

## SUBSTITUIÇÃO SUSTENTÁVEL DE ERITRINA POR SERINGUEIRA EM SAF DE CACAUEIRO

*José Raimundo Bonadie Marques, Wilson Reis Monteiro*

CEPLAC/CEPEC, km 22, Rod Ilhéus - Itabuna, Caixa Postal 07, 45600-970, Ilhéus, Bahia, Brasil. bonadie@ceplac.gov.br.

O excessivo sombreamento proporcionado por espécies de *Erythrina* ainda hoje observado nos plantios de cacau (*Theobroma cacao*), do sul da Bahia, está entre os principais fatores da baixa produtividade dos clones de cacauzeiro, resistentes à vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), utilizados na renovação das lavouras formadas no sistema *cacau-eritrina*. A partir dessa percepção e visando modernizar o sistema de exploração agrícola desta importante região produtora de cacau é que se propõe substituir as eritrinas por seringueiras (*Hevea brasiliensis*). Esta espécie é considerada um componente arbóreo de usos múltiplos, valiosa para exploração em sistemas agroflorestais multifuncionais (SAFs), de alto valor econômico, adaptada às condições locais de cultivo, eficiente no sequestro de CO<sub>2</sub>, além de proporcionar aos cacauais efetivo sombreamento em razão da arquitetura de copa e da facilidade de manejo. Trata-se de um novo sistema de plantio regional que visa dar sustentabilidade aos agronegócios cacau e borracha, por recuperar a produtividade de cacauais atacados pela vassoura-de-bruxa, simultaneamente ampliando a área cultivada com a seringueira. Isso é feito a um custo menor, sem a necessidade de desmatar florestas primárias, sem causar alterações nas características do solo do sistema anterior de uso da terra (*cacau-eritrina*), mantendo os mecanismos naturais de reciclagem de nutrientes. Com isso espera-se maior produtividade desses seringais, em razão do uso de clones produtivos, resistentes e com arquitetura de copa apropriada ao plantio em SAFs, além de serem plantados em solos mais férteis e com melhores práticas de manejo. Assim sendo, o processo de introdução da seringueira requer pequenos ajustes no arranjo, espaçamento, densidade populacional e orientação do sentido de plantio, buscando melhor distribuição espacial entre plantas. Assim estruturado, este sistema minimiza os efeitos de competição entre as culturas associadas por água, nutrientes, espaço e, principalmente, luz. Adicionalmente, favorece o controle natural de plantas invasoras, a ciclagem de nutrientes e o compartilhamento residual de fertilizantes exógenos. Entretanto, para minimizar os custos operacionais da implantação e obter sucesso na substituição devem-se priorizar as lavouras de cacauzeiros produtivas, estabelecidas em solos profundos, sem impedimentos físicos, relevo plano ou levemente ondulado. Os resultados das pesquisas iniciais são promissores e mostram que as taxas de crescimento anual das seringueiras não sofreram influência do efeito de competição, mesmo quando implantadas em condições de forte restrição de luminosidade, iniciando a sangria com pouco mais de seis anos de idade. Evidencia ainda que o sistema proposto é viável sob o aspecto ambiental, econômico e social, porquanto fixa a mão de obra e gera empregos e renda, configurando-se como estratégico para o desenvolvimento rural sustentável das regiões produtoras de cacau do sul da Bahia.

**Palavras-chave:** Sistema de plantio, biodiversidade, sombreamento multifuncional, clones de *Theobroma cacao* e *Hevea brasiliensis*, manejo de copa.

**Sustainable replacement of *Erythrina* for rubber tree in cacao AFS.** Excessive shading provided by *Erythrina* species to cacao (*Theobroma cacao*), still observed in south of Bahia, Brazil is among the main factors of the low yield of productive and resistant to witches' broom (*Moniliophthora perniciosa*) by clones used in the renovation of crops formed with the *cacao-Erythrina* system. Based on this perception and to modernize the farming system of this important cocoa producing region, it is proposed to replace *Erythrina* trees for rubber trees (*Hevea brasiliensis*). This species is considered a component suitable for use in multifunctional agroforestry systems (AFS), and has high economic value, adapted to the local growing conditions, efficient as CO<sub>2</sub> sequestration

besides provides the cacao trees with quality shading, because the easy handling of the canopy architecture. It is a new regional planting scheme, which provides sustainability to the cacao and rubber agribusinesses and recovers the productivity of large areas of cacao trees attacked by witches' broom while significantly expanding the area planted with rubber trees. All at a lower cost without the need to clear primary forests of the Atlantic Forest and also without causing changes to the soil characteristics of the previous system of land use (*cacao-Erythrina*), maintaining the natural mechanisms of nutrient recycling. Thereby, it expected higher productivity of these rubber tree plantations due to the use of productive clones, resistant and with crown characteristics suitable for planting in AFS, besides being planted in fertile soils and with better management practices. Therefore, the actual process of introducing rubber requires minor adjustments regarding the arrangement, spacing, density and planting orientation, seeking better spatial distribution among plants. Well structured, this system decreases the effects of competition between the associated crops for water, nutrients, space and, mainly, light. Furthermore, favors the natural weed control, the nutrient recycling and the residual share of exogenous fertilizers. However, to minimize the operating cost of deploying and succeed in the replacement, it should be prioritized productive cacao crops, established in deep soils, without physical handicaps and flat or gently undulating topography. The results of initial studies are promising and show that the annual growth rates of rubber trees were not affected by the competition, even when implanted in severely restrict light conditions, beginning the entry into tapping with just over six years old. Further, indicates that the proposed system is viable not only from an ecological point of view but also social and economic, due to fixation of rural labor and creation of employment and income. Therefore, it is of great strategic potential for sustainable rural development in the cacao producing regions of Bahia.

