FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

TEOR DE NUTRIENTES E CRESCIMENTO DE MUDAS DE IPÊS EM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO COM ADIÇÃO E OMISSÃO DE CALCÁRIO E NUTRIENTES

ADALBERTO ALVES DA SILVA

Porto Velho (RO)
2015

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA
NÚCLEO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E MEIO AMBIENTE

TEOR DE NUTRIENTES E CRESCIMENTO DE MUDAS DE IPÊS EM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO COM ADIÇÃO E OMISSÃO DE CALCÁRIO E NUTRIENTES

ADALBERTO ALVES DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Jairo André Schlindwein

Dissertação de Mestrado apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Universidade Federal de Rondônia, Área de Concentração em Desenvolvimento Sustentável e Diagnóstico Ambiental para obtenção do Título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Porto Velho (RO)
2015

FICHA CATALOGRÁFICA

S586l

Silva, Adalberto Alves da

Limitação nutricional ao crescimento inicial de mudas de duas espécias de ipê em Latossolo distrófico na omissão de nutrientes. / Adalberto Alves da Silva. Porto Velho, Rondônia, 2015.

63 f.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Federal de Rondônia/UNIR.

Orientador: Prof. Dr. Jairo André Schlindwen

1. Nutrição minera. 2. Espécies florestais. 3. Fertilidade do solo. I. Schlindwen, Jairo André. II. Título.

CDU: 332.146: 631.8

Bibliotecária Responsável: Cristiane Marina Teixeira Girard/ CRB 11-897

ADALBERTO ALVES DA SILVA

TEOR DE NUTRIENTES E CRESCIMENTO DE MUDAS DE IPÊS EM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO COM ADIÇÃO E OMISSÃO DE CALCÁRIO E NUTRIENTES

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Jairo André Schlindwein
(Orientador)
Fundação Universidade Federal de Rondônia-UNIR

Dr. Rodrigo Barros Rocha
Membro
Fundação Universidade Federal de Rondônia/EMBRAPA/RO

Dr. Alaerto Luiz Marcolan
Membro Externo
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA/RO

Dra. Marilia Locatelli
Suplente
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA/RO

Porto Velho, 05 de outubro de 2015

Resultado Aprovada

À minha mãe, por seu amor, sacrifício, estímulo e apoio nos muitos momentos ao longo da difícil jornada da vida, nos quais estava perdido, erguia-me e mostrava-me o caminho.

Dedico...

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus fonte inesgotável de sabedoria o qual recorremos em busca de conforto e paz.

Ao prof. Dr. Jairo André Schlindwein por ter aceito nos orientar, pela confiança e por ter compartilhado seus conhecimentos, essenciais para nossa formação acadêmica-científica e fundamental para a realização deste trabalho.

A minha esposa, Cláudia Liége Santana Silva pela compreensão e apoio nos muitos momentos nos quais estive ausente.

Aos professores Heldo Donat pela amizade e apoio na coleta do substrato e Weslei Ortiz Ribeiro pelo apoio na condução do experimento, cuja parceria foi importante para realização deste trabalho.

Aos técnicos de laboratório do IFRO, Câmpus Ji-Paraná: Deilton Welington Ribeiro sementes e solo e Valério Magalhães Lopes laboratório de química pelo apoio durante a realização dos ensaios analíticos.

Aos discentes, Arthur Henrique curso técnico em química e Geraldo Guilherme Oliveira graduando em química pelo apoio na condução do experimento, análise química do substrato e tecido foliar.

Aos colegas discentes do mestrado-PGDRA, turma 2013/2 em especial a Fernando Dall' Igna pela troca de experiências e parceria.

"A Cada dia a natureza produz o suficiente para nossa carência. Se cada um tomasse o que lhe fosse necessário, não haveria pobreza no mundo e ninguém morreria de fome".

Mahatma Gandhi

RESUMO

A Amazônia constitui a maior floresta tropical do planeta, porém nas últimas décadas vem perdendo a cobertura vegetal de grandes áreas em decorrência de pressões antrópicas para expansão do agronegócio, mineração e exploração de madeira, o que põe em risco espécies florestais nativas de inestimável valor social, econômico e farmacológico para a região. Portanto, para que haja sucesso na recuperação dessas áreas degradadas é necessário que se efetivem estudos sistemáticos sobre as condições e exigências nutricionais de espécies florestais nativas de diferentes grupos ecológicos, como o ipê, no presente estudo, pois é uma das mais cobiçadas para o reflorestamento de áreas degradadas, matas ciliares e projetos de arborização urbana. O presente estudo objetivou caracterizar os aspectos nutricionais e os efeitos causados pela omissão de nutrientes e calagem no crescimento inicial de mudas de ipê-roxo e ipê-amarelo empregando a técnica de omissão de nutrientes. Para tanto, foi conduzido experimento em casa de vegetação no Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Câmpus Ji-Paraná, por um período de 100 dias empregando como substrato o Latossolo Amarelo distrófico de textura média e baixa fertilidade natural. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) com 11 tratamentos dispostos em 4 blocos perfazendo 44 parcelas experimentais para cada espécie em estudo, que totalizaram 88 parcelas, cada qual composta por uma planta em cada vaso de polipropileno com capacidade de 6 dm^3 de substrato. Adotaram-se os seguintes tratamentos: Completo 1 (C1 adubado com: N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12 e calcário), completo 2 (C2 adubado com: N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12) e tratamento completo omitindo-se um elemento por vez (completo 1 menos nitrogênio, C1-N; completo 1 menos fósforo, C1-P; completo 1 menos potássio, C1-K; completo 1 menos enxofre, C1-S; completo 1 menos magnésio, C1-Mg; completo 1 menos cálcio, C1-Ca; completo 1 menos micro, C1-FTEBR 12; completo 1 menos calcário, C1-calcário; completo 2 menos cálcio, C2-Ca; completo 2 menos magnésio, C2-Mg e solo natural). Determinaram-se os teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea, além das variáveis, altura, diâmetro do coleto, massa seca (aérea, radicular e total), relação R/PA, crescimento relativo (CR) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Os resultados encontrados indicam ser P e N os nutrientes prioritários à nutrição das espécies. A correção da acidez é fundamental para o crescimento das espécies, pois a omissão de calcário limitou o desenvolvimento das plantas. As mudas de ipê-roxo apresentaram melhor qualidade, pois obtiveram os valores mais altos para o IQD. Os nutrientes N, P, K e Ca apresentaram teores elevados para o tratamento C1 e a omissão individual de Ca e Mg aumentaram a absorção de N e P.

Palavras chave: Nutrição mineral. Espécies florestais. Requerimento nutricional. Fertilidade do solo.

ABSTRACT

The Amazon is the largest rainforest in the world, but it has been losing large areas of vegetation in recent decades, this happens due to anthropic pressures for agribusiness expansion, mining and logging, which endangers native species of inestimable social, economic and pharmacological value for the region. Therefore, so that there is success in recovering these degraded areas it is necessary to actualize systematic studies on the conditions and nutritional requirements of native forest species from different ecological groups, such as ipe tree, in this study, because it is one of the most coveted for reforestation of degraded areas, riparian forests and urban forestry projects. This study aimed to characterize the nutritional aspects and effects caused by the omission of nutrients and liming on the initial growth of seedlings of purple ipe and yellow ipe employing the nutrient omission technique. Therefore, the experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Institute of Rondônia (IFRO), Campus Ji-Paraná, for a period of 100 days using as substrate the Dystrophic Yellow Latosol of medium texture and low natural fertility. The experimental design was in randomized blocks (DBC) with 11 treatments arranged in four blocks, totaling 44 plots for each species studied, that totalizes 88 plots, each one composed of a plant in each polypropylene vessel with a capacity of 6 dm3 substrate. The following treatments were applied: Complete 1 (C1 fertilized with N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12 and calcareous), Complete-2 (C2 fertilized with N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBR-12) and complete treatment omitting an element at a time (Complete 1 less nitrogen, C1-N; Complete 1 less phosphorus, CP-1; Complete 1 less potassium, C1-K; Complete 1 less sulphur, C1- S; Complete 1 less magnesium, C1-Mg; Complete 1 less calcium; C1-Ca; Complete 1 less micro, C1-FTEBR 12; Complete 1 less calcareous, C1-calcareous; Complete 2 less calcium, C2-Ca; Complete 2 less magnesium, C2-Mg and natural soil). We determined the nutrients on shoot dry matter, in addition to variables such as height, stem diameter, dry matter (aerial, root and total), R / PA ratio, relative growth (CR) and Dickson quality index (DQI). The results indicated that P and N were the priority nutrients for species nutrition. The acidity correction is fundamental to the growth of the species, because the calcareous omission limited the development of plants. The purple ipe seedlings showed better quality, because they obtained the highest values for DQI. The nutrients N, P, K and Ca showed high contents for C1 treatment and the individual omission of Ca and Mg increased the absorption of N and P.

Keywords: Subtraction technique. Trumpet tree. Nutritional evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem de satélite em que aparece a cobertura vegetal do estado de Rondônia em 1984 (A); Imagem de satélite do estado de Rondônia em 2015 (B)..... 14

Figura 2. Área de desmatamento anual no estado de Rondônia..... 15

Figura 3. Árvore adulta (A), fruto (B) e sementes (C) de ipê-amarelo..... 24

Figura 4. Árvore (A), fruto (B) e sementes (C) de ipê-roxo..... 26

Figura 5. Disponibilidade de nutrientes em função do pH do solo 28

Figura 6. Plântulas de ipê (A); Transplante das plântulas de ipê-roxo e ipê-amarelo para vasos de polipropileno(B)..... 33

Figura 7. Temperatura média (°C) e umidade relativa média (%) do ar no interior da casa de vegetação durante as semanas de condução do experimento..... 35

Figura 8. Aplicação da adubação de nitrogênio em mudas de ipê após quinze e trinta dias do transplante..... 37

Figura 9. Medição das variáveis biométricas: altura de planta (A); diâmetro do coleto na fase inicial de mudas (B)..... 38

Figura 10. Procedimento analítico para determinação do teor de macro e micronutrientes no tecido foliar para as espécies de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus)* e ipê-amarelo *(HandroanthusSerratifolius)*..... 39

Figura 11. Crescimento relativo em massa seca da parte aérea (MSPA) e sistema radicular (MSR) de ipê-roxo..... 45

Figura 12 Crescimento relativo em massa seca da parte aérea (MSPA) e sistema radicular (MSR) de ipê-amarelo..... 46

Figura 13 Crescimento relativo referente à altura (CRH) e diâmetro do coleto (CRD) para mudas de ipê-roxo..... 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Concentração de nutrientes na matéria seca de plantas superiores..... 16

Tabela 2. Atributos químicos e físicos do Latossolo Amarelo antes da aplicação dos tratamentos..... 33

Tabela 3. Identificação e caracterização dos tratamentos utilizados no experimento..... 36

Tabela 4. Doses e fontes de macronutrientes e micronutrientes adicionados ao substrato em cada tratamento..... 36

Tabela 5. Avaliação de altura de plantas, diâmetro de coleto, massa seca da parte área (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD) e relação raiz parte área (R/PA) para mudas de ipê-roxo e ipê-amarelo conduzidos em vaso com diferentes tratamentos de nutrientes..... 41

Tabela 6. Teor de macro e micronutrientes absorvidos pela massa seca da parte aérea em mudas de ipê-roxo e ipê-amarelo na omissão de nutrientes..... 49

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice 1. Folha de ipê-roxo normal (a) e com sintomas de deficiência de fósforo (b)..... 63

Apêndice 2. Mudas de ipê-roxo com folhas normais (a) e com sintoma de deficiência de nitrogênio (b)..... 64

Apêndice 3. Folhas de ipê-roxo com desenvolvimento normal (a) e folhas de ipê com sintoma de deficiência de potássio (b)..... 65

Apêndice 4. Planta de ipê em solo natural sem adição calagem e adubação (a) e plantas de ipê com tratamento completo C1 (b)..... 66

Apêndice 5. Planta de ipê com crescimento normal (a) e planta de ipê com tratamento na omissão de calcário (b)..... 67

Apêndice 6. Plântulas de ipê-amarelo (a) e plântulas de ipê-roxo germinadas em areia esterilizada (b)..... 68

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 11
1 OBJETIVOS 13
1.1 Geral 13
1.2 Específicos 13
2 REFERENCIAL TEÓRICO 14
2.1 Caracterização do desmatamento em Rondônia 14
2.2 Importância da nutrição mineral em plantas 15
2.3 Funções e sintomas de deficiência nutricional em essências florestais 17
2.3.1 Nitrogênio (N) 17
2.2.2 Fósforo (P) 18
2.2.3 Potássio (K) 19
2.2.4 Enxofre (S) 19
2.2.5 Cálcio (Ca) 20
2.2.6 Magnésio (Mg) 20
2.2.7 Boro (B) 20
2.2.8 Zinco (Zn) 21
2.2.9 Ferro (Fe) 21
2.2.10 Manganês (Mn) 22
2.2.11 Cobre (Cu) 22
2.3 Características gerais das espécies em estudo 23
2.3.1 *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose 24
2.3.2 *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos (ipê-roxo) 25
2.4 Acidez e fertilidade de solos da Amazônia 27
3.5 Técnicas de diagnose por omissão em espécies florestais nativas 30
3. MATERIAL E MÉTODOS 32
3.1 Localização e caracterização do experimento 32
3.2 Coleta e caracterização do substrato 33
3.3 Aquisição das sementes e formação de mudas 34
3.4 Tratamentos e delineamento experimental 35

3.5 Variáveis avaliadas 37
3.6 Análise estatística 40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
4.1 Crescimentos de plantas e massa seca 41
4.2 Teor de nutrientes acumulado no tecido foliar para as espécies de ipê 48
CONCLUSÕES 53
REFERÊNCIAS 54
APÊNDICE 62

INTRODUÇÃO

O ipê (*Handroanthus*) pertence à família das bignoniáceas com árvores de médio à grande porte com altura variando de 20 a 50 m. É uma espécie florestal de grande importância, pois apresenta madeira de alto valor comercial e resistência ao ataque de insetos e umidade, além de reconhecido valor medicinal (CARVALHO, 2001). A espécie tem seu habitat natural na floresta tropical brasileira de terra firme como também em áreas de várzea alta, nascentes e mata ciliar, sendo encontrada em todas as regiões do Brasil (LOUREIRO et al., 2000).

As espécies, *Handroanthus impetiginosus* (ipê-roxo) e *Handroanthus serratifolius* (ipê-amarelo) são consideradas secundárias tardias a clímax, de grande importância na recuperação de áreas degradadas, matas ciliares, recomposição florestal mista e áreas contaminadas por metais pesados; é também comum em projetos de arborização e paisagismo urbano, devido as suas características florísticas e sistema radicular pivotante (CARVALHO, 2001).

As informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais, especialmente essências florestais nativas, são escassas (CARPANEZZI et al., 1976). A procura por mudas de espécies nativas, a exemplo do ipê, vem crescendo no Brasil, em decorrência da utilização em plantios mistos destinados à recomposição de áreas degradadas, preservação permanente bem como em projetos de urbanização, devido ao seu rápido crescimento e tolerância à luminosidade direta (LORENZI, 2008). Para Carvalho (2001) são necessários mais estudos relacionados à nutrição mineral de espécies nativas da região amazônica dentre elas o ipê.

A ocupação do espaço amazônico ocorreu como estratégia do governo federal para desenvolver a Amazônia a partir da década de 1960 por meio de um conjunto de ações que visavam atrair produtores rurais das Regiões Sul, Sudeste e Nordeste, com a oferta de terras distribuídas para os que se aventurassem no “Novo El Dorado”, tendo como premissa, a expansão da fronteira agrícola e criação bovina, no entanto o que mais se viu foi à extração predatória dos recursos florestais com práticas fundadas na derrubada da floresta e o uso do fogo (OTT, 2002). Segundo estimativa realizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2014), somente na última década o acumulado de desmatamento na Amazônia Legal foi da ordem de 115.526 km^2, o que vem pondo em risco a biodiversidade desse importante bioma.

O processo intensivo de desflorestamento na região amazônica requer a necessidade de estudos, relacionados às condições e exigências nutricionais de espécies florestais nativas, de

modo a fornecer subsídios para recuperação de áreas degradadas e reflorestamento, que associado ao manejo florestal adequado garanta o suprimento de matéria prima para exploração sustentável dos recursos madeireiros e não madeireiros (VARELA; FERRAZ, 1991). Embora a floresta tropical amazônica seja uma das mais ricas em biodiversidades do planeta, ainda não é utilizada para o desenvolvimento econômico e social da região de forma sustentável, no sentido de explorar sua diversidade, alimentar, medicinal, paisagístico, turístico e social (FURLAN; NUCCI, 1999). Assim, iniciativas precisam ser tomadas no sentido de preservar o que resta e, sobretudo, recuperar as áreas fortemente impactadas.

O conhecimento das exigências nutricionais de espécies nativas da região é fundamental para produção de mudas de qualidade, tendo em vista que o solo impactado da região amazônica geralmente apresenta baixa fertilidade, elevada acidez e alta saturação por Al o que compromete o desenvolvimento da maioria das espécies florestais. A produtividade é limitada quando a quantidade de nutrientes é baixa ou ausente no solo. Assim, identificar e estudar os nutrientes mais requeridos na fase inicial de mudas possibilita o desenvolvimento das espécies nas condições de campo (RAIJ, 1981).

O desconhecimento das exigências nutricionais de espécies nativas da região compromete o sucesso de projetos de recuperação e recomposição florestal, bem como é fator limitante para a produção de mudas com qualidade de modo a reduzir o replantio e, consequentemente, aumento de custos. Nesse sentido, é necessário priorizar a produção de mudas de qualidade garantindo a sobrevivência, adaptação e competição com as espécies invasoras (CARNEIRO, 1995). Portanto, o estudo do requerimento nutricional de espécies florestais nativas por meio da omissão de nutrientes, é procedimento importante para determinar a real necessidade nutricional e de calagem de modo a oferecer a quantidade de nutrientes para o adequado desenvolvimento.

1 OBJETIVOS

1.1 Geral

Caracterizar o teor de nutrientes e o efeito da calagem sobre o crescimento de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus)* e ipê-amarelo *(Handroanthus serratifolius)* pela omissão de macro e micronutrientes em Latossolo Amarelo distrófico.

1.2 Específicos

1. Avaliar os nutrientes mais limitantes para o desenvolvimento de mudas de ipê pela omissão de nutrientes;
2. Identificar os efeitos da omissão de nutrientes no crescimento de mudas de ipê na fase inicial, cultivadas em casa de vegetação;
3. Avaliar o teor de nutrientes absorvidos na massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de ipê;
4. Comparar pelo índice de qualidade de Dickson (IQD) a qualidade das plantas entre as espécies de ipê;
5. Avaliar o efeito da acidez do solo e sua correção no desenvolvimento de mudas de ipê.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização do desmatamento em Rondônia

O desmatamento na região amazônica intensificou-se nas décadas de 1980 e 1990 em decorrência da expansão da fronteira agrícola e criação bovina extensiva à custa de grandes áreas degradadas mediante a derrubada da floresta nativa e o uso do fogo (OTT, 2002). A construção de grandes empreendimentos na região, cujo impacto ambiental advém do represamento de rios (hidrelétricas), abertura de estradas e asfaltamento contribuem significativamente para o processo de desmatamento de grandes áreas da região amazônica.

De acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2014) o Estado de Rondônia apresentava na década de 1980, área de 202.776 km^2 de cobertura florestal nativa o que corresponde a 85% do território, no entanto estima-se que atualmente mais de 44% da superfície do estado coberta por floresta tenha sido removida. O avanço do desmatamento no estado se torna evidente quando são comparadas as imagens de satélite Landsat de 1984 (Figura 1 A) com a atual, 2015 (Figura 1 B). Observa-se que o desmatamento ocorrido no estado nas últimas três décadas foi em decorrência das mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo, cujo maior impacto foi causado pela expansão do agronegócio.

