4	A7	131,3667	10,59030	85,800	176,9330	3	
32	B4	A8	118,8000	21,63731	25,702	211,8978	3	

Cell No.	Bloco	AcresH cm Mean	Duncan test; variable AcresH cm (Hcampo.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1207,7, df = 64,000	
			1	2
1	B1	125,1700		****
3	B3	161,6700	****	
4	B4	163,8667	****	
2	B2	164,9500	****	

Duncan test; variable AcresH cm (Hcampo.sta)										
Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search)										
Error: Between MS = 1207,7, df = 64,000										
Cell No.	Bloco	Tratamento	AcresH cm Mean	1	2	3	4	5	6	7
5	B1	A5	0,0000	****						
21	B3	A5	49,8000	****	****					
1	B1	A1	97,1000		****	****				
15	B2	A7	116,2667			****	****			
6	B1	A6	117,0000			****	****	****		
23	B3	A7	118,7333			****	****	****		
32	B4	A8	118,8000			****	****	****		
8	B1	A8	121,4667			****	****	****	****	
13	B2	A5	124,2000			****	****	****	****	****
31	B4	A7	131,3667			****	****	****	****	****
30	B4	A6	147,9667			****	****	****	****	****
28	B4	A4	152,1000			****	****	****	****	****
22	B3	A6	154,8667			****	****	****	****	****
7	B1	A7	157,1000			****	****	****	****	****
10	B2	A2	157,3000			****	****	****	****	****
16	B2	A8	158,0333			****	****	****	****	****
2	B1	A2	165,6000			****	****	****	****	****
3	B1	A3	168,0333			****	****	****	****	****
4	B1	A4	175,0667			****	****	****	****	****
24	B3	A8	176,0000			****	****	****	****	****
29	B4	A5	183,1333			****	****	****	****	****
9	B2	A1	184,1667			****	****	****	****	****
11	B2	A3	186,1667			****	****	****	****	****
26	B4	A2	190,4333			****	****	****	****	****
25	B4	A1	192,6333			****	****	****	****	****
19	B3	A3	193,8667			****	****	****	****	****
12	B2	A4	194,2667			****	****	****	****	****
27	B4	A3	194,5000			****	****	****	****	****
17	B3	A1	195,0000			****	****	****	****	****
14	B2	A6	199,2000			****	****	****	****	****
20	B3	A4	200,6333			****	****	****	****	****
18	B3	A2	204,4667			****	****	****	****	****

Anexo 7 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento /adubo na Biomassa seca

Univariate Tests of Significance for BS G (Global4pla)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2831614	1	2831614	1173,477	0,000000
Tratamento	64999	7	9286	3,848	0,006532
Error	55499	23	2413		

Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta)						
Current effect: F(7, 23)=3,8481, p=,00653						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	BS G Mean	BS G Std.Err.	BS G -95,00%	BS G +95,00%	N
1	A1	362,3600	15,14968	314,1470	410,5730	4
2	A2	323,4575	8,51739	296,3514	350,5636	4
3	A3	306,5200	2,83723	297,4907	315,5493	4
4	A4	341,4200	13,25561	299,2347	383,6053	4
5	A5	280,6033	31,85733	143,5323	417,6744	3
6	A6	325,2825	22,05422	255,0961	395,4689	4
7	A7	204,9850	49,22923	48,3156	361,6544	4
8	A8	284,1975	26,86578	198,6986	369,6964	4

Duncan test; variable BS G (Global4plantas.st)				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 2413,0, df = 23,000				
Cell No.	Tratamento	BS G Mean	1	2
7	A7	204,9850	****	
5	A5	280,6033	****	
8	A8	284,1975	****	
3	A3	306,5200	****	
2	A2	323,4575	****	
6	A6	325,2825	****	
4	A4	341,4200	****	
1	A1	362,3600	****	

Anexo 8 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento /adubo na % de N nas folhas após 7 meses.

Univariate Tests of Significance for N% (Global4planta: Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	132,4814	1	132,4814	1565,276	0,000000
Tratamento	4,1343	7	0,5906	6,978	0,00016
Error	1,9467	23	0,0846		

Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta) Current effect: F(7, 23)=6,9781, p=,00016 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	N% Mean	N% Std.Err.	N% -95,00%	N% +95,00%	N
1	A1	2,362500	0,230845	1,627847	3,097153	4
2	A2	1,792500	0,191110	1,184304	2,400696	4
3	A3	1,475000	0,152889	0,988439	1,961561	4
4	A4	1,715000	0,036629	1,598431	1,831569	4
5	A5	2,553333	0,073106	2,238785	2,867882	3
6	A6	1,982500	0,080765	1,725471	2,239529	4
7	A7	2,495000	0,053151	2,325851	2,664149	4
8	A8	2,237500	0,188873	1,636423	2,838577	4

Duncan test; variable N% (Global4plantas.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,08464, df = 23,000						
Cell No.	Tratamento	N% Mean	1	2	3	4
3	A3	1,475000	****			
4	A4	1,715000	****	****		
2	A2	1,792500	****	****	****	
6	A6	1,982500			****	****
8	A8	2,237500	****			****
1	A1	2,362500	****			****
7	A7	2,495000	****			
5	A5	2,553333	****			

Anexo 9 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento /adubo na % P nas folhas após 7 meses.

Univariate Tests of Significance for P% (Global4plantas: Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition)					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1,848675	1	1,848675	1257,044	0,000000
Tratamento	0,058085	7	0,008298	5,642	0,000696
Error	0,033825	23	0,001471		

Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta) Current effect: F(7, 23)=5,6423, p=,00070 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	P% Mean	P% Std.Err.	P% -95,00%	P% +95,00%	N
1	A1	0,222500	0,018428	0,163855	0,281145	4
2	A2	0,190000	0,021213	0,122490	0,257510	4
3	A3	0,222500	0,012500	0,182719	0,262281	4
4	A4	0,250000	0,035355	0,137484	0,362516	4
5	A5	0,210000	0,015275	0,144276	0,275724	3
6	A6	0,255000	0,010408	0,221876	0,288124	4
7	A7	0,337500	0,017500	0,281807	0,393193	4
8	A8	0,275000	0,009574	0,244530	0,305470	4

Duncan test; variable P% (Global4plantas.st: Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,00147, df = 23,000					
Cell No.	Tratamento	P% Mean	1	2	3
2	A2	0,190000	****		
5	A5	0,210000	****	****	
3	A3	0,222500	****	****	****
1	A1	0,222500	****	****	****
4	A4	0,250000	****	****	****
6	A6	0,255000		****	****
8	A8	0,275000			****
7	A7	0,337500			****

Anexo 10 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento /adubo na % K nas folhas após 7 meses.