**Key words:** planting system, biodiversity, multifunctional shade tree, *Theobroma cacao* and *Hevea brasiliensis* clones, canopy management.

## Introdução

O cultivo do cacauzeiro (*Theobroma cacao*) tem sido mundialmente explorado sob a forma predominantemente de monocultura, à exceção de alguns países do sudeste asiático que cultivam cacauzeiros sob o dossel de coqueirais (Dupraz & Lifran, 1995). No Brasil, as lavouras foram implantadas em módulos muito maiores que os observados em outros países produtores e geralmente em solos de maior fertilidade (Alvim, 1977). Na Bahia, onde se encontra a maior área plantada do país, o cacauzeiro vem sendo cultivado principalmente sob a mata raleada (*cacau-cabruca*) e sob o sombreamento de outras espécies arbóreas introduzidas nas áreas desmatadas no sistema conhecido regionalmente por *cacau-eritrina* (Müller, Almeida e Sena-Gomes, 2004).

Entretanto, esse sistema convencional de plantio contribuiu para a rápida disseminação da vassoura-de-bruxa (*Moniliophthora perniciosa*), em razão da susceptibilidade da população de cacauzeiros plantada e das condições climáticas favoráveis ao patógeno (Monteiro et al., 2012). Apesar de altamente tecnificada, a exploração de cacauzeiro sob o sombreamento de eritrina passa a ser questionada, sob o argumento de que o modelo não garante a

sustentabilidade da atividade e coloca em xeque a sobrevivência do setor. Daí, a iminente necessidade de mudanças na forma de uso da terra, privilegiando sistemas de plantios que promovam a diversificação da produção e reduzam os riscos e incertezas do agronegócio.

A substituição das variedades suscetíveis por clones mais produtivos e resistentes à vassoura-de-bruxa foi uma das principais estratégias adotadas pela CEPLAC para minimizar os impactos negativos da doença, principalmente nos plantios formados pelo sistema *cacau-eritrina*. As irregularidades no sombreamento permanente assim como o excesso de sombra promovido por espécies de *Erythrina* aos cacauzeiros renovados têm inviabilizado a adoção de importantes práticas culturais para o manejo integrado da doença (Monteiro et al., 2012; Pereira e Valle, 2012), a ponto de comprometer o potencial de produção dos clones resistentes utilizados no processo de renovação, com reflexo negativo direto sobre a produtividade (Monteiro et al., 2011).

Essa condição determina a adequação das árvores de sombra visando a melhoria qualitativa do sombreamento (Monteiro et al., 2012), por meio de poda, desbaste progressivo da copa, eliminação e, ou, substituição das eritrinas por espécies arbóreas de uso

múltiplo, como proposto neste artigo. Nesse contexto, a seringueira se credencia como importante alternativa para a substituição das eritrinas, devendo ser observados princípios básicos de manejo sustentável, que implicam evitar danos ou alterações no uso da terra (*cacau-eritrina*), mantendo os mecanismos naturais de reciclagem de nutrientes e de conservação do solo. Para isso, devem ser rigorosamente observados: as variedades clonais a serem associadas, a disposição de plantio e a intensidade de sombreamento, fatores determinantes do sucesso da iniciativa e da viabilidade técnica, econômica e ambiental do SAF contínuo (Marques, Monteiro e Abreu, 2014).

Acrescente-se que a heveicultura é uma importante atividade agrícola que tem contribuído para o desenvolvimento social e econômico de regiões, gerando emprego e renda. Por isso, a CEPLAC tem encorajado a utilização da seringueira (*Hevea brasiliensis*) por proporcionar aos cacauzeiros um sombreamento de qualidade (Marques et al., 2007; Marques e Monteiro, 2011). Essa espécie vem sendo explorada em outras cadeias produtivas e o seu cultivo cumpre funções sociais e ecológicas e, sob o aspecto econômico permite ampliar a renda na propriedade em todas as fases de sua vida útil, em razão dos seus usos múltiplos: látex, mel e madeira (Pereira, Leal e Ramos, 2006). Portanto, a seringueira apresenta grande potencial como estratégia para tornar os agronegócios cacau e borracha sustentáveis e menos vulneráveis às flutuações de preço no mercado.

O objetivo deste artigo é reunir os procedimentos técnicos de substituição das eritrinas, visando oferecer aos produtores rurais alternativas de plantio para a recuperação da produção e da produtividade das lavouras de cacau, bem como oportunizar a agregação de renda pela ampliação da área cultivada com seringueira no sul da Bahia.

## Contextualização da substituição

### Sistemas de plantio praticados com o cacauzeiro no sul da Bahia

Na Bahia, o cacau cultivado sob o dossel da Mata Atlântica, sistema conhecido regionalmente por *cacau-cabruca*, não tem um padrão definido quanto à densidade de cacauzeiros e a composição florística das árvores que compõem a proteção de topo (Lobão,

Setenta e Valle, 2004). Muito embora seja um sistema ecologicamente apropriado, a sua viabilidade econômica é questionável, visto que a produtividade dos plantios de cacau assim estabelecidos é baixa (Müller, Almeida e Sena-Gomes, 2004). No outro sistema adotado, conhecido por *cacau-eritrina*, em que houve remoção total da cobertura vegetal original (derruba total), outras espécies de maior porte, provedoras de sombra permanente mais adequada passaram a ser utilizadas (Alvim, 1989a; Santana e Cabala-Rosand, 1985). As espécies *E. glauca* e, ou, *E. fusca* (Lobão et al., 2012; Vinha e Silva, 1982), exóticas ao ecossistema Mata Atlântica baiana (Lorenzi, 1998), foram as mais exploradas como árvore de sombra na formação dessas lavouras. Estas leguminosas têm como característica um crescimento vegetativo rápido, além de fixarem nitrogênio atmosférico. Hoje, sabe-se que 1/3 dos 680 mil hectares de área cultivada com cacauzeiros na Bahia, originalmente formadas com espécies desse gênero (Nascimento, 1994; Hill, 1999; Vinha e Silva, 1982), encontram-se excessivamente sombreadas, tornando essas lavouras pouco produtivas e antieconômicas, o que demanda alternativas para a sua substituição por espécies de maior valor econômico, a exemplo da seringueira.

