



Manejo Sustentável e Nutrição Mineral do Nim Indiano

Itamar Pereira de Oliveira¹
Belmiro Pereira das Neves²
Fábio Pires Moreira³
Kátia Aparecida de Pinho Costa⁴

Introdução

A produção de uma planta saudável requer cuidados e técnicas que envolvem plantas boas produtoras de sementes, pais com características da espécie, sementes sadias portadoras de boa herança genética, sementes nutricionalmente equilibradas, de bom poder germinativo e rápido desenvolvimento nos primeiros anos de vida. Quando algumas dessas qualidades requeridas estão ausentes, a muda produzida, ao ser colocada em campo, tem seu crescimento prejudicado.

O nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss), também conhecido por *Melia indica* Brandis da família Meliaceae, dentre as diversas espécies florestais exóticas em fase de adaptação no Brasil, é a que tem tido maior interesse e preocupação com a qualidade das mudas devido às suas propriedades químicas úteis à produção de remédios, produtos farmacêuticos e odontológicos, bioinseticida, produção de madeira além de ser atóxico ao homem e não agredir o meio ambiente (Saxena, 1993; Neves et al., 2005).

A literatura mundial apresenta estudos em várias áreas sobre a planta do nim, contudo, pouco tem sido encontrado sobre adubação e nutrição mineral da planta. Considerando o interesse pelo seu cultivo, torna-se necessário preocupar-se com os problemas nutricionais e manejo de adubação na cultura.

A planta não é exigente em solos, porém não tolera locais encharcados e salinos (Schmutterer, 1990, 1995). Floresce até mesmo em solos secos e pobres em nutrientes (Neves & Nogueira, 1996). Adapta-se bem a solos de baixa fertilidade, como os solos de cerrado que apresentam pH ácido, altos teores de alumínio, baixos teores de fósforo, cálcio, magnésio, potássio e zinco; baixos teores de matéria orgânica, baixa capacidade de troca catiônica, baixas soma e saturação de bases (Neves et al., 2003). O pH ideal, no cerrado, para a absorção de nutrientes e para o crescimento do nim situa-se entre 5,8 e 6,2.

Para conhecer os sintomas de deficiências nutricionais da planta é necessário descrever o perfil de uma planta saudável, isto é, conhecer uma planta desenvolvida sem problemas de carência ou excesso de nutrientes. Geralmente, o nim nessas condições apresenta folhas verde-escuras, compostas e imparipenadas, com frequência aglomeradas nos extremos dos ramos, simples e sem estípulas. As flores são de coloração branca, aromáticas, reunidas em inflorescência densas, com estames crescentes formando um tubo, pentâmeras e hermafroditas. Produz fruto do tipo baga ovalada, com 1,5 a 2,0 cm de comprimento e, quando maduro, apresenta polpa amarelada e casca branca, dura, contendo um óleo marrom no interior de uma semente. Raramente a baga apresenta duas sementes.

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão. Rod. GO 462, Km 12, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. itamar@cnpaf.embrapa.br

²Licenciatura em Ciências Agrícolas, Doutor em Entomologia de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão. nevesbp@cnpaf.embrapa.br

³Engenheiro Agrônomo, Bolsista do CNPq., Embrapa Arroz e Feijão.

⁴Zootecnista, Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas da UFLA., Embrapa Arroz e Feijão.

Embora a adubação seja frequentemente utilizada nos campos de cultura do nim, para se obter uma planta adulta sadia é necessário conhecer a origem e o tratamento a que a semente foi submetida. Deve-se utilizar práticas de colheita e secagem necessárias para evitar a contaminação das sementes para não comprometer a qualidade das mudas. Recomenda-se observar os sintomas de deficiências durante todo o ciclo de vida da planta. Os cuidados nos dois primeiros anos para se conseguir a expressão do potencial da árvore em menor espaço de tempo possível são primordiais para se conseguir uma planta adulta saudável. Assim, a sua herança genética e capacidade de desenvolvimento no novo ambiente podem ser expressadas totalmente.

De acordo com o aspecto padrão da árvore observado em campo, pode-se inferir sobre a precocidade e produtividade da cultura. Com isso, o objetivo básico deste trabalho é apresentar algumas informações e procedimentos que devem nortear o planejamento da recomendação de adubação de viveiro, campo, fundamentais na produção de mudas e estabelecimento de povoamentos florestais e avaliação da necessidade de adubação.

Seleção de árvores saudáveis para colheita de semente

Refere-se à seleção dos melhores povoamentos para a colheita das sementes, havendo hibridação ou não. A qualificação das áreas ou dos talhões classificados depende da existência de uma legislação específica, com um órgão controlador da qualidade das sementes e que faria as avaliações e classificações dos materiais. Dentro do povoamento devem ser selecionadas árvores saudáveis, bem nutridas para a coleta das sementes. Quando se tem povoamento de árvores com características semelhantes requeridas pela espécie produtiva, obtêm-se os pomares de sementes.

O “Pomar de Sementes” define-se como uma plantação de árvores geneticamente superiores, isolada para reduzir ao mínimo a polinização externa indesejável, intensivamente manejada para máxima produção de sementes e com condições de fácil colheita. Os “Pomares de Sementes” são estabelecidos a partir de clones, enxertos ou estacas, ou mudas provenientes de árvores superiores selecionadas em função de características desejáveis. O “Pomar de Sementes” é o método mais eficiente para produção racional de sementes melhoradas geneticamente, sendo de uso comum nos programas adiantados de melhoramento em todo o mundo. Nessas, as árvores são selecionadas fenotipicamente, com um alto rigor e intensidade de seleção, e colocadas juntas para intercruzamento e produção de sementes, através de propagação vegetativa

(Kageyama, 1979). Dos pomares saem as sementes geneticamente qualificadas para a formação das áreas para criação de populações para produção de sementes.

Importância dos pomares na produção de plantas geneticamente superiores

Com a utilização dos pomares estão se aprimorando (Kageyama, 1979):

- a) Pureza varietal, para evitar o risco de redução no porte das plantas;
- b) isolamento das áreas produtoras para estabilizar os caracteres responsáveis pelo maior número de árvores potencialmente qualificadas;
- c) autofecundação pelo problema de redução de distâncias com aproximação das árvores produtivas;
- d) colheita de ramos produtivos em lugar da semente com ganho de até dois anos na formação de árvores ou em um programa de melhoramento;
- e) escolha da época de colheita para evitar florescimento em datas irregulares, perpetuando as boas características de uma população produtiva.

Frutificação, sementes e ponto de colheita

Dependendo das condições climáticas das regiões em que o nim foi plantado e, também, do estágio de desenvolvimento da planta, a floração e a frutificação ocorrem entre três e quatro anos. Uma árvore de nim, nas condições de cerrado, produz de 15 a 30 kg de sementes/ha/ano.

Em geral, a frutificação ocorre uma vez por ano. Contudo, dependendo do clima, principalmente da temperatura, que deve ser em torno de 30°C, com baixa precipitação, realizam-se duas colheitas.

O ponto de colheita para a produção de mudas corresponde à fase em que os frutos se encontram de coloração amarelada, em estágio comestível, bastante parecido com o sabor do café no estágio de cereja.

As sementes do nim são recalcitrantes, isto é, mantêm o seu poder germinativo apenas por poucos dias. As sementes devem ser plantadas o mais rápido possível, dado que o poder germinativo, de cerca de 80%, se reduz em cerca de dois meses a praticamente zero. Sementes mantidas em geladeira podem manter o poder germinativo por mais tempo (Martinez, 2002).

Para perdurar colhidas sem perder o poder germinativo é necessário que as sementes seja armazenadas em nitrogênio líquido na temperatura de 20° C abaixo de zero.

Quando caem no chão, a germinação ocorre, normalmente, embaixo das árvores.

Cuidados com a secagem dos frutos

Depois de estarem devidamente despolpados, os grãos são colocados ao sol em camadas finas, sobre terreiros cimentados. Deve-se evitar, sempre que possível, o contato com a umidade para não ocorrer o mofamento dos grãos. Essa operação requer a exposição em um único dia de sol. Posteriormente, o produto é transportado para locais sombreados durante dois dias.

Caso a colheita coincida com o período chuvoso, deve-se proteger os grãos colhidos mediante o uso de uma cobertura plástica para evitar os possíveis danos decorrentes da chuva.

Outro cuidado de suma importância ao proceder a essas operações consiste no recolhimento e acondicionamento do produto em sacos de anagem, para permitir uma boa aeração e evitar, assim, o aparecimento de fungos que possam deteriorar os grãos. Satisfeitas essas condições básicas, pode-se armazenar o produto por mais de um ano, em temperatura controlada.