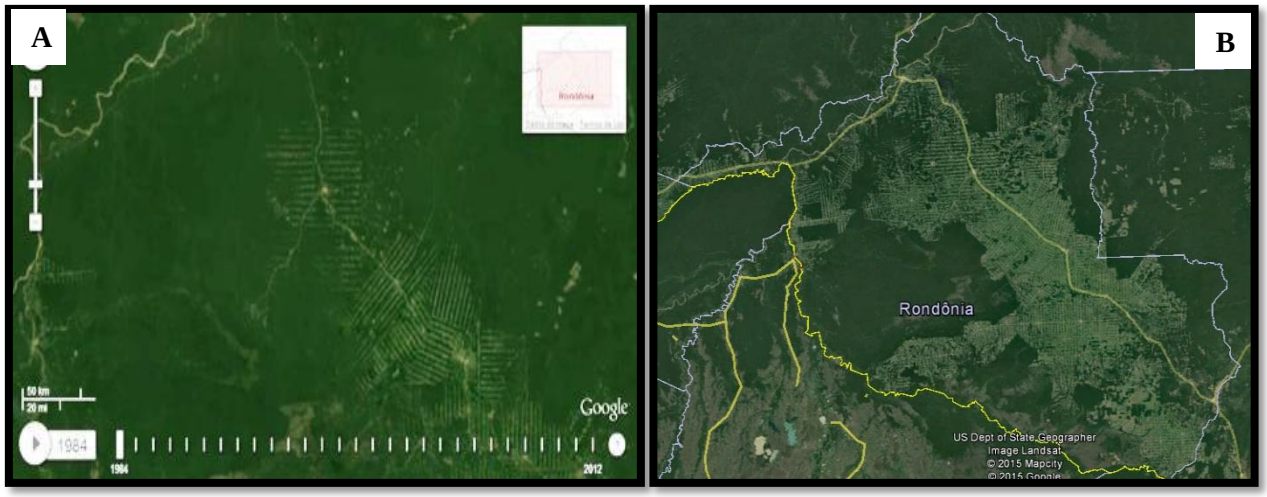


Figura 1. Imagem de satélite em que aparece a cobertura vegetal do estado de Rondônia em 1984 (A); Imagem de satélite do estado de Rondônia em 2015 (B). Fonte: Google Earth.

Pode-se observar na Figura 2, que de modo geral, está ocorrendo diminuição da área desmatada ao longo do tempo com exceções ocorridas em 2008 em relação a 2007 e 2013 em relação a 2012 (INPE, 2014). O aumento do desmatamento ocorrido no estado nesse período coincide com a construção de grandes empreendimentos na região amazônica, como por exemplo, a construção de hidrelétricas, abertura e asfaltamento de estradas o que contribuiu para o aumento do desmatamento (FONSECA et al., 2014).

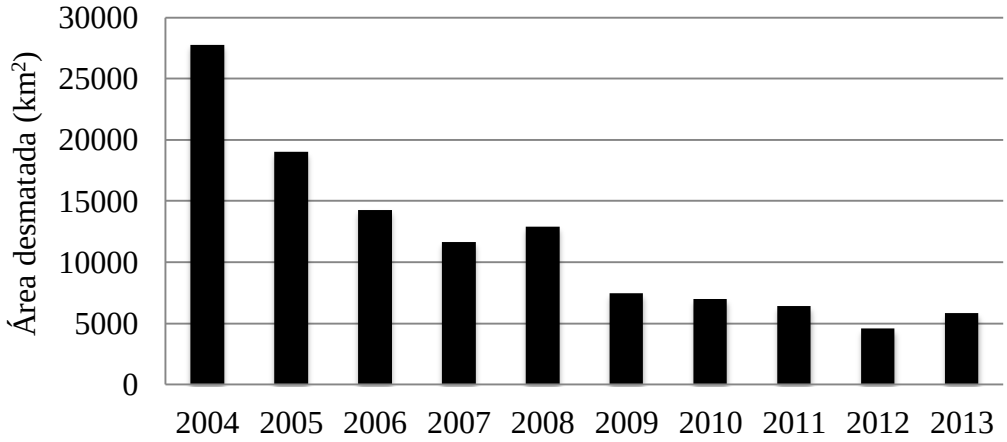


Figura 2. Área de desmatamento anual no estado de Rondônia. Fonte: INPE- PRODES, 2014.

2.2 Importância da nutrição mineral em plantas

A pressão antrópica sobre os recursos naturais da região põe em risco espécies florestais de inestimável valor social e econômico e, sobretudo, causa problemas ao bioma amazônico. Dentre os mais graves, aponta-se a erosão do solo, seguido pelo empobrecimento nutricional e elevação da acidez, tornando as áreas improdutivas. Para corrigir o esgotamento do solo, utilizam-se técnicas de recuperação mediante a aplicação de corretivos e fertilizantes, cujo efeito positivo é conhecido na agricultura há muito tempo (RAIJ, 1981).

Os elementos oferecidos às plantas são classificados em essenciais e não essenciais. São essenciais aqueles que atendem às necessidades fundamentais, nas seguintes condições: (1) quando a planta não consegue realizar seu ciclo de vida na sua ausência; (2) quando a planta for privada do elemento exibe anormalidade em seu crescimento, desenvolvimento ou reprodução; (3) o elemento tem função específica e não pode ser substituído (EPSTEIN; BLOOM, 2006;

SORREANO, 2011). Os elementos essenciais podem ser subdivididos ainda em duas categorias, baseada na concentração absorvida pela planta em macro e micronutrientes.

A concentração dos elementos minerais no tecido vegetal variam amplamente dependendo do genótipo e sua fase de desenvolvimento, solo, umidade e temperatura (EPSTEIN; BLOOM, 2006). A Tabela 1 expressa a variação do teor de nutrientes usualmente encontrados no tecido vegetal, considerados essenciais para a maioria das plantas superiores.

Tabela 1. Concentração de nutrientes na matéria seca de plantas superiores.

Elemento	Teor na massa seca
Macro nutriente	**$g.kg^{-1}$**
Nitrogênio	15
Fósforo	10
Enxofre	2
Cálcio	5
Magnésio	2
Micronutriente	**$mg.kg^{-1}$**
Ferro	20-680
Manganês	10-670
Zinco	10-250
Cobre	02-50
Boro	0,2-800
Molibdênio	0,10-10
Cobalto	0,05-10

Fonte: Epstein e Bloom, 2006.

Quando a concentração de um elemento essencial absorvido pela planta for menor que a quantidade ótima para o seu desenvolvimento, a planta é dita deficitária do nutriente, produzindo alterações no metabolismo e refletindo nos parâmetros biométricos e de biomassa em cada fase da planta (MALAVOLTA, 1997). Os distúrbios causados pela deficiência nutricional causam efeitos na planta que vão desde o retardamento do crescimento até a diminuição da produtividade e, em casos extremos, levará a necrose do tecido podendo levar a morte da planta. As espécies florestais têm comportamento diferenciado com relação aos distúrbios e o estresse nutricionais, principalmente na fase inicial, o que poderá comprometer o sucesso de projetos de recuperação de áreas degradadas e em reflorestamentos, sendo necessária a complementação de adubação para oferecer o mínimo de nutrientes, uma vez que o solo impactado pode apresentar séria deficiência nutricional (MARTINS, 2011).

Os elementos, macro e micronutrientes, exercem funções específicas na vida das plantas, podendo atuar como constituintes em estruturas orgânicas, como ativadores em processos enzimáticos e transportadores de carga (MALAVOLTA, 1997). Elementos como N, P e Ca tem função estrutural participando nas estruturas orgânicas em proteínas, aminoácidos e parede celular. O Mg e micronutrientes têm como função principal catalisar enzimas atuando também como transportadores de carga. O K não participa das estruturas orgânicas da planta, porém tem essencial função de equilíbrio eletroquímico das células e atividades enzimáticas (SORREANO, 2011). Portanto, o fato dos nutrientes desempenharem sempre as mesmas funções específicas, o suprimento inadequado resulta em distúrbios que podem tornar-se visíveis nas diversas partes da planta, inicialmente pode aparecer nas folhas, caules e raízes. As folhas é o órgão que reflete melhor os distúrbios causados por variações nutricionais, pois o sintoma é característico para um determinado elemento que exerce sempre as mesmas funções na planta, nas quais ocorrem os principais processos metabólicos dos vegetais (FAQUIN, 2002).

2.3 Funções e sintomas de deficiência nutricional em essências florestais

Quando ocorre suprimento inadequado de um elemento essencial, este provoca distúrbios nutricionais que se manifestam com sintomas de deficiências característicos, pois desequilibra o metabolismo e o funcionamento da planta.

2.3.1 Nitrogênio (N)

A maioria dos componentes orgânicos nas plantas contém N, que é absorvido pelas raízes na forma de íons nitrato (NO_3^-) e amônio (NH_4^+). O N como elemento estrutural está presente em aminoácidos, enzimas e materiais de transporte de energia como clorofila, ADTP e ATP. Participa de processos como absorção iônica, divisão celular, fotossíntese e respiração. Plantas em crescimento necessitam de N para formar novas folhas, pois mesmo ocorrendo à fotossíntese não produzem proteínas, ácidos nucleicos e enzimas. Portanto, uma deficiência severa de nitrogênio fará diminuir o processo de crescimento e reprodução na planta (TROEH; THOMPSOM, 2007).

As plantas de modo geral requerem N em quantidade superior a qualquer outro elemento e sua baixa disponibilidade limita severamente seu desenvolvimento, uma vez que o solo natural dificilmente fornece a quantidade necessária. Por isso, nenhuma deficiência é tão drástica em seus efeitos para a planta quanto o N, pois tem seu crescimento retardado e lento, com aparência raquítica e amarelada. Todas as partes são afetadas, raízes pouco desenvolvidas, folhas pequenas especialmente nos tecidos mais velhos, pois o nitrogênio transcola-se das regiões mais velhas para as mais jovens (MALVOLTA et al., 2002; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Vários autores revelaram em seus estudos sobre adubação mineral a deficiência provocada pela insuficiência de N em espécies florestais, como Sorreano (2011) que avaliou as deficiências nutricionais em solução nutritiva para espécies de diferentes grupos, nos quais o N foi o mais limitante para o desenvolvimento das plantas. Silva et al. (2005) trabalhando com umbu (*Spondias tuberosa Arruda*), Guedes (2008) com a copaíba (*Copaifera langsdorffii)* e Nicoloso et al. (2007) com a grápia *(Apuleia leiocarpa (Vog.) Macbride)* observaram, também que a omissão de N afetou severamente todos parâmetros morfológicos.

2.2.2 Fósforo (P)

É o segundo elemento mais requerido pelas plantas, com papel relevante em todos os processos metabólicos relacionados à aquisição, estocagem e utilização de energia ATP (adenosina trifosfato), na síntese de ácidos nucleicos, na formação da glicose; na respiração e nos nucleotídeos, está presente em moléculas grandes como DNA e RNA e na fixação de N. Sua deficiência causa retardamento no crescimento na altura, diâmetro do coleto, massa seca da raiz e aérea bem como apresenta frutos e sementes pequenos e folhas mais velhas com coloração verde-escuro (MENGEL; KIRKBY, 1987).

Estudos conduzidos por Skrebsky et al. (2008) para *Pfaffiaglomerata* em Latossolo distrófico, mostraram que a omissão de P foi limitante para altura, diâmetro do coleto e massa seca. Souza (2007) trabalhando com mogno (*Swietenia macrophylla*); Siqueira e Franco (1988) com *Acacia mangium*e; Balieiro et al. (2001) com *Acacia holosericeae* e *Acacia auriculiformes* concluíram que a omissão de P comprometeu o desenvolvimento em altura, diâmetro do coleto e massa seca das espécies analisadas.

2.2.3 Potássio (K)

As plantas absorvem grande quantidade de potássio na forma de cátion monovalente (K^+), competindo de forma desigual pelo mesmo sítio de absorção com outros cátions bivalentes como Mg^{+2} e Ca^{+2}, sofrendo efeito de inibição. A presença de Ca^{+2} potencializa sua absorção quando não está em excesso. O potássio é absorvido pelas raízes e transportado para todas as partes da planta deslocando-se dos órgãos mais velhos para os mais jovens.

De acordo com Malavolta (1997) o K funciona em processos osmóticos, na síntese de proteínas, na abertura e fechamento de estômatos, na permeabilidade da membrana, na translocação e armazenamento de assimilados, na manutenção da água nos tecidos vegetais e no controle do pH. Para Epstein e Bloom (2006) a deficiência de potássio deixa a folha verde-escura semelhante à deficiência de fósforo. Pequenas manchas de tecido morto e necrose marginal também podem se manifestar nas folhas. Esta deficiência afeta severamente as folhas velhas que ficam marrons e secas, além de afetar o crescimento, pois o K é deslocado para as folhas e caules mais novos (MARSCHNER, 2011).

O efeito da baixa disponibilidade de K foi detectado por Silva, et al. (2014) em estudo com ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*) em Latossolo distrófico sob omissão de nutrientes afetou o crescimento, diâmetro do coleto e número de folhas o que corrobora com o trabalho de Souza et al. (2006), para a mesma espécie.

2.2.4 Enxofre (S)

O enxofre é absorvido pelas raízes na forma de íon sulfato (SO_4^{-2}) e também pelas folhas na forma de dióxido de enxofre (SO_2), faz parte dos aminoácidos, cisteína e metionina. Participa dos processos de fotossíntese, respiração, síntese de proteínas e fixação de nitrogênio. O fato de ser integrante de proteínas, sua deficiência pode causar retardamento no crescimento em casos mais graves, pois diferente do N, não é direcionado para folhas jovens, por isso seu efeito pode confundir-se com a deficiência provocada por nitrogênio. Visualmente os sintomas aparecem nas folhas mais jovens, que se tornam verde-claras e evoluem para amareladas com centros necrosados (EPSTEIN; BLOOM, 2006; TROEH; THOMPSON, 2007).

Reis et al. (2012) relataram deficiência para o jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra*) na omissão de S, pois responderam negativamente em todos os tratamentos. Os sintomas causaram redução significativa no crescimento.

2.2.5 Cálcio (Ca)

O cálcio é absorvido pelas raízes das plantas na forma de cátion bivalente (Ca^{+2}). Participa na formação estrutural e funcionamento da membrana celular, absorção iônica e ativação enzimática, interligando cadeias pécticas e contribuindo para sua estabilidade. A deficiência de Ca manifesta-se cedo nas regiões meristemáticas e folhas jovens, pois não ocorre mobilidade das partes mais velhas para as mais jovens, o que danifica os pontos de crescimento. O sistema radicular é severamente afetado, pois em solo com pouca disponibilidade de Ca pode ocorrer níveis tóxicos de íons Al^{+3} e Mn^{+2} comuns em solos de baixo pH. Sorreano (2006) identificou deficiência no diagnóstico visual para o Ca em plantas de sangra d'água *(Croton urucurana Baill)*, pois as mesmas apresentaram clorose internerval seguida de necrose das folhas mais jovens, com crescimento irregular, murchamento e colapso do pecíolo.

2.2.6 Magnésio (Mg)

É absorvido pelas plantas na forma de íon Mg^{+2} e sofre forte competição pelo sítio de absorção na presença dos íons Ca^{+2}, Mn^{+2}, K^{+} e NH_4^{+}. Participa dos principais ativadores enzimáticos na respiração e clorofila. Para Epstein e Bloom (2006), a deficiência causa clorose primeiro nas folhas maduras expandindo para as partes marginais. Para os autores torna-se difícil a identificação da deficiência provocado pelo Mg em função da variabilidade de sintomas entre diferentes espécies quando comparado com os demais nutrientes. Porém, Mendonça et al. (1999) em estudo para a aroeira (*Myracrodruon urundeuvac),* a deficiência de Mg causou clorose e manchas nas folhas.

2.2.7 Boro (B)

O boro é um micronutriente cuja concentração nas folhas de plantas normais contém entre 25 a 100 $mg.kg^{-1}$. O boro é absorvido pelas plantas na forma de ácido bórico (H_3BO_3). As

principais funções estão relacionadas com a estrutura da parede celular. Nesse sentido, sua ausência afeta o metabolismo do ácido nucleico e de carboidratos. As plantas com deficiência de boro apresentam primeiramente gemas apicais danificadas e crescimento anormal com tecidos duros, secos e quebradiços. As folhas podem se tornar distorcidas e o caule áspero (MENGEL KIRKBY, 1987; EPSTEIN; BLOOM, 2006). Estudo realizado por Veloso (1998), concluiu que a carência de B para a pimenta do reino (*Pipernigrum)* provocou deformação e torção das folhas novas.

2.2.8 Zinco (Zn)

O zinco é o micronutriente participante no metabolismo de proteínas e aparentemente está associado à produção de clorofila. Embora haja vários números de oxidação o mais comum está na forma de íon bivalente (Zn^{+2}). É adicionado na formulação de adubo como $ZnSO_4$ solúvel (LEE, 1999). Sua deficiência tem como característica nervura central verde e áreas brancas entre elas (THOEH; THOMPSOM, 2007). Os sintomas descritos por Malavolta (1997), para ausência de Zn são folhas pequenas e enrugadas está associada à dificuldade das folhas se expandirem. Em ambiente com alta concentração de fósforo ocorre inibição do Zn.

2.2.9 Ferro (Fe)

O ferro é absorvido na forma de íon ferroso (Fe^{+2}) e é o micronutriente requerido em maior quantidade. Sua deficiência é registrada por Epstein e Bloom (2006), como clorose geral de folhas jovens, pois o Fe é praticamente imóvel no interior da planta. Porém, os solos da região amazônica, de modo geral são ricos em Fe o que torna difícil detectar a deficiência de Fe^{+2}, é mais comum, perceber a toxidez caracterizada pelo bronzeamento do folhoso. Em ambiente de alta acidez, ao contrário dos macronutrientes, não tem sua disponibilidade reduzida. O fato de ser elemento de transição externa apresenta a facilidade de formar íons complexos tornando-se solúvel na solução aquosa do solo o que facilita a absorção pelas raízes em pH baixo.

Silva et al. (2007) relataram que a omissão de Fe e B não influenciaram na altura, diâmetro e produção de massa seca para o mogno (*Swietenia macrophilla* King), pois o teor

destes no solo supriu a necessidade na fase inicial das plantas. Biondi e Reissmann (2002) encontraram teor foliar de 200 $mg.kg^{-1}$ de Fe para o ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl**)** em árvores adultas submetidas a áreas urbanas poluídas.

2.2.10 Manganês (Mn)

O Mn é absorvido na forma de cátion bivalente (Mn^{+2}). É adicionado em adubos como $MnSO_4$ solúvel no meio aquoso, pois apresenta vários números de oxidação (+2 a +7), porém a maioria é insolúvel na forma de óxidos e hidróxidos. Tem facilidade em formar íons complexos com ligantes orgânicos o que o torna importante no transporte de elétrons nas reações de fotossíntese (LEE, 1999).

Em concentração menor que 50 $mg.kg^{-1}$ no substrato causa deficiência para a maioria das espécies, pois ocorre perda por lixiviação em solos ácidos devido a maior solubilidade no estado de oxidação +2. Sua deficiência causa clorose entre as nervuras das folhas, semelhante à deficiência provocada pelo Fe. Tem fundamental importância, pois participa na absorção iônica, fotossíntese, respiração e síntese de proteínas (MALAVOLTA, 2002). A deficiência de Mn foi encontrada por Salvador et al. (1999), em casa de vegetação, para a goiaba (*Psidiumguajava)*. Os autores encontraram clorose internerval como característica de deficiência de micronutrientes. Biondi e Reissmann (2002) encontraram teor de 614 $mg.kg^{-1}$ no tecido foliar para o ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl**)** em árvores urbanas e Malavolta et al. (1997) observaram teor de 650 $mg.kg^{-1}$ para essências florestais.