### O Problema e sua relevância

No estágio atual de crescimento e desenvolvimento, além de não gerarem qualquer receita adicional aos produtores de cacau, as diversas espécies de *Erythrina* utilizadas como componente arbóreo deixaram de cumprir o seu verdadeiro papel, isto é, prover sombreamento de qualidade. Ao contrário, estas espécies passaram a competir fortemente com os cacauzeiros por todos os fatores de produção: água, nutrientes e, mais precisamente por luz (Marques et al., 2003; IFCC, 1983). O excesso de sombra e as irregularidades na qualidade do sombreamento permanente, ainda hoje observado nos plantios de cacau no sul da Bahia, além de favorecer a proliferação de doenças e pragas e o uso inadequado dos fatores de produção, afeta o crescimento e desenvolvimento do cacauzeiro (Figura 1). Portanto, comprometem seriamente a capacidade produtiva dos plantios, com reflexo negativo direto sobre a produtividade (Monteiro et al., 2011). Isto é tão



Figura 1. Vista externa (A e B) e interna (C e D) de áreas de cacauzeiros adultos (safreiros) altamente sombreadas por eritrinas na principal região produtora de cacau do sul da Bahia.

verdadeiro que, até mesmo em áreas renovadas, com a adoção de novas tecnologias desenvolvidas e disponibilizadas pela CEPLAC, as plantas de cacauzeiro ainda se ressentem do excesso de sombreamento. Assim sendo, fica evidente que a primeira intervenção técnica a ser feita na recuperação dessas lavouras é a adequação do sombreamento, através de poda, desbaste progressivo da copa, eliminação e até mesmo a substituição, como aqui proposto, por outras espécies arbóreas de uso múltiplo. A inobservância dessa prática de manejo tem grande influência na adoção de outros tratamentos culturais aplicados ao cacauzeiro, como: controle de plantas invasoras, clonagem com variedades de maior potencial de produção, poda de formação e manutenção, recomposição de estande, substituição de plantas improdutivas, controle de pragas e doenças,

aplicação de corretivos e fertilizantes, entre outros. Existem muitos exemplos na literatura mostrando que o excesso de sombreamento é responsável pelo estiolamento dos cacauzeiros, perdas de frutos por doenças (Monteiro et al., 2011), diminuição da taxa fotossintética (Costa, Almeida e Valle, 2001), uso eficiente de água, floração (Müller e Valle, 2012) e produtividade (Almeida et al., 2013; Monteiro et al., 2011). Além disso, influencia também na produção e distribuição da biomassa (Gama-Rodrigues, 2004) e na adubação nitrogenada, que, a depender da situação, pode ocasionar efeito depressivo sobre o crescimento e rendimento do cacauzeiro (Wessel, 1985).

Apesar das espécies de *Erythrina* se destacarem pela capacidade de fixarem nitrogênio e favorecerem a ciclagem de nutrientes (Gama-Rodrigues, 2004), em razão do seu hábito anual de troca de folhas, outros

graves problemas reforçam a necessidade da sua substituição. Essas árvores são altamente povoadas por epífitas que interferem mais ainda na entrada da luz solar no extrato inferior do ambiente. A ocorrência de espinhos ao longo do tronco e ramos das eritrinas dificulta o seu manejo. Soma-se a isso o fato de que o seu sistema radicular é desenvolvido horizontalmente e se concentra no mesmo extrato de solo ocupado pelas raízes do cacau exercendo forte competição por água, espaço e nutrientes (Silva & Kummerow, 1998). A queda de galhos, epífitas e da própria planta é frequente, danificando os cacauzeiros plantados e, ou, renovados sob o seu dossel. A queda de matéria vegetal causa sérios prejuízos às lavouras de cacau, especialmente em locais de ocorrência de ventos fortes, como os que incidem na principal área produtora de cacau na Bahia. O rebaixamento da copa da *Erythrina* poderia minimizar e superar tais problemas, mas trata-se de uma atividade de difícil execução, custo elevado, requerendo também pessoal qualificado, por ser uma prática de alto risco dada o elevado porte dessas plantas. Em áreas experimentais manejadas do CEPEC tem-se observado que a rebrota dos galhos mais grossos e ramos podados é rápida e vigorosa, o que inviabiliza a adoção dessa prática de manejo em escala comercial. Além disso, quando se reduz parte da copa da *Erythrina*, a planta manifesta resposta fisiológica natural, eliminando no solo um volume de raízes equivalente ao anteriormente necessário para nutrição dos galhos podados (Ferree & Schupp, 2003; Miller & Tworokski, 2003; Schupp & Ferree, 1988), o que a torna muito mais vulnerável a quebra e tombamento pela ação dos ventos.

### **O impacto ambiental decorrente da supressão das eritrinas**

Sabe-se que a supressão da floresta ou outra vegetação secundária em uma dada área pode quebrar o delicado equilíbrio que torna o ecossistema sustentável. Portanto, para reestabelecer a estabilidade, o sistema de uso da terra sucessor deverá suprir, pelo menos em parte, aqueles mecanismos ou serviços que vinham anteriormente sendo providos pela vegetação suprimida, como por exemplo: a ciclagem de nutrientes e a conservação do solo (Veiga e Tourrand, 2004).

