



**FERTILIZANTE DE LIBERAÇÃO LENTA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE
Lupinus albescens Hook. & Arn.**

**SLOW RELEASE FERTILIZER IN THE INITIAL DEVELOPMENT OF
Lupinus albescens Hook. & Arn.**

Luciana Pinto Paim^{1*}, Eduarda Demari Avrella², Marília Lazarotto³, Claudimar Sidnei Fior⁴

¹ Colégio Agrícola Municipal Dr. Luiz Martins Bastos, Uruguaiana, Rio Grande do Sul, Brasil.

² Autônoma, Tenente Portela, Rio Grande do Sul, Brasil.

³ Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Centro de Engenharias, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Horticultura e Silvicultura, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

*Autor correspondente: Luciana Pinto Paim. E-mail: lucianappaim@bol.com.br.

Resumo

Lupinus albescens é uma espécie herbácea que vegeta solos arenosos pobres e afetados pela arenização no Rio Grande do Sul, entretanto, faltam informações sobre o manejo da fertilidade na produção das suas mudas. Assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de *Lupinus albescens* submetidas a doses de fertilizante de liberação lenta. Sementes foram escarificadas entre lixas, após semeadas em tubetes de polietileno com substrato composto por areia, casca de arroz carbonizada e pó de coco. Os tratamentos foram cinco doses de fertilizante de liberação lenta, com quatro repetições de 12 plantas. Avaliou-se a fase inicial de emergência e de formação de plântulas e após 45 dias, a fase de pós emergência (parte aérea e sistema radicular). Os resultados evidenciaram a dose de 4 g L⁻¹, como a mais adequada para o desenvolvimento inicial das mudas de *Lupinus albescens* no período de 60 dias de cultivo, devido a maior sobrevivência, redução de gastos e menor impacto ambiental.

Palavras-chave: tremoço-nativo, produção de mudas, recuperação de áreas degradadas.

Abstract

Lupinus albescens is an herbaceous species that vegetates poor sandy soils affected by sandstones in Rio Grande do Sul, however, information on fertility management in the production of its seedlings is lacking. Thus, the objective was to evaluate the initial development of *Lupinus albescens* plants submitted to slow release fertilizer doses. Seeds were scarified between sandpaper, after being sown in polyethylene tubes with a substrate composed of sand, carbonized rice husk and coconut powder. The treatments were five doses of slow-release fertilizer, with four replications of 12 plants. The initial phase of emergence and seedling formation was evaluated and after 45 days, the post-emergence phase (aerial part and root system). The results showed the dose of 4 g L⁻¹, as the most adequate for the initial development of *Lupinus albescens* seedlings in the period of 60 days of cultivation, due to greater survival, reduced costs and less environmental impact.

Keywords: native lupine, seedling production, recovery of degraded areas.



INTRODUÇÃO

O bioma Pampa vem perdendo área de vegetação nativa para a expansão de lavouras, pastagens cultivadas e silvicultura de espécies exóticas. Associado a isso, tem se percebido forte impacto de degradação dos núcleos de arenização nas áreas da região sudoeste do Rio Grande do Sul [1]. Esses fatores têm contribuído para a extinção de espécies vegetais nativas, muitas delas de alta rusticidade (com pilosidade nas folhas, raízes profundas e nódulos ativos etc.), fato agravante, pois, segundo [2], nesta fitofisionomia encontra-se uma grande diversidade de espécies campestres.

Há uma crescente procura por possibilidades de recuperação dessas áreas degradadas a partir de espécies nativas. Em função disso, cabe destacar as do gênero *Lupinus* (Fabaceae), muitas delas adaptadas a solos pobres em nutrientes, além de altamente tolerantes a ambientes com baixa disponibilidade hídrica [3, 4]. Dentre elas, destaca-se o *Lupinus albescens*, uma herbácea nativa conhecida popularmente como tremoço-nativo.

Essa espécie apresenta adaptação a locais de condições extremas, como solos de textura essencialmente arenosa e afetados pelo fenômeno de arenização, que está sob intensa ação de processos erosivos (eólicos e hídricos), resultando em solos com baixos teores nutricionais, baixa disponibilidade hídrica e pH ácido [5]. Devido a isso, a espécie desenvolveu características peculiares, como um sistema radicular profundo (até 150 cm de comprimento), boa produção de biomassa e simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio [6].

O uso de plantas nativas que ocorrem naturalmente sobre as áreas com condições edafoclimáticas adversas torna-se uma alternativa importante para acelerar os processos de recomposição dos locais degradados. No entanto, são restritas as informações sobre as técnicas de produção de mudas, e mais especificamente às suas exigências nutricionais. O adequado manejo da nutrição beneficia o desenvolvimento das mudas, além de reduzir despesas de produção pelo menor tempo de permanência no viveiro [7, 8].

Durante a etapa de produção das mudas, o emprego de fertilizantes de liberação lenta tem facilitado o manejo em viveiros, reduzindo a mão de obra e favorecendo o crescimento das plantas devido a sua forma de disponibilizar os nutrientes [9]. Neste tipo de fertilizante, a fonte de nutrientes é encapsulada em resina que, por efeito da temperatura, se dilata e se contrai, permitindo a liberação gradual dos nutrientes no substrato, propiciando uma disponibilidade contínua para as plantas [10, 11].

Em comparação aos produtos não encapsulados, os fertilizantes de liberação lenta destacam-se por minimizar os custos investidos, dispensar a aplicação em cobertura nas culturas e diminuir as práticas de manejo, além de evitar problemas como a queima das raízes por excesso de adubação e a deficiência de nutrientes nas mudas [10, 12, 13]. Além disso, esse tipo de fertilizante vem sendo testado em viveiros e no plantio definitivo, para amenizar as perdas por lixiviação, resultando na formação de mudas mais vigorosas [14].

Tais informações sobre estes fertilizantes de liberação lenta evidenciam a sua importância para a produção e o desenvolvimento das mudas, além do mais, podem atuar na redução das dificuldades de fertilização das plantas que são enfrentadas no ambiente de implantação a campo, como o seu transporte, o parcelamento das doses, o exagero e/ou a insuficiência de adubação, dentre outros. Portanto, torna-se um importante insumo nos trabalhos voltados as técnicas de manejo para a produção de mudas.