2.2.11 Cobre (Cu)

O cobre é absorvido como íon cuproso (Cu^{+2}), na sua forma iônica. É altamente tóxico em elevada concentração, além de inibir a absorção do Zn (EPSTEIN; BLOOM, 2006). Segundo Silva et al. (2005), o elemento Cu não é móvel no interior da planta. Atua no transporte de elétrons e captura de energia por proteínas e enzimas oxidativas. Sua deficiência é a mais difícil de diagnosticar, devido à interferência de outros elementos. Porém, na sua ausência as folhas jovens murcham e enrolam provocando inclinação de pecíolos e talos, além de tornarem-se quebradiças e caírem (FAUSTO; WILLIAMS, 1991).

A deficiência de Cu para a espécie sangra-d'água (*Croton urucurana* Baill) apresentou nervuras salientes, encurvamento e deformação das folhas; gemas múltiplas, caules e ramos tortuosos (SORREANO, 2006).

2.3 Características gerais das espécies em estudo

O ipê é uma árvore do gênero *Handroanthus* (antes *tabebuia*), pertencente à família das *bignoniáceas*, podendo ser encontrada em seu estado nativo por todo o Brasil, possui ampla ocorrência em diferentes biomas tropicais: Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Cerrado. É uma espécie adaptada ao crescimento em ambiente aberto e exposto à luz direta (heliófita), as plantas perdem suas folhas entre os meses de junho a setembro (decídua). É também bastante útil na região amazônica devido a sua importância econômica e social por ter madeira de alta qualidade, com densidade de 800 a 1300 $kg.m^{-3}$ e grande resistência a tensões, ao apodrecimento e ao ataque de cupins. Por isso, é amplamente utilizada na construção civil, tanto em ambientes internos como externos, na fabricação de instrumentos musicais, dormentes para assentamento de trilhos e assoalho para barcos o que a coloca dentre as espécies nativas ameaçadas de extinção devido a sua extração predatória (BRASIL, 2008).

Pertence ao grupo das espécies secundárias iniciais, com altura entre 4-50 m dependendo da espécie. Apresenta desenvolvimento rápido na fase inicial em solos não compactados, porém sucumbe em substrato com déficit hídrico e baixo teor de nutrientes. O gênero *Handroanthus* apresenta raiz pivotante e consequentemente exige cuidados, de modo a não ocorrer enovelamento durante a produção de mudas em viveiro – fato que contribui para a baixa sobrevivência das plantas na recomposição das matas ciliares (DURIGAN; NOGUEIRA, 1990). Por apresentar sistema radicular pivotante e crescimento rápido com incidência de luz direta é espécie preferida em projetos de urbanização.

O projeto Radar da Amazônia (RADAM, 1970) em seu inventário florestal, já apontava a baixa densidade das espécies, variando entre 0,3 a 0,7 árvores por hectare. Shulze et al. (2008) alertaram para a exploração desordenada das espécies de ipê mais apreciadas (*Handroanthus impetiginosus e serratifolius*) e o risco de extinção na Amazônia Oriental, devido a sua exploração. Os autores estimam que foi extraído, apenas em 2004, mais de 1milhão de metros cúbicos de madeira serrada, cujo destino principal foi o mercado norte americano, como madeira de lei. Shulze et al. (2005) destacaram a real necessidade do manejo e programas de

reflorestamento mais eficiente, pois a exploração predatória pode levar à extinção de espécies nativas da região amazônica, a exemplo do ipê, uma vez que seu repovoamento natural é reduzido. Assim, é de fundamental importância, a produção de mudas de qualidade, em um cenário onde há carência de informações mais precisas sobre as exigências nutricionais de espécies nativas.

2.3.1 *Handroanthus serratifolius* (Vahl) S.O. Grose

O ipê-amarelo é uma árvore com altura de até 25m, tronco reto com diâmetro de até 90 cm. Apresenta casca grossa e áspera, madeira pesada quando seca, com densidade de 870 $kg.m^{-3}$ e folhas contendo 3 a 4 folíolos glabros finos com bordas serrilhadas; flor amarelo-ouro (Figura 3 A); frutos glabros, ápice alongado em ponta, longo com cerca de 30-40 cm de comprimento e 3 cm de largura (Figura 3 B) (PAULA; ALVES, 2007). Tem ocorrência na Amazônia, Mato Grosso, São Paulo, Mata Atlântica e áreas serranas do Nordeste (LOUREIRO, 2000).

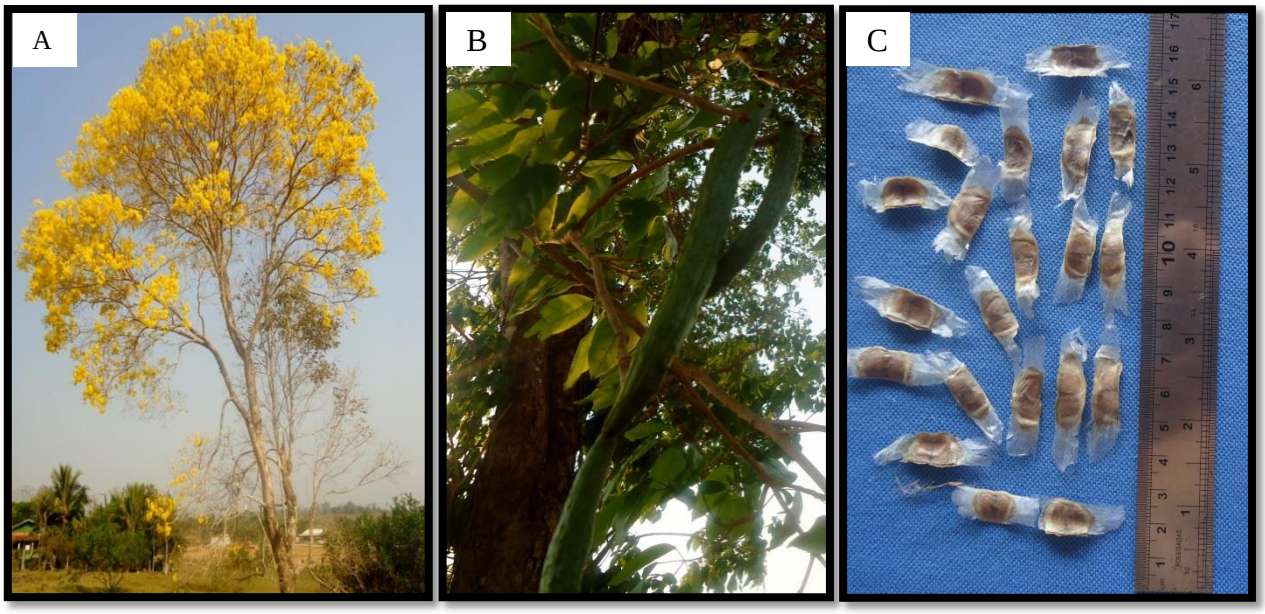


Figura 3. Árvore adulta (A); Frutos (B); Sementes (C) de ipê-amarelo.

A espécie é recomendada para recomposição de matas ciliares e em projetos de urbanização. É conhecida popularmente na região amazônica como pau-d'arco-amarelo, ipê-amarelo, piúva-amarela e ipê-do-cerrado (LORENZI, 2008). Para obtenção das sementes, os frutos são coletados diretamente das árvores matrizes abrigados em local aberto e protegidos do

sol para completar a abertura espontânea e liberação das sementes. As sementes são aladas retangulares e pequenas, em um quilograma possuem aproximadamente 72.000 sementes (Figura 3 C), não sendo necessária a quebra de dormência para germinação. A emergência ocorre em torno de 10 dias com viabilidade superior a 80% para sementes com boa qualidade e transplantadas quando as plântulas alcançarem aproximadamente 12 cm de altura.

O ipê também apresenta abundantemente, regeneração em clareiras naturais ou antrópicas, em áreas de queimadas e em solos aluviais de formação recente constituindo muitas vezes povoamentos puros (LORENZI, 2008). Nesse sentido, Carvalho et al. (2001) trabalhando com cinco espécies florestais, após 5 anos, concluíram que o ipê-amarelo apresentou melhor desempenho em campo com relação a altura, diâmetro do coleto e sobrevivência na recuperação de matas ciliares degradadas. Para os autores, a espécie é uma das que apresentou alto índice de importância para reflorestamento na região amazônica.

Salman et al. (2008) em estudo de viabilidade de espécies nativas na Amazônia Ocidental com potencial para arborização de pastagens, classificaram o ipê-amarelo como uma das mais promissoras, pois apresenta rápido crescimento inicial e taxa de sobrevivência em campo alta, desde que haja adequada adubação e calagem.

2.3.2 *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) Mattos (ipê-roxo)

A espécie, *Handroanthus impetiginosus* é conhecida popularmente como pau-d'arco-roxo, ipê-una, ipê-de-minas, piúna, ipê-roxo-do-grande e ipê-roxo (LORENZI, 2008). A árvore é de grande porte podendo atingir 50 m de altura na Amazônia (Figura 4 A). Madeira pesada, quando seca, possui densidade de 890 $kg.m^{-3}$, tronco reto e diâmetro de até 1m, casca moderadamente grossa fissurada transversalmente, flor roxa tomentosa, fruto longo e pontiagudo no ápice com cerca de 25 cm de comprimento por 2 cm de largura (Figura 4 B), as sementes são aladas e pequenas (Figura 4 C). Tem ocorrência na Floresta Amazônica, Mata Atlântica, matas ciliares e aéreas serranas do Nordeste (PAULA; ALVES, 2007).

É uma espécie semidecídua, porém na mata nativa é difícil de ser encontrada em decorrência de sua extração predatória, pois tem ampla utilidade na construção civil e na fabricação de instrumentos musicais. Para a produção de mudas, as sementes são colhidas das árvores matrizes ainda no fruto, os quais são armazenados em ambiente aberto e protegidos do

sol para completar a abertura espontânea e liberação das sementes, porém perde a viabilidade em aproximadamente três meses (LORENZI, 2008).

O tronco apresenta casca com quantidades variáveis de naftoquinona denominada de lapachol e β-lapachona e outras substâncias químicas com propriedades farmacológicas. Essas substâncias encontram-se em fase de testes clínicos nível 2 para o tratamento de câncer do pâncreas (FERREIRA et al., 2010). O chá das cascas, folhas e flores também são utilizados no tratamento de gripes, como depurativo do sangue, úlceras e blenorragias (REVILLA; SOUZA, 2005; CORADIN, 2010). É espécie preferida para recuperação de áreas degradadas, pois se desenvolve em ambiente com intensa incidência de luz, apresentando crescimento rápido em solo com quantidade moderada de nutrientes e umidade. Sua madeira é resistente ao ataque de insetos e a umidade (CARVALHO, 1994).

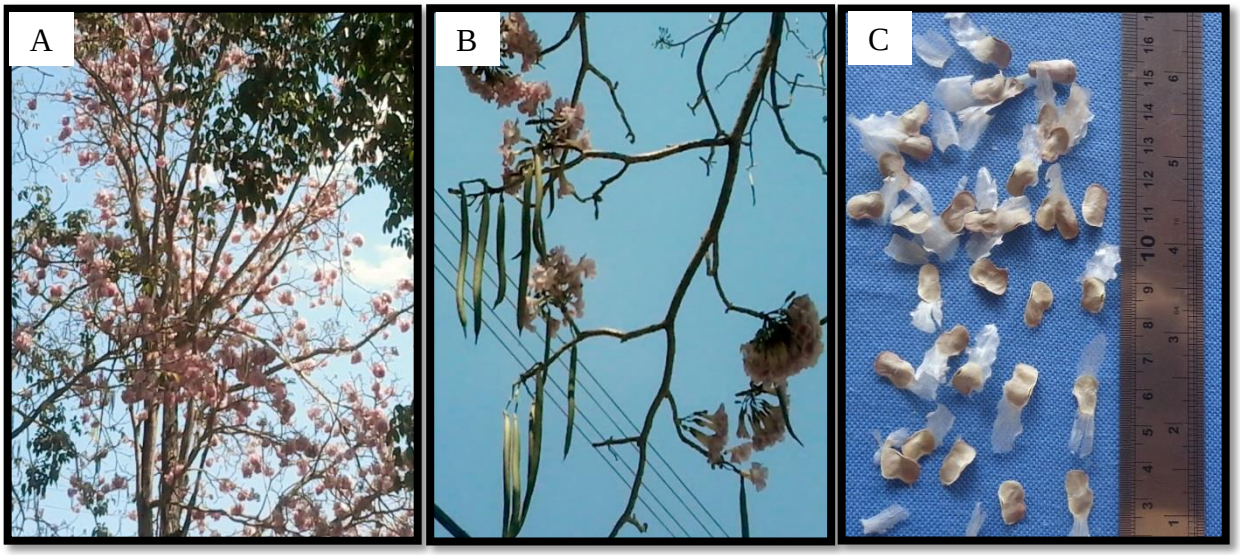


Figura 4. Árvore adulta (A), Fruto (B); Sementes (C) de ipê-roxo.

O ipê-roxo também é ótimo para compor reflorestamento com fins ecológicos e ambientes impactados por mineração (LORENZI, 2008). Cesar Ferreira et al. (2012) em estudo para a viabilidade de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas por mineração de areia, obtiveram resultado significativo para o ipê-roxo em comparação a outras espécies tardias, pois apresentaram bom desenvolvimento com relação aos parâmetros morfológicos: altura, diâmetro do coleto e copa durante o período de um ano. Bentes Gama et al. (2005) em estudo de viabilidade de uso de espécies nativas para a recuperação de paisagens alteradas em Rondônia,

concluíram que dentre as espécies analisadas, o ipê-roxo obteve um dos melhores resultados em relação ao crescimento em altura, diâmetro do coleto e taxa de sobrevivência após 18 meses.

2.4 Acidez e fertilidade de solos da Amazônia

A acidez e a baixa disponibilidade de nutrientes do solo das regiões tropicais, como os Latossolos distróficos ocorrentes em Rondônia, são os principais fatores que limitam o desenvolvimento de espécies nativas. Portanto, a necessidade de adição de macro e micronutrientes associados à calagem são fatores relevantes na produção de mudas de qualidade para recuperação de áreas alteradas (RIBEIRO, 2008).

Segundo Tucci et al. (1991) os solos da região amazônica são na sua maioria ácidos em razão da pobreza de nutrientes do material de origem ou de processos pedogenéticos que favoreceram as perdas. A baixa fertilidade constitui, segundo Paiva e Gomes (2000), em fator de maior limitação regional para o desenvolvimento de plantas nesses solos.

Santos et al. (2013) afirmaram que não é possível generalizar as situações de respostas das plantas. Se na região amazônica predominem os Latossolos e Argissolos distróficos fortemente lixiviados, com baixa saturação por bases e altos teores de Al, também existem áreas de solo com alta fertilidade natural e baixa acidez, como os Latossolos eutróficos.

Amaral et al. (2013) estudando as características morfológicas dos solos no estado do Acre, observaram que, de maneira geral, estes estão classificados em maior proporção em Argissolos e Latossolos com baixa carga nutricional, porém há ocorrência de solos com menor grau de intemperismo e presença de argilas de atividade alta. Segundo os autores, estes resultados foram inesperados, considerando a região e o ambiente de clima equatorial.

De acordo com Malavolta (1989) a decomposição rápida e contínua da matéria orgânica, como consequência das altas temperaturas e umidade é também apontada, dentre outros fatores, como responsável pela alta acidez do solo em regiões tropicais. A acidez e as deficiências nutricionais são indicadas como as principais limitações ao desenvolvimento de espécies florestais em solos de baixa fertilidade natural (FRANCO et al., 1995).

Devido à pobreza em bases do material de origem e ao clima, sobretudo pela alta pluviosidade e elevada temperatura, esses solos vêm perdendo grande parte dos cátions trocáveis,

por lixiviação e, em decorrência, predomina na fração argila a caulinita e sesquióxidos de ferro e alumínio, o que os caracterizam como solos envelhecidos e intemperizados (EMBRAPA, 2003).

Segundo Souza et al. (2001) a região amazônica é caracterizada por apresentar solos profundos, pobres e ácidos, com fortes limitações quanto à fertilidade natural, nos quais o P é o elemento mais limitante, seguido de K e N. Conforme Fernandes et al. (2000) a baixa disponibilidade de P nos solos tropicais é uma das causas que mais limita o crescimento e a produção florestal, tornando necessário o fornecimento deste nutriente às espécies via fertilização.

Solos com elevada acidez, predominantes na região amazônica, apresentam problemas para as plantas, pois não se desenvolvem bem em condição de elevada acidez, devido à redução na disponibilidade dos macronutrientes essenciais (Figura 5). Por outro lado, os micronutrientes Fe, Cu, Mn e Zn não têm sua disponibilidade afetada em condições de elevada acidez (Figura 5). Os solos ácidos se caracterizam pela presença do íon Al^{+3} influenciando negativamente o desenvolvimento do sistema radicular, devido à absorção pelos sítios ativos dos coloides do solo e pronto para ser utilizado pelas raízes quando o pH for inferior a 5,5 (MALAVOLTA et al., 1997). O principal efeito provocado pela absorção do Al, elemento tóxico, é a diminuição da expansão da parede celular das raízes, sintoma manifestado pelo engrossamento do sistema radicular e redução da capacidade de absorção de água e nutrientes.

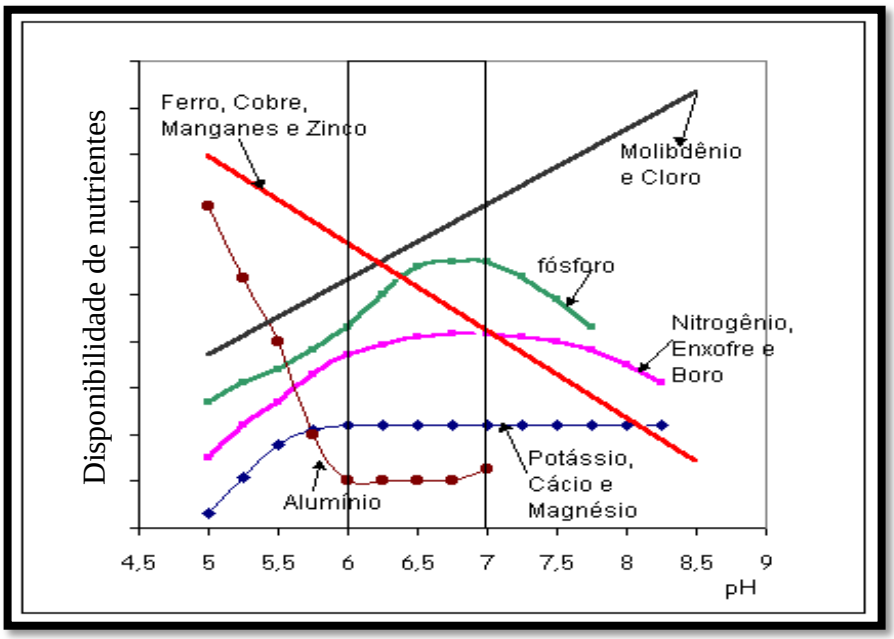


Figura 5. Disponibilidade de nutrientes em função do pH do solo. Fonte: Malavolta (1997).