Neste sentido, a supressão das eritrinas, com a introdução da seringueira como árvore de sombra não

causará quaisquer impactos ambientais negativos, em relação ao sistema tradicional de cultivo do cacauzeiro (*cacau-eritrina*). Com a substituição, espera-se que as alterações que normalmente ocorrem em algumas características do solo, tais como o teor e a composição da matéria orgânica, complexo argilo-húmico, capacidade de troca de cátions (Velasco & Lozano, 1979), perdas de fertilidade e diversidade de microrganismos não venham a acontecer. Até porque as seringueiras serão introduzidas adotando-se todas as estratégias de manejo do solo, de maneira a não quebrar os mecanismos naturais de reciclagem e de proteção do sistema anterior de uso da terra (*cacau-eritrina*). Apenas nas fileiras de plantio da seringueira a serapilheira será removida lateralmente para a abertura das covas e logo após o plantio das mudas será distribuída de volta ao local de origem. Assim, a camada de liteira existente no sistema *cacau-eritrina* não será removida e nem tampouco queimada, mantendo o solo coberto e protegido contra impactos diretos da chuva e do sol, além de reter maior umidade no solo (Figura 6C). Isto certamente favorecerá não apenas, o crescimento mais rápido das seringueiras, bananeiras (*Musa* sp.) e gliricídias (*Gliricidia sepium*), mas também o aumento da produtividade dos cacauzeiros adultos.

Por outro lado, a seringueira por ser uma espécie caducifólia, na sua fase adulta repõe matéria orgânica ao solo, promovendo reciclagem de nutrientes, da mesma forma que as eritrinas. Os resíduos dos corretivos e dos fertilizantes aplicados por anos e anos aos cacauzeiros poderão ajudar a acelerar o seu crescimento inicial e, conseqüentemente, atingir mais rapidamente a fase de maturidade. Quando adulta suas raízes exploram camadas mais profundas do solo, sobretudo devido a sua maior tolerância às condições químicas desfavoráveis dessa camada não corrigida quimicamente (Pereira et al., 1998). Esse fato possibilita à seringueira desempenhar papel fundamental na ciclagem de nutrientes, interceptando e recuperando nutrientes que foram lixiviados das camadas superficiais e se acumularam no subsolo e, ainda, daqueles não completamente aproveitados nas adubações de rotina dos cacauzeiros.

Como espécie arbórea, a seringueira pode atingir 25 m de altura em condições favoráveis de cultivo (Gonçalves e Marques, 2014), pode melhorar o

microclima, beneficiar o cacaueteiro e impedir a redução drástica da umidade de solo sob a influência de suas copas. Isto porque reduz a excessiva evaporação causada pela radiação solar, dada à deposição da camada densa de material orgânico, gerado continuamente pela queda anual de folhas e galhos, aumentando a proteção do solo contra erosão e propiciando um conforto térmico às culturas associadas. O dossel das suas copas e camada depositada de material orgânico sobre a superfície do solo serve de proteção contra altas temperaturas e reduz a incidência direta de radiação, diminuindo a ocorrência de plantas invasoras, com reflexos positivos no desempenho em produção de cacau. Ainda funciona como poder tampão no sombreamento do cacaueteiro e proteção física com função de quebra-vento, minimizando os prejuízos causados pelo vento. Também o seu cultivo é uma das formas mais eficiente de capturar e reter na biomassa (Carmo, Manzatto e Alvarenga, 2007) e na borracha explotada (Jacovine et al., 2006) grandes quantidades de carbono atmosférico, contribuindo para mitigar o efeito estufa.

### **Sistema agroflorestal proposto para substituir as eritrinas**

#### **Sistema contínuo**

No cenário mundial há fortes tendências para mudanças significativas de uso da terra, com a utilização de sistemas de plantio que levem em consideração, além da produtividade biológica, aspectos sociais, econômicos e ambientais. Nesse contexto, os sistemas agroflorestais representam um conjunto de técnicas alternativas de uso e manejo dos recursos naturais (Nair, 1993). Esses modelos combinam espécies temporárias e, ou, permanentes (florestais, palmeiras, frutíferas) com culturas agrícolas de ciclo de produção variável e, ou, animais em uma mesma área (Montegnini et al., 1992). Essas combinações podem ser simultâneas ou em sequência no tempo e no espaço, aplicando técnicas de manejo que são compatíveis com as práticas culturais da população local (Alvim, 1989a). Portanto, os SAFs buscam equacionar os principais problemas da agricultura e de seus impactos negativos sobre o meio ambiente, oferecendo possibilidades de diversificar a produção e produtos, reduzindo os riscos e incertezas de um único segmento de negócio (Vale et al., 2006). Esses sistemas, a depender da natureza de sua produção

principal, são classificados de diferentes maneiras (Alvim, 1989a): agrossilvicultura (quando combinam cultivos agrícolas com essências florestais), silvipastoris (quando incluem pastagens, animais e árvores) e agrossilvipastoris (quando combinam pastagens, animais, cultivos agrícolas e árvores).