Na literatura encontram-se trabalhos iniciais que foram realizados para a caracterização de frutos e sementes de *Lupinus albescens*, bem como germinação e formação de plântulas [5, 15], no entanto, ainda faltam informações sobre o manejo de adubação das mudas até o estabelecimento a campo. Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de plantas de *Lupinus albescens* submetidas a doses de fertilizante de liberação lenta, visando a produção de mudas para recuperação de áreas degradadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Frutos de *Lupinus albescens* foram coletados em novembro de 2017, em uma população com mais de 20 plantas matrizes *in situ*, as quais situavam-se em uma área em processo de arenização na Fazenda Cerro do Tigre, no município de Alegrete, RS (29°39'29.83" S latitude e 55°24'02.40" W de longitude) (Figura 1).

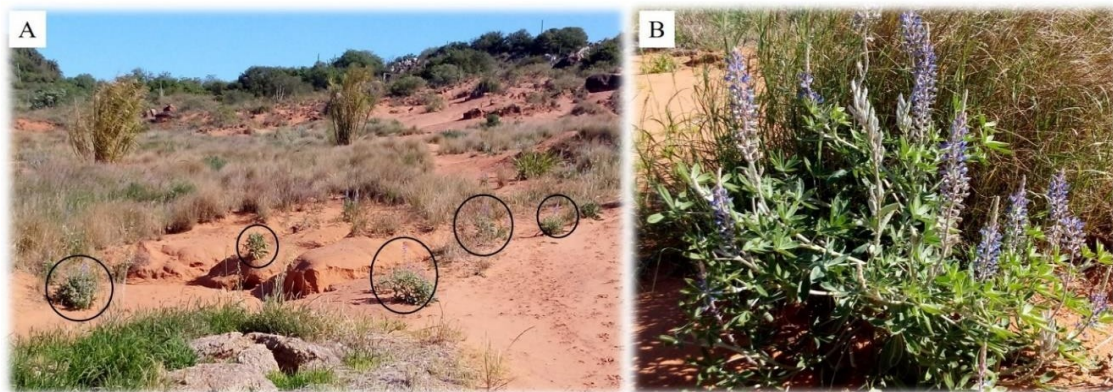


Figura 1. Exemplares de *Lupinus albescens* em área arenizada pertencente a Fazenda Cerro do Tigre no município de Alegrete/RS (A) e um exemplar da espécie em fase de florescimento e formação de frutos (B).

O material foi transportado ao Laboratório de Biotecnologia do Departamento de Horticultura e Silvicultura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre, RS. Os frutos foram dispostos sobre bancadas em casa de vegetação para término da sua deiscência; após realizou-se o processo de beneficiamento, por meio do recolhimento manual das sementes, e a sua homogeneização em apenas um lote, conforme recomendações de [15].

As sementes foram submetidas ao tratamento pré-germinativo, anteriormente à semeadura no recipiente, sendo esse tratamento baseado no método de escarificação mecânica entre lixas para massa nº 120, durante o tempo de 40 segundos [15].



A semeadura consistiu em três sementes em cada tubete de polietileno (55 cm³) cônico, com seis estrias internas e salientes. Como substrato, utilizou-se uma formulação composta por proporções volumétricas iguais de areia, casca de arroz carbonizada e pó de coco (mesocarpo de coco triturado). Uma alíquota de aproximadamente três litros da mistura foi analisada separadamente no Laboratório de Substratos da Faculdade de Agronomia da UFRGS. De acordo com a análise, o substrato apresentou densidade úmida de 722,32 kg m⁻³; densidade seca de 581,82 kg m⁻³; umidade de 19,51 %; porosidade total de 71,34 %; espaço de aeração de 28,27 %; água disponível de 30,59 %; água facilmente disponível de 28,31 %; água tamponante de 2,28 %; água remanescente de 12,48 %; pH (H₂O) de 6,02 e 0,32 mS cm⁻¹ de condutividade elétrica.

Os tratamentos consistiram em cinco doses únicas (0, 2, 4, 6 e 8 g L⁻¹) de fertilizante de liberação lenta (Basacote Mini 6M – 13-6-16 + 2Mg + 29,9S + 0,26Fe + 0,02B + 0,02Zn + 0,05Cu + 0,06Mn + 0,015Mo), as quais foram incorporadas ao substrato antes do preenchimento dos tubetes. As bandejas com os tubetes foram mantidas em casa de vegetação sob temperatura de 26,3°C e umidade de 74,7 %, com sistema de irrigação do tipo microaspersão, por meio da lâmina de água de 4 mm⁻¹ dia, distribuída em quatro turnos diários de irrigação.

As avaliações referentes à fase inicial de emergência e de formação de plântulas normais, consistiram na contagem a cada dois dias, sendo encerrada quando, em três avaliações consecutivas, não houve nova emergência e formação de plântula, o que ocorreu aproximadamente ao 45º dia após a instalação do experimento. As plântulas consideradas emergidas foram as que apresentaram os cotilédones acima da superfície do substrato; e a formação de plântulas, quando houve a abertura de uma folha digitada, associada à visualização de raiz no orifício basal do tubete. Com base nesses valores, foram determinados o tempo médio de emergência (TME) e de formação de plântulas (TMP), além do índice de velocidade de emergência (IVE), o qual foi calculado pela equação de [16], modificada por [17].

Na fase de pós-emergência das mudas, aos 45 dias, realizou-se o processo de desbaste, permanecendo apenas a plântula que apresentava maior vigor, mediante avaliação visual. Após o desbaste, avaliaram-se quinzenalmente as variáveis de altura (cm), diâmetro do colo (mm) e o percentual de sobrevivência.

No término do experimento, aos 60 dias, foram computadas as variáveis de percentual de sobrevivência, altura, diâmetro do colo, relação entre altura e diâmetro do colo (H/DC), comprimento de raiz (cm), percentual de plantas com presença de nódulos nas raízes (mesmo sem a inoculação de microrganismos), massa fresca (g) e seca (g) da parte aérea e do sistema radicular, e o volume total de raízes (cm³) conforme [18].