Quando ocorre elevação do pH (associado a adição de calcário), acima de 5,5, o íon Al^{+3} começa a precipitar na forma de hidróxido de alumínio insolúvel, $Al(OH)_3$, eliminando a toxidez para as plantas possibilitando aumento das trocas catiônicas e elevação da saturação por bases. No entanto, quanto menor for o pH, menor será a capacidade de troca de cátions, pois os sítios negativos estão ocupados por H^+ e Al^{+3}, diminuindo as cargas negativas na superfície dos coloides, reduzindo a capacidade de troca catiônica o que provoca elevação da saturação por alumínio e consequentemente redução na saturação por bases (SCHLINDWEIN et al., 2014).

Em solos ácidos, pH inferior a 5, a disponibilidade de P é reduzida tornando limitante, pois o P reage com os íons Fe^{+3} e Al^{+3} abundantes no solo formando compostos insolúveis não aproveitáveis pelas plantas (LEE, 1999).

Em Rondônia predominam os Latossolos com 58%, dos quais 16% são Latossolos Amarelos, 26% são Latossolos Vermelho-amarelos e 16%, Latossolos vermelhos (SEDAM, 2002). De acordo com Schlindwein et al. (2012) os solos apresentaram baixa fertilidade e elevada acidez, pois mais de 61% destes apresentaram pH menor que 5,5 e saturação por bases menor que 50%, exigindo correção. Portanto, a capacidade de troca catiônica é baixa, associado à alta saturação por alumínio. Solos saturados por Al restringem o desenvolvimento do sistema radicular da maioria das espécies cultivadas. Elas apresentam melhores respostas à adubação com pH do solo entre 5,5 e 6,5. Contudo, para elevar o pH a 5,5, segundo Schlindwein et al. (2014) foi necessário aumentar a saturação por bases para 67,6%.

O P apresenta baixa disponibilidade para as plantas em 96% dos solos de Rondônia, sendo o nutriente limitante (SCHLINDWEIN et al., 2014). Os teores de matéria orgânica variam de baixo a médio e com pouca atividade nas condições naturais (EMBRAPA, 2003).

Para os solos ácidos a acidez limita a produção, isto significa que não basta apenas realizar a adubação se não houver a correção da acidez, pois este é fator limitante para o desenvolvimento da planta, devido à redução da disponibilidade dos nutrientes adicionados.

Através da análise química do solo é possível avaliar a necessidade de calagem, permitindo dimensionar as quantidades de corretivos para as exigências diferenciadas das espécies florestais, porém, a crescente demanda na exploração das espécies florestais nativas, requer informações sobre a silvicultura, nos diversos campos do conhecimento, dentre eles, a fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas, pois a relação solo-planta precisa ser melhor compreendido (TUCCI; SILVA, 2004).

Assim, a combinação entre calagem e adubação do solo pode aumentar a produção agrícola e florestal de modo a repor espécies ameaçadas de extinção, devido à crescente exploração ilegal de áreas de preservação ambiental (RAIJ, et al., 1981).

3.5 Técnicas de diagnose por omissão em espécies florestais nativas

A diagnose foliar é um importante parâmetro de avaliação do estado nutricional, em decorrência da folha ser o órgão que melhor reflete a situação nutricional num dado momento. A análise dos tecidos, associada a análise do solo, possibilita o diagnóstico mais eficiente da situação nutricional da planta com relação ao suprimento de nutrientes disponibilizados pelo solo natural, ou através de adubação (MALAVOLTA et al., 1997; FAQUIN, 2002). A avaliação da fertilidade do solo através da técnica de omissão de nutrientes é um método que permite estudar a fertilidade de um solo pobre, do tipo Latossolo Amarelo e outros da região amazônica, e pode fornecer uma ideia qualitativa e semi-quantitativa das necessidades de adubação e corretivos, insumos fundamentais para o desenvolvimento das espécies agrícolas ou florestais (BRAGA et al., 1995). E neste estudo, para as espécies de ipê.

Com o uso da técnica podem-se determinar as exigências nutricionais de espécies nativas de importância econômica e ecológica. Ribeiro (2008) empregou a técnica para avaliar a exigência nutricional do cedro em Latossolo Amarelo distrófico, o qual obedece à sequência P>N>K>S. Empregando a mesma técnica, Braga et al. (1995) em avaliação com peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*); Carniel et al. (1993), com adubação mineral para o ipê-mirim (*Stenolobium stans*), fedegoso (*Senna macranthera*) e angico-amarelo (*Peltophorum dubium*) observaram que o desenvolvimento das plantas foi afetado pela omissão de P e N.

Na avaliação da nutrição mineral para o ipê-roxo, os resultados apontaram que os nutrientes P e N devem ser prioritários, pois foram os que mais limitaram o desenvolvimento das plantas (SOUZA et al., 2006).

Silva et al. (2005) estudando as mudas de umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) observaram que a omissão de P, K e Ca influenciaram o desenvolvimento biométrico (altura e diâmetro). Sarcinelli et al. (2004) informaram que a omissão de P e Ca na nutrição da acácia *(Acacia holosericea)* não interferiu na produção de massa seca foliar, pois não houve diferença em relação ao tratamento completo.

O mogno (*Swietenia macrophylla*) submetido ao tratamento com omissão de nutrientes mostrou que o P é o nutriente que mais limitou o desenvolvimento das plantas, com o uso da calagem não houve a necessidade de adição do K, porém o requerimento nutricional obedeceu à ordem decrescente P>S>K>N (SOUZA et al., 2010). Para a cerejeira os nutrientes limitantes ao crescimento em altura foram P, S e N; e S para o diâmetro. Para o ipê-amarelo, P foi o mais limitante com relação à altura e o diâmetro, porém o S não comprometeu o desenvolvimento das mudas. Os macronutrientes mais absorvidos foram N, K e Mg na parte aérea e radicular, porém a omissão de N e Mg foram os que mais reduziram a qualidade das mudas (VIEIRA, 2011).

Marques (1990) e Machado (1998) verificaram que as espécies florestais freijó *(Cordiana goeldiana*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*) apresentaram redução na concentração de Zn, decorrente da resposta em altura e diâmetro das plantas à aplicação do P.

Braga et al. (1995) para a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) e Duboc et al. (1996) com jatobá (*Hymenaea coubaril*) empregaram a técnica de diagnose em experimentos com vaso em ambiente controlado. Os autores concluíram que a omissão de Ca e Mg não reduziu o crescimento em diâmetro do coleto e produção de MSR.

Renó et al. (1997) relataram que para o crescimento em altura do cedro (*Cedrela fissilis*) jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), pau-ferro (*Caesalpinea ferrrea*) e canafístula (*Senna multijuga*), o P, S, e N foram os nutrientes mais limitantes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização do experimento

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Rondônia (IFRO), Câmpus Ji-Paraná, em casa de vegetação com dimensões de 6x20 m, cobertura de filme de polietileno e recoberto por tela de sombreamento a 50%, sob coordenadas 10º 88’12” S e 61º 96’76” W a 183 m de altitude e clima Am, segundo classificação Köppen, característico da Amazônia Ocidental equatorial quente e úmido com temperatura média da região de 30ºC.

O experimento foi conduzido por um período de 100 dias entre os meses de novembro de 2014 a fevereiro de 2015. A temperatura e umidade relativa do ar média no interior da casa de vegetação apresentaram valores de 29°C e 78% respectivamente (Figura 7). A temperatura influencia todos os processos biológicos nos vegetais, por isso, temperaturas ótimas para as plantas superiores normalmente estão na faixa de 15°C a 35°C e umidade relativa do ar nas regiões de clima tropical acima de 50% para a maioria das espécies florestais, principalmente na fase inicial de mudas, de modo a reduzir a perda de água por evapotranspiração (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

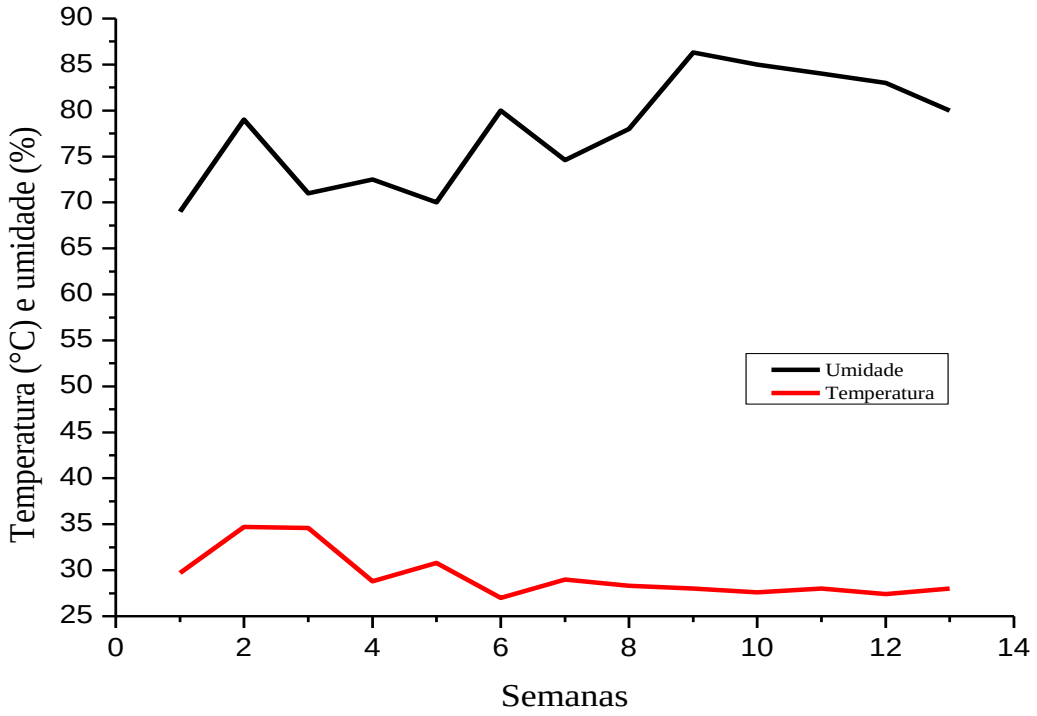


Figura 6. Temperatura média (°C) e umidade relativa média (%) do ar no interior da casa de vegetação durante as semanas de condução do experimento.

3.2 Coleta e caracterização do substrato

O substrato empregado foi o solo do tipo Latossolo Amarelo distrófico, textura média, com baixa fertilidade natural, coletado na camada de 20-60 cm. O substrato foi coletado em setembro de 2014 no município de Ji-Paraná, nas coordenadas geográficas 10° 96’ 67” S e 61° 98’ 01” W.

O solo foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira de 4 mm de malha para utilização no ensaio experimental. Para a caracterização física e química, coletou-se uma amostra de solo e passado em peneira com 2 mm de malha. Para análise granulométrica, empregou-se o método da pipeta utilizando como dispersante solução de NaOH 0,1 $mol.L^{-1}$ (EMBRAPA, 1997). Os resultados da caracterização física e química do substrato encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Atributos químicos e físicos do Latossolo Amarelo antes da aplicação dos tratamentos.

Características	Unidade	Resultado
Potencial hidrogeniônico (pH)	----------	4,90
Matéria Orgânica (MO)	$g.kg^{-1}$	6,30
Fósforo (P)	$mg.dm^{-3}$	1,00
Potássio (K)	$cmol_c.dm^{-3}$	0,04
Cálcio (Ca)	$cmol_c.dm^{-3}$	0,13
Magnésio (Mg)	$cmol_c.dm^{-3}$	0,20
Acidez total (H+Al)	$cmol_c.dm^{-3}$	2,80
Alumínio (Al)	$cmol_c.dm^{-3}$	0,42
Capacidade de Troca Catiônica (CTC)	$cmol_c.dm^{-3}$	3,58
Saturação por alumínio (m)	%	35
Saturação por bases (V)	%	22
Soma das bases (SB)	$cmol_c.dm^{-3}$	0,77
Argila	$g.kg^{-1}$	92
Silte	$g.kg^{-1}$	409,3
Areia	$g.kg^{-1}$	498,7

Para correção do pH foi aplicado ao substrato a mistura de $CaCO_3$ e $MgCO_3$ na forma de

reagentes para análise (p.a), na proporção 1:4 com 100% de PRNT. Para a determinação da dose de calcário utilizada no experimento, 2 $t.ha^{-1}$, foi calculado a necessidade de calagem (NC), empregando o método de elevação da saturação por bases de modo a elevar a 70% e corrigir o pH na faixa de 5,5 a 6,5 para todos os tratamentos que receberam calagem, exceto os tratamentos: C2, C2–Mg, C2–Ca, testemunha e C1-calcário (SCHLINDWEIN et al., 2014). Após a adição de calcário o solo foi acondicionado em sacos de polietileno com umidade de 17% do peso seco do substrato, com um mês de antecedência para o transplante para a que ocorresse a solubilização e reação do calcário com o solo (GUEDES, 2008).

As análises dos atributos químicos do solo, realizadas antes da adição dos tratamentos, foram conduzidas no laboratório de fertilidade de solos do Instituto Federal de Rondônia determinados de acordo com o método proposto pelo manual de análises químicas de solo e plantas da EMBRAPA (2009), a saber: matéria orgânica (M.O) por via úmida; pH em água; fósforo disponível (P), extraído com solução de Mehlich 1 e determinado por fotocolorimetria; potássio trocável (K), extração Mehlich 1 e determinado por fotometria de chama; cálcio (Ca) e magnésio trocáveis (Mg), extraído com solução de KCl 1 $mol.L^{-1}$ e determinado por titulação complexiométrica com EDTA; alumínio trocável (Al), extraído com KCl e determinado por titulação volumétrica de neutralização com NaOH e acidez potencial (H+Al), extraído com solução de acetato de cálcio em pH 7,0 e determinado por titulometria de neutralização.

3.3 Aquisição das sementes e formação de mudas

Os frutos de ipê-roxo foram coletados no mês de setembro de 2014 no município de Ji-Paraná nas coordenadas, 10º88’07” S e 61°94’43” W, enquanto os frutos de ipê-amarelo no município de Rolim de Moura, no mesmo período, nas coordenadas 11°72’55” S e 61°78’82” W, situados na região central do estado de Rondônia.

Os frutos foram colhidos diretamente das árvores matrizes utilizando-se podão, acondicionados em sacos de polietileno e transportados ao laboratório de sementes do Instituto Federal de Rondônia, Câmpus Ji-Paraná, para seu armazenamento e posterior análise. Os frutos de cada espécie foram coletados de uma única árvore matriz de modo a reduzir as interferências relacionadas à variabilidade genética entre indivíduos de mesma espécie. Os frutos foram secos em ambiente aberto e protegidos do sol para a completa abertura espontânea e liberação das sementes.

As sementes foram selecionadas de modo a uniformizá-las quanto ao tamanho, acondicionadas em recipiente de vidro e armazenadas em câmara fria, para preservar sua viabilidade. As sementes foram semeadas no mês de outubro de 2014, em bandejas de polietileno de 4 cm de profundidade tendo como substrato areia esterilizada em autoclave a 120°C por 2 horas (Apêndice 6). A germinação ocorreu em 10 dias, após a semeadura com mais de 80% de germinação e irrigadas duas vezes ao dia com água deionizada.

Ao atingir altura aproximada de 12 cm, surgimento do primeiro par de cotilédones (Figura 7A) e precedida homogeneização quanto à altura e diâmetro do coleto, as plântulas foram transplantadas para vasos de polipropileno com 6 dm^3 de capacidade (Figura 7 B).

Os vasos foram irrigados diariamente, duas vezes ao dia, com água deionizada em quantidade equivalente a 17% do peso seco do substrato de modo a repor a umidade perdida por evapotranspiração em cada tratamento.

Figura 7. Plântulas de ipê (A); Transplante das plântulas de ipê-roxo e ipê-amarelo para vasos de polipropileno (B).

3.4 Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso (DBC), com 11 tratamentos e 4 repetições, perfazendo um total de 44 parcelas para cada espécie com uma planta por vaso, por intermédio da técnica de omissão de nutrientes de modo a determinar os nutrientes que mais limitam o crescimento de mudas de *Handroanthus impetiginosus e Handroanthus serratifolius* (Tabela 3).

Tabela 3. Identificação e caracterização dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamento	Símbolo	Descrição
T1	Teste	Testemunha (solo natural)
T2	C1	Completo adubado com N, P, K, S, FTEBr-12,Calcário
T3	C2	Completo adubado com N, P, K, S, Mg, Ca, FTEBr-12
T4	C1-N	Completo C1 menos nitrogênio
T5	C1-P	Completo C1 menos fósforo
T6	C1-K	Completo C1 menos potássio
T7	C1-S	Completo C1 menos enxofre
T8	C1-FTEBR-12	Completo C1 menos micronutriente
T9	C1-Calcário	Completo C1 menos calcário
T10	C2-Mg	Completo C2 menos magnésio
T11	C2-Ca	Completo C2 menos cálcio

Na Tabela 4 está expresso as doses e as fontes de nutrientes calculadas para atender a adubação básica, adicionado ao substrato em cada tratamento e aplicados na forma de reagentes p.a, adaptadas de Renó et al. (1997) e Malavolta et al. (2002). Os nutrientes foram misturados ao solo correspondente a cada tratamento, em recipiente de polipropileno com volume de 6 dm^3 de substrato. No tratamento C2, os nutrientes Ca e Mg foram fornecidos por intermédio da adição de sulfato de cálcio ($CaSO_4$) e sulfato de magnésio ($MgSO_4$) respectivamente, em substituição ao carbonato de cálcio ($CaCO_3$) e magnésio ($MgCO_3$), utilizados para correção da acidez.

Tabela 4. Doses e fontes de macronutrientes e micronutrientes adicionados ao substrato em cada tratamento.

Nutriente	Dose ($mg.kg^{-1}$ de solo)	Fonte
N	150	CH_4N_2O
P	450	H_2PO_4
K	150	KCl
S	50	Na_2SO_4
Ca	40	$CaSO_4$
Mg	80	$MgSO_4$
Micro	150	FTEBR-12*

*Composição: Cu - 0,8%; Mn – 2,0%; Zn – 9%; Mo – 1%; B – 1,8%; Fe - 2%

O transplante para os vasos e início dos tratamentos, ocorreu em outubro de 2014, decorridos 32 dias da semeadura e surgimento do primeiro par de cotilédones. As plântulas foram cuidadosamente removidas do substrato de germinação, lavadas com água deionizada e realizada a homogeneização quanto à altura e diâmetro do coleto, transplantadas uma planta por vaso contendo o substrato com umidade de 17% do peso seco do substrato. A umidade perdida por evapotranspiração foi reposta diariamente através da pesagem dos vasos.

A adubação com N ocorreu durante o transplante das plântulas (50% da dose); o restante aos quinze e trinta dias após a primeira aplicação (Figura 8) (MALAVOLTA et al.,1997). Para a adubação com micronutrientes empregou-se o fertilizante FTEBR-12 na dosagem de 150 $mg.kg^{-1}$ de solo o que corresponde a 13,5; 2,7; 1,2; 4,5; 3 e 3 mg por tratamento de Zn, B, Cu, Fe e Mn respectivamente, exceto para os tratamentos nos quais estes foram omitidos.

Figura 8. Aplicação da adubação de nitrogênio em mudas de ipê, após quinze e trinta dias do transplante.

3.5 Variáveis avaliadas

Para a análise das variáveis biométricas, a altura (H) foi determinada com régua graduada em centímetros (Figura 9A), tendo como referência o nível do solo ao ápice da gema apical. O diâmetro do coleto (D) foi aferido empregando-se paquímetro digital graduado em milímetros, com precisão de 0,01mm a um centímetro do solo (Figura 9B). As medições das plantas foram realizadas duas vezes, a primeira aos quinze dias do transplante e a outra ao término do experimento, após 100 dias.

