



***Calycophyllum spruceanum* Benth. K. Schum. (RUBIACEAE)**

MARCELINO CARNEIRO GUEDES

Engenheiro Florestal, graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, aperfeiçoamento no departamento de Solos da UFV, mestrado em Ciências Florestais pela Universidade de São Paulo (ESALQ - USP) e doutorado em Recursos Florestais pela USP. Atualmente é pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), e professor e orientador nos PPGs em Biodiversidade Tropical e Ciências Ambientais, na Universidade Federal do Amapá.

BRUNO COSTA DO ROSÁRIO

Engenheiro Florestal, graduação em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado do Amapá (UEAP), mestrado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

BRENO HENRIQUE PEDROSO ARAÚJO

Engenheiro Florestal, graduação em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado do Amapá (UEAP), mestrado em Ciências de Florestas Tropicais pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Atualmente é professor EBTT no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Porto Grande.

DANIELLE MIRANDA DE SOUSA RODRIGUES

Engenheira Florestal, graduação em Engenharia Florestal pela Universidade do Estado do Amapá (UEAP) e mestrado em Biodiversidade Tropical pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

ANA CLÁUDIA LIRA-GUEDES

Engenheira Agrônoma, graduação em agronomia [UFRA] Universidade Federal Rural da Amazônia, mestrado em Ciências Florestais [Esalq] e doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental [EESC], pela Universidade de São Paulo. Pesquisadora na EMBRAPA - Amapá

1. INTRODUÇÃO

A preferência pelo cultivo de espécies exóticas, ocorre, principalmente, pela falta de conhecimento técnico científico sobre a silvicultura e manejo de espécies nativas tropicais. A maioria das informações silviculturais e tecnologias desenvolvidas nos últimos anos no Brasil, são, sobretudo, destinadas às arbóreas exóticas, como *Pinus* e *Eucalyptus* (PANCEL, 2015; MENDONÇA et al., 2017). Em termos de qualidade da madeira e, até mesmo, capacidade produtiva, é bastante plausível imaginar que, dentre as mais de dez mil espécies arbóreas nativas da Amazônia, não será difícil encontrar espécies com melhor desempenho do que as citadas anteriormente.

O *C. spruceanum* é uma espécie florestal de uso madeireiro e não madeireiro, muito encontrada em florestas de várzea do estuário do rio Amazonas. É uma árvore de porte alto, com fuste retilíneo e ramificação apenas no ápice (ALMEIDA, 2004), que favorece a produção de madeira para serraria e também para uso energético. A espécie tem diversos nomes populares no Brasil, como pau-mulato, pau-mulateiro ou mulateiro. No Peru é conhecido como capirona, na Argentina palo blanco, na Bolívia guayabochi, na Colômbia alazano, no Equador corusicao e na Venezuela araguato (SOTELO-MONTES; WEBER, 1997).

A madeira do pau-mulato é uma das mais comercializadas no Amapá (QUEIROZ; MACHADO, 2007). Nesse Estado, foi estimada a comercialização de 6.960 m³ de madeira serrada da espécie, 20% da venda total, que movimentou 16 milhões de reais no ano de 2012 (CASTILHO, 2013). Nas micro serrarias familiares das várzeas, a participação do pau-mulato chega a 25% do total de madeira serrada, indicando que existe uma parte da madeira que é utilizada pelas próprias famílias ribeirinhas e não é comercializada.

Além da importância pelo uso madeireiro, o pau-mulato também apresenta uso não madeireiro. Suas cascas são utilizadas para confecção de cosméticos como sabonetes esfoliantes e também têm propriedades medicinais (REVILLA, 2001; SHULTES; RAFFAUF, 1990).

A abertura de clareiras na floresta de várzea, para a prática da agricultura itinerante de corte e queima, propicia o surgimento de elevada quantidade de regenerantes de pau-mulato. Nessa fase inicial, seu crescimento pode atingir 3 m de altura em um ano (CASTILHO, 2013). O rápido desenvolvimento, aliado à boa densidade e qualidade da madeira para diversos usos, mesmo em indivíduos jovens, torna a espécie altamente atrativa, despertando interesse em seu cultivo. Ao contrário do pau-mulato, a maioria das espécies de rápido crescimento apresenta densidade baixa. Aquelas com densidade elevada, normalmente apresentam lento crescimento e não suportam manejos mais intensivos, já que dependem de longos ciclos para reposição dos estoques colhidos.

Além do rápido crescimento e qualidade da madeira, a elevada disponibilidade de mudas em áreas de regeneração natural e a adaptação a vários sistemas de plantio confirmam a viabilidade de sistemas intensivos de cultivo do pau-mulato. Isso é reforçado pela possibilidade de obtenção, ao longo do ciclo, de variadas volumetrias de madeira que têm mercado garantido, sem custos de produção de mudas em viveiro e de plantio em campo quando é realizado o manejo da regeneração natural.

Com o manejo da regeneração natural nos roçados abandonados e enriquecimento com outras espécies de interesse, em sistemas mistos (GUEDES et al., 2016), pode-se ampliar

a capacidade produtiva da área, em menor tempo, mantendo a produção agrícola e promovendo a recuperação dessas áreas abandonadas da agricultura itinerante. Essa otimização da produção volumétrica de madeira e de outros produtos, como o açaí, em pequenas áreas, facilita o trabalho do produtor, resultando em geração de renda e fomento da economia local.

Por outro lado, se essas áreas da agricultura itinerante forem abandonadas em definitivo, sem ser manejadas, capoeiras e florestas secundárias ricas em pau-mulato serão formadas, mas com menor crescimento das árvores e formação de fustes de menor qualidade. Nesse caso, o pau-mulato pode ser usado como indicador de áreas com intervenção antrópica. Em determinadas áreas de floresta madura onde surge alguma mancha com elevada densidade de árvores adultas de pau-mulato, é um indicativo de que houve ali ação humana que abriu aquela área, como no caso dos roçados para cultivos agrícolas. Como se trata de uma espécie heliófila, típica de áreas abertas em início de sucessão, a germinação e o desenvolvimento das plântulas de pau-mulato depende de quantidade elevada de luz, sendo que as mesmas não se desenvolvem bem quando sombreadas sob o dossel da floresta.