Plantio Direto

Normalmente, essa árvore é cultivada a partir de sementes plantadas diretamente ou transplantadas como mudas de um viveiro. A pré-germinação das sementes resulta em maior percentagem de germinação. Dependendo das condições climáticas da região, da disponibilidade de mão-de-obra e da quantidade e qualidade das sementes disponíveis, a produção de mudas pode ser feita em canteiros para repicagem posterior ou em recipientes, por semeadura direta.

Micorrização das sementes

As micorrizas são fungos que vivem em simbiose com as plantas das florestas naturais. Vivem em íntima associação com as raízes das plantas e, de acordo com o tipo de associação, podem ser divididas em ectotróficas, endotróficas e ectoendotróficas (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 1976).

Muitos têm sido os estudos e as discussões sobre a importância da micorriza para aquelas espécies nas quais ela se desenvolve. De acordo com estudos modernos, as micorrizas fornecem à planta NPK em troca dos hidrocarbonados por ela elaborados.

Numerosas tentativas de plantio de coníferas foram efetuadas em terrenos cultivados com pastagens, mas com péssimos resultados. Assim, para se reflorestar certa área, torna-se necessário fazer a inoculação nas mudas.

A formação da micorriza parece ser favorecida por relativa deficiência de um ou mais nutrientes minerais, ao passo que pouca ou nenhuma se forma em solos com grande fertilidade.

Métodos práticos para a inoculação das micorrizas

- Incorporação de restos de acículas, humos e solo superficial de plantações ou viveiros bem estabelecidos;
- incorporação de compostos fabricados com restos de material que contenha fungos micorrízicos;
- plantio de mudas obtidas de viveiro onde há abundância de fungos micorrízicos.

Viveiros de Mudanças

O viveiro de mudas é um local que serve como célula reprodutora das espécies vegetais em quantidade significativa de mudas, com a finalidade de atender à demanda de consumo ou procura.

A produção de mudas em recipientes é o sistema mais utilizado, principalmente por permitir a melhor qualidade, devido ao melhor controle da nutrição e à proteção das raízes contra os danos mecânicos e a desidratação, além de propiciar o manejo mais adequado no viveiro, no transporte, na distribuição e no plantio. Devido à maior proteção das raízes, o período de plantio poderá ser prolongado, uma vez que essas não se danificam durante o ato de plantar, promovendo maiores índices de sobrevivência e de crescimento (Daniel et al., 1982; Santos et al., 2000).

Semeadura direta em recipientes

É a atividade na qual as sementes são dispostas diretamente no recipiente de plantio, seja tubete, sacos plásticos ou vaso. As espécies mais indicadas para a semeadura direta são aquelas que apresentam boa viabilidade de germinação, homogênea com ou sem tratamento para quebra de dormência, além de apresentar tamanho de semente compatível com a abertura superior do tubete. Após a semeadura, as superfícies dos tubetes devem ficar permanentemente úmidas para favorecer o processo germinativo, o que propicia a homogeneidade do lote. Porém, deve-se observar atentamente possíveis excessos, o que dificulta a aeração e prejudica a eficiência do sistema radicular, possibilitando a formação de algas, ou, ainda, o surgimento de doenças. O regime de regas deve ser dimensionado, dependendo das condições específicas de cada viveiro, pois são inúmeras as variáveis, o que impossibilita a recomendação de padrões.

A semeadura direta em recipientes tem sido o método mais empregado, principalmente pela eliminação da operação de confecção de canteiro para semeadura, redução do prazo para produção da muda e diminuição de perdas. A árvore do nim normalmente começa a produzir após três a quatro anos. Torna-se completamente produtiva em dez anos e, daí em diante, pode produzir de 15 a 30 quilos de frutas por ano. O ciclo de vida do nim pode atingir até 200 anos produzindo.

Sementeira

A produção de mudas de nim nas regiões produtoras é efetuada preferencialmente através de sementes, que apresentam de 60 a 95% de viabilidade, oriundas de plantas previamente selecionadas, isentas de patógenos. Os métodos de enraizamento de estacas e o de cultura de tecidos são utilizados em menor escala.

Análise de solo

Graças à facilidade de execução, custo baixo, possibilidade de reprodução dos resultados e de poderem ser efetuadas antes do plantio ou durante qualquer estágio nutricional das árvores, as análises de solo têm se constituído na forma mais prática e viável de avaliar a fertilidade do solo. As maiores dificuldades com relação a essa técnica estão relacionadas com a interpretação dos resultados das análises, seja pela falta de informações básicas relativas às exigências nutricionais das espécies, seja pela falta de curvas de calibração dos nutrientes.

Entretanto, a maior limitação para a interpretação de resultados de análise de solo está relacionada com o fluxo de nutrientes que ocorre via ciclagem de nutrientes, o qual pode atender grande parte da demanda de nutrientes das árvores.

A ciclagem de nutrientes responde pela exigência da planta, que está condicionado ao estágio de desenvolvimento da floresta. A magnitude dos fluxos de nutrientes via ciclagem de nutrientes aumenta consideravelmente na fase de fechamento de copas. Nessa fase, as partes inferiores das copas começam a perder suas folhas devido às limitações de luminosidade. Antes da queda das folhas, grande parte dos nutrientes migram para os tecidos mais jovens das árvores. Com a deposição de folhas, galhos e outros resíduos vegetais, forma-se a serapilheira sobre a superfície do solo, que, ao se decompor, libera nutrientes para as árvores, os quais são imediatamente aproveitados pelo emaranhado de radículas que se mistura com os componentes da serapilheira. Sob tais condições, quanto mais velho for o povoamento florestal, menor sua dependência da fertilidade do solo, pois a ciclagem de nutrientes, por si só atende a grande parte das exigências nutricionais

das árvores. Daí por que melhores relações entre disponibilidade de nutrientes no solo e crescimento serem esperadas nos estágios iniciais de desenvolvimento das árvores.

Método de amostragem do solo

Para se realizar a amostragem de solo, seguem-se os mesmos princípios básicos definidos para as culturas agrícolas. A camada de solo que tem mostrado teores de nutrientes mais relacionados com o crescimento das árvores é a 0-20 cm (Gonçalves, 1995), onde ocorrem mais intensivamente os processos de absorção de nutrientes pelas raízes. Todavia, para se ter uma idéia das restrições químicas à atividade radicular em profundidade, recomenda-se também analisar as camadas 20-40, 40-60 cm ou mais profundas, dependendo da homogeneidade das características do perfil de solo. Tem-se adotado retirar pelo menos 20 amostras simples para cada amostra composta de glebas homogêneas de, no máximo, 50 ha.

Semeadura em Canteiros e Repicagem de Mudas

Essa técnica, no caso específico do nim, é pouco utilizada, salvo em raríssima situação. O desuso dessa tecnologia é atribuído aos elevados custos e aos cuidados especiais requeridos no manuseio das mudas, principalmente para evitar danos e deformações no sistema radicular, que podem resultar em perdas imediatas no viveiro ou em perdas posteriores no campo. Além disso, esse método exige também condições climáticas adequadas, como dias frescos e nublados, para o transplantio em recipientes definitivos, pois as plantas recém-germinadas tendem a murchar durante essa operação. A recuperação das mudas do nim cultivadas sob galpões deve ser realizada lentamente, pois são sensíveis à súbita exposição de intensa luz solar.

Técnicas sobre local e terra para repicagem

Antes de ser colocada dentro dos sacos plásticos, a terra geralmente é passada em peneiras de 1,0 m de largura e 2,0 m de comprimento e malhas de 1,5 mm. Para facilitar essa operação, são instaladas em cavaletes com inclinação em torno de 45°C. O enchimento das embalagens pode ser feito manualmente, com auxílio de pás, funis ou moegas, cujo rendimento é superior ao dos métodos anteriores. Para o melhor rendimento dessa operação, é imprescindível que a terra peneirada esteja bem seca.

Durante o transporte das embalagens para o local do encanteiramento, é comum a perda parcial do substrato, que deverá ser suplementado para que o volume total seja complementado. Sem completar o espaço da terra pode ocorrer o dobramento das bordas dos sacos e ocorrer o

impedimento da germinação. Com isso, pode aumentar a umidade da terra e ocorrer a proliferação de patógenos, inviabilizando o desenvolvimento da plântula em um período de seis a oito semanas. Por isso, as sementes prontas para o plantio devem estar limpas e secas, armazenadas em temperatura na faixa de 23 a 25°C. Normalmente a melhor germinação ocorre em temperatura acima de 20°C e em profundidade de 1,5 cm.