Effect	Univariate Tests of Significance for k% (Global4plantas.st)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	172,0358	1	172,0358	991,4327	0,000000
Tratamento	4,0841	7	0,5834	3,3623	0,012828
Error	3,9910	23	0,1735		

Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta)						
Current effect: F(7, 23)=3,3623, p=,01283						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	k% Mean	k% Std.Err.	k% -95,00%	k% +95,00%	N
1	A1	2,340000	0,250566	1,542587	3,137413	4
2	A2	2,037500	0,253521	1,230683	2,844317	4
3	A3	1,945000	0,168844	1,407663	2,482337	4
4	A4	2,375000	0,166358	1,845574	2,904426	4
5	A5	2,816667	0,068394	2,522390	3,110944	3
6	A6	2,015000	0,045000	1,871790	2,158210	4
7	A7	3,045000	0,289065	2,125067	3,964933	4
8	A8	2,357500	0,247836	1,568774	3,146226	4

Duncan test; variable k% (Global4plantas.st)					
Homogenous Groups, alpha = ,05000					
Error: Between MS = ,17352, df = 23,000					
Cell No.	Tratamento	k% Mean	1	2	3
3	A3	1,945000	****		
6	A6	2,015000	****		
2	A2	2,037500	****		
1	A1	2,340000	****	****	
8	A8	2,357500	****	****	
4	A4	2,375000	****	****	
5	A5	2,816667		****	****
7	A7	3,045000			****

Anexo 11 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento /adubo na % Ca nas folhas após 7 meses.

Effect	Univariate Tests of Significance for Ca% (Global4plantas.sta)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	15,26410	1	15,26410	1125,088	0,000000
Tratamento	0,17046	7	0,02435	1,795	0,136786
Error	0,31204	23	0,01357		

Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta)						
Current effect: F(7, 23)=1,7948, p=,13679						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	Ca% Mean	Ca% Std.Err.	Ca% -95,00%	Ca% +95,00%	N
1	A1	0,770000	0,070828	0,544592	0,995408	4
2	A2	0,730000	0,033912	0,622078	0,837922	4
3	A3	0,785000	0,073541	0,550959	1,019041	4
4	A4	0,675000	0,070297	0,451284	0,898716	4
5	A5	0,556667	0,058405	0,305371	0,807962	3
6	A6	0,795000	0,036625	0,678431	0,911569	4
7	A7	0,700000	0,069642	0,478368	0,921632	4
8	A8	0,627500	0,039870	0,500617	0,754383	4

Anexo 12 - Análise de variância para testar o efeito do tratamento /adubo na % Mg nas folhas

Univariate Tests of Significance for Mg% (Global4plantas.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1,584133	1	1,584133	3262,842	0,000000
Tratamento	0,026517	7	0,003788	7,803	0,000073
Error	0,011167	23	0,000486		

Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta)						
Current effect: F(7, 23)=7,8025, p=,00007						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	Mg% Mean	Mg% Std.Err.	Mg% -95,00%	Mg% +95,00%	N
1	A1	0,207500	0,016008	0,156556	0,258444	4
2	A2	0,250000	0,016330	0,198031	0,301969	4
3	A3	0,237500	0,010308	0,204696	0,270304	4
4	A4	0,200000	0,012247	0,161023	0,238977	4
5	A5	0,196667	0,006667	0,167982	0,225351	3
6	A6	0,222500	0,008539	0,195325	0,249675	4
7	A7	0,212500	0,006292	0,192478	0,232522	4
8	A8	0,290000	0,004082	0,277008	0,302992	4

Duncan test; variable Mg% (Global4plantas.sta)						
Homogenous Groups, alpha = ,05000						
Error: Between MS = ,00049, df = 23,000						
Cell No.	Tratamento	Mg% Mean	1	2	3	4
5	A5	0,196667	****			
4	A4	0,200000	****			
1	A1	0,207500	****	****		
7	A7	0,212500	****	****		
6	A6	0,222500	****	****	****	
3	A3	0,237500		****	****	
2	A2	0,250000			****	
8	A8	0,290000				****

Anexo 13 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento /adubo no teor em Cu (mg kg⁻¹) nas folhas

Univariate Tests of Significance for Cu mgK (Global4plantas.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1960,963	1	1960,963	1595,313	0,000000
Tratamento	29,588	7	4,227	3,439	0,011514
Error	28,272	23	1,229		

Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta)						
Current effect: F(7, 23)=3,4387, p=,01151						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	Cu mgK Mean	Cu mgK Std.Err.	Cu mgK -95,00%	Cu mgK +95,00%	N
1	A1	7,675000	1,075775	4,251404	11,09860	4
2	A2	7,200000	0,420317	5,862363	8,53764	4
3	A3	6,625000	0,286865	5,712067	7,53793	4
4	A4	7,375000	0,446047	5,955478	8,79452	4
5	A5	9,966667	0,272845	8,792709	11,14062	3
6	A6	7,925000	0,352077	6,804533	9,04547	4
7	A7	9,225000	0,693271	7,018702	11,43130	4
8	A8	7,925000	0,314576	6,923877	8,92612	4

Duncan test; variable Cu mgK (Global4plantas.sta)					
Homogenous Groups, alpha = ,05000					
Error: Between MS = 1,2292, df = 23,000					
Cell No.	Tratamento	Cu mgK Mean	1	2	3
3	A3	6,625000	****		
2	A2	7,200000	****		
4	A4	7,375000	****		
1	A1	7,675000	****	****	
6	A6	7,925000	****	****	
8	A8	7,925000	****	****	
7	A7	9,225000		****	****
5	A5	9,966667			****

Anexo 14 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Fe (mg kg⁻¹) nas folhas após 7 meses

Effect	Univariate Tests of Significance for Fe mgK (Global4plantas.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	233785,3	1	233785,3	733,3117	0,000000
Tratamento	3598,9	7	514,1	1,6126	0,181877
Error	7332,6	23	318,8		

Cell No.	Tratamento	Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta) Current effect: F(7, 23)=1,6126, p=,18188 Effective hypothesis decomposition				
		Fe mgK Mean	Fe mgK Std.Err.	Fe mgK -95,00%	Fe mgK +95,00%	N
1	A1	83,4250	2,31530	76,05667	90,79333	4
2	A2	86,1000	11,11958	50,71254	121,48750	4
3	A3	73,2000	10,98567	38,23869	108,16133	4
4	A4	76,6500	2,58602	68,42013	84,87990	4
5	A5	113,7667	21,82425	19,86451	207,66883	3
6	A6	93,2500	6,13793	73,71637	112,78363	4
7	A7	88,2000	7,38546	64,69617	111,70383	4
8	A8	83,3000	4,92967	67,61158	98,98843	4

Anexo 15 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Mn (mg kg⁻¹) nas folhas após 7 meses

Effect	Univariate Tests of Significance for Mn mg k (Global4plantas.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1748217	1	1748217	175,9464	0,000000
Tratamento	315899	7	45128	4,5419	0,002626
Error	228530	23	9936		

Cell No.	Tratamento	Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta) Current effect: F(7, 23)=4,5419, p=,00263 Effective hypothesis decomposition			
		Mn mg k Mean	Mn mg k Std.Err.	Mn mg k -95,00%	Mn mg k +95,00%
1	A1	156,2500	42,41534	21,2655	291,2345
2	A2	175,9500	40,48523	47,1079	304,7921
3	A3	154,9250	9,07665	126,0390	183,8110
4	A4	155,3750	4,67571	140,4948	170,2552
5	A5	402,3333	46,70950	201,3586	603,3081
6	A6	153,3750	17,15966	98,7653	207,9847
7	A7	350,6250	99,99124	32,4083	668,8417
8	A8	359,6000	64,17315	155,3724	563,8276