Para obtenção da massa seca da parte área (MSPA) as mudas foram separadas das raízes e conduzidas ao laboratório de sementes do Instituto Federal de Rondônia, Câmpus Ji-Paraná, no qual foi realizada a descontaminação, após lavagens sucessivas com água deionizada e solução de detergente neutro (0,1%), seguido por lavagem com solução de HCl a 0,3% e posteriormente com água deionizada (PRADO, 2008).

As folhas foram cortadas e acondicionadas em sacos de papel kraft, identificados e conduzidos para secagem em estufa, com circulação forçada de ar a 70ºC, até obtenção de massa constante aferida em balança analítica com precisão de 0,001g.

O sistema radicular foi desprendido do substrato empregando jatos de água sobre peneira de 2 mm de malha de modo a evitar perda de material. Posteriormente, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa, com circulação forçada de ar a 70°C por 72 horas.

Figura 9. Medição das variáveis biométricas: altura de planta (A); diâmetro do coleto na fase inicial de mudas (B).

A relação entre os dados biométricos da planta: massa seca total (MST), altura (H), diâmetro do coleto (D), massa seca parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR), corresponde ao índice de qualidade de Dickson (IQD), importante variável de qualificação que leva em consideração a incorporação, distribuição e equilíbrio da biomassa, determinado através da equação:

$$\mathrm{IQD} = \frac{\mathrm{MST}}{\left(\frac{\mathrm{H}}{\mathrm{D}}\right) + \left(\frac{\mathrm{MSPA}}{\mathrm{MSR}}\right)}$$

O IQD é um ótimo parâmetro de valor único, é significativo para analisar a qualidade das mudas, pois relaciona a distribuição da biomassa pela planta de forma equilibrada, o que é útil na determinação das respostas aos tratamentos sob omissão de nutrientes (FONSECA, 2000). Gomes; Paiva (2004), atribuem valor mínimo de referência para o IQD como 1 para aferir a qualidade das mudas.

A Figura 10 mostra o fluxograma empregado na análise química do tecido foliar para determinação do teor de macronutrientes (N, P, K, S, Mg e Ca) e micronutrientes (Mn, Fe, Zn, Cu e B) absorvidos pelas plantas durante o período experimental, por meio da MSPA das espécies de ipê analisadas.

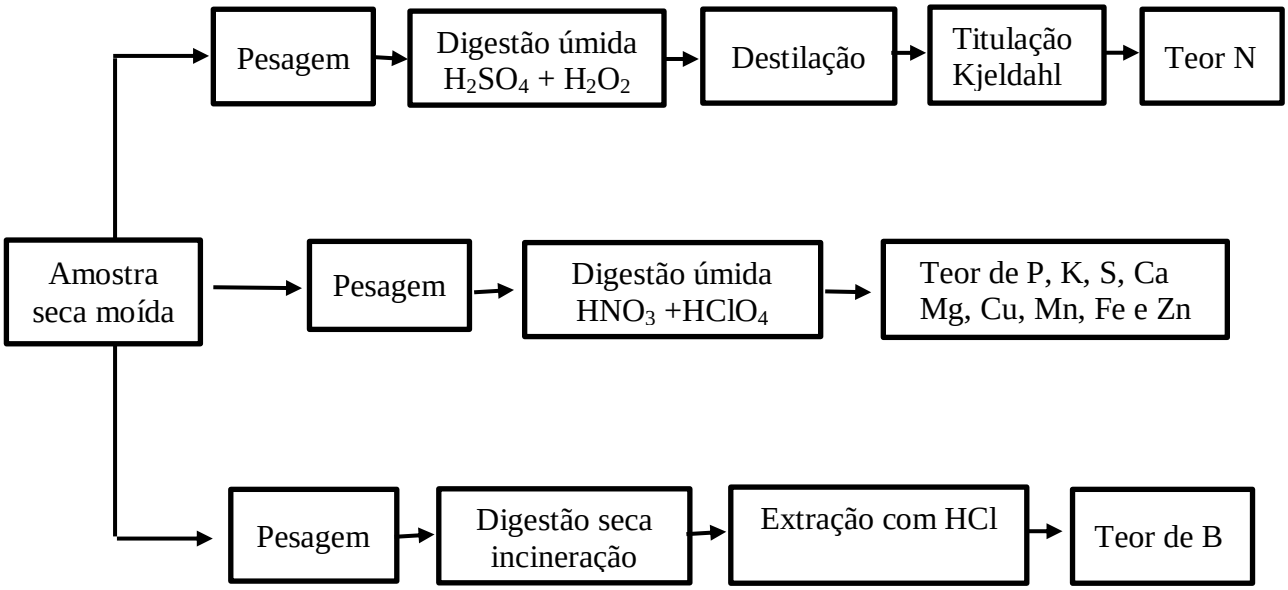


Figura 10. Procedimento analítico para determinação do teor de macro e micronutrientes na massa seca da parte aérea para as espécies de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus)* e ipê-amarelo *(Handroanthus Serratifolius)*. Fonte: adaptado da EMBRAPA, 2009.

Após a pesagem, a parte aérea de cada tratamento foi triturada em moinho de aço inoxidável tipo Willey para posterior análise química do tecido vegetal. Foram determinados os teores de N, P, K, S, Ca, Mg, Zn, B, Cu, Fe e Mn, conforme método proposto por Malavolta et al. (1997) e EMBRAPA, (2009). Foi determinado o teor de macro e micronutriente presente na

massa seca da parte aérea em cada tratamento, de modo a aferir os nutrientes limitantes para o desenvolvimento de cada espécie. Também foi testado o parâmetro referente ao crescimento relativo (CR), adaptado de Raij (1991). O crescimento relativo correspondente à altura, diâmetro, massa seca aérea e radicular, calculado pela multiplicação por 100 do valor obtido em cada tratamento na omissão de nutriente e dividido pelo valor do tratamento completo C1 tomado como referência.

3.6 Análise estatística

Os valores obtidos para as variáveis foram submetidos à análise de variância e às médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, empregando o software estatístico ASSISTAT versão 7.7 beta (pt), de modo a avaliar o desempenho obtido em cada tratamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Crescimentos de plantas e massa seca

As características morfológicas referentes à altura de planta (H), diâmetro do coleto (DC), massa seca do sistema radicular (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e o índice de qualidade Dickson (IQD) para as espécies de ipê-roxo e ipê-amarelo submetidas à omissão de nutrientes encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5. Altura de plantas, diâmetro de coleto, massa seca da parte área (MSPA), massa seca radicular (MSR), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD) e relação raiz parte área (R/PA) para mudas de ipê-roxo e ipê-amarelo conduzidos em vaso com diferentes tratamentos de nutrientes.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	MST (g)	R/PA	IQD
			Ipê-roxo				
Teste	6,62 e	2,42 d	0,31 h	0,27 e	0,59 g	0,87 a	0,15 e
C1	40,75 a	14,82 a	40,30 a	9,53 a	49,83 a	0,23 c	7,14 a
C1-N	17,42 d	6,62 c	7,41 g	3,76 d	10,95 f	0,53 b	2,40 d
C1-P	6,97 e	3,31 d	0,42 h	0,36 e	0,78 g	0,89 a	0,23 e
C1-K	31,50 b	10,50 b	12,56 f	3,61 d	16,24 e	0,28 c	2,49 d
C1-S	40,12 a	13,60 a	39,41 b	9,30 a	48,46 a	0,23 c	6,67 a
C1-Micro	33,62 b	11,36 b	18,10 e	6,70 c	24,80 d	0,37 c	4,38 c
C1-Calcário	7,10 e	3,45 d	0,44 h	0,35 e	0,76 g	0,83 a	0,24 e
C2	32,75 b	12,73 a	29,14 c	9,38 a	38,52 b	0,33 c	7,00 a
C2-Mg	27,75 c	11,60 b	24,27 d	7,83 b	32,10 c	0,32 c	5,72 b
C2-Ca	31,87 b	11,80 b	38,39 b	9,25 a	48,39 a	0,25 c	6,90 a
CV(%)	9,76	14,09	4,61	6,85	5,17	18,93	9,42
			Ipê-amarelo				
Teste	10,12 f	2,13 c	0,26 d	0,66 e	0,93 g	2,63 a	0,18 g
C1	39,37 a	5,57 a	7,29 a	3,50 a	10,80 a	0,47 b	1,17 b
C1-N	19,75 e	4,70 b	2,56 c	1,17 d	3,74 e	0,46 b	0,58 d
C1-P	11,25 f	2,19 c	0,32 d	0,24 f	0,56 g	0,75 b	0,08 g
C1-K	23,25 d	4,15 b	4,04 b	0,68 e	4,72 d	0,17 b	0,40 e
C1-S	31,12 c	5,21 a	7,45 a	3,46 a	10,92a	0,48 b	1,34 a
C1-Micro	20,62 e	4,29 b	1,60 c	0,71 e	2,31 f	0,48 b	0,31 f
C1-Calcário	20,75 e	3,90 b	2,02 c	0,46 f	2,49 f	0,24 b	0,25 f
C2	37,00 b	4,75 b	6,55 a	2,74 b	9,29 b	0,42 b	0,90 c
C2-Mg	22,37 d	4,40 b	2,00 c	0,95 d	2,95 f	0,49 b	0,40 e
C2-Ca	30,75 c	5,48 a	4,05 b	2,04 c	6,10 c	0,51 b	0,80 c
CV(%)	5,26	17,96	17,56	10,13	12,65	29,13	14,29

Números seguidos pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

As plantas quando submetidas ao tratamento completo C1 tiveram maior crescimento em altura, diâmetro do coleto e produção de massa seca (aérea, radicular e total) em relação aos demais tratamentos, por outro lado, o tratamento testemunha, constituído por solo natural, teve menor crescimento e produção de massa seca (Apêndice 4) o que demonstra a importância da aplicação balanceada de nutrientes e correção da acidez no desenvolvimento das plantas, para as duas espécies na fase inicial (Tabela 5).

O tratamento com omissão de P foi limitante para o crescimento em altura, diâmetro e produção de MSPA para ambas espécies com valores semelhantes à testemunha (Tabela 5). O ipê-roxo na omissão de P cresceu 82,9% a menos em altura e 77,6% o diâmetro do coleto quando comparado com o tratamento completo C1. As plantas de ipê-amarelo sofreram redução na omissão de P de 71,42% na altura e 60,68% para o diâmetro do coleto (Tabela 5; Figuras 13 e 14). Segundo Sanches (1981) ocorre deficiência drástica de nutrientes quando há redução de mais de 40% do parâmetro avaliado em relação ao tratamento completo—fato ocorrido na omissão de P e calcário (Tabela 5).

Assim, tanto o ipê-roxo como o ipê-amarelo, são exigentes por P, pois o ambiente natural da espécie apresenta baixa disponibilidade de P. Resultados similares para espécies florestais conduzidos em casa de vegetação e na omissão de macro e micronutrientes foram obtidos por Marques et al. (2004) para o paricá (S*chizolobium amazonicum*), Braga et al. (1995) para a acácia-australiana (*Acaciamangium)* e Souza et al. (2006) em mudas do próprio ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus*), registraram intensa limitação de P e N para o desenvolvimento das espécies.

Os resultados demonstram a importância do P para a nutrição das espécies de ipê, pois participa no armazenamento, transporte de energia e fixação de N em nucleotídeos e ácidos nucléicos (MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

As plantas de ipê-roxo, submetidas à omissão de N, sofreram redução em altura (57,25%), diâmetro do coleto (55,33%) e produção de MSPA (81,61%) quando comparado ao tratamento completo C1, tomado como referência (Tabela 5; Figuras 11 e 13). O ipê-amarelo teve as variáveis altura (49,5%), diâmetro (15,6%) e MSPA (64,8%) menos afetado pela omissão de N (Tabela 5, Figuras 12 e 14). O N participa dos processos metabólicos e sua inibição afeta a síntese proteica, pois reduz a divisão celular prejudicando o crescimento das plantas (MALAVOLTA, 1989). Resultados semelhantes, através do método de omissão de nutrientes

para espécies florestais, foram obtidos por Silva et al. (2005) para o umbuzeiro (*Spondias tuberosa)*; Venturin et al. (1999) para o angico-amarelo (*Peltophorumubium (spreng.) taub.*); Mendonça et al. (1999) para a aroeira-do-sertão (*Myracrodruon urundeuva*) e Batista et al. (2014) para o cedro-australiano (*Toona ciliata).*

O crescimento em altura para o ipê-roxo foi menor na seguinte ordem: P≅calcário>N> Mg>K≅Ca e diâmetro: P≅calcário>N>K≅micro>Mg. Para o ipê-amarelo a sequência de exigência nutricional com relação à altura foi: P>N≅calcário≅micro>Mg>K e diâmetro: P>calcário≅K≅micro>Mg (Tabela 5).

As plantas de ipê-roxo sob o tratamento completo C1, apresentaram elevada produção de massa seca, ao contrário o tratamento com solo natural (Teste) teve o desenvolvimento drasticamente reduzido, 130 vezes para a MSPA e 35 vezes para MSR em relação ao tratamento C1 (Tabela 5). Os nutrientes que mais reduziram a produção de MSR, acima de 50%, em relação ao tratamento completo C1, foram em ordem decrescente: Calcário 97,6%; P 96,3%; K 68,8% e N 60,5% para o ipê-roxo (Tabela 5, Figura 11). Resultados similares foram observados por Sorreano et al. (2011) trabalhando com sangra-d'água (C*roton urucurana)*, Duboc et al. (1996) trabalhando com jatobá (*Hymenaea courbarilL. var. stilbocarpa)*, Locatelli et al. (2007) para o cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.), Silva et al. (2007) para o mogno (*Swietenia macrophylla) e* Venturin et al. (2000) obtiveram resultados semelhantes para candiúva (*Trema micranta Blume)*. A sequência de exigência nutricional, considerando a produção de MST, tendo como referência o tratamento completo C1 apresentada pelas mudas ipê-roxo foi: calcário≅P>N>K>micro>Mg; enquanto a ordem de exigência para o ipê-amarelo foi: P>calcário≅micro>Mg>N.

Os maiores valores para a relação R/PA para as espécies foram obtidos no tratamento testemunha e na omissão de P e na omissão de calcário para o ipê-roxo. Em ambiente de baixa fertilidade a relação R/PA é maior, pois possibilita que a planta busque maximizar a retirada de nutrientes do solo, através do engrossamento do sistema radicular o que provoca aumento de massa (MARSCHNER, 2011).

O índice de qualidade de Dickson (IQD) para o ipê-roxo, o tratamento completo C1 apresentou maior valor não diferindo dos tratamentos com omissão de C2, Ca e S, enquanto os menores valores ocorreram na omissão de P, calcário e no tratamento testemunha (Tabela 5). Para o ipê-amarelo o maior valor de IQD foi obtido na omissão de S seguido por C1, enquanto que os menores valores nos tratamentos com omissão de P, calcário (C1-Cal.) e micronutrientes

(C1-Mic.) e na testemunha. Nota-se que os maiores valores correspondem aos melhores tratamentos, como o tratamento C1 obteve o maior valor, indica que as espécies de ipê analisadas são exigentes na fase inicial de mudas e, portanto, necessita de adubação. Considera-se muda de qualidade quando o IQD for maior ou igual a 1, o que significa que existe boa distribuição da biomassa entre as partes aérea e radicular da planta. De acordo com Silva et al. (2013) quanto maior for o valor de IQD melhor será a qualidade das mudas. Para Fonseca (2000) e Gomes et al. (2001) o uso do IQD é um ótimo parâmetro para qualificar as mudas, pois leva em consideração o equilíbrio da distribuição da biomassa na planta. Estes mesmos autores, obtiveram os melhores resultados para adubação com N, P, K para candiúva (*Trema micranta)* e cedro-doce **(***Bombacopsis quinata*).

O crescimento relativo para a produção de MSPA e MSR está apresentado nas Figuras 11 e 12, nas quais o tratamento completo C1 atribuiu-se produção de 100%. Para o ipê-roxo a omissão de P e calcário foram os nutrientes que mais restringiram a produção de massa seca, tanto da parte aérea como radicular (Figura 11). A omissão de Mg reduziu o crescimento relativo referente a MSPA e MSR para ambas as espécies, porém foi mais significativo para o ipê-amarelo (Figuras 11 e 12). O tratamento com omissão de Ca reduziu a produção de massa seca para o ipê-amarelo (Figura 12), porém foi menos restritivo para o ipê-roxo (Figura 11).

O tratamento na ausência de calagem (C1-calcário) influenciou negativamente ambas as espécies, com redução para o ipê-roxo de 82,55% a altura; 76,7% o diâmetro (Figura 13) e 99,33% MST (Tabela 5) e para o espécie de ipê-roxo reduziu 47,3% à altura, 30% o diâmetro (Figura 14) e 74,6% a MST (Tabela 5) em relação ao tratamento completo C1 (Figura 5, apêndice).

A omissão da calagem torna-se mais evidente quando é comparado a altura, MSPA e MST, entre os tratamentos C1 e C2, pois o tratamento C1 com calagem produziu melhor resultado, enquanto o C2 sem correção da acidez foi menor. O tratamento C2, por não ter tido fornecimento de calcário, não teve o pH corrigido e, consequentemente, a disponibilidade de algum nutriente deve ter sido comprometida (Tabela 5). A calagem é fator limitante para as espécies em estudo, pois o solo empregado apresentou características ácidas (Tabela 2).

A correção do pH do solo e a consequente elevação da saturação por bases é fundamental, principalmente em solos com elevada acidez, pois quanto menor for o pH menor será a capacidade de troca de cátions diminuindo a disponibilidade e absorção dos nutrientes pelo

sistema radicular da planta (TROEH; THOMPSON, 2007).

O solo da região amazônica de modo geral apresenta elevada acidez. Em Rondônia predominam os Latossolos e o Latossolo Amarelo distrófico ocupa aproximadamente 16% da área territorial com elevada acidez e baixa carga de nutrientes (SEDAM, 2002). Estes solos apresentam baixa fertilidade, por isso necessitam de adubação e correção da acidez (SCHLINDWEIN et al., 2012).