Observações sobre algumas práticas de manejo usuais na produção de mudas

Uma planta em ambiente protegido, destinado à produção de mudas, quando em estágio de plântula, desenvolve-se em ambiente quase totalmente controlado, sendo suprida por processos artificiais. Ao ser levada para o ambiente aberto, ou seja, para o campo, a alta intensidade de luz solar quase sempre causa danos às plantas jovens, afetando o seu crescimento. Mesmo em ambiente protegido, o problema mais comum, na fase de produção das mudas, tem sido o sombreamento causado por plásticos desgastados e empoeirados ou o sombreamento causado pelo uso de sombrite ou plásticos caiados, usados como recursos para amenizar a temperatura ambiente. Como consequência, tem-se o estiolamento das mudas, que as tornam menos resistentes ao estresse pós - transplante, responsável por injúrias, redução e até paralisação do crescimento, morte de folhas, podendo chegar à morte da muda.

A falta de controle da temperatura em diversas etapas pode provocar a ocorrência de distúrbios que podem tornar-se irreversíveis, como impedimento do desenvolvimento das mudas ou crescimento precoce das plantas. Sob cobertura plástica, a temperatura pode exceder a do ambiente externo acarretando problemas até mesmo da germinação das sementes e desenvolvimento inicial da planta.

Por ser constantemente adubada, pode ocorrer aumentos dos níveis de salinidade, o que geralmente reduz a germinação das sementes e a emergência das plântulas. Por outro lado, a suscetibilidade das plantas ao estresse salino varia de acordo com a concentração de sais. Alguns imprevistos podem impor atrasos no transplante das mudas, o que pode afetar o crescimento pós - transplante, atrasar a fase crítica de crescimento e reduzir a produção, devido à menor tolerância das mudas maiores ao choque de transplante. Por outro lado, o período de permanência das mudas nos recipientes parece ser dependente do tamanho deles que, por sua vez, está relacionado com a exaustão do substrato.

A desidratação das extremidades radiculares, ao atingirem os drenos das células das bandejas, determina a perda da dominância apical e o estímulo para a emissão de um denso e

ativo sistema radicular secundário (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 1976). Essa redução do volume de raízes afeta o desenvolvimento e porte da planta adulta.

Preparo do Solo

Apesar da grande rusticidade das espécies pertencentes às famílias das Meliaceae, as plantas respondem positivamente em solos bem preparados, principalmente nas áreas sob vegetação de cerrado. A operação, quando possível, deve ser mecanizada e constituída de aração e gradagem. Pode-se também efetuar apenas a gradagem pesada, seguida de uma leve, com o objetivo de homogeneizar e desterroar o solo. É importante que pelo menos uma camada de 15 a 20 cm de profundidade seja revolvida. Caso essa operação não seja possível, pode-se apenas proceder à abertura das covas, com 40 cm de profundidade, que devem guardar o espaçamento de, no mínimo, 40 x 40 cm. O tamanho das plantas a serem levadas para o campo definitivo deve ser de 20 cm de altura, com uma idade de três meses.

Sulcamento e coveamento

Estas operações estão inteiramente associadas ao método de preparo do solo. Quando for mecanizado, pode-se fazer o sulcamento com sulcador ou arado de aiveca motorizado ou tração animal. Os sulcos devem ser feitos de acordo com o espaçamento, seguindo a declividade do terreno em curva de nível. No caso de áreas planas, dispensa-se esse cuidado. Para plantios em que houve preparo prévio do solo, procede-se à marcação das covas utilizando-se cordas ou arames, levando-se em conta o espaçamento a ser adotado para o plantio.

Após a marcação, as covas são abertas com uma ferramenta conhecida como “boca-de-lobo” ou com uma perfuradora mecanizada; esse implemento agiliza e diminui os custos de abertura de covas mas, dependendo do tipo de solo, há necessidade de se quebrarem as paredes laterais da cova, a fim de se evitar o “espelhamento”, ou seja, a sua compactação.

Em seguida, realiza-se, manual ou mecanicamente, a abertura das covas, que irão receber de 3 a 10 kg de esterco de gado curtido. Ao solo oriundo da operação de coveamento, adicionam-se cerca de 200 g de adubo formulado 4-30-16 + Zn, 100 g de calcário dolomítico e 50 gramas de gesso. Em solo, onde cuja baixa fertilidade generalizada de micronutrientes se conhece, deve-se aplicar 100 g de FTE (BR12). Em solos de fertilidade média a alta, pode-se usar somente 10 kg de esterco curtido. Em solos com baixa capacidade de drenagem, colocar ¼ de areia.

A correção e a adubação devem ser baseadas na análise de solo e ser feitas pelo menos 15 dias antes do plantio da muda.

Outra formulação recomendada tradicionalmente consiste no uso de 20 a 30 litros de esterco de curral (animal, seja bovino ou caprino) por cova, 1 kg de superfosfato simples, 150g de cloreto de potássio e 200g de uma mistura de micronutrientes. Na adubação da cova com esterco deve ser mantida a relação 1 esterco: 10 solo, para que haja uma decomposição mais equilibrada.

Considerando as grandes exigências de cálcio pela cultura do nim, recomenda-se associar a calagem com a aplicação de gesso.

Plantio

O sucesso do plantio está diretamente relacionado à coincidência do início da estação chuvosa da região. As mudas devem ser distribuídas entre as covas, manualmente ou com o auxílio de trator com carreta ou carroça de tração animal, e plantadas no mesmo dia para evitar ressecamento. No caso das mudas produzidas em saco plástico, deve-se ter o cuidado de retirá-lo na hora do plantio. A muda é colocada no interior da cova ou sulco e coberta com terra, de forma que o torrão não fique exposto e a parte do caule não seja recoberta. Deve-se realizar uma pequena compactação da terra em torno da muda, para fornecer maior firmeza à planta. Decorridos 30 dias após essa operação, deve-se percorrer a área plantada para avaliar a porcentagem de falhas, através de simples contagem. Caso esta contagem seja superior a 5%, procede-se ao replantio de todas as falhas. Aconselha-se manter a área limpa, podendo intercalar culturas anuais durante os primeiros anos. O tronco das plantas deve ser mantido sem ramificações até 1,5 m de altura; posteriormente os ramos devem ser podados regularmente. Os ponteiros devem ser podados a 2,50 m. A árvore não fica muito alta, a copa desenvolve melhor, há maior produção de frutos e a colheita é facilitada. A partir do terceiro ano, deve-se fazer a poda de frutificação, durante ou após a primeira colheita. Recomenda-se podar os galhos que crescem mais de 3,5 m, devendo-se deixar pelo menos 7 cm do galho na planta mãe.

Correção do Solo

A função da correção do solo para essências florestais é colocar a acidez do solo na faixa em condições de aumentar a disponibilidade dos nutrientes para as plantas. Mesmo que a maioria das essências florestais sejam tolerantes à acidez, a planta, quando jovem, ainda não tem um sistema radicular organizado o bastante para absorver todos os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento. Essa planta pode até não morrer, mas permanecerá em crescimento lento ou em estado letárgico

até que as condições naturais do ambiente apresentem as características essenciais que tornam as condições do solo ideais para o seu desenvolvimento. Quando adulta, a planta se aprofunda no solo onde encontra os minerais secundários ou até mesmo a rocha de onde retira os nutrientes necessários para suprir as suas necessidades.

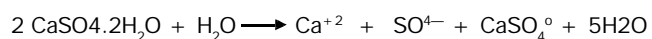
Quando as espécies são sensíveis à acidez e aos altos níveis de Al e Mn dos solos, além de serem exigentes em macro e micronutrientes, torna-se necessário ter um tempo de permanência no viveiro superior a seis meses.

O Gesso nas Adubações e Calagens

Sabe-se que, para cada tonelada de P_2O_5 obtida, são produzidas 4,5 toneladas de gesso agrícola. Essa relação evidencia o grande acúmulo desse material em plantas industriais ligadas ao setor. O gesso, o sulfato de cálcio dihidratado, apresenta-se na forma de pó branco-amarelado e sua composição média segundo Vitti & Malavolta (1985) é: umidade livre 15-17%; CaO 26-28%; S 15-16%; P_2O_5 0,6 - 0,75%, SiO_2 insolúveis 1,26%; fluoretos 0,63 % e óxidos de Al e Fe 0,37 %.