O objetivo desse capítulo de livro é organizar o conhecimento gerado sobre *C. spruceanum* durante execução de projetos liderados pela Embrapa Amapá no estuário do rio Amazonas, sintetizar o conhecimento existente na literatura oriundo de estudos no Brasil e em outros países e incentivar seu cultivo, buscando a valorização da espécie. Com isso, espera-se reunir e disponibilizar nesse trabalho informações gerais e silviculturais necessárias ao manejo e plantio do pau-mulato, para promover o uso e conservação deste importante recurso florestal.

2. ECOLOGIA DA ESPÉCIE

Ocorre no Brasil, e em vários países da América do Sul, como Peru, Colômbia, Equador e Bolívia. No Brasil, é mais encontrada em floresta de várzea, ao longo do estuário do rio Amazonas. Também é encontrada em outras regiões da Amazônia, nas várzeas ou capoeiras altas, campos de pastagens, áreas degradadas, desenvolvendo-se, geralmente, como espécie dominante (REVILA, 2000). O pau-mulato pode também estar presente em florestas de terra firme, em decorrência de seu eficiente sistema de dispersão pelo vento e pela água (ALMEIDA, 2004). No Peru, é uma das árvores preferidas para utilização em sistemas agroflorestais (SOTELO-MONTES; WEBER, 1997).

É uma espécie tipicamente heliófila, que necessita de muita luz para se desenvolver e áreas abertas em início da sucessão (JONG, 2001), pois as sementes germinam melhor em temperaturas

elevadas (ALMEIDA, 2004). Por isso, apresenta regeneração abundante em áreas abandonadas na agricultura itinerante (CASTILHO et al., 2013), em agrupamentos quase homogêneos (GONZÁLES, 2007), com densidade que pode chegar a mais de 100.000 regenerantes por hectare (CASTILHO, 2013).

Em floresta natural do Acre, a floração acontece de março a maio; a frutificação, de maio a setembro e a queda de frutos, de setembro a outubro. Seu sistema sexual é hermafrodita. A polinização das flores é realizada por diminutos insetos, que visitam suas pequenas flores brancas, com grande número de estames. O fruto é uma cápsula com, aproximadamente, 1 cm de comprimento, deiscente, contendo várias sementes aladas, que são dispersadas pelo vento (D'OLIVEIRA et al., 1992).

É uma árvore de grande porte, que pode atingir 20-35 m de altura. Sua característica marcante é o fuste retilíneo, com casca lisa, marrom ou esverdeada, que descama em longas tiras, e madeira de excelente qualidade (ALMEIDA, 2004) e trabalhabilidade (ANDRADE et al., 2017).

O *C. Spruceanum* é uma espécie indicada para policultivos (ALMEIDA, 2004), uma vez que apresenta copa pequena e rala, que permite a passagem da luz, causando pouco sombreamento. Com isso, é favorecido o cultivo consorciado, pois há possibilidade de desenvolvimento conjunto de outras espécies.

3. TRANSPLANTE E PRODUÇÃO DE MUDAS

O pau-mulato apresenta elevado potencial de regeneração natural, cujas mudas podem ser transplantadas para aproveitamento em outras áreas. A regeneração é mais eficiente e há maior abundância de mudas em áreas onde houve fogo, que pode quebrar a dormência do banco de sementes presente no solo. Esses maciços iniciais, quase puros da espécie (Figura 1), são importantes fontes de propágulos da espécie, sem custos com a produção de mudas.



Figura 1: A. Mudanças de pau-mulato regeneradas em área de várzea utilizada para agricultura de corte e queima, 6 meses após abandono do roçado, município de Mazagão - AP. B. Transplante de mudas durante curso sobre manejo da regeneração natural na região do Bailique, Macapá - AP. Fotos: Marcelino Guedes e Bruno Rosário.

Nas várzeas do Mazagão, a densidade média de plântulas (mudas) logo após abandono do roçado foi de 46.895 ind ha⁻¹ (CASTILHO, 2013). Na Ilha das Cinzas, Gurupá - PA, após inventário 100% de todas as áreas com regeneração natural de pau-mulato mapeadas na Ilha, observou-se uma densidade geral de 29.533 mudas ha⁻¹ (ROSÁRIO, 2017).

A elevada densidade inicial de mudas de pau-mulato pode comprometer o crescimento da espécie. Se o excedente delas não for eliminado, as mudas poderão permanecer como varetas por muito tempo, pois a densidade chega a ser tão elevada que as mudas ficam praticamente unidas e não conseguem se desenvolver. Assim, torna-se necessário o raleio ou desbaste da maioria delas, por meio de arranque ou corte.

As mudas arrancadas podem ser aproveitadas para plantio em espaços vazios, quando houver falha de regenerantes na própria área, ou transplantadas para outras áreas. Para isso, basta retirar a muda com um bloco de solo e transplantá-la para o local desejado, de forma semelhante ao que se faz com as mudas no manejo de açazeiros. O solo siltoso da várzea facilita a manutenção da terra em volta das raízes para fazer o transplântio.

O transplântio é mais recomendado para áreas próximas de onde as mudas estão sendo retiradas. No entanto, em muitos casos, haverá a necessidade de produção de mudas em viveiros, principalmente, quando houver a possibilidade de usar matrizes selecionadas.

A produção de mudas de pau-mulato pode ser realizada pelo método sexuado (por meio de sementes), ou pelo método assexuado, por propagação vegetativa. No caso da estaquia (GATTI, 2002; VALLEJOS-TORRES et al., 2014; ABANTO-RODRIGUEZ et al., 2016), as estacas devem ser submetidas a 3.000 ppm de ácido indolbutírico (AIB), que propicia o enraizamento em torno de 12 dias.

Para a produção de mudas por via sexuada, os frutos coletados devem ser acondicionados e transportados em sacos de ráfia, para evitar excesso de umidade, aquecimento e proliferação de microrganismos (ALMEIDA, 2004; PIÑA-RODRÍGUEZ et al., 2015.). Em relação às sementes, a literatura indica que não há necessidade de tratamentos pré germinativos (FLORES, 1996). O tempo inicial e médio da germinação diminui conforme o aumento da temperatura, variando de 15 dias para sementes sob 15°C a 5 dias para sementes sob 32,5°C (ALMEIDA, 2003).