Além disso, no fim do estudo, avaliou-se também a estabilidade do torrão, formado pelo substrato e as raízes no interior do tubete. Esse processo foi realizado pela retirada da planta do tubete, tendo como referência a estabilidade de agregação do conjunto, determinada de acordo com uma escala de notas. A escala de notas consistiu em: 1 - torrão totalmente retido no tubete; 3 - 1/3 do torrão é destacado e 2/3 permanecem retidos no tubete; 5 - metade do torrão



permanece retido no tubete; 7 - 2/3 do torrão é destacado e 1/3 permanecem retidos no tubete e 9 - todo torrão é destacado, de forma integral.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), composto por cinco doses de fertilizante de liberação lenta, distribuídas aleatoriamente em quatro repetições de doze plantas por parcela, totalizando 240 plantas.

Os dados foram conduzidos ao teste de normalidade de Bartlett e, após atendidos os pressupostos da análise de variância foram submetidos à ANOVA e a regressão polinomial, empregando-se os recursos do software SigmaPlot 11.0. Os dados referentes à massa fresca e seca de parte aérea não atenderam aos pressupostos da ANOVA, sendo transformados para \sqrt{x} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fase inicial de emergência das plântulas

A análise de variância referente à etapa inicial de desenvolvimento (45 dias) das plântulas de *Lupinus albescens* não mostrou diferenças significativas entre as cinco doses de fertilizante de liberação lenta, para as variáveis de percentual de emergência e de formação de plântulas, tempo médio de emergência e de formação de plântulas, assim como para o índice de velocidade de emergência (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância do percentual de emergência (E) e de formação de plântulas (FP), do tempo médio de emergência (TME) e de formação de plântulas (TMP), bem como, para o índice de velocidade de emergência (IVE) de plântulas de *Lupinus albescens*, cultivadas em cinco doses de fertilizante de liberação lenta.

Variáveis	Valor p	Média Geral	Coefficiente de variação (%)
E (%)	p = 0,3981 ^{ns}	62,64	13,49
FP (%)	p = 0,3981 ^{ns}	62,64	13,49
TME (dias)	p = 0,5180 ^{ns}	14,17	25,05
TMP (dias)	p = 0,4610 ^{ns}	15,98	16,67
IVE	p = 0,2080 ^{ns}	3,44	27,22

Ao que tudo indica, a espécie não respondeu às doses de fertilizante de liberação lenta nesta etapa devido à presença e a disponibilidade de reservas das sementes (cotilédones). Pois, a germinação da família Fabaceae é epígea, cujos cotilédones são responsáveis por disponibilizar substâncias de reserva (carboidratos, proteínas e lipídeos), além de minerais, hormônios e fotoassimilados de alta relevância para o desenvolvimento e o estabelecimento das plântulas [19].

Além disso, outro fator que pode ter interferido é o fato de as plântulas recém germinadas possuírem um sistema radicular frágil e em desenvolvimento, dificultando a absorção e o aproveitamento dos nutrientes que são disponibilizados pelos fertilizantes. Uma vez que, o período



que compreende desde a semeadura até o estabelecimento das plântulas é considerado um dos mais críticos, devido a vulnerabilidade durante essa fase de vida do vegetal.

Nesta fase inicial de emergência da espécie de *Lupinus albus*, observa-se que não há necessidade de realizar a aplicação de fertilizante de liberação lenta. O que é relevante no processo de produção das mudas, pois contribui na redução dos custos e no tempo de preparação, além de ser sustentável por minimizar o uso de compostos químicos. Além do mais, há uma grande dificuldade em encontrar espécies nativas do local degradado com diversas aptidões, principalmente aquelas que não necessitam do uso de aporte nutricional para o início de seu desenvolvimento. Desse modo, evidencia-se a importância de estudos que selecionem espécies vegetais com tais características, para a recomposição de áreas adversas [20].

Fase de pós-emergência das plantas

O crescimento em altura e o diâmetro do colo das plantas apresentaram tendência quadrática positiva ao longo do período de 60 dias de cultivo para a dose de 0 g L⁻¹, apesar disso, observou-se para as demais doses um elevado crescimento dessas variáveis (Figura 2A e 2B). Isto demonstra que houve crescimento e desenvolvimento da espécie sem adubação, porém, de forma mais lenta em comparação com as plantas que foram fertilizadas.

Em vista disso, verificou-se que a utilização do fertilizante de liberação lenta no estágio pós-emergência tornou-se importante para o desenvolvimento das mudas de *Lupinus albus*. Pois, à medida que as plantas foram adubadas, as variáveis de altura e diâmetro do colo cresceram na mesma proporção, destacando-se a dose 8 g L⁻¹ (Figura 2A e 2B).

A relação entre altura e o diâmetro do colo (H/DC) não apresentou variâncias significativas para todas as doses de fertilizante de liberação lenta testadas, no decorrer de 60 dias (Figura 2C). Para o percentual de sobrevivência das mudas, houve uma tendência linear negativa para as doses de 0 e 8 g L⁻¹ (Figura 2D). Desfavoravelmente, estas doses mostraram as menores médias de sobrevivência, com 60 e 64 % respectivamente, entre os tratamentos, ao longo de 60 dias. Ao passo que, os dados referentes às demais doses de fertilizante não aderiram às regressões significativas no decorrer das análises (Figura 2D).

Salienta-se que os fertilizantes de liberação lenta são vantajosos, pois permitem que os nutrientes sejam liberados de maneira contínua, diminuindo riscos de deficiência e beneficiando o crescimento das plantas [21]. Tal característica proporciona uma das alternativas mais eficientes para aumentar o efeito da absorção de nutrientes [10], durante o desenvolvimento das espécies.

No período de formação das mudas, os fatores como substrato, recipiente e irrigação precisam estar aliados a um fertilizante de qualidade, pois, conforme [22], o uso de doses adequadas com mecanismos de liberação controlada de nutrientes pode diminuir as perdas por lixiviação e volatilização. Além de manter a sincronia de liberação de nutrientes ao longo do crescimento das plantas, esses fertilizantes podem proporcionar economia pelo menor uso de mão de obra e única aplicação durante o ano [23].