O gesso é um sal pouco solúvel (2,0 a 2,5 g/L) e tem sido empregado na agricultura devido à retirada gradual do enxofre das formulações, concentrações mais elevadas de nutrientes nas formulações comerciais. Sob a ótica agrônômica, seu emprego tem sido justificado nas situações que requeiram fornecimento de cálcio e de enxofre. Como resultado de uma aplicação no solo, observa-se diminuição de concentrações tóxicas do alumínio trocável nas camadas subsuperficiais, com conseqüente aumento de cálcio nessas camadas, o que é importante para o crescimento radicular.

O gesso, em contato com o solo e com umidade suficiente, sofre inicialmente uma dissolução, segundo a equação:



Os íons cálcio e sulfato irão participar de reações de troca catiônica e aniônica na solução do solo. Dessa forma, os íons Ca deslocam outros cátions, como o Al, K, Mg e H, porquanto os íons sulfato formam complexos químicos solúveis neutros, como MgSO_4^0 , K_2SO_4^0 e também AlSO_4^0 . Esses complexos, por apresentarem grande mobilidade, favorecem a descida desses cátions no perfil. Sais que apresentam alta mobilidade, como os nitratos de potássio, a exemplo do KNO_3 , que não interagem com a fase sólida, são facilmente arrastados no perfil, ocasionando acúmulo nas camadas mais profundas e, em alguns casos, levando a deficiência às plantas.

Propagação do Nim

A árvore do nim é de fácil propagação, tanto sexual, quanto vegetativa. Pode ser plantada usando-se sementes, mudas, rebentos ou cultura de tecidos. Podem-se obter árvores de nim também por estaquia, porém o desenvolvimento das raízes não se dá de modo adequado, tornando a árvore suscetível à queda por ventos fortes. Por possuírem flores hermafroditas, com fecundação cruzada, são necessárias pelos menos duas plantas crescendo próximas para ocorrer troca de pólen e produção de frutos sem perder a boa característica de uma planta saudável.

Deve-se escolher um terreno que tenha boa drenagem, não sujeito a encharcamento e próximo a uma fonte de água. As embalagens para a semeadura podem ser sacos de polietileno, de 11 x 20 cm, que devem ser perfurados para a drenagem. O enchimento desses recipientes pode ser feito com terra do subsolo, isenta de sementes de plantas daninhas e microrganismos patogênicos. Essa prática elimina a necessidade de se proceder à desinfestação, concorrendo para diminuir os custos de produção das mudas.

Geralmente, o subsolo contém níveis baixos de nutrientes que podem ser corrigidos com fertilização mineral. Quanto às propriedades físicas, o substrato deverá ser, de preferência, argilo-arenoso, a fim de que, retirado o saco plástico no plantio, o bloco com a muda não se desintegre facilmente, ocasionando perdas de mudas no campo. O solo suporte utilizado como substrato deve conter 30% de areia, 30% de solo e 40% de matéria orgânica.

Cultura de tecidos

Essa técnica ainda é pouco usada no cultivo do nim, mas bastante promissora em virtude de possibilitar a obtenção de grande número de plantas através do envolvimento dos propágulos, num curto espaço de tempo, em áreas reduzidas de laboratório. Além disso, permite que se projete com precisão a entrega futura de mudas prontas para o plantio na quantidade e época desejadas.

Enraizamento de estacas

A propagação, através de estacas caulinares, é um dos métodos de multiplicação de plantas mais empregados para muitas espécies arbóreas. Vários fatores influenciam a capacidade de enraizamento, destacando-se entre eles os componentes bioquímicos da própria planta conforme Haissig (1982); Oliveira et al. (2005a, 2005b), condições ambientais que envolvem e afetam o processo rizogênico, de acordo com Wood (1982) e até mesmo diferenças entre as cultivares dentro da mesma espécie (Overbeek & Gregory, 1945).

Adubação para Grandes Áreas

A correção de grandes áreas para plantio de essências florestais é realizada dependendo da análise de solos. Ela é essencial principalmente em solos pobres e profundos, onde a planta jovem não apresenta sistema radicular desenvolvido o bastante para tirar nutrientes das camadas mais profundas.

Nesse caso, correções de acidez, adubações de solos e adubações corretivas devem ser realizadas para suprir a planta pelo menos nos dois primeiros anos.

Mesmo que a planta seja considerada tolerante a ambientes tóxicos, o calcário aplicado tem a função nutricional, uma vez que cálcio e magnésio são nutrientes essenciais para qualquer vegetal.

Geralmente os solos destinados ao plantio de árvores devem sofrer uma subsolagem que tem a função de facilitar o desenvolvimento do sistema radicular e carrear água e nutrientes para as camadas mais profundas do solo.

Manejo de adubação

O manejo de corretivos e fertilizantes em áreas cultivadas com plantas perenes ainda é pouco estudado. Esse assunto é enquadrado dentro da teoria da trofobiose (trofo= alimento e biose= existência de vida), que de acordo com Abreu Júnior (1998), enquadra-se na idéia de que todo e qualquer ser vivo só sobrevive se houver alimento adequado disponível para ele. Em outras palavras, a planta, ou parte da planta cultivada, só será atacada por insetos, ácaros, nematóides, fungos e bactérias quando houver na seiva exatamente o alimento de que eles precisam. Esse alimento é constituído, principalmente, por aminoácidos, açúcares redutores, esteróis, vitaminas e outras substâncias simples livres e solúveis, pois os insetos e fungos ainda apresentam poucas enzimas e essas apenas conseguem digerir substâncias simples presentes na seiva da planta. Os teores e, principalmente, a proporção dessas substâncias relacionados com os teores de nutrientes minerais na seiva são determinantes na maior ou menor suscetibilidade das plantas aos parasitas.

Portanto, um vegetal bem alimentado e manejado considerando todas as suas necessidades e equilíbrios dificilmente será atacado por pragas e doenças. Insetos, ácaros, nematóides, fungos, bactérias e vírus são a consequência e não a causa do problema.

Existe, por trás dessa teoria, uma base bioquímica em que as enzimas responsáveis por processos importantes da planta, quando na ausência de alguns nutrientes e condições ambientais, perdem sua capacidade de catalisar as

reações, diminuindo sua eficiência. Dessa forma, algumas substâncias ficam acumuladas na planta e servem de alimentos para os insetos.

Sabe-se que o cálcio e o magnésio têm uma estreita relação com a absorção do potássio e, conseqüentemente, com o ataque de pragas e doenças. Da mesma forma, o enxofre com o nitrogênio, o boro com o cálcio e potássio, o zinco com o fósforo, entre outras relações que direta ou indiretamente afetam a produção e sanidade das culturas e criações (Primavesi, 1986; Abreu Júnior, 1998; Zimmer, 2000).

Adubação Geral de Essências Florestais

A adubação das áreas de cultivo de essências florestais deve cobrir desde a terra para a formação de mudas até o campo, passando pelas adubações foliares dos viveiros e canteiros.

As práticas de adubação de viveiros têm sido fundamentais para a produção de mudas de boa qualidade silvicultural e para que as plantações florestais alcancem níveis adequados de crescimento no campo. São feitas algumas considerações básicas a respeito da avaliação da necessidade de adubação, extração e exportação de nutrientes, bem como sobre as informações e procedimentos essenciais que devem nortear as recomendações de adubação no viveiro e no campo.

Princípios da adubação

A necessidade de adubação decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes de que as plantas precisam para um adequado crescimento. As características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais das espécies florestais, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica.

As florestas são mais comumente plantadas para atender a finalidades industriais, produção de madeira para serraria, mourões, postes, energia, celulose, aglomerados, laminados e extração de óleos e resinas. A grande maioria das áreas de florestamento estão sobre solos muito intemperizados e lixiviados, portanto com baixa disponibilidade de nutrientes. Nas regiões do Nordeste e Centro Oeste, como fator complicante, têm-se os altos índices de deficiência hídrica que prejudicam a demanda nutricional das árvores.

Com relação aos macronutrientes, os sintomas visuais de deficiência e as maiores respostas à adubação têm sido

observados no campo, com mais frequência, na seguinte ordem: $P > N > K > Ca > Mg$ e, para os micronutrientes, $B > Zn$. Normalmente, para os solos mais arenosos sob irrigação, observa-se com mais frequência maiores respostas à adubação.

Contudo, graças às baixas exigências de fertilidade do solo e também ao programa de melhoramento, em que se procura adaptar as espécies às condições edafoclimáticas da região, as florestas têm se mostrado produtivas, mesmo com recomendações de adubação bem aquém daquelas utilizadas para as culturas agrícolas (Kageyama, 1979).