As mudas podem ser preparadas em sementeiras, para que, posteriormente, sejam repicadas para sacos plásticos de 15 cm x 30 cm. Após 6 a 9 meses no viveiro, as mudas estarão prontas para o plantio no local definitivo (MARANHO et al., 2013).

Os melhores substratos utilizados para mudas de pau-mulato devem ser a base de matéria orgânica, como: terra agrícola + casca de arroz + esterco de galinha (ABANTO-RODRIGUEZ et al.,

2016). No entanto, a sementeira pode ser realizada apenas em terra vegetal, dispondo as sementes sobre o substrato e cobrindo-as apenas levemente, devido à necessidade de luz para a germinação (ALMEIDA, 2004).

4. CULTIVO DO PAU-MULATO POR MEIO DE PLANTIOS CONVENCIONAIS

Para que o plantio florestal seja estabelecido com sucesso, é preciso seguir alguns passos essenciais como: definir o objetivo do plantio (produção de madeira serrada, produção de carvão, plantios de enriquecimentos de capoeiras, recuperação de áreas degradadas, produção de não madeireiros...) e os perfis de espécies correspondentes. Além desses passos, tem-se a análise do sítio em que se deseja plantar e por último a seleção das espécies ou da espécie mais adequada conforme a escolha da área (PANCEL, 2015).

4.1 ÁREAS APTAS

A análise dos sítios, ou seja, das áreas em que se deseja realizar o plantio, é essencial para a boa adaptação da espécie que se deseja plantar, para que a mesma possa expressar seu potencial genético. O sítio florestal conjuga uma combinação de vários fatores ambientais (solo, topografia, clima...) e competitivos (RIBEIRO et al., 2002). Em um sítio adequado, o desenvolvimento das plantas é otimizado, visto que esse fator é determinante, principalmente, na fase inicial de crescimento das plantas (TAKEDA, 2008). Portanto, antes de realizar o plantio, é imprescindível que sejam realizados levantamentos acerca da altitude da área, precipitação anual e características físicas e químicas do solo (PANCEL, 2015).

Para o *C. spruceanum*, alguns estudos evidenciam que a espécie tem baixa exigência em termos de fertilidade dos solos (SOTELO-MONTES; WEBER, 1997; MARANHO et al., 2013). O pau-mulato é encontrado tanto em áreas de várzea quanto em áreas de terra firme (MPEG, 2004), e se adapta em solos com variadas classes texturais, mas se desenvolve melhor em áreas com conteúdo orgânico de médio a alto e ambientes úmidos. Por outro lado, a acidez elevada do solo pode ser um problema. A espécie não se desenvolve bem em solos muito ácidos, com pH entre 4 e 4,5, se adaptando melhor em solos com pH próximo de 7 e saturação de alumínio menor que 30% (REVILLA, 2001). Recomenda-se que o plantio dessa espécie seja realizado em áreas com precipitação de média à alta (maior que 2500 mm ano⁻¹).

4.2 PREPARO DO SOLO

O principal objetivo do preparo do solo é oferecer condições adequadas ao plantio e estabelecimento das mudas no campo (EMBRAPA FLORESTA, 2003). No plantio convencional para mudas de pau-mulato, dependendo do tipo de solo em que se deseja cultivá-lo, recomenda-se a realização da subsolagem, variando de 30 a 60 cm (MARTINS, 2010). Como já mencionado, em áreas onde o pH do solo é baixo, as mudas de pau mulato encontram dificuldades para o seu crescimento, sendo necessário, portanto, que nessas áreas seja aplicado o calcário, com o objetivo de corrigir a acidez e elevar os teores de cálcio e magnésio (GONÇALVES, 2005).

O plantio das mudas de pau-mulato deve ser realizado em covas que podem ser abertas de maneira mecanizada, quando a área permitir a entrada de tratores adaptados, ou manual, com o auxílio de cavadores (ARAUJO et al., 2013). As covas devem ter as seguintes medidas: 20 cm de diâmetro e 25 cm de profundidade. Após a abertura, recomenda-se, caso seja necessário, a fertilização, que pode ser por meio do NPK ou adubo orgânico (CHUNG SALDAÑA, 2013).

4.3 ESPAÇAMENTO

A escolha do espaçamento influencia diretamente na taxa de crescimento das plantas, na qualidade da madeira e na idade de corte (BALLONI; SIMÕES, 1980). O espaçamento deve ser definido em função dos objetivos do plantio, visando também adequar a densidade de plantio para a obtenção do máximo de retorno por área (DANIEL, 2006). Para o *C. spruceanum*, estudos com diferentes espaçamentos já foram realizados. Em sua maioria, os resultados indicam que espaçamentos ideais para a produção de madeira, devem seguir os arranjos de 3 m x 3 m e 2 m x 3 m (UGARTE-GUERRA, Domínguez-Torrejón, 2010; CENTENO AVENDAÑO, 2012; CHUNG SALDAÑA, 2013; GUEDES, et al., 2016). Outros espaçamentos, como 4 m x 3 m e 5 m x 5 m, também mostram resultados positivos em termos de crescimento em sistemas consorciados, ressaltando a importância dessa espécie e seu elevado potencial para implantação de sistemas silvipastoris (OLIVEIRA, et al., 2012).

4.4 ADUBAÇÃO

Em alguns estudos que avaliaram diferentes dosagens de NPK em plantios de pau-mulato, foi gerada a recomendação de 120 g de NPK 20:20:20 por muda, caso o produtor tenha recursos financeiros e queira investir em adubação (CHUNG SALDAÑA, 2013). Contudo, como o pau mulato é uma planta que tolera ambientes com baixas fertilidades, a adubação também pode ser realizada com produtos à base de compostos orgânicos, sendo possível até mesmo

dispensar a adubação. É importante salientar que se o plantio ocorrer em áreas de várzea estuarina, por exemplo, não é recomendável a utilização de fertilizantes, visto que esses sítios apresentam solos com elevada fertilidade (COSTA-NETO; SILVA, 2003).