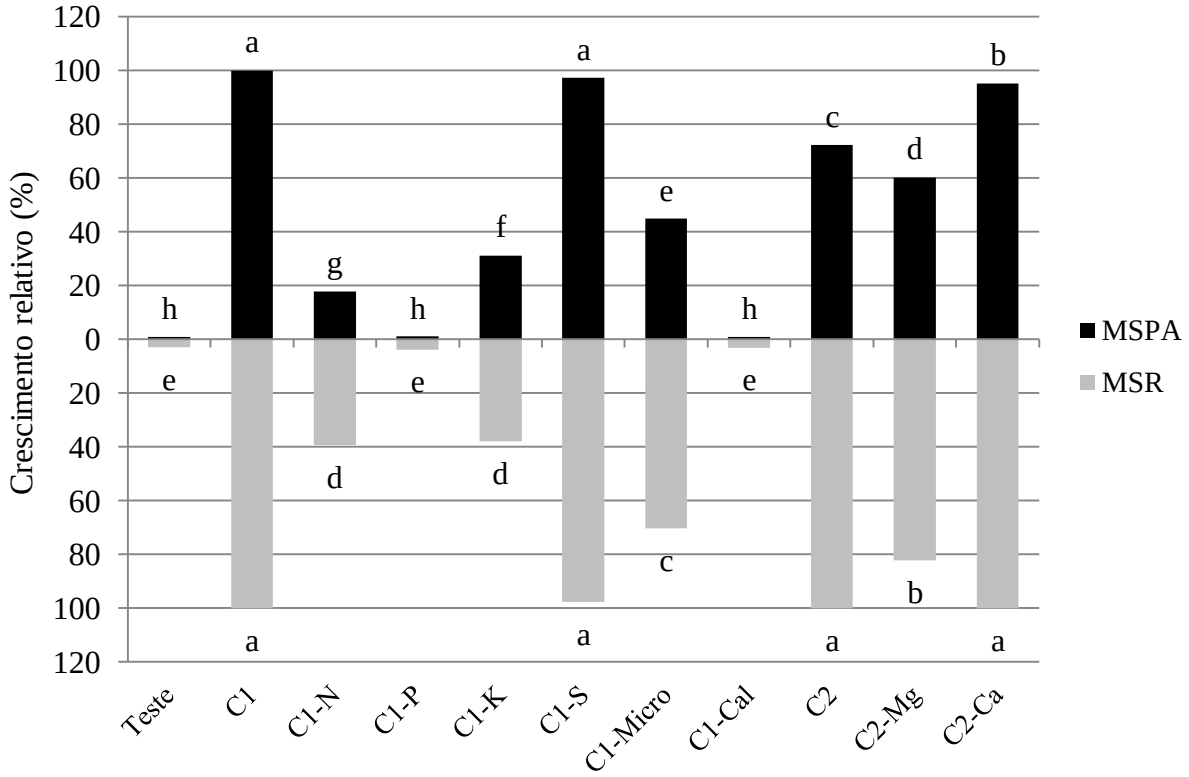


Figura 11. Crescimento relativo em massa seca da parte aérea (MSPA) e sistema radicular (MSR) de ipê-roxo. Letras iguais, para a mesma variável (MSPA ou MSR), não diferem pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

A omissão de S não restringiu o crescimento em altura (exceto para o ipê-amarelo), diâmetro do coleto (exceto para o ipê-roxo), MSPA e MSR para as espécies de ipê, pois não houve diferença significativa em relação ao tratamento C1 (Figuras 11 e 12). Resultados semelhantes foram obtidos por Sorreano et al. (2011) para a Sangra-d'água (*Croton urucurana*, Baill.) e Vieira (2011) para o ipê-amarelo *(Handroanthus achraceus*) em solução nutritiva. O tratamento sob omissão de S no presente estudo, divergiu dos resultados desenvolvidos por Souza

et al. (2006) para o ipê-roxo, em que a omissão de S foi limitante tanto para a produção de massa seca como para o crescimento em altura e diâmetro do coleto.

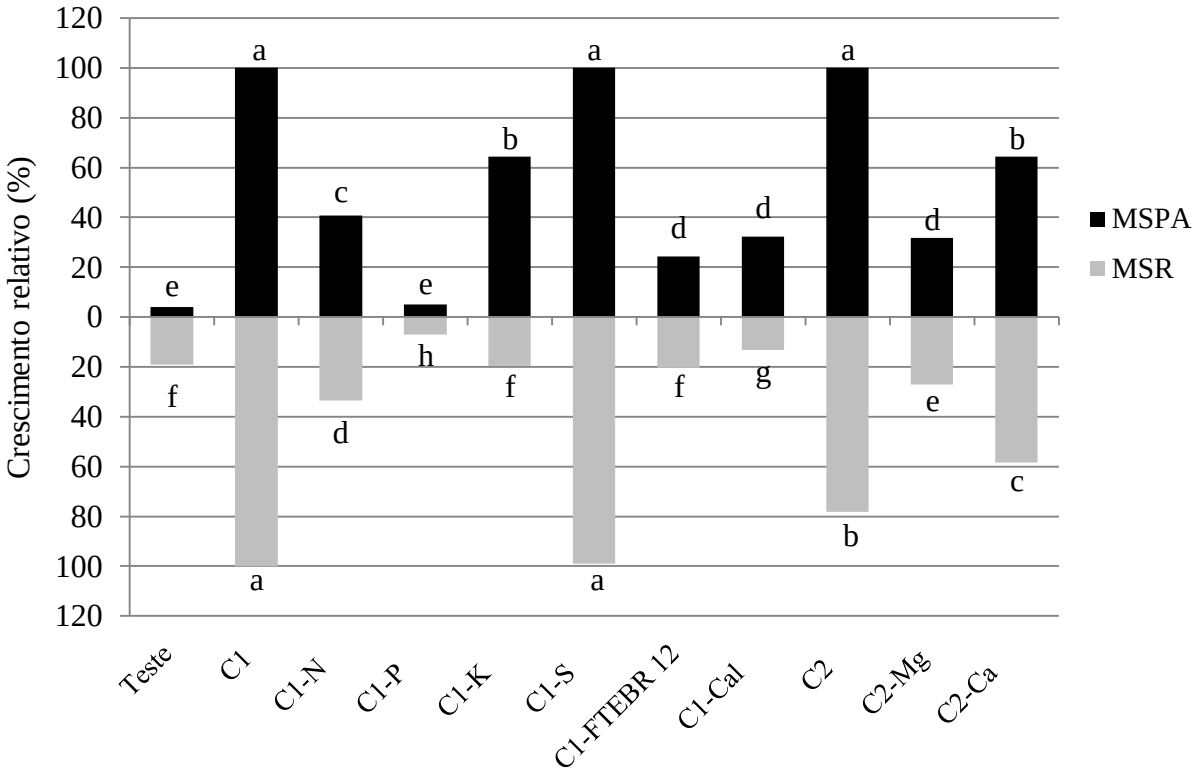


Figura 12. Crescimento relativo em massa seca da parte aérea (MSPA) e sistema radicular (MSR) de ipê-amarelo. Letras iguais, para a mesma variável (MSPA ou MSR), não diferem pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

O crescimento relativo referente à altura e diâmetro do coleto, para as espécies de ipê-roxo e ipê-amarelo, encontram-se nas Figuras 13 e 14, cujo tratamento completo C1 foi atribuído crescimento de 100%.

As respostas as omissões de Ca e Mg com relação ao crescimento relativo para a altura e diâmetro do coleto variaram com as espécies (Figuras 13 e 14). A baixa disponibilidade de Ca foram limitantes para o crescimento do ipê-roxo e teve pouca influência no crescimento do diâmetro para o ipê-amarelo, quando comparado ao tratamento completo C1. A omissão de Mg foi restritivo ao crescimento em altura e diâmetro para ambas as espécies, bem como a omissão de K também afetou o crescimento (Figuras 13 e 14).

O tratamento na omissão de calcário reduziu significativamente as variáveis altura e diâmetro do coleto para ambas as espécies em comparação ao tratamento C1, mesmo tendo

havido a adição de macronutrientes, estes tiveram a disponibilidade reduzida devido as condições de elevada acidez (Apêndice 5) .

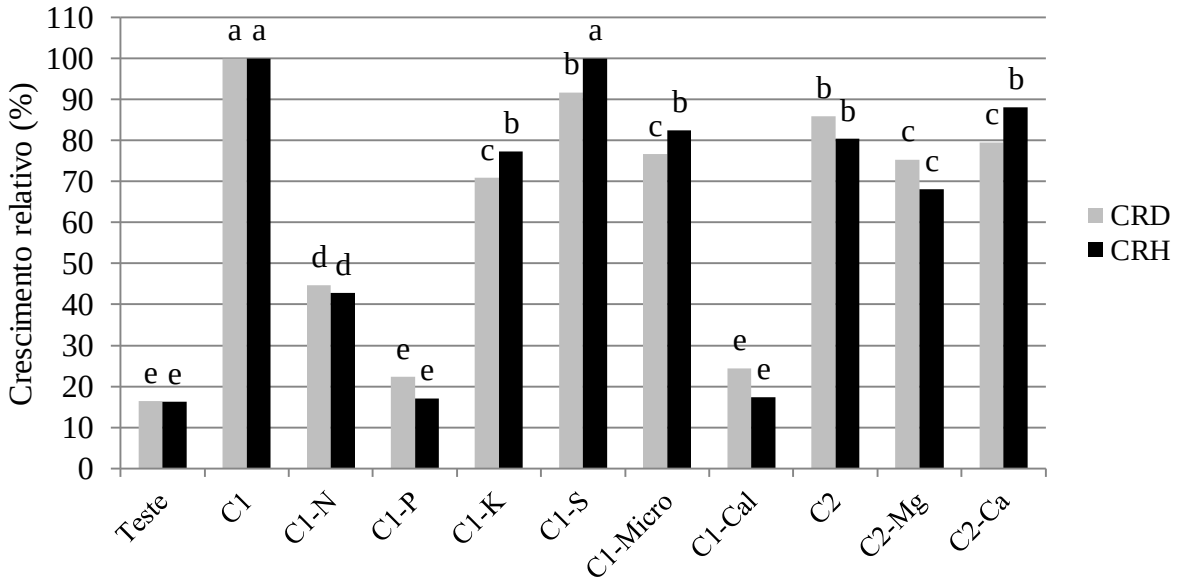


Figura 13. Crescimento relativo referente à altura (CRH) e diâmetro do coleto (CRD) para mudas de ipê-roxo. Letras iguais, para a mesma variável (CRH ou CRD), não diferem pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

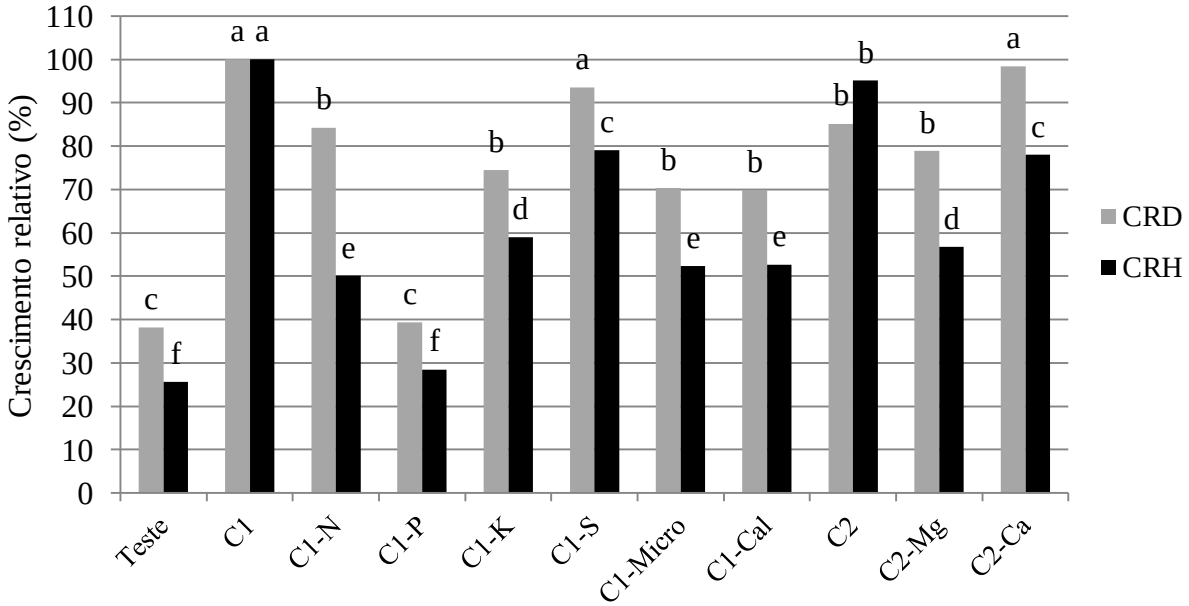


Figura 14. Crescimento relativo referente à altura (CRH) e diâmetro do coleto (CRD) para mudas de ipê-amarelo. Letras iguais, para a mesma variável (CRD ou CRH), não diferem pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade.

4.2 Teor de nutrientes acumulado no tecido foliar para as espécies de ipê

O efeito dos tratamentos sobre os teores acumulados de macro e micronutrientes, presentes na MSPA para as espécies de ipê-roxo e ipê-amarelo estão apresentados na Tabela 6. Observa-se que no geral, os teores mais baixos de macro e micronutrientes absorvidos pelas plantas, para as duas espécies, estão associados à testemunha e aos tratamentos com omissão de cada nutriente, exceto nos tratamentos: C1-N, e C2-Mg e Fe para o ipê-roxo e C1-S, Fe e Mn para o ipê-amarelo.

As plantas de ipê-roxo que receberam tratamento completo C1 apresentaram teor de N na massa seca da parte aérea de 19,95 $g.kg^{-1}$ e na omissão (C1-N) 10,67 $g.kg^{-1}$. Para o ipê-amarelo o teor de N encontrado para o tratamento completo C1 foi de 23,10 $g.kg^{-1}$ e na omissão 15,15 $g.kg^{-1}$ (Tabela 6). O baixo teor de N encontrado no tratamento C1-N contribuiu para a redução na produção da massa seca (aérea e radicular), crescimento em altura e diâmetro do coleto para ambas as espécies (Tabela 5). Os sintomas de deficiência de N manifestaram-se nas folhas, através do pequeno desenvolvimento e coloração amarelada (Apêndice 1).

O teor de N, no presente estudo, foi superior ao valor encontrado por Souza et al. (2006), para o próprio ipê-roxo, no qual obteve 1,25 $g.kg^{-1}$, empregando o Latossolo Amarelo em casa de vegetação por um período de 110 dias e inferior ao encontrado por Silva et al. (2005) para o umbuzeiro (27 $mg.kg^{-1}$). Contudo, foi semelhante à pesquisa conduzida por Moretti et al. (2011) para o cedro-australiano (*Toona ciliata)* 18,8 $g.kg^{-1}$, na qual o baixo teor de N afetou a produção de massa seca foliar.

Para o ipê-roxo a omissão de calcário provocou a maior redução no teor de N, seguido por P e micronutrientes, enquanto o teor aumentou na omissão de Mg, Ca e K. A redução em 57% no teor de N no tratamento na omissão de calcário (C1-Cal.), em relação ao tratamento completo C1 (Tabela 6), contribuiu para redução da produção de massa seca, tanto da parte aérea como do sistema radicular (Tabela 5).

A redução no teor de N na omissão de P deve está associado à interação iônica de sinergismo, pois o suprimento inadequado de P pode ocasionar redução na absorção dos íons NO_3^- e NH_4^+, diminuir a translocação do NO_3^- para a parte área (SILVA; TREVISAN, 2015).
O tratamento com omissão de P para o ipê-roxo obteve teor de 1,36 $g.kg^{-1}$, enquanto o tratamento completo C1 (2,05 $g.kg^{-1}$), semelhantes aos teores assimilados no tecido foliar para o ipê-amarelo, o que indica a exigência de P para as espécies (Tabela 6). O tratamento com omissão de

P registrou valor equivalente ao encontrado para a testemunha, o que explica a pequena produção de massa seca e redução severa no crescimento em altura e diâmetro do coleto, cujo efeito negativo foi mais intenso do que o provocado pela omissão de N. Estes resultados concordam com o proposto por Vieira (2011) para umburana (*Umburana acreana*), cujo elemento apresentou a menor quantidade no tecido foliar.

Tabela 6. Teor de macro e micronutrientes absorvidos pela massa seca da parte aérea em mudas de ipê-roxo e ipê-amarelo na omissão de nutrientes.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	---------- g.kg^{-1} ----------						---------- mg.kg^{-1} ----------				
Ipê-roxo											
T1(teste)	18,62b	1,15d	8,18d	6,42f	1,01e	1,40f	27,10c	3,13f	151,17a	250,45f	17,22c
T2(C1)	19,95b	2,05c	16,20b	9,87c	1,62b	2,22c	30,49b	5,12d	161,75a	453,75c	29,46b
T3(C1-N)	10,67d	2,00c	15,60b	10,27c	1,50c	2,07d	30,57b	5,40d	156,25a	298,75e	29,83b
T4(C1-P)	12,66c	1,36d	9,36d	7,71e	1,23d	2,25c	30,44b	4,30e	165,24a	225,19f	34,50a
T5(C1-K)	20,12b	2,80a	5,15e	14,97a	2,02a	2,47a	29,70b	8,52b	160,00a	466,25c	32,73b
T6(C1-S)	19,07b	2,00c	14,70c	11,10b	1,60b	1,82e	29,46b	4,62e	155,00a	437,50c	30,08b
T7(C1-Mi.)	18,55b	2,35b	14,60c	11,42b	1,60b	2,32b	23,60d	3,76f	151.25a	373,50d	17,83c
T8(C1-cal.)	8,55e	1,90c	14,43c	6,56f	1,42c	2,21c	31,21a	10,27a	170,21a	625,25a	38,42a
T9(C2)	19,40b	1,97c	15,40b	8,65d	1,50c	2,10d	32,29a	8,01b	158,75a	526,25b	35,35a
T10(C2Mg)	22,22a	2,07c	18,70a	7,35e	1,45c	2,32b	30,17b	7,02c	151,25a	568,75b	36,37a
T11(C2Ca)	22,57a	2,02c	16,30b	6,40f	1,58b	2,22c	30,13b	5,10d	143,75a	432,50c	36,47a
CV(%)	7,46	7,75	6,90	5,91	6,54	4,61	3,35	9,5	8,45	9,39	11,77
Ipê-amarelo											
T1(teste)	15,38c	0,78d	8,76d	13,92b	2,12d	1,25d	21,30b	4,26c	276,21a	324,21d	41,38d
T2(C1)	23,10a	2,27c	17,40b	18,57a	3,12b	2,40a	30,50a	6,28b	288,28a	547,50c	55,20c
T3(C1-N)	15,15c	2,07c	20,85a	18,45a	3,05b	2,30a	29,60a	5,70b	286,25a	285,00d	42,72d
T4(C1-P)	21,47b	1,02d	12,30c	17,27a	2,65c	1,82c	23,20b	6,23b	303,75a	253,75d	24,08e
T5(C1-K)	23,45a	3,02a	6,05e	17,92a	3,65a	1,95c	30,30a	4,78c	283,75a	421,25c	54,92c
T6(C1-S)	23,10a	2,25c	18,40b	16,97a	3,05b	1,87c	28,30a	5,82b	282,07a	498,75b	64,60b
T7(C1-Mi.)	24,32a	2,60b	17,95b	17,87a	2,75c	2,10b	22,40b	3,51d	295,00a	638,75a	25,72e
T8(C1-cal.)	22,40a	2,20c	16,70b	12,70c	2,02d	2,12b	30,40a	7,31a	302,50a	721,25a	85,05a
T9(C2)	23,10a	2,12c	18,10b	14,15b	2,70c	2,12b	31,80a	4,76c	278,75a	556,25b	59,57c
T10(C2Mg)	23,10a	2,35c	20,95a	14,82b	1,85d	2,07b	29,00a	5,27b	278,75a	663,75a	81,81a
T11(C2Ca)	22,57a	2,30c	20,40a	11,65c	3,07b	1,87c	31,10a	5,73b	278,75a	702,50a	88,72a
CV(%)	4,57	2,12	6,36	5,16	7,95	5,51	5,25	11,51	5,19	10,61	9,36

Números seguidos pelas mesmas letras, nas colunas para o ipê-roxo e o ipê-amarelo, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A omissão de P está associada à redução dos teores de N, K e Mg para as espécies analisadas em relação ao tratamento C1, e portanto, pode induzir a outras deficiências nutricionais nas plantas evidenciado pelo baixo desenvolvimento. A resposta do P como elemento limitante a absorção de nutrientes para as espécies foram refletidas no reduzido desenvolvimento das plantas, as quais obtiveram as menores respostas nos tratamentos em que o P foi omitido

(Tabela 5), pois segundo Raij (1981) é elemento essencial para o desenvolvimento da planta e sua ausência não pode ser substituída por outro elemento. O teor de P aumentou, em comparação ao tratamento C1, para o ipê-roxo quando na omissão de K e micronutrientes e reduzido sob omissão do próprio nutriente, testemunha e calcário, enquanto que para o ipê-amarelo ocorreu aumento na omissão de K e micronutrientes e reduziu para a testemunha. Os sintomas da deficiência de P surgiram nas folhas mais velhas para as mais novas com coloração verde-azulada brilhosa e mal formada (Apêndice 2).