Devido à degradação ou remoção anterior da floresta, faz-se necessário o enriquecimento ou o reflorestamento das áreas, o que deve ser feito utilizando modelos que associam espécies de diferentes classes ecológicas, denominadas pioneiras, secundárias e clímax. Procura-se dessa forma criar condições adequadas para o desenvolvimento das árvores, similares àquelas que ocorrem nos ecossistemas naturais, sob processo de sucessão florestal.

A maioria das espécies florestais exige de média a alta demanda nutricional para seu estabelecimento, desenvolvendo-se bem em solos de média fertilidade e com boas condições hídricas, sem longos períodos de estiagem.

Seqüência de Adubação para Essências Florestais Destinadas a Campo Florestal

a) Correção de terra para recipiente de mudas

Atualmente, os recipientes mais utilizados para a produção de mudas de essências florestais são os sacos plásticos. Os tubetes de polipropileno têm sido evitados devido ao envelhecimento do sistema radicular do nim.

O processo de saquinhos, mais antigo, normalmente utiliza como substrato de cultivo a terra de subsolo, preferencialmente com teores de argila entre 20 a 35%. Com isso, assegura-se, freqüentemente, boa permeabilidade do substrato no interior do saco plástico, boa drenagem e resistência ao manuseio.

Nos recipientes pequenos usam-se predominantemente substratos orgânicos simples ou misturados. Os compostos orgânicos mais utilizados são o esterco de curral curtido, húmus de minhoca, cascas de árvores, bagacilho de cana decomposto, entre outros. Esses substratos são geralmente utilizados como os principais componentes de misturas, que incluem também palha de arroz carbonizada, vermiculita e terra de subsolo arenosa.

Algumas composições de substratos que têm dado bons resultados:

- 1) 80% de composto orgânico ou húmus de minhoca + 20% de casca de arroz carbonizada;
- 2) 60% de composto orgânico ou húmus de minhoca + 20% de casca de arroz carbonizada + 20% de terra arenosa.

b) Adubação no viveiro

Na fase de viveiro, os adubos mais recomendados, dadas as suas características físicas e químicas, são o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. No cerrado, os sais ou as misturas contendo micronutrientes, a exemplo das fritas como FTE(BR12, são importantes porque os solos de cerrado são carentes na maioria deles.

A melhor forma de fazer a aplicação de adubos nesse sistema consiste no parcelamento das doses de adubos recomendadas. Ou seja, cerca de 50% das doses de N e de K_2O , e 100% das doses de P_2O_5 e micronutrientes são misturadas à terra de subsolo, antes do enchimento dos sacos plásticos, o que é comumente denominado adubação de base. O restante das doses é aplicado, parceladamente, em cobertura, na forma de soluções ou suspensões aquosas.

Recomendam-se as seguintes dosagens de adubos:

a) Adubação de base: 150 g de N, 700 g de P_2O_5 , 100 g de K_2O e 200 g de “fritas” (coquetel de micronutrientes na forma de óxidos silicatados) para cada m^3 de terra de subsolo. Com 1 m^3 deste substrato é possível encher cerca de 4.800 saquinhos de 250 g de capacidade, os mais utilizados para produção de mudas.

Normalmente, os níveis de Ca e Mg nas terras de subsolo são muito baixos, por essa razão recomenda-se, também, a incorporação de 500 g de calcário dolomítico por m^3 de terra de subsolo. Desta forma, fica garantido o suprimento de Ca e Mg para as mudas.

Entretanto, é oportuno ressaltar que o uso de calcário não é para neutralizar os excessos de Al e Mn, tampouco para a correção da acidez do solo, uma vez que a maioria das essências florestais selecionadas para as condições brasileiros toleram altos níveis de Al e Mn, além de serem pouco sensíveis à faixas de pH consideradas ácidas (Novais et al., 1990).

b) Adubação de cobertura: 100 g de N mais 100 g de K_2O , parceladas em três ou quatro aplicações, para 4.800 saquinhos de 250 g de capacidade. Para a aplicação

destes nutrientes, recomenda-se dissolver um quilograma de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio em 100 litros de água. Com a solução obtida, regar 10.000 saquinhos. Para essas adubações recomenda-se intercalar as aplicações de K_2O , ou seja, numa aplicação utilizar N e K_2O , na seguinte, apenas N, e assim por diante.

As aplicações deverão ser feitas no final da tarde, ou ao amanhecer, seguidas de leves irrigações, apenas para diluir ou remover os resíduos de adubo que ficam depositados sobre as folhas.

Geralmente, as adubações de cobertura devem ser feitas em intervalos de sete a dez dias. A primeira deve ser realizado, necessariamente, 15 a 30 dias pós-emergência. A época de aplicação das demais poderá ser melhor determinada pelo viveirista, ao observar as taxas de crescimento e as mudanças de coloração das mudas.

Quando as mudas já estiverem formadas, portanto prontas para serem plantadas no campo, recomenda-se, antes da sua expedição, fazer a “rustificação” das mudas, para amenizar seus estresses no campo. Na fase de “rustificação”, que dura de 15 a 30 dias, reduzem-se as regas e suspendem-se as adubações de cobertura. No início dessa fase, recomenda-se a realização de uma adubação contendo apenas potássio. Isto promoverá uma melhoria do status interno de potássio das mudas, fazendo com que elas sejam, fisiologicamente, mais capazes de regular suas perdas de umidade, além de facilitar o engrossamento do caule, fatores muito importantes para a adaptação das mudas às condições adversas de campo.

Produção de mudas no sistema de tubetes de polipropileno

Similarmente às recomendações feitas para o sistema de produção de mudas em sacos plásticos, a melhor forma de fazer a aplicação de adubos nos substratos utilizados no sistema de tubetes de polipropileno é a parcelada, parte como adubação de base e parte como adubação de cobertura.

a) Adubação de base: 150 g de N, 300 g de P_2O_5 , 100 g de K_2O e 150 g de “fritas” por cada m^3 de substrato. Com 1 m^3 deste substrato é possível encher cerca de 20.000 tubetes com capacidade de 5 cm^3 . Geralmente, os níveis de pH, Ca e Mg nos substratos utilizados nesse sistema são elevados, de modo que a aplicação de calcário é dispensada e não recomendada, evitando-se assim problemas como a volatilização de N e deficiência de micronutrientes induzida por níveis elevados de pH, dentre outros.

b) Adubação de cobertura: devido à grande permeabilidade do substrato, que facilita as lixiviações, e ao pequeno volume de espaço destinado a cada muda, faz-se necessário fazer adubações de cobertura mais frequentes do que aquelas feitas para a formação de mudas em sacos plásticos. Para a aplicação desses nutrientes, recomenda-se dissolver 1 kg de sulfato de amônio e/ou 300 g de cloreto de potássio em 100 litros de água. Com a solução obtida regar 10.000 tubetes a cada sete a dez dias de intervalo, até que as mudas atinjam o tamanho desejado.

A intercalação das aplicações de potássio, bem como as demais recomendações feitas no sistema de produção de mudas em sacos plásticos, descritas anteriormente, devem ser aqui também consideradas.

Adubação de cobertura

Como exposto acima, cerca de 60 a 80% das doses de N e K_2O e, opcionalmente, P_2O_5 , têm sido recomendadas com fertilização de cobertura. Essas doses têm sido parceladas, geralmente, entre duas a quatro aplicações, dependendo da disponibilidade de recursos e das concepções e diretrizes técnicas adotadas para a realização das fertilizações.

Para definir as épocas de aplicação dos fertilizantes é fundamental considerar as fases de crescimento da floresta, a saber: antes do fechamento, durante o fechamento e após o fechamento das copas; o que tem estreita relação com as demandas nutricionais das árvores, como discutido anteriormente.

Quanto mais inicial for a fase de crescimento das árvores, maior a sua dependência das condições de fertilidade dos solos, pois, além do sistema radicular ser reduzido, ainda em formação, as taxas de ciclagem bioquímica - no interior das árvores e biogeoquímica de nutrientes - no sistema solo-árvore-serapilheira são irrisórias. Diante dessas considerações, para florestas de rápido crescimento, com ciclos de corte de até dez anos, o ideal seria parcelar, equitativamente, as adubações de cobertura, parte sendo aplicada entre 3 a 6 meses pós-plantio, parte entre 6 a 12 meses pós-plantio, e o restante, entre 12 a 24 meses pós-plantio. A melhor forma de definir as épocas das adubações é através do acompanhamento visual ou por medições dendrométricas do crescimento da floresta, o que permite caracterizar o seu estágio de desenvolvimento.