Neste contexto, o sistema proposto se enquadra perfeitamente como um sistema agroflorestal misto permanente e é caracterizado como contínuo, por associar os diferentes componentes em arranjos espaciais de alto grau de intimidade, cobrindo em conjunto e disseminadamente toda a superfície cultivada (Alvim, 1989b). Na prática, entretanto, as maiores limitações observadas na associação de árvores de maior porte com cacaueteiros em sistema contínuo, estão relacionadas à utilização da luz solar, manejo do componente arbóreo e um número relativamente pequeno de plantas de sombra para a obtenção de uma produção economicamente viável (Alvim, 1989b). Assim, para minimizar e até mesmo superar estas limitações, no planejamento da substituição das eritrinas por seringueiras foram feitas alterações na concepção do arranjo espacial, escolha da espécie arbórea adequada e o seu manejo como árvore de sombra visando dar economicidade a este novo sistema agroflorestal. Para tanto, a seringueira é introduzida nas entrelinhas dos cacaueteiros adultos, em espaçamentos mais amplos do que os adotados na monocultura (Figura 2), de forma a favorecer maior penetração da luz solar no interior da



Figura 2. Detalhes da introdução da seringueira nas entrelinhas dos cacaueteiros adultos (safreiros), em fileiras simples, na Fazenda Porto Seguro, Ilhéus, BA.

área. E, também importante, em uma densidade populacional bem superior as 25 a 30 árvores de sombra por hectare do sistema anterior de uso da terra (Alvim, 1976), ou seja, com densidade de plantio variando de 220 a 330 plantas por hectare, a depender do espaçamento adotado em função do relevo da área comercial (Tabela 1).

Tabela 1. Dispositivo de plantio da seringueira em fileiras simples nas entrelinhas dos cacauzeiros

Espaçamento da seringueira	Plantas por hectare	Espaçamento do cacauzeiro	Plantas por hectare
15,0 m x 2,0 m	333	3,0 m x 3,0 m	1111
15,0 m x 2,5 m	267	3,0 m x 3,0 m	1111
15,0 m x 3,0 m	222	3,0 m x 3,0 m	1111
18,0 m x 2,0 m*	278	3,0 m x 3,0 m	1111
18,0 m x 2,5 m*	222	3,0 m x 3,0 m	1111

\*espaçamentos mais indicados para áreas com relevo ondulado e voltados para o poente.

### Perspectivas de adoção do sistema contínuo

Os principais fatores que limitam a plena expansão e utilização racional dos SAFs estão relacionados com a carência de informações que comprovem a sua viabilidade econômica. Falta também pessoal técnico qualificado para sua implantação e manejo adequado, além de carência na divulgação das potencialidades técnicas por parte das instituições de pesquisa responsáveis pela definição das prioridades, planejamento agrícola e política de incentivo e crédito (Vale et al., 2006; Oliveira et al., 1996).

Os sistemas agroflorestais podem ter desenhos que variam de simples a complexos, dependendo da composição das espécies vegetais selecionadas, do arranjo espacial e, ou, temporal e da densidade de plantio. De certa forma estes sistemas são mais complexos que as monoculturas sendo as maiores dificuldades relacionadas com a adoção das práticas de manejo. Dentre elas, a principal consiste em regular para várias espécies, em um mesmo espaço, a oferta de luz, água e nutrientes, de maneira a minimizar os efeitos de competição entre elas e maximizar a produtividade do sistema como um todo (Campello et al., 2006).

O cultivo do cacauzeiro da forma tradicional já se caracteriza como um SAF, pois normalmente está estabelecido sob a mata raleada, em sistema *cacaucabruca* (Lobão et al., 2012) ou sob o sombreamento

de bananeira, eritrina e, ou, essências arbóreas remanescentes da Mata Atlântica (Alvim & Nair, 1986). Portanto, esta modalidade de cultivo mostra, entre outros aspectos, que o produtor de cacau apresenta maior aptidão à diversificação de cultivos e à preservação dos recursos naturais (Marques, Mandarino e Monteiro, 2014). Ou seja, eles estão mais familiarizados e aptos a adotarem sistemas de plantio menos empíricos e melhor planejados, cujas espécies associadas (anuais, semiperenes e perenes) sejam de fato integrantes econômicos.

Assim sendo, as práticas para a introdução da seringueira em substituição à eritrina em plantações de cacauzeiros adultos não acarretariam dificuldades para ser assimiladas pelos produtores de cacau. Apenas seriam necessários pequenos ajustes na adequação do espaçamento de plantio, escolha correta dos clones de seringueira, orientação do sentido de plantio e, principalmente, o manejo a ser dispensado na altura de formação da copa do novo componente arbóreo.

### Manejo da seringueira e do cacauzeiro no sistema contínuo

O manejo do componente arbóreo em sistemas de plantio multiestratificado é imprescindível e se fundamenta no fato de que ao crescer, ocorre aumento irreversível do volume. O aumento da parte aérea com o decorrer dos anos, forma copa mais ampla e densa, restringe cada vez mais a disponibilidade de luz solar no interior do ambiente, o que inevitavelmente afeta o crescimento, desenvolvimento e produção das culturas associadas. Assim, para o sucesso desse sistema de plantio, tanto as seringueiras como os cacauzeiros têm que ser manejados diferentemente das monoculturas.

No caso da seringueira, antes mesmo da sua implantação em meio aos cacauzeiros adultos substituindo às eritrinas, deve-se dispensar cuidados especiais na escolha da variedade clonal a ser utilizada como componente arbóreo, que deve ter características agrônomicas que atendam aos requisitos do plantio em SAF (Marques e Monteiro, 2007). Estas características incluem: adaptabilidade à região, alta produção de borracha, vigor do tronco, resistência às doenças, e mais precisamente arquitetura de copa menos compacta e com menor densidade foliar, ramificações laterais mais fechadas, voltadas para cima e na forma

de taça e resistência aos ventos fortes. O clone SIAL 1005 incorpora todas estas características e ainda sobressai em relação aos demais clones plantados na região, por desgalar naturalmente mais alto, em torno de sete a oito metros, formando tronco mais comprido (Figura 3), o que favorece o seu manejo em SAFs com o cacaueteiro e outras culturas perenes.