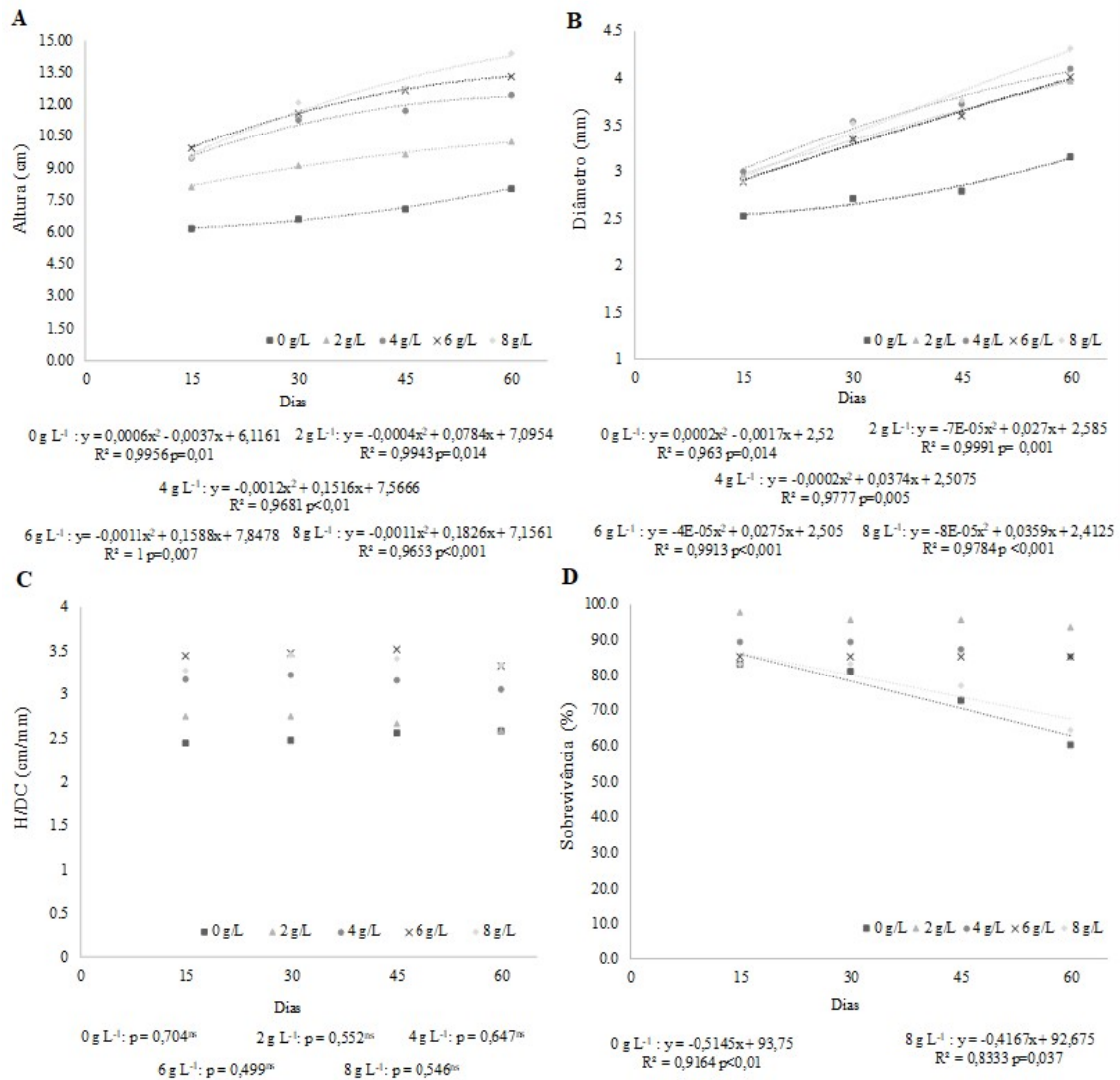


Figura 2. Altura (A), diâmetro do colo (B), relação entre altura e diâmetro do colo (C) e o percentual de sobrevivência (D) das mudas de *Lupinus albescens*, submetidas a cinco doses de fertilizante de liberação lenta, ao longo de 60 dias de cultivo.

Em relação às análises ao final dos 60 dias de cultivo, verificou-se que as mudas de *Lupinus albescens* apresentaram alturas superiores na dose de 8 g L⁻¹, com média de 14,42 cm, entretanto, para o comprimento de raiz não houve variância significativa (Figura 3A).

Demais trabalhos também demonstraram a eficácia de fertilizantes especificados como de liberação lenta no crescimento das mudas. Como por exemplo, em fabáceas como a *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr., *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Vell.) S.F. Blake e a *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., as quais cresceram mais em altura quando usadas doses elevadas de fertilizante de liberação controlada, como de 7,8 g L⁻¹, 8 g L⁻¹ e 10 g L⁻¹, respectivamente [24, 25, 26].

Para o diâmetro do colo das plantas foi identificado um ajuste de regressão linear crescente para as doses de fertilizante de liberação lenta, com média de 4,31 mm na dosagem mais elevada (8 g L⁻¹), ao fim de 60 dias de condução do experimento (Figura 3B). Algumas espécies como a *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. e a *Schizolobium parahyba* var.

Amazonicum também responderam positivamente ao incremento do diâmetro, devido à aplicação de doses altas de 10 g L⁻¹ e 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação controlada, de modo respectivo [27, 25].

Um dos parâmetros utilizados para avaliar a qualidade das mudas é a relação entre altura e o diâmetro do colo, em virtude de assegurar maior resistência e fixação no solo, além de representar o acúmulo de reservas nas plantas [22]. Para as mudas de *Lupinus albescens* pode ser verificado que essa relação evidenciou uma amplitude entre os índices observados de 2,58 a 3,34. O maior índice foi obtido para a dose de 8 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta, no término de 60 dias do experimento (Figura 3C). Tal índice indica a capacidade de sobrevivência das plantas com uma relação adequada entre diâmetro do colo e a altura, quando transferidas ao campo em plantio definitivo [28].

O volume de raízes das mudas apresentou uma dose de máxima resposta de 4,57 g L⁻¹ de fertilizante, dentre os tratamentos testados, após 60 dias de cultivo (Figura 3C). Salienta-se que o sistema radicular é uma variável importante na produção de mudas, pois, conforme [29], raízes bem desenvolvidas aumentam a resistência das plantas, assim como o potencial produtivo e a capacidade de adaptação às condições adversas do ambiente.