4.5 TRATOS CULTURAIS

Após o plantio no local definitivo, é necessário que sejam realizados, de maneira periódica, tratamentos culturais. Essas operações de controle do mato competição, objetivando eliminar a vegetação invasora, também é importante como medida de proteção contra o fogo e facilita as operações de combate às formigas (MARTINS, 2010). Os tratamentos culturais são de suma importância para se evitar o atraso no crescimento inicial por competição. Um dos pontos positivos e que potencializa o uso do pau-mulato em plantios, é a situação de seu status fitossanitário, que confirma que essa espécie não é atacada por pragas e / ou doenças (BAUTISTA; INCA, 2016)

5. CULTIVO DO PAU-MULATO POR MEIO DO MANEJO DA REGENERAÇÃO NATURAL

Além do cultivo por meio do plantio convencional, como mostrado anteriormente, o pau-mulato tem grande potencial para ser cultivado por meio de uma técnica silvicultural conhecida por "condução da regeneração natural". Conforme Kellermann, (2011), a regeneração natural refere-se às fases iniciais de estabelecimento e desenvolvimento das plantas. O entendimento dos processos de regeneração natural é de suma importância para o planejamento do manejo e para a aplicação de práticas silviculturais direcionadas ao aproveitamento contínuo da floresta, que vão favorecer o crescimento e maximizar o volume das espécies desejáveis por unidade de área (GAMA, et al., 2003).

A abundante regeneração natural do pau-mulato em áreas de roçado abandonado, formando povoamentos quase puros da espécie, é um convite ao manejo da regeneração natural. Mas o que permite o manejo da regeneração natural desta espécie? Estudos já mostraram que essa espécie tem uma característica bastante peculiar, sobretudo no seu ambiente natural de maior ocorrência, a várzea amazônica, onde a espécie forma um banco de plântulas superabundante em áreas abertas, podendo alcançar mais de 50.000 indivíduos ha⁻¹ (APPLEGATE et al., 2000; JONG, 2001; CASTILHO, et al., 2013). Tais fatores, aliados aos tratamentos silviculturais, permite manejar a espécie com baixos custos operacionais e com retorno em curto prazo (MPEG, 2004).

O manejo da regeneração de pau-mulato pode ser realizado de maneira a formar plantios homogêneos ou sistemas agroflorestais (SAF's). Nesse último sistema, pesquisas já demonstraram a eficiência e retorno financeiro do uso do pau-mulato como espécie arbórea (SOTELO-MONTES; WEBER, (1997); SEARS et al., (2014), GUEDES et al., 2016, CASTILHO et al., 2013), com aplicação de técnicas adequadas para o manejo da regeneração.

Entre as técnicas silviculturais que podem ser adotadas, destaca-se o desbaste, que é a principal ferramenta para o aproveitamento do potencial de regeneração natural em áreas de agricultura itinerante. Essa técnica silvicultural pode ser definida como a eliminação de parte do povoamento florestal, removendo-se dessa forma as árvores excedentes, para reduzir a competição inter e intraespecífica pelos fatores de crescimento, como água, luz e nutrientes. Assim, o potencial produtivo do povoamento fica concentrado em um número limitado de árvores remanescentes (AMBIENTE BRASIL, 2009; MARTINS, 2010; CASTILHO, 2013).

Os desbastes são divididos em duas categorias, seletivo e sistemático. No manejo da regeneração de pau-mulato, o desbaste seletivo deve ser empregado. O mesmo implica na escolha de indivíduos com base em algumas características que são pré-estabelecidas, de acordo com o propósito a que se destina a produção (MARTINS, 2010), removendo indivíduos considerados inferiores, dominados ou defeituosos (GUEDES et al., 2016; CASTILHO, 2013).

No sistema de manejo do processo de regeneração natural do pau-mulato, descrito em Guedes et al. (2016), são previstos dois desbastes sequenciais. O primeiro desbaste deve ocorrer por volta dos 6 meses após abandono da atividade no roçado. Contudo, se o desbaste não acontecer no momento ideal, após alguns anos, ainda é possível proceder a roçagem das varetas para realização do primeiro desbaste. A remoção dos indivíduos pode ser realizada de forma manual, por meio do arranquio (regenerantes até um ano de idade) ou por meio de terçados, machados e/ou motosserras (indivíduos com mais de um ano de idade). O segundo desbaste é realizado quando a área estiver com 5 a 7 anos. O desbaste é realizado nas árvores mais finas e baixas, deixando aquelas mais desenvolvidas para o final do ciclo.

Ao aplicar o desbaste seletivo, os maiores indivíduos da regeneração natural devem ser deixados, respeitando a distância mínima média de 3 m entre plantas, de maneira a organizar e otimizar o espaçamento e a distribuição das plantas na área (EMBRAPA FLORESTA, 2003; GUEDES et al., 2016). Com isso, será eliminado o excedente, deixando apenas a quantidade ideal de paus-mulatos. Para implantação de sistemas só com pau-mulato (plantio homogêneo), em linhas ou faixas orientadas no sentido do deslocamento do sol (DURIGAN, et al., 2004), a densidade final recomendada gira em torno de 1.200 ind. ha⁻¹ (GUEDES et al., 2016).

Outros padrões de espaçamentos podem ser estabelecidos como: 2 m X 2 m; 2 m X 3 m e 3 m X 4 m e até maiores, de acordo com a quantidade de regeneração disponível, tamanho das áreas e objetivo do plantio (D'OLIVEIRA et al., 1992). Quanto menor a densidade, os valores de crescimento em altura e diâmetro tendem a ser maiores, o que foi constatado por Ugarte-Guerra; Domínguez-Torrejón, (2010); avaliando plantios com 1312, 1236, 800 e 768 ind. ha¹. No entanto, a otimização da volumetria final de madeira produzida vai depender de um balanço entre o crescimento e a própria densidade remanescente.