Cell No.	Tratamento	Duncan test; variable Mn mg k (Global4plantas.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 9936,1, df = 23,000	
		Mn mg k Mean	1 2
6	A6	153,3750	****
3	A3	154,9250	****
4	A4	155,3750	****
1	A1	156,2500	****
2	A2	175,9500	****
7	A7	350,6250	****
8	A8	359,6000	****
5	A5	402,3333	****

Anexo 16 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Zn (mg kg⁻¹) nas folhas após 7 meses

Effect	Univariate Tests of Significance for Zn mgK (Global4plantas.s)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	9355,434	1	9355,434	223,4193	0,000000
Tratamento	641,738	7	91,677	2,1894	0,073855
Error	963,099	23	41,874		

Cell No.	Tratamento	Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta)			
		Zn mgK Mean	Zn mgK Std.Err.	Zn mgK -95,00%	Zn mgK +95,00%
1	A1	20,12500	0,826009	17,49627	22,75373
2	A2	19,50000	8,274559	-6,83334	45,83334
3	A3	11,40000	0,956556	8,35581	14,44419
4	A4	11,22500	0,573549	9,39971	13,05029
5	A5	20,53333	1,683581	13,28947	27,77720
6	A6	15,40000	1,139444	11,77378	19,02622
7	A7	25,25000	2,323252	17,85638	32,64362
8	A8	16,17500	1,323112	11,96427	20,38573

Anexo 17 - Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em B (mg kg⁻¹) nas folhas após 7 meses.

Effect	Univariate Tests of Significance for B mgK (Global4plantas.s)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	82655,05	1	82655,05	1636,757	0,00
Tratamento	59347,36	7	8478,19	167,887	0,00
Error	1161,48	23	50,50		

Cell No.	Tratamento	Tratamento; Weighted Means (Global4plantas.sta)				N
		B mgK Mean	B mgK Std.Err.	B mgK -95,00%	B mgK +95,00%	
1	A1	66,2175	7,490858	42,3782	90,0568	4
2	A2	23,4550	1,662531	18,1641	28,7459	4
3	A3	20,8825	1,037604	17,5804	24,1846	4
4	A4	22,7550	1,742893	17,2083	28,3017	4
5	A5	35,0300	0,619058	32,3664	37,6936	3
6	A6	61,2425	1,680716	55,8937	66,5913	4
7	A7	27,9450	1,381819	23,5474	32,3426	4
8	A8	157,4400	5,373376	140,3395	174,5405	4

Cell No.	Tratamento	B mgK Mean	Duncan test; variable B mgK (Global4plantas.st)			
			1	2	3	4
3	A3	20,8825	****			
4	A4	22,7550	****			
2	A2	23,4550	****			
7	A7	27,9450	****	****		
5	A5	35,0300		****		
6	A6	61,2425			****	
1	A1	66,2175			****	
8	A8	157,4400				****

Anexo 18 - PCA - Análise de componentes principais

Variable	Factor Loadings (Unrotated) (Global4plantas.st)		
	Factor 1	Factor 2	Factor 3
Tratamento	-0,629387	0,564472	-0,020018
H	0,271048	-0,683696	-0,222827
BF	0,481536	-0,104894	-0,489266
BS	0,742108	0,013943	-0,220504
Hum	-0,649895	-0,221458	-0,438479
N	-0,827663	-0,270671	-0,200084
P	-0,564825	0,229333	-0,092237
k	-0,798877	-0,249248	0,188323
Ca	0,162248	-0,420838	-0,672366
Mg	-0,182760	0,327267	-0,704524
S	-0,620276	0,288290	0,090598
Cu	-0,746488	-0,360520	-0,039569
Fe	-0,517644	-0,392948	0,083507
Mn	-0,879106	0,011112	0,022092
Zn	-0,617056	-0,307343	-0,006004
B	-0,311781	0,648809	-0,515580
Expl.Var	5,837278	2,201530	1,845850
Prp.Totl	0,364830	0,137596	0,115366

Value	Eigenvalues (Global4plantas.st)			
	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	5,837278	36,48299	5,837278	36,48299
2	2,201530	13,75956	8,038808	50,24255
3	1,845850	11,53656	9,884658	61,77911

Unidades:

H- cm; BF-g; BS-g; Hum -%; N - %; P- %; K-%; Ca-%;
Mg-%; S-%; Cu - mg k⁻¹; Fe - mg k⁻¹; Mn -mg k⁻¹;
Zn -mg k⁻¹; B- mg k⁻¹.

Anexo 19 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em N (mg l⁻¹) em solução

Effect	Univariate Tests of Significance for N (Anal H2O.sta)				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	137036505	1	137036505	89,47741	0,000000
Tratamento	50371057	7	7195865	4,69851	0,001956
Recipiente	20779987	2	10389994	6,78410	0,004621
Tratamento*Recipiente	15806197	14	1129014	0,73718	0,719409
Error	36756497	24	1531521		

Cell No.	Recipiente	Recipiente: Weighted Means (Anal H2O.sta)			
		Mean	Std.Err.	-95,00%	+95,00%
1	C	2594,388	529,6476	1465,471	3723,305
2	P1	1425,609	312,8679	758,747	2092,471
3	P2	1048,962	224,6724	570,084	1527,840

Cell No.	Recipiente	Duncan test; variable N (Anal H2O.sta)		
		Mean	1	2
3	P2	1048,962	****	
2	P1	1425,609	****	
1	C	2594,388		****

Cell No.	Tratamento	Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta)			
		Mean	Std.Err.	-95,00%	+95,00%
1	A1	912,327	278,717	195,862	1628,793
2	A2	786,893	288,040	46,462	1527,324
3	A3	1052,649	195,069	551,207	1554,091
4	A4	1019,274	214,826	467,047	1571,502
5	A5	1376,537	304,882	592,814	2160,260
6	A6	1995,204	549,842	581,790	3408,617
7	A7	4036,955	1131,429	1128,525	6945,384
8	A8	2337,385	724,219	475,719	4199,050

Cell No.	Tratamento	Duncan test; variable N (Anal H2O.sta)		
		Mean	1	2
2	A2	786,893	****	
1	A1	912,327	****	
4	A4	1019,274	****	
3	A3	1052,649	****	
5	A5	1376,537	****	
6	A6	1995,204	****	
8	A8	2337,385	****	
7	A7	4036,955		****

Anexo 20 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em P (mg l⁻¹) em solução

Effect	Univariate Tests of Significance for P (Anal H2O.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	109566923	1	109566923	34,22453	0,000005
Tratamento	173485981	7	24783712	7,74149	0,000064
Recipiente	36158084	2	18079042	5,64720	0,009774
Tratamento*Recipiente	62992197	14	4499443	1,40545	0,224514
Error	76833951	24	3201415		