Segundo [9], as plantas que possuem uma maior quantidade de raízes são favorecidas, pois maior será a sua absorção de nutrientes e água pelo sistema radicular, refletindo diretamente na aceleração das taxas de crescimento. De modo semelhante, as espécies de *Apuleia leiocarpa* e *Peltophorum dubium* também evidenciaram resultados positivos no desenvolvimento do sistema radicular das plantas, com as doses elevadas de 7,8 g L⁻¹ e 10 g L⁻¹, nesta ordem [24, 27].

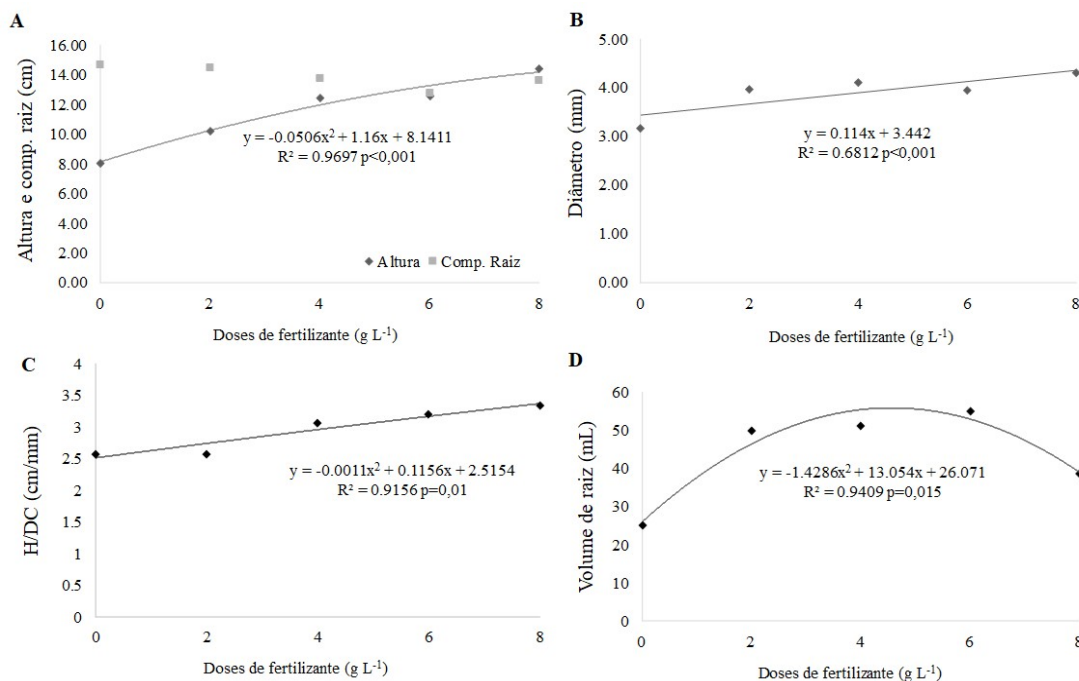


Figura 3. Altura de parte aérea e comprimento de raiz (A), diâmetro do colo (B), relação entre altura e diâmetro do colo (C) e o volume de raízes (D) das plantas de *Lupinus albescens*, submetidas a cinco doses de fertilizante de liberação lenta, ao final de 60 dias de cultivo.

Para as massas fresca e seca de parte aérea as doses de máxima resposta foi de 7 g L⁻¹ e

6,73 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta, respectivamente (Figura 4A). No que se refere ao sistema radicular, as doses de máxima resposta foi de 4,77 g L⁻¹ e 4,61 g L⁻¹, para as variáveis de massa fresca e seca de raiz, de modo respectivo (Figura 4B). Dessa forma, entende-se que a maior alocação de matéria seca para a parte aérea ocorre em plantas com suprimento apropriado de nutrientes, logo, a prática de adubação com fertilizantes de liberação controlada e em doses pertinentes é fundamental para produção de mudas vigorosas [30].

As massas frescas e seca da parte aérea das mudas de *Lupinus albescens* foram influenciadas pelas doses elevadas de fertilizante de liberação lenta. O que também pode ser observado em mudas de *Schizolobium parahyba* e *Inga laurina* (Sw.) Willd, utilizando-se para ambas a dose de 6 g L⁻¹ e 7 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta para *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong [31, 32, 33].

Os viveiristas tem utilizado as características morfológicas das plantas para determinar a qualidade das mudas [34], como atributos relacionados a parte aérea (altura, diâmetro do colo etc.) e ao sistema radicular (comprimento, volume etc.), bem como a correlação de ambos. Tais atributos tornam-se importantes para identificar mudas de qualidade, quando, segundo [35], aliados ao conhecimento sobre as exigências nutricionais das plantas.

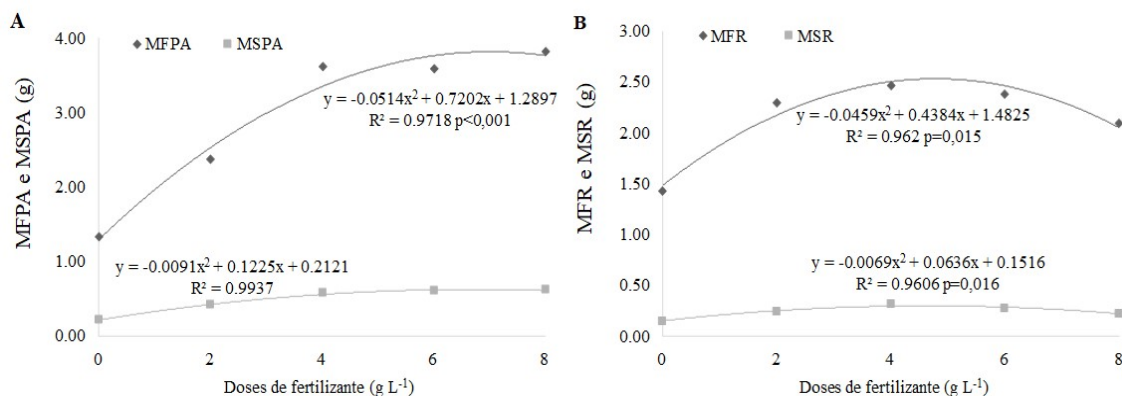


Figura 4. Massa fresca e seca de parte aérea (A) e massa fresca e seca de raiz (B) das mudas de *Lupinus albescens*, submetidas a cinco doses de fertilizante de liberação lenta ao final de 60 dias de cultivo.