Na implantação de consórcios ou Sistemas Agroflorestais (SAFs), a partir do manejo da regeneração natural do pau-mulato, deve-se deixar espaçamentos maiores, com densidade em torno de 600 ind. ha⁻¹ de paus-mulatos (GUEDES et al., 2016). Nesse caso, devido às dificuldades para manter o alinhamento e um espaçamento padrão, o sistema é organizado em faixas de 3 m de largura, de maneira alternada, com e sem regenerantes de pau-mulato (Figura 2). Na primeira faixa, ficam os paus-mulatos, com abundância em torno de 17 indivíduos por faixa. Na segunda, limpa-se toda a área para plantar as culturas agrícolas de interesse do produtor no meio da faixa. Nas faixas de pau-mulatos, se houver excesso, eliminam-se os menos desenvolvidos e todos os outros regenerantes. Se a abundância de paus-mulato for baixa, realiza-se o transplântio de mudas que seriam desbastadas em outras faixas.

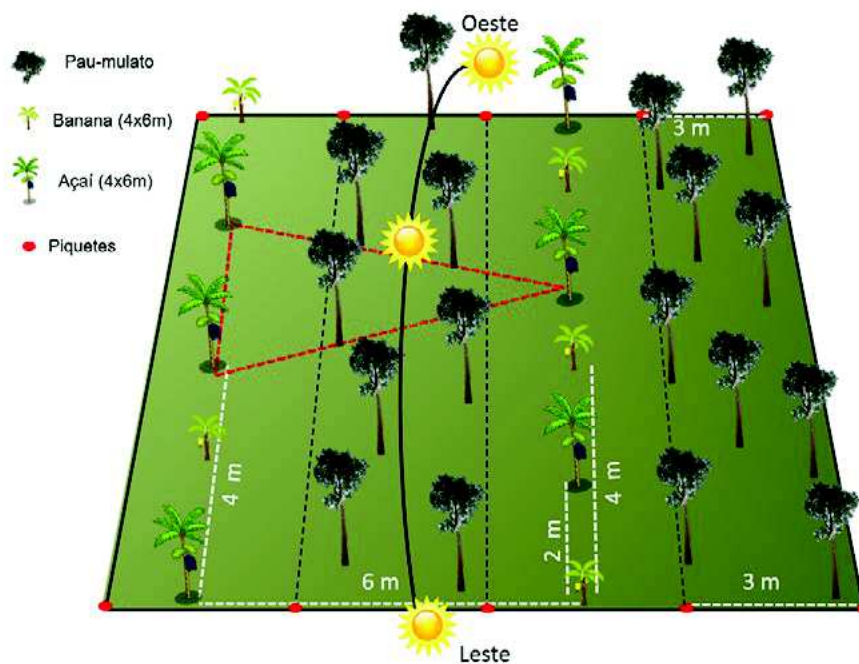


Figura 2- Ilustração orientadora da implantação do sistema de manejo da regeneração do pau-mulato consorciado com outras culturas. Fonte: Guedes et al. (2016)



Figura 3: Áreas de várzea com manejo da regeneração natural de pau-mulato e produção de banana, na Ilha das Cinzas, Gurupá - PA e em Mazagão - AP. (Fotos: Marcelino Guedes e Danielle Rodrigues).

No exemplo prático aqui mostrado, tem-se o seguinte arranjo agroflorestal: pau mulato (regeneração), culturas agrícolas (banana e açaí). Esse arranjo pode ser implantado em módulos de 51 m de largura x 52 m de comprimento, que define o sentido das linhas e deve seguir o deslocamento do sol (leste/oeste). Para a instalação de um módulo com 17 faixas (9 com paus-mulato e 8 com as culturas associadas), de 3 m de largura cada, são necessárias 110 mudas de bananeira e 110 mudas de açaizeiros, deixando-se 6 mudas de reserva para cada cultura.

Assim como nos plantios convencionais, nesse sistema também há necessidade da realização de tratos culturais, visando o controle periódico de plantas indesejáveis. Na fase inicial, recomenda-se uma limpeza na área de plantio no mínimo a cada 3 meses. No sistema misto, são geradas receitas ao produtor em mais curto prazo, com a colheita de culturas como a banana, que produzem em menor tempo, enquanto se espera o desenvolvimento do pau-mulato para realização do segundo desbaste.

O segundo desbaste deve ser realizado pelo menos 5 anos após o primeiro desbaste. Nessa época, mesmo no sistema misto, a densidade em torno de 600 ind. ha⁻¹ de paus-mulatos,

será suficiente para uma boa produção de madeira roliça, como quantificado no próximo item. Essa madeira roliça pode ser utilizada em construções rústicas e também para produção de carvão e lenha.

Após o segundo desbaste, deve ficar na área em torno de 100 a 200 árvores por hectare, dependendo do tipo e diversidade do sistema adotado. De acordo com os interesses do produtor, e em função da realidade de cada área, ajustes podem ser realizados para deixar mais ou menos paus-mulato após o segundo desbaste, árvores essas que serão destinadas às serrarias, no final do ciclo, aproximadamente, com 15 anos.

Depois da liberação realizada no segundo desbaste, as melhores árvores de pau-mulato para serraria podem ser colhidas ao longo do tempo, na medida em que forem atingindo o DMC (diâmetro mínimo de corte). Inclusive, a colheita parcelada é mais condizente com a realidade e capacidade produtiva das pequenas serrarias familiares das várzeas estuarinas. A colheita parcelada também fornece uma entrada periódica de renda para remunerar a mão de obra familiar, funcionando como uma poupança ao longo do tempo.

6. DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DO PAU-MULATO ORIUNDO DE REGENERAÇÃO NATURAL

As plântulas de pau-mulato em áreas com abundância de regeneração natural, antes do primeiro desbaste, apresentam altura média de 30,4 cm e diâmetro na base do solo de 0,51 cm, aos 6 meses. Após desbaste e eliminação do excedente, o pau-mulato se desenvolve rapidamente. Em várzea do Mazagão - AP, o crescimento médio foi de 1,2 m em altura e 2,6 cm em diâmetro por ano, após realização do desbaste aos 6 meses, para manter a densidade remanescente de 600 mudas ha⁻¹ (CASTILHO, 2013). Nessa fase, algumas mudas podem crescer até 3 m em altura por ano, o que demonstra variabilidade de crescimento entre plantas e boa possibilidade de seleção de indivíduos com maior capacidade de desenvolvimento.