Cell No.	Tratamento	Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(7, 24)=7,7415, p=,00006 Effective hypothesis decomposition			
		P	P	P	P
		Mean	Std.Err.	-95,00%	+95,00%
1	A1	209,654	173,132	-235,395	654,704
2	A2	25,661	12,368	-6,132	57,453
3	A3	198,069	154,146	-198,175	594,313
4	A4	255,183	194,658	-245,202	755,568
5	A5	57,419	9,531	32,919	81,918
6	A6	5165,142	1388,929	1594,787	8735,497
7	A7	3886,382	1648,991	-352,485	8125,245
8	A8	2289,228	1061,119	-438,466	5016,922

Cell No.	Recipiente	Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(2, 24)=5,6472, p=,00977 Effective hypothesis decomposition			
		P	P	P	P
		Mean	Std.Err.	-95,00%	+95,00%
1	C	2715,625	859,4929	883,659	4547,591
2	P1	1111,709	630,3596	-231,871	2455,289
3	P2	705,192	411,5653	-172,038	1582,423

Cell No.	Tratamento	Duncan test; variable P (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 3201E3, df = 24,00		
		P	1	2
		Mean		
2	A2	25,661	****	
5	A5	57,419	****	
3	A3	198,069	****	
1	A1	209,654	****	
4	A4	255,183	****	
8	A8	2289,228	****	****
7	A7	3886,382	****	****
6	A6	5165,142	****	****

Cell No.	Recipiente	Duncan test; variable P (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 3201E3, df = 24,00	
		P	1
		Mean	
3	P2	705,192	****
2	P1	1111,709	****
1	C	2715,625	****

Anexo 21 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em K (mg l⁻¹) em solução

Effect	Univariate Tests of Significance for K (Anal H2O.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	64423722	1	64423722	103,8476	0,000000
Tratamento	28730070	7	4104296	6,6159	0,000201
Recipiente	2685120	2	1342560	2,1641	0,136741
Tratamento*Recipiente	3713089	14	265221	0,4275	0,949201
Error	14888832	24	620368		

Cell No.	Tratamento	Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(7, 24)=6,6159, p=,00020 Effective hypothesis decomposition			
		K	K	K	K
		Mean	Std.Err.	-95,00%	+95,00%
1	A1	1225,000	303,3782	445,142	2004,858
2	A2	1164,000	367,9909	218,049	2109,951
3	A3	217,333	21,6990	161,554	273,112
4	A4	1275,000	255,8873	617,221	1932,779
5	A5	3013,333	486,9132	1761,683	4264,984
6	A6	726,333	288,2755	-14,702	1467,369
7	A7	695,133	193,1181	198,707	1191,559
8	A8	952,000	242,2423	329,296	1574,704

Cell No.	Tratamento	Duncan test; variable K (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 6204E2, df = 24,000	
		K	1
		Mean	
3	A3	217,333	****
7	A7	695,133	****
6	A6	726,333	****
8	A8	952,000	****
2	A2	1164,000	****
1	A1	1225,000	****
4	A4	1275,000	****
5	A5	3013,333	****

Anexo 22 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Ca (mg l⁻¹) em solução

Univariate Tests of Significance for Ca (Anal H2O.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2876865	1	2876865	208,0238	0,000000
Tratamento	15153512	7	2164787	156,5340	0,000000
Recipiente	867627	2	433813	31,3687	0,000000
Tratamento*Recipiente	5015854	14	358275	25,9066	0,000000
Error	331908	24	13830		

Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta)						
Current effect: F(2, 24)=31,369, p=,00000						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Recipiente	Ca Mean	Ca Std.Err.	Ca -95,00%	Ca +95,00%	N
1	C	429,1237	259,9166	-124,875	983,1229	16
2	P1	193,1119	117,7216	-57,806	444,0296	16
3	P2	112,2113	63,3004	-22,710	247,1329	16

Duncan test; variable Ca (Anal H2O.sta)				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 13830,, df = 24,000				
Cell No.	Recipiente	Ca Mean	1	2
3	P2	112,2113	****	
2	P1	193,1119	****	
1	C	429,1237		****

Tratamento*Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta)					
Current effect: F(14, 24)=25,907, p=,00000					
Effective hypothesis decomposition					
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Ca Mean	Ca Std.Err.	Ca -95,00%
1	A1	C	188,000	62,0000	-599,
2	A1	P1	84,600	41,4000	-441,
3	A1	P2	83,900	34,1000	-349,
4	A2	C	74,900	3,9000	25,
5	A2	P1	54,500	4,7000	-5,
6	A2	P2	43,700	7,5000	-51,
7	A3	C	0,510	0,1500	-1,
8	A3	P1	0,335	0,1550	-1,
9	A3	P2	0,205	0,0750	-0,
10	A4	C	1,305	0,0550	0,
11	A4	P1	0,675	0,1450	-1,
12	A4	P2	0,405	0,1050	-0,
13	A5	C	63,800	6,0000	-12,

Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta)					
Current effect: F(7, 24)=156,53, p=0,0000					
Effective hypothesis decomposition					
Cell No.	Tratamento	Ca Mean	Ca Std.Err.	Ca -95,00%	Ca +95,00%
1	A1	118,833	30,4380	40,5900	197,077
2	A2	57,700	6,3015	41,5015	73,898
3	A3	0,350	0,0812	0,1412	0,559
4	A4	0,795	0,1754	0,3440	1,246
5	A5	37,833	10,7503	10,1988	65,468
6	A6	1728,000	453,9580	561,0638	2894,936
7	A7	1,048	0,3811	0,0688	2,021
8	A8	13,965	4,4527	2,5191	25,411

Duncan test; variable Ca (Anal H2O.sta)				
Homogenous Groups, alpha = ,05000				
Error: Between MS = 13830,, df = 24,000				
Cell No.	Tratamento	Ca Mean	1	2
3	A3	0,350	****	
4	A4	0,795	****	
7	A7	1,048	****	
8	A8	13,965	****	
5	A5	37,833	****	
2	A2	57,700	****	
1	A1	118,833	****	
6	A6	1728,000		****

Duncan test; variable Ca (Anal H2O.sta)							
Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search)							
Error: Between MS = 13830,, df = 24,000							
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Ca Mean	1	2	3	4
9	A3	P2	0,205	****			
8	A3	P1	0,335	****			
12	A4	P2	0,405	****			
7	A3	C	0,510	****			
11	A4	P1	0,675	****			
19	A7	C	0,975	****			
21	A7	P2	0,985	****			
20	A7	P1	1,185	****			
10	A4	C	1,305	****			
24	A8	P2	7,295	****			
23	A8	P1	11,100	****			
15	A5	P2	18,200	****			
22	A8	C	23,500	****			
14	A5	P1	31,500	****			
6	A2	P2	43,700	****			
5	A2	P1	54,500	****			
13	A5	C	63,800	****			
4	A2	C	74,900	****			
3	A1	P2	83,900	****			
2	A1	P1	84,600	****			
1	A1	C	188,000	****			
18	A6	P2	743,000		****		
17	A6	P1	1361,000			****	
16	A6	C	3080,000				****