As plantas submetidas ao tratamento C1 apresentaram teor foliar para o K de 16,20 $g.kg^{-1}$, enquanto que na omissão foi de 5,15 $g.kg^{-1}$ (Tabela 6), valor superior ao obtido por Sousa et al. (2006) para o ipê-roxo (1,32 $g.kg^{-1}$) e por Guedes (2008) para a copaíba (*Copaifera langsdorffi)* 4,39 $g.kg^{-1}$, porém semelhante ao valor encontrado por Carlos et al. (2014) para o pequi (*Caryocar brasiliense)* 15,4 $mg.kg^{-1}$.Observou-se redução no teor de K na omissão de P e aumentou nos tratamentos, C2-Ca e C2-Mg em relação ao tratamento C1, como consequência da redução no efeito competitivo dos íons Ca^{+2} e Mg^{+2} (MALAVOLTA, 2002). Os sinais de deficiência provocada pelo baixo teor de K nas folhas foram caracterizados por manchas no limbo foliar e necrose das margens das folhas (Apêndice 3).

O tratamento que recebeu adubação completa obteve teor de Mg de 1,62 $g.kg^{-1}$ e na sua omissão (C2-Mg) de 1,45 $g.kg^{-1}$ para o ipê-roxo, porém menor quando comparado ao teor encontrado para o ipê-amarelo (Tabela 6). Observou-se aumento no teor foliar desse elemento quando foi omitido K, seguido por Ca (Tabela 6), possivelmente pela redução na inibição competitiva entre K e Mg e redução do efeito antagônico entre os íons Ca^{+2} e Mg^{+2}, o que corrobora com os estudos realizados por Mendonça et al. (1999) para a aroeira-do-sertão e Venturim et al. (2005) com a candeia (*Eremanthus erithropappus*) nos quais a omissão de K e Ca favoreceram a absorção de Mg.

Os menores teores de Ca foram obtidos nos tratamentos nos quais ocorreu a omissão do próprio nutriente, seguido pelas omissões de calcário e Mg para as duas espécies. Por outro lado, os maiores valores ocorreram na omissão de K e micronutrientes para o ipê-roxo e na ausência de N e K para o ipê-amarelo em comparação ao tratamento completo C1 (Tabela 6). A elevada concentração de Ca nas ausências de K e Mg possivelmente está relacionada com à redução no mecanismo de inibição competitiva e do antagonismo entre os nutrientes (MALAVOLTA, 2006). Resultados semelhantes foram obtidos por estudos realizados por Souza et al. (2006) em mudas

de ipê-roxo, venturim et al. (2005) para a candeia (*Eremanthus erithropappus*) e Marques et al. (2004) para o paricá (*Schizolobium amazonicum*) nos quais a absorção de Ca foi potencializada na ausência de K, Mg e N.

No tratamento completo C1 o teor de S (2,22 $g.Kg^{-1}$) para o ipê-roxo, foi 24 vezes maior do que o valor obtido por Souza et al. (2006), para o ipê-roxo (0,09 $g.Kg^{-1}$), no entanto, foi 4 vezes inferior ao encontrado por Carlos et al. (2009) em plantas de favela (*Dimorphandra mollis* Benth*)*. Estes resultados foram também semelhantes para o ipê-amarelo. O maior teor de S encontrado na massa seca foliar para o ipê-roxo foi observado no tratamento com omissão de K (2,47 $g.kg^{-1}$) e para o ipê-amarelo na ausência de N (2,3 $g.kg^{-1}$) em comparação ao tratamento C1 (Tabela 6).

O teor de S absorvido no tecido foliar na sua omissão não afetou o desenvolvimento das plantas, pois os valores registrados para a produção de massa seca, crescimento em altura e diâmetro foram semelhantes ao tratamento completo C1 (Tabela 5). Alguns autores encontraram resultados semelhantes empregando a técnica da omissão de nutrientes em casa de vegetação empregando como substrato o Latossolo Amarelo distrófico, como por exemplo, Silva et al. (2009) para a graviola (*Anmona muricata* L.) e Moretti et al. (2011) para o cedro-australiano (*Toona ciliata)*. De modo geral o teor de S, obtido no tratamento C1-S, não foi limitante para o desenvolvimento das espécies, pois a produção de massa seca (radicular e total) e diâmetro do coleto não divergiram do tratamento completo C1.

O teor de Fe não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos para as espécies de ipê analisadas (Tabela 6). A concentração de Fe presente no solo natural, provavelmente supriu a demanda inicial das plantas.

A maior concentração de B, para ambas as espécies ocorreu no tratamento C2, enquanto o menor teor foi obtido no tratamento testemunha e sob omissão de Mg. Souza et al. (2006), obtiveram para o ipê-roxo, teor de 133,14 $mg.kg^{-1}$ para o tratamento completo, valor muito superior ao encontrado, nesta pesquisa, para o mesmo tratamento (30,49 $mg.kg^{-1}$).

O teor de Cu foi maior no tratamento com omissão de calagem e menor na omissão de micronutrientes. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2007) estudando o efeito dos micronutrientes no desenvolvimento do mogno (*Swietenia macrophylla*) e por Viégas et al. (2004) para o açaí *(Euterpe oleracea)* observaram que a omissão de Cu afetou a produção de massa seca das espécies.

O maior teor de Zn, encontrado no tecido foliar das plantas para a espécie de ipê-roxo ocorreu nos tratamentos em que foram omitidos calcário, Ca e Mg e para o ipê-amarelo na omissão de Ca e calcário (Tabela 6), provavelmente devido a diminuição do efeito de inibição competitiva entre Zn e os íons Ca^{2+} e Mg^{+2} (SILVA; TREVISAN, 2015). Resultado semelhante foi relatado por Silva et al. (2005) para o umbu (*Spondias tuberosa*) no qual o teor de Zn foi favorecido pela omissão dos nutrientes Ca e Mg.

A maior absorção de Mn, para ambas as espécies, ocorreu na omissão de calcário, 625,25 $mg.kg^{-1}$ para o ipê-roxo e 721,24 $mg.kg^{-1}$ no ipê-amarelo. A menor concentração foi encontrada para os tratamentos em que foram omitidos P e N (Tabela 6). Os maiores teores de Mn encontrados no tecido foliar do ipê corroboram com os valores relatados por Malavolta et al. (1997) para o eucalipto, 650 $mg.kg^{-1}$.

CONCLUSÕES

- As duas espécies de ipê na fase inicial são exigentes por nutrientes, sendo necessário o fornecimento via adubação para garantir o desenvolvimento das mudas.
- Os nutrientes P, N e K foram os que mais limitaram a produção de MSPA para o ipê-roxo, enquanto a omissão de P, micronutrientes e N reduziram a produção do ipê-amarelo.
- A omissão de S não limitou o crescimento das espécies, pois não alterou a qualidade das mudas.
- Os nutrientes N, P, K e Ca apresentaram teores elevados para o tratamento completo, bem como a omissão individual de Ca e Mg elevou o teor no tecido foliar para as espécies de ipê.
- A correção da acidez é imprescindível para o cultivo e sobrevivência das espécies, pois a omissão de calcário limitou o crescimento das mudas.
- O ipê-roxo apresentou melhor qualidade de mudas em relação ao ipê-amarelo, pois obteve os maiores valores de IQD.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E. F.; ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L. RODRIGUES, T. E.; OLIVEIRA, E.; MELO, A. W; AMARAL, E. F.;SILVA, J. R. T.; RIBEIRO NETO, M. A.; BARDALES, N. G. **Guia de campo da XI Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de solos.** Rio Branco: Embrapa, 2013, v.1. p.99. 2007.

BALIEIRO, F. DE C.; OLIVEIRA, I.G. de; DIAS, L.E. **Formação de mudas de *Acacia holosericea e Acacia auriculiforms*:** resposta a calagem, fósforo, potássio e enxofre. *Revista Árvore*. Viçosa, v.25, n.2, p.183-191, 2001.

BATISTA, R. O.; FURTINI NETO, A. E., HICKMANN, C.; DUARTE, R.F.; AMARAL, D. C.; ARAÚJO, B. H.; LACERDA, J. J. J.; DECCETTI.; S. F. C. **Caracterização de sintomas visuais e crescimento de mudas de cedro australiano sob deficiências nutricionais.** *Dourados*, v.7, n.24, p.289-299, 2014.

BENTES-GAMA, M.M. **Desenvolvimento inicial de espécies nativas utilizadas na recuperação de paisagem alterada em Rondônia**. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia. 4 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado Técnico, 290), 2005.

BIONDI, D.; REISSMANN, C. B. **Análise da composição química foliar do ipê-amarelo (*tabebuia chrysotricha* (mart) standl) na arborização urbana de Curitiba, PR.** *Ciência Florestal*, v. 12, n. 2, p. 153-159, 2002.

BRAGA, F. A; VALE, F.R; VENTORIM, N; AUBERT, E.; LOPES, G. A. **Exigências nutricionais de quatro espécies florestais**. *Revista Árvore*, v.19 , n.1, p.18-31, 1995.

BRASIL. Instrução Normativa n 006, de 23 de setembro de 2008. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 23 Set. 2008.

CARLOS, L. **Requerimentos nutricionais de mudas de Favela, Pequi, Marolo e Barbatimão.** 2009. p 57**.** Dissertação (Mestrado em engenharia florestal). Universidade Federal de Lavras, 2009, Lavras, 2009.

CARLOS, L. VENTURIN, N.; GRISI, R. L.; HIGASHIKAWA, E. M.; MAURO, B.G; FARIAS, G. E. S. **crescimento e nutrição mineral de mudas de pequi sob efeito da omissão de nutrientes**. Santa Maria. *Ciências Florestais*, v. 24, n. 1, p. 13-21, 2014.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

CARNIEL, T.; LIMA, H.N.; VALE, F.R.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; GOMES, R.J. **Resposta à adubação no campo de cinco espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 24, Goiânia: SBCS, p.209-210,1993.

CARPANEZZI, A. A.; BRITO J. O.; FERNANDES, P.; JARK FILHO, W. **Teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas essências florestais nativas**. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz "Piracicaba, v. 23, p. 225 – 232, 1976.

CARVALHO, J. O. P.; CARVALHO, M.S.P.; BAIAM, A.M.V.; MIRAIIDA, I.L.; SOARES, M.H.M. **Informações básicas sobre ecologia e silvicultura de cinco espécies arbóreas da Amazônia brasileira**. Belém: Entrapa Amazônia Oriental, 2001.

CARVALHO, P.H.R. Espécies florestais brasileiras. **Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Embrapa-CNPF. 674p, 1994.

CESAR-FERREIRA, P.; SANTOS, J.S.; PASIN, L.A.A.P. **Desenvolvimento de Espécies Nativas em Áreas Degradadas por Mineração de Areia na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. In: XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2012.

CORADIN, L.; SIMINSKI, A. e REIS, A**. Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial**: plantas para o futuro–Região Sul, Brasília: MMA, 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais). Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2010.

DUBOC, E.; VENTURIM, N.; VALE, F.R do DAVIDE A .C. **Nutrição do jatobá (*Hymenaeacoubaril*L. var. Stilbocarpa (Hayne) Lee et Lang)**. *Revista Cerne*, Viçosa, v.2, n.1, p.138-152, 1996.

DURIGAN,G.; NOGUEIRA, J.C.B. **Recomposição de Matas Ciliares**. IF Série Registros, n.4, p.1-14, set.1990.

EMBRAPA. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília, 2 ed. Embrapa solos informação tecnológica, 627p, 2009.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro Centro, 2 ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212p, 1997.

EMBRAPA, **Núcleos temáticos de gestão e uso de recursos naturais.** Embrapa solos, Amazonia,Texto Informativo, 4p, 2003.

EPSTEIN, E; BLOOM, A. **Nutrição Mineral de Plantas:** Princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Planta, 2006. p. 401.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002.

FAUSTO, J. J. R; WILLIAMS, R. J. P. **The Biological Chemistry of the Elements**: **The Inorganics Chemistry of Lyfe**. Clarendon, Oxford, 1991.

FERNANDES, L.A.; FURTINI NETO, A.E.; FONSECA, F.C.; VALE, F.R. **Crescimento Inicial, Níveis críticos de Fósforo e Frações Fosfatadas em Espécies Florestais**. *Pesquisa agropecuária brasileira (PAB)*, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.

FERREIRA, S. B.; GONZAGA, D. T. G.; SANTOS, W. C.; ARAÚJO, K. G. L.; FERREIRA, V. F. **β-Lapachona: Sua Importância em Química Medicinal e Modificações Estruturais** *Revista Virtual Química*, v.2, n.2, p. 140-160, 2010.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha*(L) Blume, dedrelafissilisveli. E Aspidosperma polyneuron Mull Arg. Produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. 2000. 113 f. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

FONSECA, A., SOUZA Jr., C., VERÍSSIMO, A. 2014. **Boletim do desmatamento da Amazônia Legal** (dezembro de 2014) SAD (p. 9). Belém: Imazon.

FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E.; FARIAS, S.M.. **Revegetation of acidic residues from bauxite mining using nodulated and mycorrizal legume trees. Nitrogen fixing trees for acid soils, Ed**: Evans, D.O. & Szott, L. T., p.313-320, 1995.

FURTINI NETO, A. E.; ÁLVARO VILELA DE RESENDE, A. V.; VALE, F. R.; SILVA, I. R. S. **Efeitos da Calagem no Crescimento de Espécies Florestais da Região dos Cerrados Brasileiros.** *Pesq. agropec. bras*. Brasília, v.34, n.5, p.829-837, maio 1999.

FURLAN, S. A.; NUCCI, J. C. **A conservação das Florestas tropicais**. 2 ed. São Paulo: Atual editora, 1999.

GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais: Propagação sexuada**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 126p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

GUEDES, M. G.M. **Desenvolvimento inicial e composição mineral de copaíba cultivada em Latossolo Amarelo, textura média, sob omissão de nutrientes**. 2008. Dissertação (mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Projeto PRODES** - Monitoramento da Floresta Amazônica brasileira por satélite. Disponível em:<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>. Acesso em: 29 jan.2014.

LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão Concisa**. 5 ed. São Paulo: Blucher, 1999.

LOCATELLI, M.; MACÊDO, R. S.; VIEIRA, A. H. **Avaliação da altura e diâmetro de mudas de cedro rosa (*Cedrela odorata* L.) submetidas a diferentes deficiências nutricionais**. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 645-647,jul. 2007. Suplemento.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras*:* **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa / SP. Editora Plantarium, 5ª ed. v.1, 368 p,2008.

LOUREIRO, A. A.; RAMOS, K. B. L.; FREITA, C. A**. Essências Madeireiras da Amazônia**. Manaus: MCT/INPA-CPPF, 2000. V. 4.

MACHADO, R. A. F. **Fósforo e zinco na nutrição e crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. flavicarpa Deg.)**. Dissertação- Mestrado em Fitotecnia. UFLA. Lavras, 93p, 1998.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5 ed. São Paulo: Ceres, p. 292, 1989.

MALAVOLTA, E. **Fertilidade dos solos da Amazônia**. In: VIEIRA, L. S. & SANTOS, P. C. T. Amazônia seus solos e outros recursos naturais. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 416 p.

MALAVOLTA, E; VITTI, G.C; OLIVEIRA, S.A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos,1997. 262 p.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL-GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos & Adubações: Adubos Minerais e Orgânicos Interpretação da análise do Solo prática de adubação. São Paulo: Nobel, 2002.

MALAVOLTA, E**. Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3. ed. London: Academic, 2011. 649 p.

MARQUES, R. **Efeito do fósforo e zinco na nutrição e crescimento de porta-enxertos de seringueira (Hevea brasiliensis Muell. Arg.)**. 1990. 110f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1990**.**

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. 2d. editora Aprenda fácil, Viçosa/MG, 255p, 2011.

MARQUES, T. C. L. S., CARVALHO, J. G, LACERDA, M. P. C., Mota, P. E. F. **Exigências Nutricionais do Paricá (S*chizolobiuma mazonicum,* herb.) na Fase de Muda**. *Cerne*, Lavras**,** v. 10, n. 2, p. 167-183, jul./dez. 2004.

MENDONÇA, A .V.R.; NOGUEIRA F.D.; VENTURIM, N.; SOUZA, J.S. **Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuval* Fr. All. (Aroeira do sertão)**. *Revista Cerne*,v.5, n.2, p.65-75, 1999.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principle of plant nutrition**. Bern: InternationalpotashInstitute, 1987.

MORETTI, B. S.; NETO, A. E. F.; PINTOS, S. I. C.; FURTINI, I.V.; MAGALAES, C. A. S. **Crescimento e nutrição mineral de mudas de cedro australiano (*Toona ciliata*) sob omissão de nutrientes**. *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 4, p. 453-463, out./dez. 2011.

NICOLOSO, F. T;FOGAÇA, M. A. F; ZANCHETI, F.; FORTUNATO, R. P.; MISSIO, E. L. **Exigências nutricionais da grápia em Argissolo Vermelho distrófico arênico: (II) Efeito da adubação NPK no teor de nutrientes nos tecidos**. *Ciência Rural*, v.37, n.2, mar-abr, 2007.

OTT, A. M. T. **Dos projetos de desenvolvimento, ao desenvolvimento dos projetos:** o PLANAFLORO em Rondônia. 2002. 284 p. Tese (Doutorado em Ciências Humanas), Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Viveiros Florestais (Cadernos didáticos)**. 2ª ed. Viçosa: p.69, 2000.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **897 Madeiras nativas do Brasil**: Anatomia, Dendrologia, Dendrometria, Produção e Uso. Porto Alegre: Cinco Continentes editora, 2007.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008.

RADAM BRASIL, 1974. **Projeto RADAM, Programa de Integração Nacional, Volumes 1–24, Levantamento de Recursos Naturais**. Ministério das Minas e Energia, Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

RAIJ, B. V. **Avaliação da fertilidade do solo**1983. Instituto da potassa & Fosfat, Piracicaba/SP, 1981.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Pofatos, 343p, 1991.

RENÓ, N.B.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R. do. 1997. **Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32(1): 17-25.

REIS, B. E.;HAROLDO, N. P.; THAIS, C. B.; ALBERTO, L. F.; WANDREY, C. C. C**rescimento e Qualidade de Mudas de Jacarandá-da-bahia (D*albergia nigra*(vell.) allemãoexbenth.) em Resposta à Adubação com Potássio e Enxofre.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 389-396, abr.-jun., 2012

REVILLA, M. M; SOUZA, A. D. **Ipê-Roxo *Tabebuia impetiginosa* Mart.** In: Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica, 2005, Belém CIFOR, Imazon, 2005. 300-95.

RIBEIRO, W. O. **Limitações nutricionais para o crescimento de mudas de cedro (*Cedrela odorata l.*), em Latossolo Amarelo**. 2008 P. 54 Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, 2008.

SALMAN, A. K. D.; BENTES-GAMA, M. M.; ANDRADE, C. M. S. **Espécies arbóreas nativas da Amazônia Ocidental Brasileira com potencial para arborização de pastagens**. Porto Velho. EMBRAPA, 20 p. – Documentos 127, 2008.

SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. **Efeito da omissão combinada de N, P, K e S nos teores foliares de macronutrientes em mudas de goiabeira.** *Sci. agric*. vol.56 n.2 Piracicaba 1999.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; PLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. Sistema Brasileiro de Classificação do solo. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013, v.1.

SANCHES, P.A. 1981. **Suelos de los trópicos:** caracteristicas y manejo. San José: IICA. 660pp.

SARCINELLI, T.S;RIBEIRO Jr., E. S; DIAS , L .D; LYNCH , L.de S. **Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes**. *Revista Árvore*, v.28. n.2, p.173-181, 2004.