O manejo da copa da seringueira assume papel preponderante no sistema contínuo e tem peculiaridades que o diferencia da monocultura, principalmente no que se refere à altura de formação da copa. Assim, desde o plantio da muda nas entrelinhas dos cacaueteiros adultos (Figura 2), deve-se assegurar a condução da haste principal da seringueira, evitando-se a emissão prematura de brotações laterais, que normalmente surgem a cada fluxo foliar, pelo uso da técnica de castração descrita por Marques et al. (2012), até que o fuste atinja uma altura mínima de seis metros do solo livre de bifurcações laterais (Figuras 4 e 5).

Adotando-se esta técnica desde o início se conduz melhor a distribuição do crescimento e desenvolvimento da seringueira ao longo do tempo (Figura 4), evitando o sombreamento excessivo dos cacaueteiros. Além disso, reduz-se o número de intervenções que normalmente são dispensadas ao componente arbóreo para dar sustentabilidade aos sistemas de produção biodiversos (Marques, Monteiro e Abreu, 2014; Silva, 2013; Dubois, 2013; Reis e Magalhães, 2006; Miranda, Pereira e Bergo, 1999; Abel, Baxter e Campbell, 1997; Götsch, 1995; Alvim, Virgens Filho e Araújo, 1989; OTS/CATIE, 1986). Portanto, a elevação e formação da copa mais alta e menos densa, sem limitar a eficiência fotossintética da planta, além de facilitar a entrada de luz solar e movimentação da massa de ar nas entrelinhas, contribui para o desenvolvimento, produção e longevidade das culturas associadas. Isso por minimizar os problemas fitossanitários em uma região, onde as condições de clima, com chuvas



Figura 3. Clone SIAL 1005 com tronco ereto e cilíndrico e características de copa mais adequada para o estabelecimento de SAFs com o cacaueteiro no sul da Bahia.



Figura 4. Castração ou cegamento das gemas axilares (A), feita no último lançamento foliar maduro (B), para evitar a proliferação de brotações indesejáveis (drenos) que surgem na haste principal da seringueira na fase inicial de crescimento (C).





Figura 5. Seringueiras manejadas com tronco ereto e cilíndrico e com copas formadas a maior altura do que as dos cacauzeiros, em SAF contínuo, na Fazenda Porto Seguro, Ilhéus, BA.

abundantes e alta umidade relativa do ar limitam à expansão da heveicultura (Marques et al., 2015). Esse manejo de copa também promove o aumento do fuste, formando toras de maior comprimento, sem bifurcações e nodulações entre outros defeitos comumente observados na monocultura (Kronka, 2014), ampliando-se a perspectiva de que a seringueira possa contribuir com a oferta de madeira para indústria. Espera-se, ainda, uma maior produção de borracha, em razão do prolongamento da duração do fluxo de látex a cada sangria e da maior área de drenagem do painel quando da utilização da sangria ascendente (Figura 5), aumentando por mais tempo a fase de exploração econômica do seringal (Marques, Monteiro e Abreu, 2014).

Também, o rebaixamento da copa e a adequação do porte do cacauzeiro adulto são imprescindíveis para a obtenção de sucesso neste sistema de plantio e devem levar em consideração os diferentes aspectos e fatores mencionados por Pereira e Valle (2012). Por exemplo, os galhos mais altos devem ser retirados gradualmente, limitando a altura da planta entre 2,5 a 3 metros a partir do solo. As copas devem ser manejadas individualmente, através de podas de formação e de manutenção, visando dotar as plantas de arquitetura adequada, reduzindo ao máximo os efeitos de competição entre os cacauzeiros ao tempo em que se favorece a manutenção do estande original (Monteiro et al., 2011). Observar que os cacauzeiros localizados

ao lado das fileiras de seringueira devem ter suas copas manejadas paralelamente a esta fileira de plantio, evitando a projeção de galhos sobre a futura área do painel de sangria como pode ser também visualizada na Figura 5. As adubações e os diferentes tipos de enxertias e mudas utilizadas na renovação das plantas improdutivas e recomposição do estande de cacauzeiros, assim como as demais práticas culturais de rotina devem seguir as indicações de sistemas de produção definidos pela CEPLAC (Monteiro et al., 2012).

### Vantagens e benefícios do sistema contínuo

Os SAFs envolvendo seringueira e cacauzeiro como culturas permanentes principais, oferecem muitas vantagens e benefícios sobre os plantios em monocultura. Dentre essas vantagens podem ser destacadas: 1) controle da ocorrência de plantas invasoras, reduzindo a competição e os custos de limpeza da área (Marques et al., 2012; Pereira et al., 1997); 2) melhoria das propriedades físicas e químicas do solo devido à ciclagem de nutrientes, proporcionando condições de melhor desenvolvimento das culturas com consequente redução do período de imaturidade do seringal e retorno mais rápido do capital investido (Pereira et al., 1997; Alvim, Virgens Filho e Araújo, 1989); 3) desenvolvimento de microclimas que favorecem a floração dos cacauzeiros, a proliferação de insetos polinizadores comuns às duas culturas e a redução de problemas fitossanitários, dado a manutenção de luz solar e temperatura em níveis adequados no interior da área (Marques et al., 2015; Pereira et al., 1997); 4) maior fixação e racionalidade no aproveitamento da mão de obra (Alvim, Virgens Filho e Araújo, 1989); 5) otimização do processo de sequestro de carbono (Carmo, Manzatto e Alvarenga, 2007; Cotta, 2005); 6) agregação de receitas, melhorando o fluxo de caixa (Pereira, Leal e Ramos, 2006; Alvim, Virgens Filho e Araújo, 1989); 7) redução dos riscos e incertezas decorrentes de condições desfavoráveis de clima, mercado, doenças e pragas (Nair, 1993; Pereira et al., 1997); 8) baixa competição por água e nutrientes, dado os sistemas radiculares das duas espécies ocuparem estratos distintos no solo (Gama-Rodrigues e Cadima, 1991; Cadima e Alvim, 1973; Moraes, 1977); 9) redução dos custos gerais de manutenção, já que as necessidades fisiológicas das seringueiras são plenamente supridas pelos tratos