Em áreas de 5 a 11 anos de idade, aptas para realização do segundo desbaste, as taxas de crescimento em diâmetro do pau-mulato podem variar de 0,9 a 2,4 cm ano⁻¹ (CASTILHO, 2013), como foi o caso de observações realizadas em povoamentos desta espécie no município de Mazagão. Os testes para avaliação do segundo desbaste, permitiram a cubagem rigorosa e a quantificação da volumetria da madeira roliça que é possível obter nessa fase.

O volume de madeira (m³) nessa fase, pode ser estimado por meio da equação de dupla entrada (diâmetro na altura de 1,3 m - DAP, em cm e altura total - Ht, em m): **V= 0.00008**

* $DAP^{1.99038} * Ht^{0.80224}$ (ARAÚJO, 2015), ou pela equação de simples entrada: $V = 0,0184 - 0,00598 * DAP + 0,00082 * DAP^2$ (CASTILHO, 2013). A volumetria média encontrada das 696 árvores abatidas (DAP variando de 4,5 cm a 19,0 cm) para cubagem rigorosa e realização do segundo desbaste, foi igual a 0,03685 m³ por árvore.

Em áreas de SAFs com 7 anos e baixa densidade de pau-mulato, a média dos diâmetros foi de 17,1 cm e a média da altura foi de 15,4 m. Nessas condições, cada pau-mulato produz 0,2 m³ de madeira roliça e seriam necessárias 5 árvores para produção de 1 m³.

Em três áreas pesquisadas com o uso de SAFs, com idade de 10 a 11 anos e baixas densidades do pau-mulato, a média do DAP das árvores foi de 20 cm. Algumas árvores de maior crescimento já atingiram o diâmetro mínimo de 50 cm, considerado como limite para corte e produção de madeira serrada.

No trabalho de Rosário (2017), que avaliou o desenvolvimento do pau-mulato em sistema de manejo da regeneração natural (Figura 3), com introdução de banana, na Ilha das Cinzas, Gurupá - PA, as bananeiras começaram a produzir com 1 ano de idade.

Nessas áreas manejadas houve um desenvolvimento quatro vezes superior às áreas sem manejo. Com manejo, o crescimento médio foi de 2,3 m em altura e de 3,2 cm em diâmetro por ano (ROSÁRIO, 2017).

7. ELIMINAÇÃO E CONDUÇÃO DA REBROTA

O corte dos paus-mulatos para realização dos desbastes deve ser feito bem próximo ao solo. Após o corte, deve ser realizada a manutenção da área por meio da desbrota dos ramos novos que forem emitidos após o corte, dos indivíduos que devem ser eliminados da área para manter a densidade adequada.

Após o corte ou após a desbrota, o controle para evitar novas brotações pode ser realizado por meio da aplicação de alguns produtos, que não vão causar contaminação do ambiente inundado da várzea. Testes iniciais realizados na Ilha das Cinzas, Gurupá-PA, demonstraram que uma solução salina saturada de (NaCl), assim como a aplicação de óleo lubrificante queimado, reaproveitado dos motores utilizados nas embarcações e nas residências, podem ser utilizados para tal finalidade. Esses produtos devem ser pincelados sobre as cepas, logo após o corte. No entanto, ainda são necessárias mais pesquisas sobre esse ponto específico para gerar uma recomendação adequada.

Uma maneira de evitar o custo com o controle da rebrota, é provida quando se faz o primeiro

desbaste no período adequado (em torno de 6 meses). Nessa idade, as mudas excedentes podem ser eliminadas por meio do arranque. Isso evita a rebrota, que poderá ocorrer se as plântulas forem eliminadas por corte, pelo processo de roçagem. Deve-se evitar arrancar as mudas no período do verão amazônico (setembro a novembro), quando a água das marés não adentra nas áreas mais elevadas de várzea e o solo siltoso fica muito seco e duro. Isso dificulta o arranque das mudas e exige maior esforço físico.

A elevada capacidade de rebrota do pau-mulato pode ser interessante para o desenvolvimento de novos sistemas silviculturais, com condução da brotação, principalmente nos plantios convencionais, como realizado em outras espécies como o eucalipto. Para essa espécie foi desenvolvido um sistema de condução de rebrota, com recomendação de desbrota geral para deixar apenas um broto por toco, pois assim ele crescerá mais vigoroso (FERRARI et al., 2004). Alguns produtores de eucalipto preferem deixar até 3 brotos, ou dois, se houver falha na planta vizinha, principalmente para produção de lenha. Nesse caso, cada broto deve ser deixado, nas extremidades e na parte mais baixa do toco da árvore, para, posteriormente, permitir cortes mais rentes ao solo e maior ganho de madeira. É recomendado que os cortes deixem cerca de 10 a 15 cm de toco - sempre com o broto localizado do meio para baixo.

As experiências com sistemas de condução e eliminação da rebrota desenvolvidos para outras espécies arbóreas, podem ajudar a definir orientações para o cultivo e manejo do pau-mulato. No entanto, ainda são necessários muitos testes e experimentos sobre a silvicultura do *C. spruceanum*, assim como de muitas outras espécies arbóreas nativas da Amazônia, para que ocorra o desejado desenvolvimento da silvicultura tropical.

8. A QUALIDADE DA MADEIRA DO PAU-MULATO E SEUS USOS

A qualidade tecnológica da madeira é essencial para determinar o uso madeireiro de determinada espécie florestal. Tanto para a madeira serrada como para a madeira roliça, suas propriedades físicas e mecânicas é que devem definir o melhor tipo de processamento e o uso. No caso do pau-mulato, essas propriedades também são importantes para validar a possibilidade de uso das árvores de menores diâmetros provenientes dos desbastes.

No trabalho de Araújo et al.(2013), realizado em floresta de várzea do município de Mazagão - AP, foi avaliada a qualidade da madeira de diferentes classes diamétricas de paus-mulatos, em amostras da base e topo do tronco de 15 árvores. As árvores foram selecionadas em

uma floresta secundária sem manejo, sendo 3 árvores em cada uma das 5 classes: 1) $15 < \text{DAP} < 20$ cm, 2) $25 < \text{DAP} < 30$ cm, 3) $35 < \text{DAP} < 40$ cm, 4) $45 < \text{DAP} < 50$ cm, 5) $\text{DAP} > 55$ cm.