O conteúdo dos nutrientes na planta reflete o seu estado nutricional, assim como a fertilidade do solo. Assim, no enfoque mais comum, são estabelecidos intervalos de teores de cada nutriente no tecido que indicam deficiência, suficiência ou toxicidade. Geralmente, as deficiências

nutricionais identificadas pela análise de tecido dificilmente podem ser corrigidas a tempo, sem que o crescimento das árvores seja prejudicado.

A composição química dos tecidos é afetada por fatores internos e externos às árvores. Por isso, a amostragem precisa ser bem definida quanto à época, tipo de tecido, posição na árvore e representabilidade da população de árvores.

O tecido mais utilizado neste método é o foliar. A época de amostragem deve ser aquela em que haja maior estabilidade dos teores dos nutrientes no interior das árvores. As folhas a serem amostradas devem ser recém-maduras, retiradas das folhas do terço mediano do galho formada no último ano.

Para os nutrientes mais responsivos à adubação, NPK, recomenda-se a amostragem de uma folha de cada ponto cardeal do terço superior da copa, no antepenúltimo lançamento de folhas dos galhos. A amostragem deverá ser feita no fim do inverno e contemplar pelo menos 20 árvores de cada gleba. Essas glebas devem ser as mais homogêneas possíveis quanto ao tipo de solo, topografia e condições climáticas. Além disso, devem possuir históricos similares. Cada gleba não deve ter mais de 50 ha.

Caracterização das deficiências nutricionais

A correção das deficiências nutricionais deve ser realizada através da adubação. Contudo, ensaios qualitativos em campo devem ser realizados para se caracterizarem os nutrientes carentes no solo. A partir do conhecimento da intensidade da ação de cada nutriente no desenvolvimento e na produção da planta, pode-se fazer a recomendação de fertilizantes. Duas fases experimentais são importantes para o estudo de correção da fertilidade dos solos:

a) Diagnóstico de sintomas visuais de deficiência nutricional

O princípio desse método é que cada nutriente executa funções específicas na planta e sua deficiência provoca sintomas característicos. Os principais sintomas se manifestam pela redução do crescimento, perda ou mudança de cor e deformações na parte aérea.

O método tem como grande desvantagem o fato de que, quando os sintomas visuais aparecem o crescimento das árvores já foi comprometido, além de não fornecer indicações da magnitude da deficiência. Por outro lado, o método pode ser útil em áreas de povoamentos jovens, auxiliando na correção da fertilidade do solo e na aferição das adubações recomendadas.

b) Ensaios de campo

Os ensaios de campo se constituem no método ideal de avaliação da fertilidade do solo. A resposta à adubação pela espécie de interesse é medida no campo, sob condições semelhantes às das áreas de plantio extensivo.

Este método é mais empregado pelas instituições públicas de pesquisa e grandes reflorestadores, pois são muito mais caros e demorados do que os demais métodos, além de necessitar de pessoal especificamente treinado para planejar, executar e interpretar os resultados dos ensaios.

Deficiências Minerais

Relatórios do sistema Base de Dados Tropical (2005) relatam que os solos de cerrados são formados por rochas antigas, com idade variando entre 570 milhões e 4,7 bilhões de anos. Aproximadamente 46% de seus solos são profundos, bem drenados e possuem inclinações leves, comumente menores que 3%. Na sua maioria são ricos em argila e óxidos de ferro, ou seja, uma mistura de argila com minerais, que lhes dão a cor avermelhada característica. Aproximadamente 90% dos solos são distróficos, ou seja, são ácidos, de baixa fertilidade com baixa concentração de matéria orgânica e nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e potássio e alta concentração de ferro e alumínio.

A baixa fertilidade é ainda agravada pelas chuvas fortes e concentradas, que carreiam o cálcio para as profundidades do solo, aumentando a deficiência desse nutriente junto à superfície cultivável. Tal deficiência em solos ácidos como os do Cerrado pode limitar o crescimento de plantas.

A alta concentração de alumínio nos solos, por sua vez, pode inibir a absorção de nutrientes pelas raízes, ou mesmo causar toxidez às plantas. No Cerrado, o alumínio se combina com o fósforo, formando fosfato de alumínio. Essa substância precipita-se no solo e não pode ser absorvida pelas raízes das plantas, fazendo com que a concentração de fósforo nos solos seja diminuída. No entanto, sabe-se que algumas árvores nativas do Cerrado são capazes de acumular alumínio nas folhas, podendo acumular quantidades 700 vezes maiores que a maioria das plantas (Base de Dados Tropical, 2005).

Plantas desenvolvidas em solos onde ocorrem deficiências de muitos nutrientes, como no Cerrado, germinam mas dificilmente continuam seu desenvolvimento (Figura 1). O potencial de uma planta bem nutrida pode ser observado desde ao início de seu cultivo (Figura 2).



Fig. 1. Tratamento testemunha; desenvolvimento do nim indiano em solo do Cerrado brasileiro sem corretivo do solo e sem fertilizante.



Fig. 2. Planta de nim desenvolvida em tratamento completo.

Macronutrientes

Nitrogênio (N)

Os sintomas de carência desse macronutriente são os primeiros a se manifestarem. Inicialmente as folhas mais velhas perdem a cor verde intensa sendo substituída por uma coloração verde claro, típica da carência de nitrogênio. Num estágio mais avançado, a tonalidade verde-claro vai sendo lentamente substituída por uma clorose que se inicia nas margens das folhas, advindo uma queda prematura acentuada das folhas, ocasionando um retardamento no crescimento com ramificação reduzida.

O N é um elemento com alta mobilidade nas plantas e também no solo. Devido a isso, os primeiros sintomas de deficiência surgem nas folhas mais velhas, em forma de clorose uniforme homogênea (Figura 3), amarelo-esverdeada, passando a amarelo-esbranquiçada, que se estende às folhas novas, com a intensificação dos sintomas. O número de folhas, a área foliar e o crescimento das plantas são reduzidos, dando lugar a um desfolhamento prematuro. É incorporado ao solo na forma de compostos orgânicos, como resíduos animais e vegetais, excreções, adubos; fertilizantes naturais e sintéticos, arrastado da atmosfera pelas chuvas na forma de amônia e de nitrato que varia entre 3 e 9 kg/ha, fixado por microrganismos simbioticamente nas quantidade de 20 a 40 kg/ha. É encontrado no solo na faixa média de 0,05 a 0,10%, variando com a época do ano (Oliveira & Dantas, 1984).



Fig. 3. Sintomas de deficiência de nitrogênio na planta de nim indiano.

Fósforo (P)

Na maioria das plantas, a deficiência de fósforo provoca sintomas nas folhas mais velhas, como manchas cloróticas irregulares, de coloração verde-limão (Figura 4). As folhas mais novas apresentam cor verde-azulada brilhante. Os sintomas manifestam-se inicialmente por uma mudança na coloração das folhas que, da cor verde natural, passaram a ter a coloração verde intensa, quase azulada. Com a acentuação dos sintomas, a cor das folhas mais velhas progride para amarelo-castanho, dos bordos para o centro do limbo (Malavolta, 1980). Em seguida, folhas mais velhas secam e caem, restando poucas folhas nas plantas. As plantas têm o número de folhas e área foliar reduzidos, apresentando, ainda, caimento prematuro das folhas.



Fig. 4. Sintomas de deficiência de fósforo na folha do nim.

As plantas absorvem fosfato muito eficientemente, acumulando-o no tecido em concentrações maiores que as do fosfato presente no solo ou na solução nutritiva. Na ausência de fósforo, a maioria das plantas apresenta o caule pouco ramificado, fino e pouco desenvolvido.

Potássio (K)

O potássio é o elemento mineral mais abundante nas plantas, ativando mais de 60 enzimas, muitas delas essenciais para a fotossíntese e para a respiração. Ele está envolvido nas sínteses de proteínas e de amido, nos movimentos de abertura e fechamento dos estômatos, além de participar na manutenção do equilíbrio eletrostático e turgescência nas células, juntamente com outros cátions. Os sintomas de desnutrição manifestam-se inicialmente nas folhas dos ramos

situados na parte mediana da planta, que se apresenta com uma coloração verde-clara e com manchas amareladas nas áreas próximas às margens das folhas. O sintoma de deficiência de potássio se manifesta com o amarelecimento internerval, com maior severidade de ataque nas pontas das folhas na forma de V invertido (Figura 5). Com a perdurância da carência desse nutriente, a folha toda se torna amarelecida e posteriormente vem a senescer totalmente. Nesse estágio ocorre uma queda intensa de folhas.

MENOS (K)



Fig. 5. Sintoma de deficiência de potássio em folha de nim.