Os resultados de estabilidade do torrão e o percentual de plantas com presença de nódulos nas raízes não mostraram diferenças significativas entre as doses de fertilizante de liberação lenta (Figura 5A e 5B). Mesmo não havendo significância entre as doses, percebeu-se que as menores doses de 0, 2 e 4 g L⁻¹ apresentaram médias elevadas de percentual de presença de nódulos nas raízes, sendo 43,06, 50,94 e 47,35 %, respectivamente, ao final de 60 dias de cultivo.

Acredita-se que as doses mais altas tenham inibido a formação de nódulos nas raízes de *Lupinus albescens*. Sendo que, elevadas doses de certos nutrientes minerais inibem a simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio, como é o caso do nitrogênio, que em excesso pode interferir na nodulação das raízes e na fixação simbiótica de N₂ [36, 37]. Diante disso, a espécie em estudo apresenta alta rusticidade e habilidade de fixar nitrogênio naturalmente em solos arenosos e/ou

areníticos, devido à presença de colonizadores nas células de suas raízes. De acordo com [38], nessa espécie foi identificada a presença de bactérias colonizadoras dos gêneros *Rhizobium* sp. e/ou *Sinorhizobium* sp.

Os resultados de percentual de sobrevivência das plantas enfatizaram que a dose de máxima resposta foi de 4 g L⁻¹ de fertilizante, com média 85,38 % respectivamente, ao fim de 60 dias do experimento (Figura 5C). Sendo que, a definição de uma dose que favoreça a maior a sobrevivência de espécies em locais com restrições de nutrientes, água, estruturação de solo, dentre outros, torna-se um conhecimento imprescindível para a recuperação de locais degradados.

Semelhantemente, as espécies *Schizolobium parahyba* e *Enterolobium contortisiliquum* também apresentaram elevada taxa de sobrevivência, com médias de 85 % e 100 %, respectivamente, por meio do uso da dose intermediária de 3 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta [31, 33].

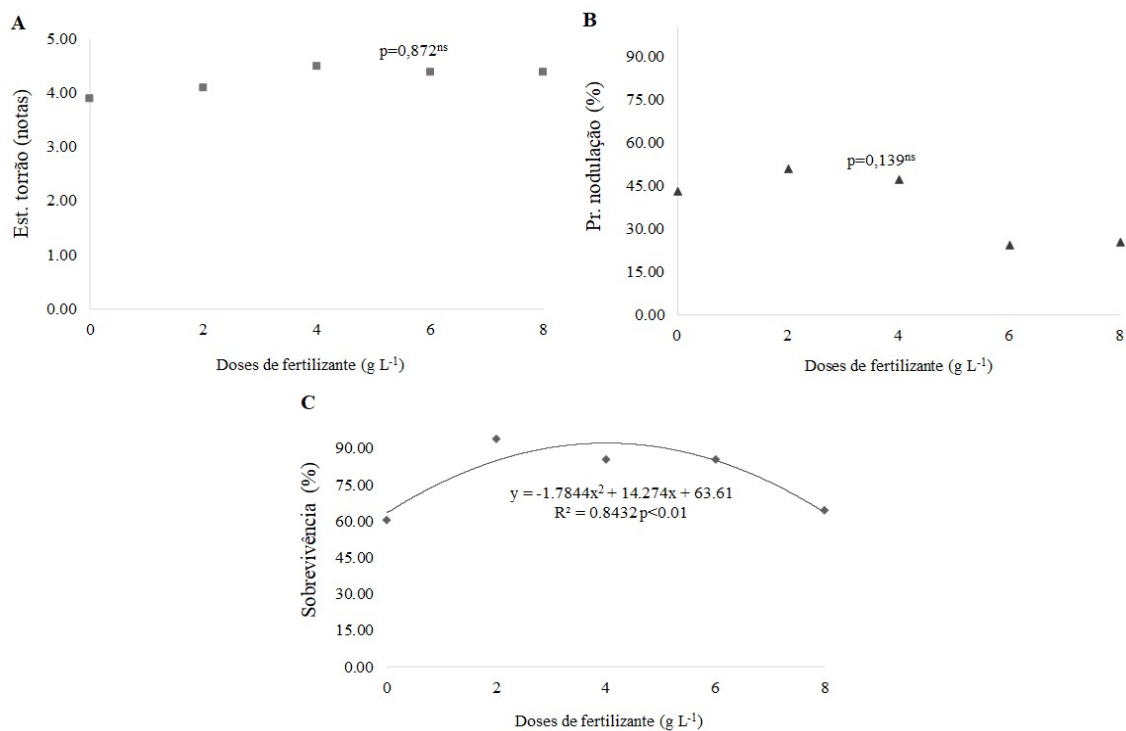


Figura 5. Estabilidade do torrão de substrato (A), percentual de plantas com presença de nódulos nas raízes (B) e de sobrevivência (C) das plantas de *Lupinus albescens*, mantidas sob cinco doses de fertilizante de liberação lenta ao término de 60 dias de cultivo.

As espécies nativas apresentam características peculiares de desenvolvimento e adaptabilidade, principalmente, quando se refere às exigências nutricionais. [39] citam que o entendimento do comportamento nutricional típico de cada espécie viabiliza a maior produtividade, gera economia, menores impactos ambientais e ainda, crescimento superior das mudas tanto em viveiro como no campo.

A espécie *Lupinus albescens* não respondeu às doses de fertilizante de liberação lenta



utilizadas na fase de emergência, provavelmente em virtude da disponibilidade de reservas das suas sementes. Entretanto, para a fase de pós-emergência, conforme a maioria das variáveis testadas, recomenda-se a dose intermediária de 4 g L⁻¹, principalmente, para a produção de mudas mais robustas e vigorosas visando o plantio a campo, ou seja, que necessitam de maior tempo de viveiro. Pois, esta dose favoreceu o desenvolvimento e a maior sobrevivência das mudas de *Lupinus albus* em casa de vegetação, tornando-as aptas para o plantio a campo. Além disso, pode proporcionar menor impacto ambiental sobre as áreas que carecem de reabilitação e amenizar os gastos durante a produção.

Portanto, o uso de adubação é um fator de extrema importância para o desenvolvimento das plantas, pois, de acordo com [40], auxilia no aprimoramento das técnicas de produção de mudas, visando o melhor desempenho no campo e a redução de custos. Nesse sentido, destacam-se os fertilizantes de liberação controlada como uma alternativa para fornecer nutrientes as plantas a longo prazo e em locais adversos, os quais carecem de aporte nutricional, mas em geral, apresentam limitações de manejo.