Anexo 23 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Mg (mg l⁻¹) em solução

Effect	Univariate Tests of Significance for Mg (Anal H2O.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	1841299	1	1841299	125,7184	0,000000
Tratamento	4352599	7	621800	42,4546	0,000000
Recipiente	419205	2	209602	14,3110	0,000081
Tratamento*Recipiente	1529250	14	109232	7,4580	0,000011
Error	351509	24	14646		

Cell No.	Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(2, 24)=14,311, p=,00008 Effective hypothesis decomposition					N
	Recipiente	Mg Mean	Mg Std.Err.	Mg -95,00%	Mg +95,00%	
1	C	324,8763	140,2356	25,97122	623,7813	16
2	P1	156,1663	64,7407	18,17469	294,1578	16
3	P2	106,5319	45,9886	8,50942	204,5543	16

Cell No.	Duncan test; variable Mg (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 14646,, df = 24,00			
	Recipiente	Mg Mean	1	2
3	P2	106,5319	****	
2	P1	156,1663	****	
1	C	324,8763		****

Cell No.	Tratamento*Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(14, 24)=7,4580, p=,00001 Effective hypothesis decomposition						N
	Tratamento	Recipiente	Mg Mean	Mg Std.Err.	Mg -95,00%	Mg +95,00%	
1	A1	C	11,400	2,6000	-21,64	44,436	2
2	A1	P1	5,900	2,5000	-25,87	37,666	2
3	A1	P2	5,600	2,0000	-19,81	31,012	2
4	A2	C	525,000	115,0000	-936,21	1986,214	2
5	A2	P1	450,000				2
6	A2	P2	350,000	20,0000	95,88	604,124	2
7	A3	C	0,075	0,0150	-0,12	0,266	2
8	A3	P1	0,090	0,0100	-0,04	0,217	2
9	A3	P2	0,115	0,0250	-0,20	0,433	2
10	A4	C	0,585	0,0150	0,39	0,776	2
11	A4	P1	0,500	0,0600	-0,26	1,262	2
12	A4	P2	0,430	0,0900	-0,71	1,574	2
13	A5	C	144,000	36,0000	-313,42	601,423	2
14	A5	P1	70,000	26,0000	-260,36	400,361	2
15	A5	P2	42,000	14,0000	-135,89	219,887	2
16	A6	C	235,000	35,0000	-209,72	679,717	2
17	A6	P1	92,000	22,0000	-187,54	371,537	2
18	A6	P2	56,000	14,0000	-121,89	233,887	2
19	A7	C	2,950	0,6500	-5,31	11,209	2
20	A7	P1	0,840	0,5600	-6,28	7,955	2
21	A7	P2	2,110	1,6900	-19,36	23,583	2
22	A8	C	1680,000	120,0000	155,26	3204,745	2
23	A8	P1	630,000	290,0000	-3054,80	4314,799	2
24	A8	P2	396,000	244,0000	-2704,31	3496,314	2

Cell No.	Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(7, 24)=42,455, p=,00000 Effective hypothesis decomposition				
	Tratamento	Mg Mean	Mg Std.Err.	Mg -95,00%	Mg +95,00%
1	A1	7,6333	1,5987	3,5238	11,743
2	A2	441,6667	44,0013	328,5578	554,776
3	A3	0,0933	0,0109	0,0654	0,121
4	A4	0,5050	0,0400	0,4022	0,608
5	A5	85,3333	22,6902	27,0064	143,660
6	A6	127,6667	36,3627	34,1934	221,140
7	A7	1,9667	0,6244	0,3615	3,572
8	A8	902,0000	269,9802	207,9937	1596,006

Cell No.	Duncan test; variable Mg (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 14646,, df = 24,00			
	Tratamento	Mg Mean	1	2
3	A3	0,0933	****	
4	A4	0,5050	****	
7	A7	1,9667	****	
1	A1	7,6333	****	
5	A5	85,3333	****	
6	A6	127,6667	****	
2	A2	441,6667		****
8	A8	902,0000		****

Cell No.	Duncan test; variable Mg (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = 14646,, df = 24,000									
	Tratamento	Recipiente	Mg Mean	1	2	3	4	5	6	7
7	A3	C	0,075	****						
8	A3	P1	0,090	****						
9	A3	P2	0,115	****						
12	A4	P2	0,430	****						
11	A4	P1	0,500	****						
10	A4	C	0,585	****						
20	A7	P1	0,840	****						
21	A7	P2	2,110	****						
19	A7	C	2,950	****						
3	A1	P2	5,600	****						
2	A1	P1	5,900	****						
1	A1	C	11,400	****						
15	A5	P2	42,000	****						
18	A6	P2	56,000	****						
14	A5	P1	70,000	****						
17	A6	P1	92,000	****	****					
13	A5	C	144,000	****	****	****				
16	A6	C	235,000	****	****	****	****			
6	A2	P2	350,000	****	****	****	****	****		
24	A8	P2	396,000			****	****	****	****	
5	A2	P1	450,000				****	****	****	
4	A2	C	525,000					****	****	
23	A8	P1	630,000						****	
22	A8	C	1680,000							****

Anexo 24 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Na (mg l⁻¹) em solução

Univariate Tests of Significance for Na (Anal H2O.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	232547,5	1	232547,5	169,9204	0,000000
Tratamento	154203,4	7	22029,1	16,0964	0,000000
Recipiente	15475,8	2	7737,9	5,6540	0,009729
Tratamento*Recipiente	30760,9	14	2197,2	1,6055	0,149111
Error	32845,6	24	1368,6		

Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(2, 24)=5,6540, p=,00973 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Recipiente	Na Mean	Na Std.Err.	Na -95,00%	Na +95,00%	N
1	C	93,65000	22,78503	45,08486	142,2151	16
2	P1	64,65000	14,88575	32,92178	96,3782	16
3	P2	50,51250	12,91504	22,98474	78,0403	16

Tratamento*Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(14, 24)=1,6055, p=,14911 Effective hypothesis decomposition							
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Na Mean	Na Std.Err.	Na -95,00%	Na +95,00%	N
1	A1	C	55,0000	1,00000	42,294	67,706	2
2	A1	P1	30,9000	9,10000	-84,726	146,526	2
3	A1	P2	36,0000	4,00000	-14,825	86,825	2
4	A2	C	53,0000	9,00000	-61,356	167,356	2
5	A2	P1	33,0000	7,00000	-55,943	121,943	2
6	A2	P2	32,0000	8,00000	-69,650	133,650	2
7	A3	C	17,5000	8,50000	-90,503	125,503	2
8	A3	P1	8,2000	4,60000	-50,249	66,649	2
9	A3	P2	5,5000	0,70000	-3,394	14,394	2
10	A4	C	26,0000	2,00000	0,588	51,412	2
11	A4	P1	21,5000	2,50000	-10,266	53,266	2
12	A4	P2	14,6000	6,00000	-61,637	90,837	2
13	A5	C	90,0000				2
14	A5	P1	60,0000	22,00000	-219,537	339,537	2
15	A5	P2	41,0000	17,00000	-175,005	257,005	2
16	A6	C	239,0000	29,00000	-129,480	607,480	2
17	A6	P1	140,0000	32,00000	-266,599	546,599	2
18	A6	P2	123,0000	57,00000	-601,254	847,254	2
19	A7	C	28,7000	27,30000	-318,179	375,579	2
20	A7	P1	104,6000	83,40000	-955,097	1164,297	2
21	A7	P2	30,0000	4,00000	-20,825	80,825	2
22	A8	C	240,0000	16,00000	36,701	443,299	2
23	A8	P1	119,0000	23,00000	-173,243	411,243	2
24	A8	P2	122,0000	40,00000	-386,248	630,248	2