Muitos solos apresentam teores menores que 50 mg/dm³, considerados críticos para algumas culturas. As culturas que recebem adubação potássica pesada apresentam plantas vigorosas e firmes, atribuindo ao elemento certo controle de pragas, doenças e tolerância a baixas temperaturas (Andriolo et al., 2003).

Cálcio (Ca)

O Ca é importante para a estrutura das paredes celulares e também para a estrutura e função das membranas biológicas, afetando-lhes a permeabilidade, a seletividade e processos relacionados. É um elemento pouco móvel na planta. Os sintomas característicos da deficiência manifestam-se nas folhas mais novas. As plantas apresentam as folhas superiores coriáceas, quebradiças, encurvadas, com reduzido crescimento radicular e do caule (Figura 6). Os folíolos apresentam clorose internerval e as nervuras, no início dos sintomas, apresentam tonalidade amarelada, passando, em seguida, a confundir-se com a clorose geral do limbo. O broto terminal morre, e as plantas não alcançam o florescimento. Os sintomas iniciais da carência de cálcio manifestam-se por uma coloração verde-clara de todas as folhas da planta. As folhas mais velhas, além dessa coloração anormal, secam e caem em grande quantidade. Em contraposição, as folhas recém-nascidas apresentam coloração verde-clara, que é acompanhada pela morte das gemas apicais. Aplicado na forma de calcário, favorece a planta, corrigindo as propriedades físicas e químicas do solo (Miranda et al., 2005).



Fig. 6. Sintomas de deficiência de cálcio.

Magnésio (Mg)

Os sintomas da deficiência de magnésio começam a se manifestar nas folhas em manchas desuniformes de coloração amarelada. Essa sintomatologia inicia-se próxima das suas margens, caminhando para a sua parte central. Em seguida, ocorre uma intensa queda de folhas.

O magnésio é altamente móvel no floema e, portanto, na sua ausência, sintomas de deficiência manifestam-se sobremodo nas folhas mais velhas, formando áreas cloróticas tipicamente internervais (Figura 7). Nessa condição, há aumento nos teores de amido e de N não-protéico. Com a intensificação dos sintomas, os folíolos das folhas caem, persistindo o pecíolo por mais tempo.



Fig. 7. Sintomas de deficiência de magnésio.

O crescimento do caule, área das folhas mais novas e do número de folhas são reduzidos. As plantas florescem, mas os botões florais caem precocemente (Thung & Oliveira, 1998).

A carência de magnésio dos solos ácidos é corrigida mediante a aplicação de calcário dolomítico. Quando o solo não exige correção de acidez, mas apresenta deficiência de magnésio, é recomendável aplicar cerca de 50 kg/ha de magnésio, como sulfato.

Enxofre (S)

As plantas com deficiência de enxofre apresentam-se com coloração verde-clara, sendo que as folhas mais novas mostram uma coloração verde muito pálida, que contrasta com a das demais folhas.

Absorvido principalmente na forma de SO_4^{2-} , o enxofre pode ser metabolizado nas raízes numa pequena extensão, conforme as necessidades desse órgão; assim, a maior parte do SO_4^{2-} absorvida é translocada como tal para a parte aérea. Compostos essenciais que contêm S são as vitaminas tiamina e biotina, além da coenzima A, essencial para a respiração e para a síntese e degradação de ácidos graxos. Sintomas de deficiência de S são comuns no Cerrado, uma vez que a maioria dos solos não o contém em quantidades apreciáveis, mesmo estando

presente em vários adubos formulados. As plantas deficientes em enxofre apresentam crescimento aparentemente normal, tanto da parte aérea como do sistema radicular. Os sintomas característicos iniciam-se pelas folhas mais novas, na forma de manchas irregulares, verde claras, distribuídas no limbo dos folíolos (Figura 8). Contudo, em certas espécies, a clorose aparece simultaneamente, tanto em folhas velhas quanto nas mais novas. Com o desenvolvimento das plantas, as folhas tornam-se amarelas, e os folíolos caem facilmente. A correção de áreas carentes em enxofre, onde se necessita aplicar calcário, é realizada através da aplicação de gesso, em quantidades equivalentes a 20 a 40% em gesso, do calcário recomendado.



Fig. 8. Sintomas de deficiências de enxofre.

Micronutrientes

Boro (B)

O boro é um micronutriente catiônico que é absorvido na forma de ácido bórico não-dissociado, encontrando-se sob a mesma forma na planta. Considera-se que a fonte de B mais importante para a planta é a matéria orgânica a qual, através da mineralização, libera-o para a solução do solo. Aceita-se como "disponível" para a planta a fração de boro total extraído por água quente ou por solução de acetato de amônia N com o pH 4,0. (Dantas, 1991).

A carência de B é mais comum nas seguintes condições: solos pobres em matéria orgânica e em B total; seca, que diminui, através do seu efeito na atividade dos microrganismos, a mineralização da matéria orgânica, excesso da chuva, que leva o B do perfil do solo; calagem excessiva que reduz a disponibilidade (Malavolta, 1980).

Os primeiros sintomas de deficiência desse elemento, na maioria das culturas, começa nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta, sendo mais visíveis da germinação até a formação dos primeiros pares de folhas. A deficiência de B reduz a resistência mecânica de caules e pecíolos, acarreta uma deterioração nas bases das folhas novas, reduz o crescimento radicular, podendo levar inclusive à morte de raízes, especialmente nas pontas meristemáticas (Figura 9).



Fig. 9. Sintomas de deficiência de boro.

Cobre (Cu)

O cobre é um elemento que está fortemente ligado à matéria orgânica ou a compostos solúveis na solução do solo. Em solos bem arejados, é absorvido principalmente como Cu^{2+} , ou como Cu^{+3} em solos úmidos e encharcados. Até 70% do cobre foliar encontra-se nos cloroplastos, que normalmente é atuante sistema de transporte de elétrons da fotossíntese. Além desse fator, a matéria orgânica forma complexos e quelatos com o cobre através dos seus grupos carboxílicos e fenólicos (principalmente), bem como com seus grupos alcoólicos, enólicos, cetônicos, aminícos e imílicos.

O elemento é relativamente móvel no solo, com uma tendência efetiva de mover-se das folhas mais velhas para as mais novas, onde a mobilidade desse elemento é muito baixa. Na maioria das plantas, a deficiência de cobre é identificada pela coloração verde-escura acentuada (Figura 10) nas folhas em toda a planta, principalmente nas folhas mais velhas, sintoma que pode ser confundido com a deficiência de fósforo.

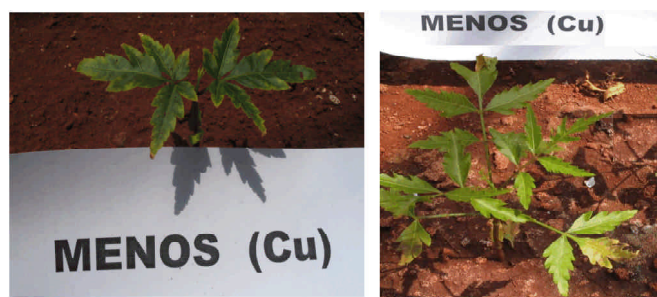


Fig. 10. Deficiência de cobre na folha do nim.

Ferro (Fe)

As atividades químicas desse elemento, tanto na forma ferrosa (Fe-II) quanto na férrica (Fe-III), são muito baixas na solução do solo, independentemente do seu conteúdo total no solo, especialmente quando o pH é maior que 5,0.

Uma vez que é relativamente imóvel no floema, a clorose internerval típica da deficiência de Fe manifesta-se, inicialmente, nas folhas mais jovens. Subseqüentemente, a clorose pode atingir também as nervuras, de sorte que a folha fica como um todo amarelada (Figura 11). Em vários casos, a folha pode tornar-se branca com áreas necróticas,

em razão da inibição da síntese de clorofila. O teor de ferro em folhas deficientes pode apresentar grandes variações, embora 50 mg/dm^3 (ppm) seja considerado o nível crítico foliar (Wilcox & Fageria, 1976).



Fig. 11. Sintomas de deficiência de ferro.

Manganês (Mn)

Considera-se como disponível o Mn^{+2} trocável e o existente na solução do solo. Nessa, ao que parece, o Mn se encontra em sua maior proporção como complexo solúvel com ácidos orgânicos. O Mn^{+3} facilmente reduzido, chamada "ativo", também contribui para o disponível (Borket, 1991). O manganês é fundamental para a estrutura lamelar dos tilacóides dos cloroplastos. De acordo com Oliveira et al. (1996), os sintomas de deficiência de Mn não são muito comuns, mas, na ausência desse nutriente, observa-se um enrugamento das folhas mais novas. As plantas afetadas são geralmente pequenas, com caules delgados de coloração verde-pálido e folhagem amarelada (Figura 12).