culturais normalmente dispensados aos cacauzeiros (Marques et al., 2015; Alvim, Virgens Filho e Araújo, 1989); 10) reincorporação de áreas abandonadas e, ou, degradadas ao processo de produção (Marques et al., 2015; Nair, 1993); 11) maior flexibilidade na comercialização dos produtos e subprodutos em épocas mais favoráveis (Marques et al., 2012); e 12) facilidade do manejo geral das culturas (Marques, Monteiro e Abreu, 2014).

Além das vantagens e benefícios mencionados, há outras com vertentes econômicas e ambientais bem específicas do sistema contínuo que justificam a sua adoção, por promover uma exploração agrícola sustentável na região cacauzeira baiana. Por exemplo, a utilização da seringueira como componente arbóreo, em substituição das eritrinas, tem um custo de implantação relativamente reduzido quando comparado com a monocultura, pois apenas as despesas relativas à sua implantação são contabilizadas, como: a aquisição e transporte de mudas enxertadas e a mão de obra necessária à realização dos serviços de derruba, rebaixamento e retirada das eritrinas do interior das plantações, balizamento, abertura e preparo de covas, plantio e adubações complementares nos dois primeiros anos de crescimento e desenvolvimento das seringueiras. Os demais custos são atribuídos à manutenção dos cacauzeiros, os quais estão relacionados à sua renovação e às práticas de manejo, que de forma indireta também atendem todas as exigências das seringueiras. Estes custos podem ser amortizados pela comercialização da madeira das eritrinas como matéria-prima na fabricação de inúmeros produtos: pasta celulósica, placa de aglomerado, caixotaria leve e na confecção de gamelas, brinquedos, lápis, palitos, barcos, tamancos, calhas, entre outros utensílios leves (Lorenzi, 1998), tornando, assim, o investimento muito mais atrativo do ponto de vista econômico (Marques e Monteiro, 2007).

Outro ponto a destacar é que com a substituição das eritrinas prevê-se uma expansão significativa da área plantada com seringueira e, mais importante ainda, sem haver a necessidade de incorporação de novas áreas ao processo de produção, ou seja, desmatamento zero. Isto porque, a seringueira será manejada de tal maneira a não causar nenhum impacto negativo ao ambiente, nem tampouco ao sistema anterior de uso do solo (*cacau-eritrina*). Além disso, a maximização do uso do solo dessas áreas cultivadas impedirá o

avanço da fronteira agrícola sobre as áreas naturais; ao contrário dos desmatamentos para expansão da agricultura no sul da Bahia, que tanto descaracterizou o ecossistema original da Mata Atlântica (Sambuichi & Haridasan, 2004; Saatchi et al., 2001), além de ocasionar sérios prejuízos à qualidade de vida da população regional. Deste modo, a substituição da eritrina pela seringueira em sistema contínuo se constitui em uma alternativa economicamente viável de ocupação e recuperação de milhares de hectares de plantios de cacauzeiros decadentes e atacados por vassoura-de-bruxa, evitando novos desmatamentos e conservando os recursos naturais.

Diferente de outros modelos de uso da terra, este sistema particularmente proporciona maior eficiência no aproveitamento de insumos externos (corretivos e fertilizantes) e permite a redução ou eliminação de algumas práticas culturais, a exemplo do controle de plantas invasoras, dado ao manejo *bate-folha* do cacauzeiro (Figura 1C). Esta camada orgânica da cobertura *bate-folha* (Inácio et al., 2005), formada no sistema anterior de uso da terra com a combinação *cacau-eritrina*, não sofrerá alterações bruscas com a supressão das eritrinas. O sistema proposto mantém a contínua incorporação de biomassa produzida pelas seringueiras, o que protege o solo contra impactos diretos da chuva e do sol e contribui para a formação de matéria orgânica. Além disso, inibe a germinação das sementes depositadas no solo e, ou, as já existentes no banco de sementes. Portanto, diminui fortemente a competição por água e nutrientes normalmente exercida pelas plantas invasoras com as plantas cultivadas, ou em última instância tornando-a menos acentuada. Assim sendo, reduz os custos de implantação e manutenção e ainda favorece um maior desenvolvimento das seringueiras quando comparada à monocultura.

## Metodologia e estratégias

### Escolha da lavoura de cacauzeiros a ser renovada

Nesse sistema, em particular, atenção especial deve ser dada a escolha da área ou da lavoura de cacau que será utilizada para a substituição das eritrinas. Essas lavouras devem ser as mais produtivas do imóvel,

apresentar maior densidade populacional, renovadas ou em processo de renovação. Isto visa à geração de receitas antes mesmo da implantação da seringueira, minimizando com isso os custos operacionais nos primeiros anos e, por conseguinte, racionalizando o fluxo de caixa, a fim de tornar o sistema proposto economicamente mais atrativo. Além de mais produtivas, essas lavouras devem ter sido implantadas em solos profundos, porosos, sem camadas impeditivas de qualquer natureza, bem drenados e com boa retenção de água. Solos com estas características proporcionam ao sistema radicular da seringueira desenvolvimento pleno, possibilitando o aprofundamento da raiz pivotante, que pode atingir até 10 m de profundidade (Moraes, 1977). Desta forma, evitam-se os danos que normalmente são causados aos plantios quando estabelecidos em áreas com impedimentos físicos ou solos poucos profundos. As

lavouras selecionadas devem ainda apresentar relevo plano ou levemente ondulado, com até 5% de inclinação. Este relevo facilita a introdução e a orientação das fileiras de plantio do novo componente arbóreo, a movimentação de máquinas e equipamentos e, futuramente, racionalizar a operação de sangria.