Duncan test; variable Na (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1368,6, df = 24,00				
Cell No.	Tratamento	Na Mean	1	2 3
3	A3	10,4000	****	
4	A4	20,7000	****	****
2	A2	39,3333	****	****
1	A1	40,6333	****	****
7	A7	54,4333	****	****
5	A5	63,6667		****
8	A8	160,3333		****
6	A6	167,3333		****

Duncan test; variable Na (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1368,6, df = 24,00				
Cell No.	Recipiente	Na Mean	1	2
3	P2	50,51250	****	
2	P1	64,65000	****	
1	C	93,65000		****

Duncan test; variable Na (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = 1368,6, df = 24,00							
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Na Mean	1	2	3	4 5 6
9	A3	P2	5,5000	****			
8	A3	P1	8,2000	****			
12	A4	P2	14,6000	****	****		
7	A3	C	17,5000	****	****		
11	A4	P1	21,5000	****	****		
10	A4	C	26,0000	****	****		
19	A7	C	28,7000	****	****		
21	A7	P2	30,0000	****	****	****	
2	A1	P1	30,9000	****	****	****	
6	A2	P2	32,0000	****	****	****	
5	A2	P1	33,0000	****	****	****	
3	A1	P2	36,0000	****	****	****	****
15	A5	P2	41,0000	****	****	****	****
4	A2	C	53,0000	****	****	****	****
1	A1	C	55,0000	****	****	****	****
14	A5	P1	60,0000	****	****	****	****
13	A5	C	90,0000	****	****	****	****
20	A7	P1	104,6000		****	****	****
23	A8	P1	119,0000			****	****
24	A8	P2	122,0000				****
18	A6	P2	123,0000				****
17	A6	P1	140,0000				****
16	A6	C	239,0000				****
22	A8	C	240,0000				****

Anexo 25 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Cu (mg l⁻¹) em solução

Effect	Univariate Tests of Significance for Cu (Anal H2O.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	575,149	1	575,1490	61,35422	0,000000
Tratamento	3867,458	7	552,4941	58,93750	0,000000
Recipiente	105,472	2	52,7361	5,62564	0,009918
Tratamento*Recipiente	712,910	14	50,9222	5,43214	0,000151
Error	224,982	24	9,3742		

Cell No.	Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(2, 24)=5,6256, p=,00992 Effective hypothesis decomposition					
	Recipiente	Cu Mean	Cu Std.Err.	Cu -95,00%	Cu +95,00%	N
1	C	5,462188	3,660960	-2,34096	13,26534	16
2	P1	3,003500	2,186298	-1,65648	7,66348	16
3	P2	1,918938	1,356381	-0,97212	4,81000	16

Cell No.	Tratamento*Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(14, 24)=5,4321, p=,00015 Effective hypothesis decomposition						
	Tratamento	Recipiente	Cu Mean	Cu Std.Err.	Cu -95,00%	Cu +95,00%	N
1	A1	C	0,06950	0,043500	-0,4832	0,6222	2
2	A1	P1	0,03500	0,024000	-0,2699	0,3399	2
3	A1	P2	0,03450	0,028500	-0,3276	0,3966	2
4	A2	C	0,05150	0,031500	-0,3487	0,4517	2
5	A2	P1	0,04200	0,034000	-0,3900	0,4740	2
6	A2	P2	0,05200	0,033000	-0,3673	0,4713	2
7	A3	C	0,02100	0,015000	-0,1696	0,2116	2
8	A3	P1	0,01450	0,010500	-0,1189	0,1479	2
9	A3	P2	0,00800	0,002000	-0,0174	0,0334	2
10	A4	C	0,02550	0,014500	-0,1587	0,2097	2
11	A4	P1	0,02950	0,012500	-0,1293	0,1883	2
12	A4	P2	0,02000	0,018000	-0,2087	0,2487	2
13	A5	C	42,96000	1,140000	28,4749	57,4451	2
14	A5	P1	23,64000	9,320000	-94,7818	142,0618	2
15	A5	P2	15,03000	4,930000	-47,6116	77,6716	2
16	A6	C	0,28850	0,040500	-0,2261	0,8031	2
17	A6	P1	0,13800	0,082000	-0,9039	1,1799	2
18	A6	P2	0,08850	0,032500	-0,3245	0,5015	2
19	A7	C	0,14200	0,013000	-0,0232	0,3072	2
20	A7	P1	0,08550	0,047500	-0,5180	0,6890	2
21	A7	P2	0,06000	0,028000	-0,2958	0,4158	2
22	A8	C	0,13950	0,037500	-0,3370	0,6160	2
23	A8	P1	0,04350	0,021500	-0,2297	0,3167	2
24	A8	P2	0,05850	0,043500	-0,4942	0,6112	2

Cell No.	Duncan test; variable Cu (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 9,3742, df = 24,000		
	Tratamento	Cu Mean	1 2
3	A3	0,01450	****
4	A4	0,02500	****
1	A1	0,04633	****
2	A2	0,04850	****
8	A8	0,08050	****
7	A7	0,09583	****
6	A6	0,17167	****
5	A5	27,21000	****

Cell No.	Duncan test; variable Cu (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 9,3742, df = 24,000		
	Recipiente	Cu Mean	1 2
3	P2	1,918938	****
2	P1	3,003500	****
1	C	5,462188	****

Cell No.	Duncan test; variable Cu (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search) Error: Between MS = 9,3742, df = 24,000						
	Tratamento	Recipiente	Cu Mean	1	2	3	4
9	A3	P2	0,00800	****			
8	A3	P1	0,01450	****			
12	A4	P2	0,02000	****			
7	A3	C	0,02100	****			
10	A4	C	0,02550	****			
11	A4	P1	0,02950	****			
3	A1	P2	0,03450	****			
2	A1	P1	0,03500	****			
5	A2	P1	0,04200	****			
23	A8	P1	0,04350	****			
4	A2	C	0,05150	****			
6	A2	P2	0,05200	****			
24	A8	P2	0,05850	****			
21	A7	P2	0,06000	****			
1	A1	C	0,06950	****			
20	A7	P1	0,08550	****			
18	A6	P2	0,08850	****			
17	A6	P1	0,13800	****			
22	A8	C	0,13950	****			
19	A7	C	0,14200	****			
16	A6	C	0,28850	****			
15	A5	P2	15,03000		****		
14	A5	P1	23,64000			****	
13	A5	C	42,96000				****

Anexo 26 - Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Zn (mg l⁻¹) em solução