SARZI, I ROBERTO L.; VILLAS BOAS, L. V,SILVA, M. R; CARVALHO, J. L. **Características biométricas de mudas de *tabebuia chrysotricha* (standl.) formadas em diferentes substratos e soluções de fertirrigação, quando plantadas em campo**. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.2, p.241-249, 2010.

SCHLINDWEIN, J. A.; MARCOLAN, A. L.; PEQUENO, P. L. de L. MILITÃO, J. S. T. L. **Solos de Rondônia: Usos e perspectivas**. *Rev. Brasileira de Ciências da Amazônia*, v1. Rolim de Moura, 2012.

SCHLINDWEIN, J. A; MARCOLAN, A. L; PASSOS, A. M.A.; MILITÃO, J. S. L L. T; FIORELLI-PEREIRA, E. C; PEREIRA, A. N M; TONIN, J. **Atualizações em Calagem de Solos em Rondônia**. In: REUNIÃO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2, 2014, Porto Velho. Anais. Porto Velho, 2014. 286-267.

SCHULZE, M., VIDAL, E., GROGAN, J., ZWEEDE, J., ZARIN, D., 2005. **Madeiras nobres em perigo: Práticas e leis atuais de manejo florestal não garantem a exploração sustentável**. *Ciência Hoje* 36, 66–69.

SCHULZE, M.; GROGAN, J.; UHL, C.; LENTIANI, M. ;VIDAL, E. **Evaluating ipê (Tabebuia, Bignoniaceae) logging in Amazonia:** Sustainable management or catalyst for forest degradation? *Biological conservation*. v. 141. 2008.

SEDAM. Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental. **Atlas Ambiental 2002**. Zoneamento do estado de Rondônia, Disponível em: www.sedam.ro.gov.br. Acesso em: 3 de setembro de 2015.

SILVA E. B.; GONÇALVES, N.P.; PINHO, P.J. **Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em Latossolo vermelho distrófico no Norte de Minas**. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 27, n. 1, p. 55-59, 2005.

SILVA, A. A; SCHLINDWEIN, J. A; RIBEIRO, W.O**. Avaliação do Crescimento inicial de Mudas de ipê-roxo em Latossolo Amarelo distrófico em Ji-Paraná/RO**. In: REUNIÃO DE CIÊNCIA DO SOLO DA AMAZÔNIA OCIDENTAL, 2, 2014, Porto Velho. Anais. Porto Velho, 2014. 380-136.

SILVA, A.R.M. **Estimativa da necessidade de calagem para Produção de Mudas de Mogno (*Swietenia macrophylla* King vell.) e Sumaúma (*Ceiba pentandra*(L.) Gaertn)**. 2004. 60 p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus, Amazonas, 2004.

SILVA, P. M. C.; UCHOA, S. C. P.; BARBOSA, J. B. F.; BASTOS, V. J; ALVES, J. M. A.; FARIAS, L. C. **Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (***Bombacopsisquinata***).** *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 7, n. 1, p. 63-69, 2013.

SILVA, W. G.; TUCI, C. A.F.; HARA, F. A. S.; SANTOS, R. A. C. **Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia macrophilla* King) em Latossolo amarelo**. *Acta Amazônia*, Manaus, v. 37, n.3 p. 371-376, 2007.

SILVA, M. L. S; TREVISAN, A. R**. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas.** *Informações agronômicas*, nº 149, p. 10-16, 2013.

SIQUEIRA, J.O.; FRANCO, A.A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas**. Brasília: Ministério da Educação. 235p, 1988.

SKREBSKY, E.C.; NICOLOSO, F. T.; RAUBER, J. M. R.; CASTRO, G.; JUCOSKI, G. O.; SANTOS, D. R. **Caracterização das exigências nutricionais de mudas de *Pfaffiaglomerata*em Argissolo Vermelho distrófico arênico pela técnica do nutriente faltante**. *Ciência Rural***,** Santa Maria, v.38, n.4, jul, 2008.

SORREANO, M. C. M; MALAVE.; SILVA, D. H.; CABRAL. C. P; RODRIGUES, R. **Deficiência de Macronutrientes em Mudas de Sangra d'água (*Croton urucurana*, Baill.)** *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 3, p. 347-352, jul./set. 2011.

SORREAO, M. C. M. **Avaliação da Exigência Nutricional da fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas**. 2006. 296 p. Tese (doutorado em ecologia aplicada), Universidade de São Paulo Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz, São Paulo, 2006.

SOUSA, M.de M.M.; LÉDO, F.J. S.; PIMENTEL, F.A. **Efeito da adubação e do calcário na produção de matéria seca e de óleo essencial de pimenta-longa**. Pesquisa agropecuária brasileira (PAB), Brasília, v.36, n.3, p.405-409, 2001.

SOUZA, C. A. S. ; TUCCI, C. A. F; SILVA, J. F.; RIBEIRO, W. O. **Exigências nutricionais e crescimento de plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King.)**. *Rev. Acta Amazônica*, Manaus,Vol. 40, n.3, 2010.

SOUZA, C. A. S. de. **Exigências nutricionais e resposta à adubação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. Manaus: UFAM, Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais), 66p. 2007.

SOUZA, P.A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R.L.G. **Adubação mineral do ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*).** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Armed, 2009.

TUCCI , C. A. F; SILVA, A .R. M. **Calagem para a produção de mudas de Mogno**. V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, Curitiba, PR. SAFS: Desenvolvimento com Proteção Ambiental: Anais/ editores Derli Dossa , Jorge Ribaski , Luciano Javier Montoya Vilcahuaman. Colombo: Embrapa Floresta, (Documento 98), 619p, 2004.

TUCCI, C. A. F.; SOUZA, P. A. VENTURIN, N.; BARROS, J. G. **Calagem e Adubação para a produção de mudas de mogno (Swietenia macrophhylla king)** *Cerne, Lavras*, v. 13, n. 3, p. 299-307, jul./set. 2007.

TUCCI, C.A.F. **Disponibilidade de fósforo em solos da Amazônia**. Tese (Doutorado em Solos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 142f, 1991.

TROEH, F. R.; THOMPSOM, L. M. **Solos e Fertilidade do Solo**. 6 ed. São Paulo: Andrei, 2007.

VARELA, V. P.; FERRAZ, I. D. K. **Germinação de sementes de pau-de-balsa**. Pesquisa agropecuária brasileira (PAB), v. 26, n. 10, p. 1685 - 1689, 1991.

VELOSO, C.A.C.; MURAOKA, E.; CARVALHO, J.G. **Deficiência de macronutrientes em pimenta do reino**. *Pesquisa agropecuária Brasiliense*, Brasília, v. 33, n.11, p. 1889-1896, 1998.

VENTURIM, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.do; DAVIDE, A.C. **Adubação mineral do angico-amarelo (*Peltophorum dubium*(Spreng.) Taub.)**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 34, n.3,p.441-448, 1999.

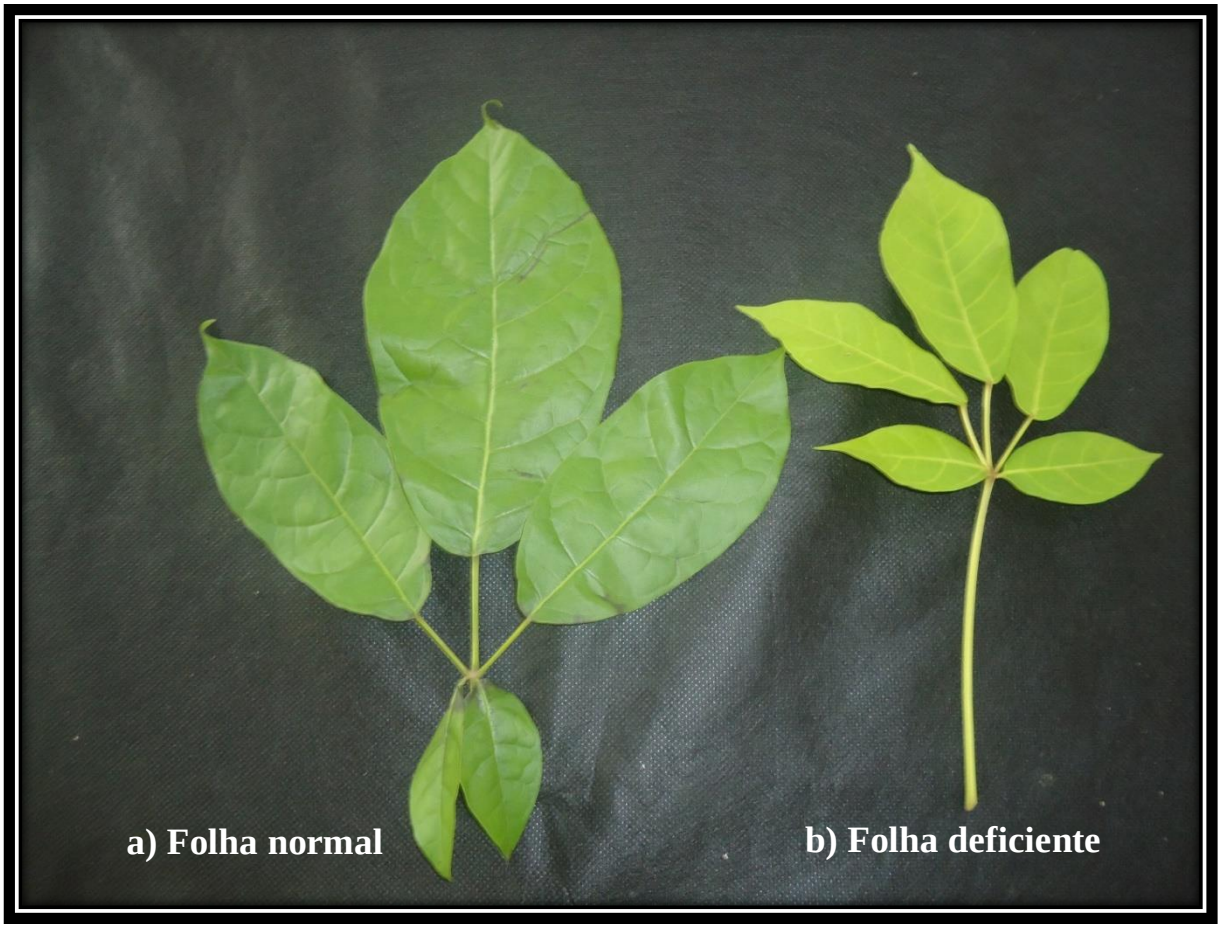
VENTURIN, N.; SOUZA, P.A.; VENTURIN, R. P.; MACEDO, R. L. **Avaliação nutricional da candiuva em casa de vegetação**. *Floresta*, Curitiba, V. 29, P. 15-29, 2000.

VENTURIN, N.; SOUZA, P.A.; MACEDO, R.L.G. de.; NOGUEIRA, F.D. **Adubação mineral da candeia *(Eremanthus erythropapus* (DC.) Mcleish)**. Floresta, Curitiba, v. 35, n. 2, maio./ago. p. 211-219, 2005.

VIEIRA, C. R. C**rescimento inicial de espécies florestais na omissão de macronutrientes.** 2011. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Faculdade de Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

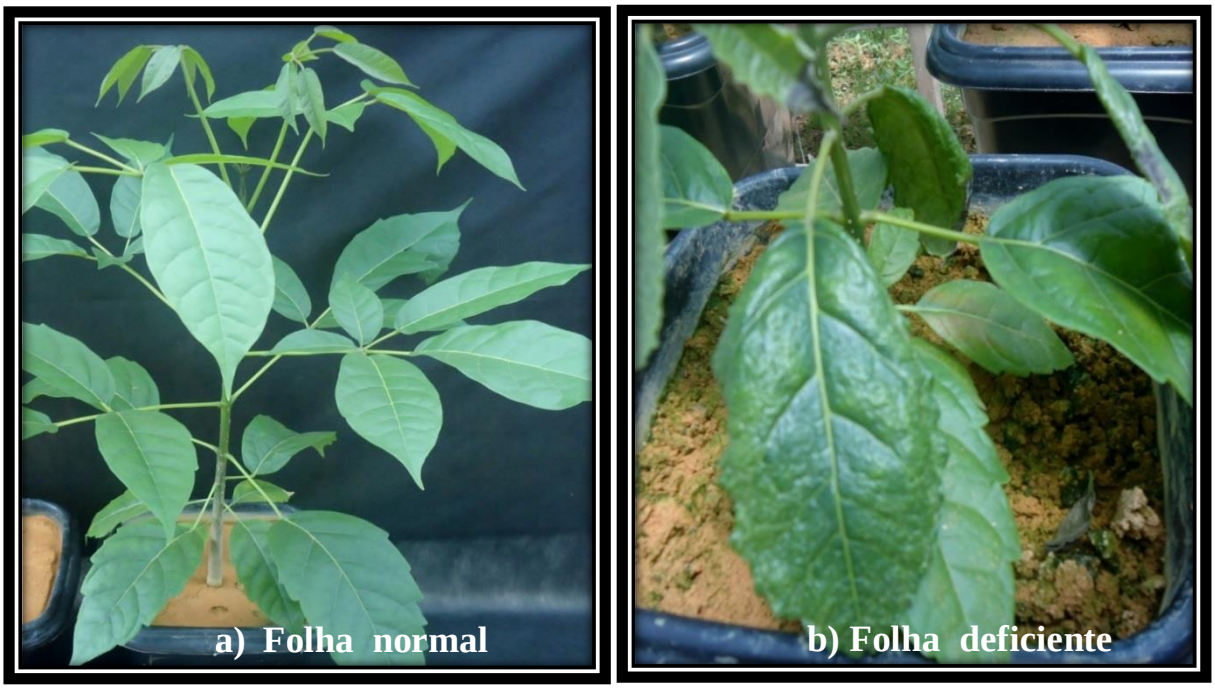
VIEGAS, I.J.M.; CAPUCHO, D.A.; THOMAZ, M.A.A.; CONCEIÇÃO, H.E.O.; PINHEIRO, E. 2004. **Limitações nutricionais para o cultivo de açaizeiro em Latossolo Amarelo textura média, Estado do Pará**. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(2): 382-384.

APÊNDICES



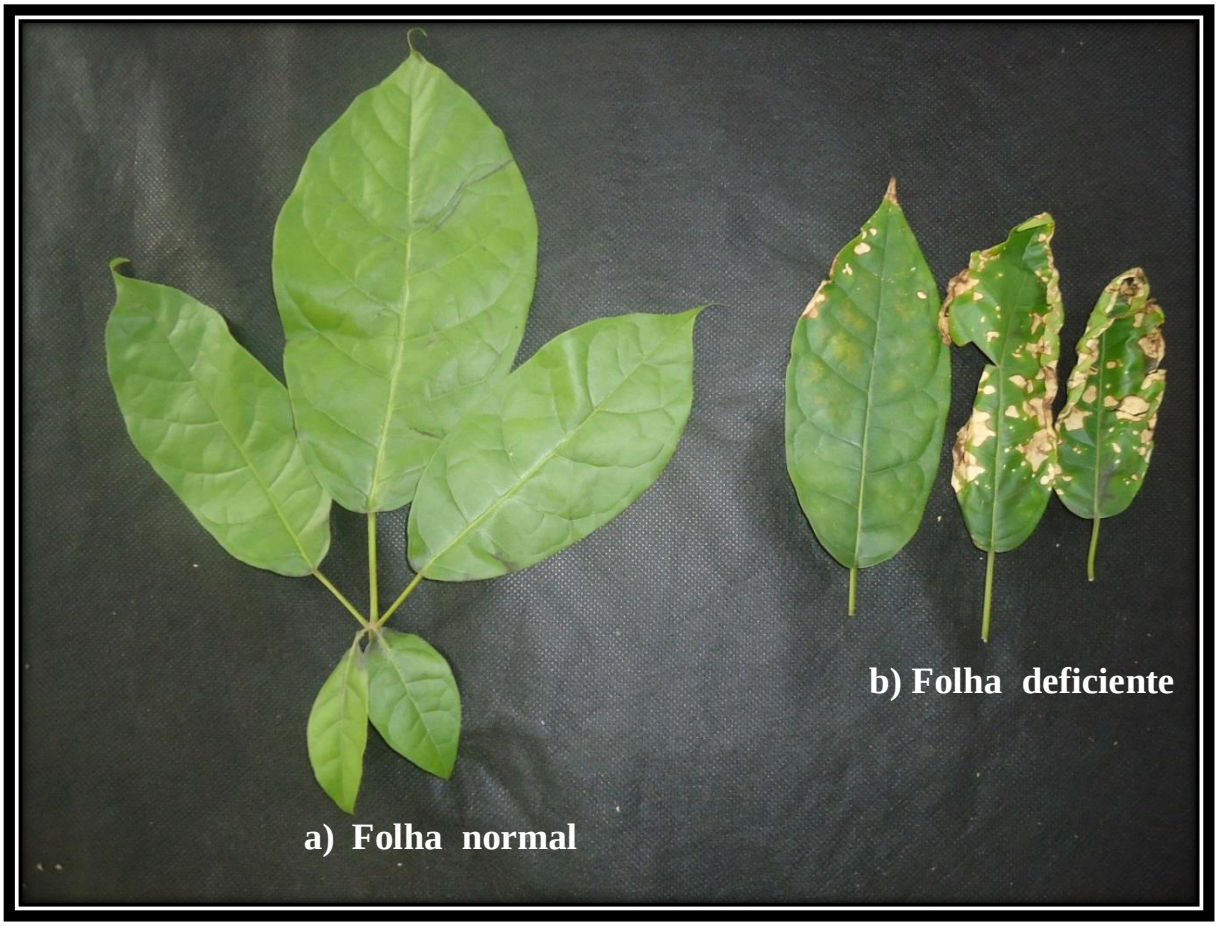
Apêndice 1. Folha de ipê-roxo normal (a) e com sintomas de deficiência de nitrogênio (b).

Sintoma de deficiência: Folhas amareladas, inicialmente as mais velhas. Crescimento retardado e lento, as plantas deficientes tem aparência não viçosa.



Apêndice 2. Mudas de ipê-roxo com folhas normais (a) e com sintoma de deficiência de nitrogênio (b).

Sintoma de deficiência: Folha verde azulada, inicialmente as mais velhas as quais podem encontrar-se mal formadas e conter pequenas manchas de tecido morto.



Apêndice 3. Folhas de ipê-roxo com desenvolvimento normal (a) e folhas de ipê com sintoma de deficiência de potássio (b).

Sintoma de deficiência: Manchas disseminadas pelo limbo foliar acompanhado de necrose das margens das folhas, inicialmente nas mais velhas para as mais jovens. As plantas com deficiência de potássio apresentam caules delgados e fracos com regiões intermodais anormalmente curtas.

Apêndice 4. Planta de ipê em solo natural sem adição calagem e adubação (a) e plantas de ipê com tratamento completo C1 (b).

Sintoma de deficiência: Pequeno desenvolvimento em relação aos parâmetros morfológicos, pois o substrato apresenta baixa disponibilidade de nutrientes e elevada acidez com alta saturação por alumínio e baixa saturação por bases.

Apêndice 5. Planta de ipê com crescimento normal (a) e planta de ipê sem adição de calcário (b).

Sintoma de deficiência: Pequeno desenvolvimento dos parâmetros morfológicos (altura, diâmetro do coleto e matéria seca) mesmo tendo havido a adição dos nutrientes ao substrato, estes são de difícil absorção pelo sistema radicular pouco desenvolvido, pois há elevada saturação por alumínio e baixa saturação por bases.

Apêndice 6. Plântulas de ipê-amarelo (a) e plântulas de ipê-roxo germinadas em areia esterilizada (b).

A germinação para ambas as espécies não é preciso quebra de dormência, emergem em dez dias com proximamente 80% de germinação. No experimento foram germinadas em areia esterilizada em autoclave a 120°C por duas horas.