Fig. 12. Deficiência de manganês em solo de Cerrado.

Zinco (Zn)

O zinco é um elemento que é absorvido na forma divalente e não sofre oxidação, ou redução, como ocorre com outros metais de transição. Sob deficiência de Zn, normalmente há uma redução na taxa de alongamento do caule (Figura 13), o que se explica por um possível requerimento de Zn para a síntese de auxinas. As plantas mostram capacidades diferentes para absorver o zinco. No interior dos vasos do xilema o Zn ocorre principalmente como Zn^{+2} , o que talvez se explique pela baixa constante de estabilidade por quelatos orgânicos e que, por sua vez, ajuda a entender a precipitação pelo fosfato (Lopes & Guilherme, 1994). A deficiência de zinco pode ocorrer também quando se aplica calcário em quantidade suficiente para elevar o pH do solo acima de 6,0 (Thung & Oliveira, 1998).



Fig. 13. Sintomas de deficiência de zinco.

Considerações Finais

Como se pode depreender, a produção e o desenvolvimento do nim indiano em condições brasileiras apresenta boas perspectivas, e a utilização de técnicas adequadas representa, sem dúvida, um dos pontos básicos para a melhoria das plantações que vêm sendo efetuadas com as diferentes espécies.

Os métodos de produção de sementes preconizados, desde os mais simples até os mais avançados processos, deverão ser adequados a cada caso, para cada espécie/procedência, visando à produção de sementes da melhor qualidade possível.

A conscientização dos técnicos acerca da importância da qualidade da semente para os reflorestamentos é de alta relevância, já que disso depende o incentivo à produção de sementes de boa qualidade.

O aproveitamento racional das populações-base existentes, em programas racionais de melhoramento e produção de sementes, deve ser incrementado, visando ao atendimento a curto prazo das necessidades de sementes.

Os problemas específicos que restringem a produção de sementes de nim indiano deverão ser contornados gradativamente, com a utilização de novas técnicas e métodos, que advirão com os programas de pesquisas no setor, os quais, por sua vez, deverão ser bastante ativados, a julgar pela importância que vem sendo dada ao assunto.

À medida que a semente melhorada da essência florestal seja mais solicitada e mais valorizada, toda a tecnologia de colheita, secagem, beneficiamento e manuseio dessas sementes deverá também sofrer profundas mudanças, melhorando cada vez mais a qualidade das sementes que deverão ser utilizadas pelos reflorestadores.

Referências Bibliográficas

ABREU JÚNIOR, H. **Práticas alternativas de controle de pragas e doenças na agricultura**. Campinas: Emopi, 1998. 111 p.

ANDRIOLO, J. L.; LANZANOVA, M. E.; WITTER, M. Produtividade de frutos de meloeiro cultivado em substrato com três soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 478, 481, jul./set. 2003.

BASE DE DADOS TROPICAIS - BDT. **De grão em grão o cerrado perde espaço**. Disponível em: < <http://www.bdt.fat.org.br/cerrado/dominio/caracte> > . Acesso em: 1 nov. 2005.

BORKET, C. M. Manganês. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafós, 1991. p. 173-188.

DANIEL, T.; HELMS, J.; BACKER, F. **Princípios de silvicultura**. 2. ed. México, DF: McGraw-Hill, 1982. 492 p.

DANTAS, J. J. Boro. In: FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P. **Micronutrientes na agricultura**. Piracicaba: Potafós, 1991. p. 113-130.

GONÇALVES, W. Problemas na produção brasileira de café devido a fitonematóides. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE NEMATOLOGIA TROPICAL, 1995, Rio Quente. **Programa e anais...** Rio Quente: Sociedade Brasileira de Nematologia, 1995. p. 216-223.

HAISSIG, B. E. Carbohydrate and amino acid concentrations during adventitious root primordium development in *Pinus branksiana* Lamb. Cuttings. **Forest Science**, Bethesda, v. 28, n. 4, p. 813-821, 1982.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (Piracicaba). **Produção de mudas**. Piracicaba, 1976. 4 p. (IPEF. Circular Técnica, 23). Curso de Treinamento e Atualização em Experimentação Florestal.

KAGEYAMA, P. Y. **Produção de sementes de eucaliptos**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 1979. 14 p. (IPEF. Circular Técnica, 63).

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. **Solos sob cerrado: manejo da fertilidade para a produção agrícola**. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1994. 49 p. (ANDA. Boletim Técnico, 5).

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARTINEZ, S. S. (Ed.) **O Nim - Azadirachta indica: natureza, usos múltiplos, produção**. Londrina: IAPAR. 2002. 142 p.

MIRANDA, L. N. de; MIRANDA, J. C. C. de; REIN, T. A.; GOMES, A. C. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 40, n. 6, p. 563-572, jun. 2005.

NEVES, B. P. das; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.)**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1996. 32 p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular Técnica, 28).

NEVES, B. P. das; OLIVEIRA, I. P. de; NOGUEIRA, J. C. M. **Cultivo e utilização do nim indiano**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 12 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 62).

NEVES, B. P. das; OLIVEIRA, I. P. de; MACEDO, F. da R.; SANTOS, K. J. G. dos; RODRIGUES, C.; MOREIRA, F. P. **Utilização medicinal de nim**. Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos, São Luís de Montes Belos, v. 1, n. 1, p. 107-118, ago. 2005.

NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1990. p. 25-98.

OLIVEIRA, I. P. de; DANTAS, J. P. **Sintomas de deficiências nutricionais e recomendações de adubos para o caupi**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1984. 23 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 8).

OLIVEIRA, I. P. de; ARAUJO, R. S.; DUTRA, L. G. Nutrição mineral e fixação biológica de nitrogênio. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1996. p. 169-221.

OLIVEIRA, I. P. de; COSTA, K. A. e P.; RODRIGUES, C.; MACEDO, F. R. da; MOREIRA, F.; SANTOS, K. J. G. dos. Manutenção e correção da fertilidade do solo para inserção do cerrado no processo produtivo. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v. 1, n. 1, p. 50-64, ago. 2005a.

OLIVEIRA, R. M. de; FREIRE, A. de B.; OLIVEIRA, I. P. de; CASTRO, T. de A. P. Estudo da influência de fitorreguladores no enraizamento de estacas de nim (*Azadirachta indica*). **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v. 1, n. 1, p. 65-71, ago. 2005b.

OVERBEEK, J. van; GREGORY, L. E. A physiological separation of two factors necessary for the formation of roots on cuttings. **American Journal of Botany**, Bronx, v. 32, n. 6, p. 336-341, 1945.

PRIMAVESI, A. M. **Manejo ecológico dos solos**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 256 p.

SANTOS, C. B.; LONGHI, S. J.; HOPPE, M. J.; MOSCOVICH, F. A. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SAXENA, R. C. **Scope of nim for developing countries**. In: WORLD NIM CONFERENCE SOUVENIR, 1993, Bangalore. **Proceedings...** Bangalore: [s.n.], 1993. p. 24-28.

SCHMUTTERER, H. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree (*Azadirachta indica*). **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 271-297, 1990.

SCHMUTTERER, H. (Ed.). **The neem tree: source of unique products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes**. Weinheim: VCH, 1995. 696 p.

THUNG, M. D. T.; OLIVEIRA, I. P. de. **Problemas abióticos que afetam a produção do feijoeiro e seus métodos de controle**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA-CNPAP, 1998. 172 p.

VITTI, G. C.; MALAVOLTA, E. Fosfogesso - uso agrícola. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1984, Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 159-201.

WILCOX, G. E.; FAGERIA, N. K. **Deficiências nutricionais do feijão, sua identificação e correção**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1976. 22 p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim Técnico, 5).

WOOD, B. W. In vitro proliferation of pecan shoots. **Hortscience**, Alexandria, v. 17, n. 6, p. 890-891, 1982.

ZIMMER, G. F. **The biological farmer: a complete guide to the sustainable & profitable biological system of farming**. Acres: Halcyon House, 2000. 352 p.

Comunicado Técnico, 110



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
Rodovia GO 462 Km 12 Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2110
Fax: (62) 3533 2100
E-mail: sac@cnpap.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2005): 1.000 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: Carlos Agustín Rava
Secretário-Executivo: Luiz Roberto R. da Silva
Luís Fernando Stone

Expediente

Supervisor editorial: Marina A. Souza de Oliveira
Revisão de texto: Vera Maria T. Silva
Revisão bibliográfica: Ana Lúcia D. de Faria
Editoração eletrônica: Fabiano Severino