Os resultados dessa pesquisa evidenciaram que as árvores de pau-mulato com menores diâmetros também apresentam boa qualidade da madeira. Amostras de árvores mais finas apresentaram a mesma densidade e resistência quando comparadas às mais grossas. A força média necessária para quebrar as amostras foi de 92,88 Mpa e os valores de densidade básica da madeira variaram de 0,58 a 0,72 g cm⁻³. A contração volumétrica média para as amostras de pau-mulato foi de 14% (ARAÚJO et al., 2016).

Essas propriedades tecnológicas habilitam a espécie para diversos fins, principalmente, para uso na construção civil. Normalmente, a madeira serrada de pau-mulato é muito utilizada para confecção de estrutura para telhado, e também como piso e parede das casas de madeira. Praticamente, todas as casas das famílias ribeirinhas do interior, que vivem nas proximidades dos rios, são de madeira, assim como várias casas localizadas nas próprias cidades. No interior também é muito comum o uso da madeira roliça do pau-mulato para construção de estruturas rústicas e, nos portos, como suporte e baliza para ancoragem das embarcações. Essa madeira roliça também pode ser empregada como postes, como biomassa e fonte de energia. Nas casas das várzeas, é frequentemente utilizada como lenha para combustão direta no fogão.

O uso da madeira roliça para diversos fins é facilitado no caso do pau-mulato, pois as árvores oriundas do segundo desbaste, com idade em torno de 5 anos, apresentam forma cilíndrica muito bem definida e troncos extremamente retos. Nesse caso do uso da madeira roliça de pau-mulato de regeneração natural, quando for possível a divisão do tronco, é recomendável que a parte da base seja utilizada para energia, e o topo para as construções. A ponta do fuste do pau-mulato tem maior estabilidade dimensional e está menos sujeita a rachadura (ARAÚJO et al., 2016).

O manejo do processo da regeneração natural e potencial biológico do *C. spruceanum* apresenta uma série de vantagens, como já demonstrado. No entanto, esse manejo apresenta limitações em termos de área e por não utilizar mudas melhoradas. Assim, recomenda-se que estudos também sejam direcionados para um programa de melhoramento e para propagação vegetativa da espécie.

9. AGRADECIMENTOS

À Embrapa, que financiou o projeto Florestam (ecologia e manejo florestal para uso múltiplo de várzeas do estuário amazônico). À FINEP, que patrocinou o projeto “manejo comunitário integrado de recursos ambientais do estuário amazônico”, desenvolvido em parceria com a Associação dos Trabalhadores Agroextrativistas da Ilha das Cinzas (ATAIC). Uma boa parte das informações aqui relatadas é fruto desses projetos.

Aos nossos parceiros, agroextrativistas de áreas de várzea do estuário do rio Amazonas. Pela hospitalidade, pelo camarão com açaí batido na hora, um agradecimento especial!

Às instituições de fomento (CAPES e CNPq) que financiaram bolsas para os estudantes, sem os quais não conseguiríamos realizar esse trabalho.

10. REFERÊNCIAS

- ABANTO-RODRIGUEZ, C.; GARCÍA-SORIA, D.; GUERRA-ÁREVALO, W.; MURGA-ORRILLO, H.; SALDAÑA-RÍOS, G.; VÁZQUEZ-REÁTEGUI, D.; TADASHI-SAKAZAKI, R. Sustratos orgánicos en la producción de plantas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.). **Scientia Agropecuaria**, v. 7, n. 3, p. 341-347, 2016.
- ALMEIDA, M.C. **Aspectos ecofisiológicos da germinação de sementes de mulateiro (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) Rubiaceae**. 2003. v, 114 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Rio Claro, 2003.
- ALMEIDA, M.C. Pau-mulato-da-várzea. *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum. **Informativo técnico rede de sementes da Amazônia**, v. 6, [s.n.], p.01-02, 2004.
- APPLEGATE, B.T.S.; ZARIN, D.J.; RABELO, F.G. Log and sawn lumber volume relationships for *Calycophyllum spruceanum*: a naturally regenerating timber source from Amazonian tidal floodplain forests Amapá - Brazil. **Revista de Ciências Agrárias**, v.33, p.77 - 86, jan. /jun. 2000.
- ARAÚJO, B. H. P. **Tecnologia da madeira de pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) para diferentes usos em função do diâmetro**. 2013. 85 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado do Amapá, Macapá, 2013.

- ARAÚJO, B. H. P. **Modelagem da altura, volume e afilamento do fuste de *Calycophyllum spruceanum* Benth. empregando regressão e redes neurais artificiais.** 2015. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2015.
- ARAÚJO, B. H. P.; SOUSA, M. A. R.; NASCIMENTO, H. E. M.; ZANUNCIO, A. J. V.; RODRIGUES, D. M. S.; GUEDES, M. C. Propriedades físicas da madeira de *Calycophyllum spruceanum* Benth. em função do diâmetro e da posição (base e topo) no fuste. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 111, setembro, 2016.
- ARAUJO, H. J. B.; CORREIA, M. F.; SIVIERO, A.; de MACEDO, P. E. F.; de OLIVEIRA, L. C. Plantios de enriquecimento em florestas de produção no Acre. **Embrapa Acre-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2013.
- CASTILHO, N. T. **Manejo da regeneração natural e produção de madeira de pau-mulato em floresta de várzea do estuário amazônico.** 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.
- CENTENO AVENDAÑO, J. M. **Dosis de fertilización en el crecimiento inicial de bolaina (*Guazuma crinita* Mart.) y capirona (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) Hook F.) en Juan Guerra, Región San Martín.** 2012. 54f. Monografía (Graduação em Engenharia Florestal) Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María (Perú), 2012.
- COSTA-NETO, S.V.; SILVA, M.S. Projeto zoneamento ecológico-econômico do setor costeiro estuarino do Estado do Amapá: diagnóstico sócio-ambiental, **relatório técnico de vegetação.** Macapá: IEPA, 2003. 38p.
- CHUNG S. D. **Efecto de la fertilización inicial con NPK en tres especies forestales, región San Martín-Perú.** 2013. 72f. Monografía (Graduação em Engenharia Florestal) Facultad de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María (Perú), 2013.
- BAUTISTA, J.E.C; INCA, R. P. (2016). ¿ Es la Capirona *Calycophyllum Spruceanum* una opción rentable para la promoción de plantaciones forestales en la Amazonía? In: XII Congreso Nacional Forestal CONAFOR, 2016, Lima, **Anais...**Perú, 2016. p.1-3.

- DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C.A.M. 1999. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa 23(3): 367-370.
- DANIEL, O. **Silvicultura**. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados. MS, 2006.
- D'OLIVEIRA, M.V.N.; MENDES, L.M. da S.; SILVEIRA, G. S. Estudo do mulateiro, (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) em condições de ocorrência natural em plantios homogêneos. **Boletim de Pesquisa**. EMBRAPA/CPAF-ACRE, Rio Branco, nº 8, 1992.
- DURIGAN, G.; CONTIERI, W.A.; MELO, A.C.G.; et al. Plantio de enriquecimento em linhas em área de cerrado, Assis, SP. In Vilas Boas, O.; Durigan, G. (Eds.) **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas e Letras, 2004, p. 411- 412.
- EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo do Eucalipto. Sistemas de Produção**, 4. ISSN 1678-8281. Versão Eletrônica. Ago./2003. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/Cultivo do Eucalipto/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/Cultivo%20do%20Eucalipto/index.htm)> Acesso em: 04 Junho 2018.
- GONÇALVES, J.L.M. Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies nativas. **Documentos Florestais**, 2005.
- GONZÁLES, J. C. D. **Promotion of natural regeneration to establish productive managed forest on fallow land near pucallpa, In the peruvian amazon**. 2007. 143 f. Tese (Doutorado) – Universidade Albert Ludwig de Friburgo, Alemanha, 2007.
- FERRARI, M. P.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. **Condução de plantios de *Eucalyptus* em sistema de talhadia**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 28 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 104).
- FLORES, S.P. **Cultivo de frutales nativos amazônicos**. Manual del extensionista. IIAP/ UNDP/FAO. Mirigraf. S.R.L., Lima, p. 253-255, 1997.
- JONG, W. Tree and forest management in the floodplains of the Peruvian Amazon. **Forest Ecology and Management**, n. 150, p. 125-134, 2001.

- KELLERMANN, B. **Monitoramento da regeneração natural em fragmentos de floresta ombrófila mista e morfoanatomia de plântulas e tirodendros de *Piptocarpha angustifolia* Dusén Ex Malme (Asteraceae)**. 2011. 140f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Curitiba, Paraná, 2011.
- MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. **Relatório Técnico Final: Situação atual das espécies de árvores de valor madeireiro nas florestas de várzea**. Belém, 2004. 88 p.
- MARANHO, A.; PAIVA, A.B.; PRADO DE PAULA, S.R. (2013). Crescimento inicial de espécies nativas com potencial madeireiro na Amazônia. **Revista Árvore** 37 (5) 913-921.
- MARTINS, R. M. **Apostila do curso técnicas de plantio de florestas**. Apoio no gerenciamento da execução do plano de ação do programa de desenvolvimento florestal do vale do Parnaíba (PDFLOR-PI). Curitiba, 2010.
- MENDONÇA, G.; CHICHORRO, J. F.; RIBEIRO de MENDONÇA, A.; de OLIVEIRA PRATA GUIMARÃES, L. A. Avaliação silvicultural de dez espécies nativas da mata atlântica. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, 2017.
- OLIVEIRA, T. K., dos SANTOS, F. C. B., de OLIVEIRA, T. C.; LESSA, L. (2012). Experiências com implantação de unidades de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) no Acre. **Embrapa Acre-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012
- PANCEL L. Species Files in Tropical Forestry. In: Pancel L., Köhl M. (eds) Tropical Forestry Handbook. **Springer**, Berlin, Heidelberg, (2015)
- PIÑA-RODRÍGUEZ, F. M.; FIGLIOLA, M. B.; DA SILVA, A. **Sementes Florestais Tropicais: da ecologia a produção**. Londrina, Pr. ABRATES, p. 477, 2015.
- QUEIROZ, J. A. L.; MACHADO, S. do A. Potencial da utilização madeireira de espécies florestais de várzea no município de Mazagão no Estado do Amapá. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 293- 302, 2007.
- REVILLA, J. **Plantas da Amazônia: oportunidades econômicas e sustentáveis**. 1.ed. Manaus: Sebrae/ INPA, 2001. 405p.
- RIBEIRO, N., SITEO, A. A., GUEDES, B. S.; STAISS, C. (2002). **Manual de silvicultura tropical**. Maputo: Food and Agriculture Organisation of the United Nations.

ROSÁRIO, B.C. **Desenvolvimento de pau-mulato após manejo da regeneração natural em várzea estuarina do rio Amazonas.** 2017. 44f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade do Estado do Amapá. Macapá, 2017.

SOTELO-MONTES, C. and J. C. WEBER (1997): Priorización de especies arbóreas para sistemas agroforestales en la selva baja del Perú. **Agroforestería en las Américas** 4: 12-17.

TAKEDA, P.S. **Avaliação de biomassa e óleo da rebrota de galhos e folhas de Rosewood (Aniba rosaeodora DUCKE) em plantios comerciais submetidos a poda e adubação.** 2008. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Florestas Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2008.

UGARTE-GUERRA, L.J.; DOMÍNGUEZ-TORREJÓN, G. Índice de Sitio (IS) de *Calycophyllum spruceanum* Benth. en relación con la altura dominante del rodal en ensayos de plantación en la Cuenca del Aguaytía, Ucayali, Perú. **Ecología Aplicada**, v. 9, n. 2, p. 101- 111, 2010.

VALLEJOS-TORRES, G.; POLAR, L. E. T. G.; LÓPEZ, L. A. A. Enraizamiento de brotes de capirona *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum., en la amazonía peruana. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 11, n. 27, p. 55-59, 2014.

WEBER, J. C.; SOTELO MONTES, C. Variation and correlations among stem growth and wood traits of *Calycophyllum spruceanum* Benth. from the Peruvian Amazon. **Silvae Genet**, v. 54, n. 1, p. 31-41, 2005

Calycophyllum spruceanum Benth. K. Schum. (Rubiaceae)