Effect	Univariate Tests of Significance for Zn (Anal H2O.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition				
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	106,5290	1	106,5290	88,50937	0,000000
Tratamento	289,0268	7	41,2895	34,30531	0,000000
Recipiente	7,3931	2	3,6966	3,07128	0,064919
Tratamento*Recipiente	46,2556	14	3,3040	2,74509	0,014357
Error	28,8862	24	1,2036		

Cell No.	Duncan test; variable Zn (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = 1,2036, df = 24,000				
	Tratamento	Zn Mean	1	2	3
	3	A3	0,008500	****	
4	A4	0,009667	****		
2	A2	0,082667	****		
8	A8	0,082667	****		
7	A7	0,090833	****		
1	A1	0,420333	****		
6	A6	4,440000		****	
5	A5	6,783333			****

Tratamento*Recipiente: Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(14, 24)=2,7451, p=.01436 Effective hypothesis decomposition							
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Zn	Zn	Zn	Zn	N
			Mean	Std.Err.	-95,00%	+95,00%	
1	A1	C	0,780000	0,243000	-2,3076	3,86761	2
2	A1	P1	0,196000	0,099000	-1,0619	1,45391	2
3	A1	P2	0,285000	0,141000	-1,5066	2,07657	2
4	A2	C	0,025000	0,025000	-0,2927	0,34266	2
5	A2	P1	0,026500	0,026500	-0,3102	0,36321	2
6	A2	P2	0,196500	0,023500	-0,1021	0,49510	2
7	A3	C	0,000000				2
8	A3	P1	0,025500	0,025500	-0,2985	0,34951	2
9	A3	P2	0,000000				2
10	A4	C	0,000000				2
11	A4	P1	0,027000	0,027000	-0,3161	0,37007	2
12	A4	P2	0,002000	0,002000	-0,0234	0,02741	2
13	A5	C	6,490000	0,910000	-5,0726	18,05265	2
14	A5	P1	8,500000	2,660000	-25,2985	42,29850	2
15	A5	P2	5,360000	1,720000	-16,4947	27,21467	2
16	A6	C	8,205000	0,385000	3,3131	13,09689	2
17	A6	P1	2,925000	1,505000	-16,1978	22,04784	2
18	A6	P2	2,190000	1,030000	-10,8974	15,27739	2
19	A7	C	0,164000	0,015000	-0,0266	0,35459	2
20	A7	P1	0,071500	0,071500	-0,8370	0,97999	2
21	A7	P2	0,037000	0,037000	-0,4331	0,50713	2
22	A8	C	0,143500	0,054500	-0,5490	0,83599	2
23	A8	P1	0,056500	0,053500	-0,6233	0,73628	2
24	A8	P2	0,048000	0,048000	-0,5619	0,65790	2

Anexo 27 - Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Fe (mg l⁻¹) em solução

Univariate Tests of Significance for Fe (Anal H2O.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	25,26771	1	25,26771	20,50091	0,000138
Tratamento	78,91082	7	11,27297	9,14631	0,000017
Recipiente	6,22377	2	3,11188	2,52482	0,101122
Tratamento*Recipiente	41,64067	14	2,97433	2,41322	0,027921
Error	29,58040	24	1,23252		

Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta)						
Current effect: F(2, 24)=2,5248, p=,10112						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Recipiente	Fe Mean	Fe Std.Err.	Fe -95,00%	Fe +95,00%	N
1	C	1,229875	0,720289	-0,305385	2,765135	16
2	P1	0,534437	0,255175	-0,009456	1,078331	16
3	P2	0,412312	0,204006	-0,022515	0,847140	16

Duncan test; variable Fe (Anal H2O.sta)			
Homogenous Groups, alpha = ,05000			
Error: Between MS = 1,2325, df = 24,000			
Cell No.	Recipiente	Fe Mean	1
3	P2	0,412312	****
2	P1	0,534437	****
1	C	1,229875	****

Tratamento*Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta)							
Current effect: F(14, 24)=2,4132, p=,02792							
Effective hypothesis decomposition							
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Fe Mean	Fe Std.Err.	Fe -95,00%	Fe +95,00%	N
1	A1	C	0,393000	0,066000	-0,4456	1,23161	2
2	A1	P1	0,025500	0,025500	-0,2985	0,34951	2
3	A1	P2	0,029500	0,029500	-0,3453	0,40433	2
4	A2	C	0,000000				2
5	A2	P1	0,000000				2
6	A2	P2	0,000000				2
7	A3	C	0,000000				2
8	A3	P1	0,000000				2
9	A3	P2	0,000000				2
10	A4	C	0,000000				2
11	A4	P1	0,000000				2
12	A4	P2	0,000000				2
13	A5	C	0,677500	0,121500	-0,8663	2,22130	2
14	A5	P1	1,562000	0,704000	-7,3832	10,50717	2
15	A5	P2	1,193000	0,317000	-2,8349	5,22087	2
16	A6	C	7,925000	3,225000	-33,0525	48,90251	2
17	A6	P1	2,217000	1,423000	-15,8639	20,29793	2
18	A6	P2	1,817000	1,208000	-13,5321	17,16610	2
19	A7	C	0,320500	0,135500	-1,4012	2,04219	2
20	A7	P1	0,230500	0,230500	-2,6983	3,15928	2
21	A7	P2	0,114500	0,114500	-1,3404	1,56936	2
22	A8	C	0,523000	0,354000	-3,9750	5,02100	2
23	A8	P1	0,240500	0,240500	-2,8153	3,29634	2
24	A8	P2	0,144500	0,144500	-1,6915	1,98055	2

Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta)						
Current effect: F(7, 24)=9,1463, p=,00002						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	Fe Mean	Fe Std.Err.	Fe -95,00%	Fe +95,00%	N
1	A1	0,149333	0,079559	-0,055180	0,353846	6
2	A2	0,000000				6
3	A3	0,000000				6
4	A4	0,000000				6
5	A5	1,144167	0,258923	0,478585	1,809749	6
6	A6	3,986333	1,575531	-0,063698	8,036364	6
7	A7	0,221833	0,084036	0,005811	0,437855	6
8	A8	0,302667	0,136983	-0,049459	0,654792	6

Duncan test; variable Fe (Anal H2O.sta)			
Homogenous Groups, alpha = ,05000			
Error: Between MS = 1,2325, df = 24,000			
Cell No.	Tratamento	Fe Mean	1 2
2	A2	0,000000	****
3	A3	0,000000	****
4	A4	0,000000	****
1	A1	0,149333	****
7	A7	0,221833	****
8	A8	0,302667	****
5	A5	1,144167	****
6	A6	3,986333	****