CONCLUSÃO

No desenvolvimento inicial de plantas de *Lupinus albus*, a dose mais adequada é a de 4 g L⁻¹ de fertilizante de liberação lenta, em virtude da maior sobrevivência, amenização de gastos e o menor impacto ambiental, sendo recomendado para o período de cultivo de 60 dias.

Agradecimentos

O presente estudo foi realizado com o apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] SUERTEGARAY, D.M.A.; OLIVEIRA, M.G. Arenização, áreas e políticas de ordenamento territorial. *Cadernos de Geografia*, v.38, p.69-76, 2018. DOI: <https://orcid.org/0000-0002-2393-870X>.
- [2] KÖNIG, F.; GONÇALVES, C.E.P.; AGUIAR, A.R.; SILVA, A.C. Bioma Pampa: Interações entre micro-organismos e espécies vegetais nativas. *Revista de Ciências Agrárias*, v.37, n.1, p.3-9, 2014.
- [3] ELBANDY, M.; RHO, J. New flavone-di-C-glycosides from the seeds of Egyptian lupin (*Lupinus termis*). *Phytochem Lett*, v.9, p.127-131, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2014.05.006>.
- [4] MARTÍNEZ-ALCALÁ, I.; WALKER, D.J.; BERNAL, M.P. Chemical and biological properties in the rhizosphere of *Lupinus albus* alter soil heavy metal fractionation. *Ecotoxicology Environmental Safety*, v.73, p.595-602, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2009.12.009>.
- [5] PAIM, L.P.; AVRELLA, E.D.; CAUMO, M.; ALVES, L.S.; FIOR, C.S. Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Lupinus albus* Hook. & Arn. em diferentes substratos. *Revista congrega urcamp* (CD-ROM), v.14, p.1792-1807, 2017.
- [6] PAIM, L.P.; AVRELLA, E.D.; FREITAS, E.M.; LAZAROTTO, M.; FIOR, C.S. Sowing of *Lupinus albus* Hook. & Arn.



- in arenization degraded area. *Revista de Ciências Agrárias*, v.42, n.3, p.855-863, 2019a. DOI: <http://dx.doi.org/10.19084/rca.17567>.
- [7] ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; NOGUEIRA, A.C.; REISSMANN, C.B.; GROSSI, F.; RAMOS, M.R. Fertilizante de liberação lenta no crescimento de mudas de *Araucaria angustifolia* e *Ocotea odorifera*. *Floresta*, v.41, n.3, p.491-500, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v41i3.24040>.
- [8] RÓS, A.B.; ARAÚJO, H.S.; NARITA, N. Uso de fertilizante de liberação lenta na produção de mudas de batata-doce em bandeja. *Semina*, v.34, n.6, p.2667-2674, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n6p2667.
- [9] NAVROSKI, M.C.; NICOLETTI, M.F.; LOVATEL, Q.C.; PEREIRA, M.O.; TONETT, E.L.; MAZZO, M.V.; MENEGUZZI, A.; FELIPPE, D. Efeito do volume do tubete e doses de fertilizantes no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Revista Agrarian*, v.9, n.31, p.26-33, 2016a.
- [10] SERRANO, L.A.L.; CATTANEO, L.F.; FERREGUETTI, G.A. Adubo de liberação lenta na produção de mudas de mamoeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.32, n.3, p.874-883, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000084>.
- [11] ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; NOGUEIRA, A.C.; WESTPHALEN, D.J.; BASSACO, M.V.M.; MILANI, J.E.F.; BIANCHIN, J.E. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Schinus terebinthifolius* e *Sebastiania commersoniana*. *Floresta*, v.43, n.1, p.93-104, 2013b. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v43i1.25690>.
- [12] COSTA, A.C.; DECARLOS NETO, A.; RAMOS, J.D.; BORGES, D. I. Alternativas para adubação de porta-enxertos de abacateiro 'Quintal' e seu efeito no pegamento de enxertia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, n.4, p.1283-1293, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000400029>.
- [13] ELLI, E.F.; CARON, B.O.; MONTEIRO, G.C.; PAVAN, M.A.; PEDRASSANI, M.; CANTARELLI, E.B.; ELOY, E. Osmocote® no desenvolvimento e comportamento fisiológico de mudas de pitangueira. *Comunicata Scientiae*, v.4, n.4, p.377-384, 2013. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v4i4.257>.
- [14] LANG, A.; MALAVASI, U.C.; DECKER, V.; PÉREZ, P.V.; ALEIXO, M.A.; MALAVASI, M.M. Aplicação de fertilizantes de liberação lenta no estabelecimento de mudas de ipê-roxo e angico-branco em área de domínio ciliar. *Floresta*, v.41, n.2, p.271-276, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v41i2.21874>.
- [15] PAIM, L.P.; AVRELLA, E.D.; LUCHESSA, J.; FREITAS, E.M.; LAZAROTTO, M.; FIOR, C.S. Seed analysis of *Lupinus albescens* Hook. & Arn. *Iheringia, Série Botânica*, v.74, e2019010, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.21826/2446-82312019v74e2019010>.
- [16] MAGUIRE, J.D. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- [17] SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. *Análise da germinação: um enfoque estatístico*. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 2004. 247p.
- [18] MUNGUAMBE, J.F. *Qualidade morfológica de mudas clonais de eucalipto na fase de expedição em viveiros comerciais*. 2012. 73p. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- [19] HAYASHI, A.M.; MALAGUETTA, H.; AGOSTINI, K. Influência da remoção dos cotilédones no desenvolvimento inicial de plântulas de *Canavalia ensiformis* e *Phaseolus vulgaris* (Leguminosae, Papilionoidae). *Bioikos*, v.26, n.2, p.63-70, 2012.
- [20] SCHNEIDER, P.R.; ELESBÃO, L.E.G.; SCHNEIDER, P.S.P.; LONGHI, R.V. Crescimento em volume de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* em áreas arenizadas e degradadas no oeste do Rio Grande do Sul. *Scientia Forestalis*, v.42, p.181-189, 2014.
- [21] CASARIN, V.; STIPP, S.R. Quatro medidas corretas que levam ao uso eficiente dos fertilizantes. *Informações Agronômicas*, n.142, p.14-20, 2013.
- [22] STÜPP, A.M.; NAVROSKI, M.C.; FELIPPE, D.; KNISS, D.D.C.; AMANCIO, J.C.; SILVA, M.A.; PEREIRA, M.O. Crescimento de mudas de *Mimosa scabrella* Benth em função de diferentes tamanhos de recipientes e doses de fertilizante. *Ecologia e Nutrição Florestal*, v.3, n.2, p.40-47, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/2316980X18613>.
- [23] ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; BOGNOLA, I.A.; WESTPHALEN, D.J.; MILANI, J.E.F. Fertilizante de liberação lenta no desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. *Floresta*, v.45, n.1, p.85-96, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/uf.v45i1.31224>.
- [24] PIAS, O.H.C.; CANTARELLI, E.B.; BERGHETTI, J.; LESCHEWITZ, R.; KLUGE, E.R.; SOMAVILLA, L. Doses de fertilizantes de liberação controlada no índice de clorofila e na produção de mudas de grápia. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.33, n.73, p.19-26, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.73.419>.
- [25] ROSSA, U.B.; ANGELO, A.C.; NOGUEIRA, A.C.; BOGNOLA, I.A.; POMIANOSKI, D.J.W.; SOARES, P.R.C.; BARROS, L.T.S. Fertilização de liberação lenta no crescimento de mudas de paricá em viveiro. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.33, n.75, p.227-234, 2013a. DOI: <https://doi.org/10.4336/2013.pfb.33.75.429>.
- [26] MASSAD, M.D.; DUTRA, T.R.; SILVA, C.H.S.; SANTOS, T.B.; SARMENTO, M.F.Q. Desenvolvimento de mudas de flamboyant e ipê-mirim em resposta a diferentes doses de Osmocote®. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v.12, n.1, p.83-92, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v12i1.727>.
- [27] DUTRA, T.R.; MASSAD, M.D.; SARMENTO, M.F.Q. Fertilizante de liberação lenta no crescimento e qualidade de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). *Floresta*, v.46, n.4, p.491-498, 2016.



DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v46i4.44570>.

- [28] SOUZA, C.A.M.; OLIVEIRA, R.B.; MARTINS FILHO, S.; SOUZA LIMA, J.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. *Ciência Florestal*, v.16, n.3, p.243-249, 2006. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981905>.
- [29] BEHLING, M.; NEVES, J.C.L.; BARROS, N.F.; KISHIMOTO, C.B.; SMITH, L. Eficiência de utilização de nutrientes para formação de raízes finas e médias em povoamento de teca. *Revista Árvore*, v.38, p.837-846, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622014000500008>.
- [30] SCHUMACHER, M.V.; CECONI, E.D.; SANTANA, C.A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth) Brenan). *Revista Árvore*, v.28, n.1, p.149-155, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622004000100019>.
- [31] CABREIRA, G.V.; LELES, P.S.S.; ALONSO, J.M.; ABREU, A.H.M.; JUNIOR, J.C.A.; GUSMÃO, A.V.V.; LOPES, N.F. Fertilization and containers in the seedlings production and post-planting survival of *Schizolobium parahyba*. *Ciência Florestal*, v.29, n.4, p.1644-1657, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509833261>.
- [32] CABREIRA, G.V.; LELES, P.S.S.; ALONSO, J.M.; RESENDE, A.S.; CABREIRA, W.V.; SOUSA, T.J.S. Controlled-Release fertilizer and container volume to produce *Inga laurina* seedlings. *Floresta e Ambiente*, v.28, n.1, e20190057, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087-floram-2019-0057>.
- [33] ZAVISTANOVICZ, T.C.; GASPARIN, E.; ARAUJO, M.M.; FILHO, A.C.; AIMI, S.C.; FOLTZ, D.R.B.; DORNELES, D.U. Nursery and field growths of *Enterolobium contortisiliquum* seedlings produced in different containers and fertilizer doses. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.15, n.3, e7507, 2020. DOI:10.5039/agraria.v15i3a7507.
- [34] ELOY, E.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI E.F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. *Floresta*, v.43, n.3, p.373-384, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v43i3.26809>.
- [35] SOUZA, N.H.; MARSCHETTI, M.E.; CARNEVALI, T.O.; RAMOS, D.D.; SCALON, S.P.Q.; SILVA, E.F. Estudo nutricional da canafistula: crescimento e qualidade de mudas em resposta à adubação com nitrogênio e fósforo. *Revista Árvore*, v.37, n.4, p.717-724, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000400015>.
- [36] MARTINS, R.N.L.; NÓBREGA, R.S.A.; SILVA, A.F.T.; NÓBREGA, J.C.A.; AMARAL, F.H.C.; COSTA, E.M.; LUSTOSA FILHO, J.F.; MARTINS, L.V. Nitrogênio e micronutrientes na produção de grãos de feijão-caupi inoculado. *Semina: Ciências Agrárias*, v.34, n.4, p.1577-1586, 2013. DOI: 10.5433/1679-0359.2013v34n4p1577.
- [37] CÂMARA, G.M.S. Fixação biológica de nitrogênio em soja. *Informações Agronômicas*, n.147, p.1-32, 2014.
- [38] ROVEDDER, A.P.M.; VARGAS, L.K.; STROCHEIN, M.D.; ELTZ, F.L.F.; BAUMGARDT, J.; ROCHA, M. Potencial para ciclagem de nitrogênio do *Lupinus albescens* em Neossolo Quartzarênico degradado: acúmulo na parte aérea e caracterização da estirpe bacteriana. XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recife, 2005.
- [39] NAVROSKI, M.C.; TONETT, E.L.; MAZZO, M.V.; FRIGOTTO, T.; PEREIRA, M.O.; GALVANI, L.V. Procedência e adubação no crescimento inicial de mudas de cedro. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.36, n.85, p.17-24, 2016b. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.85.966>.
- [40] MEWS, C.L.; SOUSA, J.R.L.; AZEVEDO, G.T.O.S.; SOUZA, A.M. Efeito do hidrogel e ureia na produção de mudas de *Handroanthus ochraceus* (Cham.) Mattos. *Floresta e Ambiente*, v.22, n.1, p.107-116, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.080814>.