Duncan test; variable Fe (Anal H2O.sta)				
Homogenous Groups, alpha = ,05000 (Non-Exhaustive Search)				
Error: Between MS = 1,2325, df = 24,000				
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Fe Mean	1 2
9	A3	P2	0,000000	****
12	A4	P2	0,000000	****
11	A4	P1	0,000000	****
4	A2	C	0,000000	****
5	A2	P1	0,000000	****
6	A2	P2	0,000000	****
7	A3	C	0,000000	****
8	A3	P1	0,000000	****
10	A4	C	0,000000	****
2	A1	P1	0,025500	****
3	A1	P2	0,029500	****
21	A7	P2	0,114500	****
24	A8	P2	0,144500	****
20	A7	P1	0,230500	****
23	A8	P1	0,240500	****
19	A7	C	0,320500	****
1	A1	C	0,393000	****
22	A8	C	0,523000	****
13	A5	C	0,677500	****
15	A5	P2	1,193000	****
14	A5	P1	1,562000	****
18	A6	P2	1,817000	****
17	A6	P1	2,217000	****
16	A6	C	7,925000	****

Anexo 28 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em Mn (mg l⁻¹) em solução

Univariate Tests of Significance for Mn (Anal H2O.sta) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	53,7020	1	53,70197	93,13760	0,000000
Tratamento	100,7815	7	14,39736	24,96994	0,000000
Recipiente	8,3452	2	4,17261	7,23673	0,003472
Tratamento*Recipiente	11,0199	14	0,78713	1,36516	0,243423
Error	13,8381	24	0,57659		

Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(2, 24)=7,2367, p=,00347 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Recipiente	Mn Mean	Mn Std.Err.	Mn -95,00%	Mn +95,00%	N
1	C	1,625375	0,557042	0,438069	2,812681	16
2	P1	0,912187	0,391784	0,077119	1,747256	16
3	P2	0,635625	0,244351	0,114804	1,156446	16

Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(7, 24)=24,970, p=,00000 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	Mn Mean	Mn Std.Err.	Mn -95,00%	Mn +95,00%	N
1	A1	0,523667	0,125908	0,200010	0,847323	6
2	A2	0,370167	0,065624	0,201474	0,538860	6
3	A3	0,038667	0,011474	0,009173	0,068161	6
4	A4	0,051500	0,011093	0,022985	0,080015	6
5	A5	4,696667	0,909042	2,359899	7,033434	6
6	A6	1,513667	0,377087	0,544335	2,482999	6
7	A7	0,334833	0,087072	0,111007	0,558659	6
8	A8	0,932667	0,332001	0,079230	1,786103	6

Duncan test; variable Mn (Anal H2O.sta) Homogenous Groups, alpha = ,05000 Error: Between MS = ,57659, df = 24,00					
Cell No.	Tratamento	Mn Mean	1	2	3
3	A3	0,038667	****		
4	A4	0,051500	****		
7	A7	0,334833	****		
2	A2	0,370167	****		
1	A1	0,523667	****		
8	A8	0,932667	****	****	
6	A6	1,513667		****	
5	A5	4,696667			****

Tratamento*Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta) Current effect: F(14, 24)=1,3652, p=,24342 Effective hypothesis decomposition							
Cell No.	Tratamento	Recipiente	Mn Mean	Mn Std.Err.	Mn -95,00%	Mn +95,00%	N
1	A1	C	0,850000	0,203000	-1,7294	3,42936	2
2	A1	P1	0,412500	0,173500	-1,7920	2,61703	2
3	A1	P2	0,308500	0,036500	-0,1553	0,77228	2
4	A2	C	0,507500	0,173500	-1,6970	2,71203	2
5	A2	P1	0,248000	0,020000	-0,0061	0,50212	2
6	A2	P2	0,355000	0,009000	0,2406	0,46936	2
7	A3	C	0,038000	0,022000	-0,2415	0,31754	2
8	A3	P1	0,039000	0,023000	-0,2532	0,33124	2
9	A3	P2	0,039000	0,031000	-0,3549	0,43289	2
10	A4	C	0,059000	0,026000	-0,2714	0,38936	2
11	A4	P1	0,048500	0,024500	-0,2628	0,35980	2
12	A4	P2	0,047000	0,022000	-0,2325	0,32654	2
13	A5	C	6,470000	2,110000	-20,3401	33,28009	2
14	A5	P1	4,660000	1,160000	-10,0792	19,39920	2
15	A5	P2	2,960000	0,660000	-5,4261	11,34610	2
16	A6	C	2,635000	0,165000	0,5385	4,73152	2
17	A6	P1	1,061500	0,368500	-3,6207	5,74374	2
18	A6	P2	0,844500	0,245500	-2,2749	3,96387	2
19	A7	C	0,582500	0,069500	-0,3006	1,46558	2
20	A7	P1	0,250500	0,111500	-1,1662	1,66724	2
21	A7	P2	0,171500	0,036500	-0,2923	0,63528	2
22	A8	C	1,861000	0,471000	-4,1236	7,84562	2
23	A8	P1	0,577500	0,276500	-2,9358	4,09077	2
24	A8	P2	0,359500	0,196500	-2,1373	2,85627	2

Anexo 29 – Análise de variância para testar o efeito do tratamento/adubo no teor em B (mg l⁻¹) em solução

Univariate Tests of Significance for B (Anal H2O.sta)					
Sigma-restricted parameterization					
Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	15906,08	1	15906,08	24,35435	0,000049
Tratamento	31998,75	7	4571,25	6,99920	0,000136
Recipiente	650,84	2	325,42	0,49826	0,613734
Tratamento*Recipiente	2324,98	14	166,07	0,25428	0,994819
Error	15674,65	24	653,11		

Recipiente; Weighted Means (Anal H2O.sta)						
Current effect: F(2, 24)=,49826, p=,61373						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Recipiente	B Mean	B Std.Err.	B -95,00%	B +95,00%	N
1	C	23,29917	8,033074	6,17708	40,42126	16
2	P1	16,58675	9,667406	-4,01884	37,19234	16
3	P2	14,72534	7,094900	-0,39708	29,84776	16

Duncan test; variable B (Anal H2O.sta)			
Homogenous Groups, alpha = ,05000			
Error: Between MS = 653,11, df = 24,000			
Cell No.	Recipiente	B Mean	1
3	P2	14,72534	****
2	P1	16,58675	****
1	C	23,29917	****

Tratamento; Weighted Means (Anal H2O.sta)						
Current effect: F(7, 24)=6,9992, p=,00014						
Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Tratamento	B Mean	B Std.Err.	B -95,00%	B +95,00%	N
1	A1	10,06125	1,88754	5,20917	14,9133	6
2	A2	0,27038	0,05246	0,13553	0,4052	6
3	A3	0,09625	0,03513	0,00594	0,1866	6
4	A4	0,11301	0,03613	0,02012	0,2059	6
5	A5	9,79664	1,54682	5,82041	13,7729	6
6	A6	75,31302	22,06160	18,60188	132,0242	6
7	A7	4,18331	4,02981	-6,17566	14,5423	6
8	A8	45,79618	10,61924	18,49856	73,0938	6

Duncan test; variable B (Anal H2O.sta)			
Homogenous Groups, alpha = ,05000			
Error: Between MS = 653,11, df = 24,000			
Cell No.	Tratamento	B Mean	1 2
3	A3	0,09625	****
4	A4	0,11301	****
2	A2	0,27038	****
7	A7	4,18331	****
5	A5	9,79664	****
1	A1	10,06125	****
8	A8	45,79618	****
6	A6	75,31302	****