#### Preparo de área e plantio da seringueira

Escolhida a área, o passo seguinte consiste em fazer o balizamento das fileiras simples de seringueira dentro das entrelinhas dos cacauzeiros adultos (Figura 6A). As fileiras devem manter uma distância mínima de 1,5 m das plantas no menor espaçamento mencionado na Tabela 1. Em seguida, procede-se com a poda lateral da copa dos cacauzeiros que se localizam em ambos os lados dessas fileiras, objetivando a abertura de uma faixa de aproximadamente 3 metros de largura (Figura 6B). Após essas operações, deve-se remover toda a



Figura 6 – Preparo de área para introdução da seringueira, em substituição às eritrinas, balizamento (A), abertura de faixa (B), abertura de covas (C) e plantio da muda e colocação da serapilheira ao redor da muda de seringueira recém-implantada (D), na Fazenda Porto Seguro, Ilhéus, BA.

serapilheira para as laterais da faixa aberta e proceder à abertura das covas (Figura 6C). As dimensões da cova, assim como o seu preparo, o tipo de muda utilizada e o plantio devem seguir rigorosamente as recomendações preconizadas pela pesquisa regional ou local (Marques et al., 2012; Monteiro et al., 2012; Pereira e Valle, 2012). Após o plantio das mudas de seringueira espalha-se a serapilheira uniformemente, visando manter o solo úmido ao redor das mudas e também evitar a incidência de plantas invasoras (Figura 6D).

### **Orientação do sentido do plantio**

Ressalta-se que neste sistema contínuo é de extrema importância que as fileiras simples de plantio do novo componente arbóreo sejam sempre orientadas no sentido Leste-Oeste. Esta orientação assegura um maior período de luminosidade, proporciona o desenvolvimento de um microclima mais favorável à produção e longevidade dos cacauzeiros adultos e, ainda, é benéfica ao desenvolvimento inicial das mudas de seringueira recém-implantadas. Quando esta orientação coincide com a direção dos ventos dominantes, aliada à adoção da prática de elevação e formação da copa das seringueiras mais altas, se favorecerá a movimentação da massa de ar. Penetração de ar (vento) dentro da área reduz a umidade, diminuindo riscos fitossanitários às culturas associadas, principalmente na parte aérea do sistema com um todo. Esta mesma orientação de plantio vem sendo sugerida por outros autores na formação de SAFs envolvendo a seringueira com o cafeeiro (Pereira et al., 1998) e o eucalipto, pastagens e cultivos agrícolas (Reis e Magalhães, 2006).

### **Cuidados na supressão das eritrinas**

Após o balizamento da área e antes do plantio da seringueira, devem-se iniciar os trabalhos de eliminação das eritrinas. A eliminação deve ser feita por etapas, de maneira a causar os menores danos possíveis aos cacauzeiros. Assim, apenas as eritrinas que coincidirem ou estiverem bem próximas às fileiras simples da seringueira devem ser eliminadas. As eritrinas que permanecerem nas entrelinhas dos cacauzeiros deverão ter inicialmente suas copas elevadas e mantidas na área para prover sombreamento ao sistema como um todo. Após eliminação de eritrinas e poda das remanescentes deverá proceder-se ao plantio das mudas de seringueira

(Figura 2). A partir do segundo ano e à medida que as seringueiras cresçam e atinjam alturas que proporcionem sombra ao cacau, as eritrinas remanescentes devem ser eliminadas também de maneira cuidadosa. Fica evidente que o sistema prevê apenas a eliminação das eritrinas e espécies afins existentes na área a ser substituída, as demais essências arbóreas nativas da Mata Atlântica e os cacauzeiros adultos devem ser mantidos e manejados adequadamente conforme mencionado anteriormente. Ressalta-se, ainda, que o processo de eliminação das eritrinas reveste-se de riscos e requer cuidados especiais em todas as suas etapas, desde a aplicação de arboricida até a derrubada do tronco e a retirada de galhos do interior da área. Por isso, recomenda-se que esses serviços sejam realizados sempre por empresas qualificadas, que tenham pessoal devidamente treinado, procurando evitar acidentes em geral e danos mínimos às seringueiras recém-implantadas e aos cacauzeiros novos e adultos, renovados e replantados (Marques et al., 2012).

### **Dispositivo de plantio e espaçamento**

A integração da seringueira como árvore de sombra nas lavouras de cacau, tecnicamente formadas (cacau-eritrina), é planejada para funcionar permanentemente ao longo de toda exploração econômica. Os arranjos de campo são feitos em espaçamentos ou densidades próprias, onde a possibilidade de supressão de um componente por outro é muito reduzida. Há diversos dispositivos e espaçamentos de plantio que podem ser adotados na substituição das eritrinas (Marques et al., 2012). Diferentemente dos demais SAFs, nesse sistema contínuo, o cacauzeiro deve manter a densidade original de plantio, ou seja, 1111 plantas por hectare, quando espaçadas de 3,0 m x 3,0 m. Para tal, é necessário que se faça a recomposição imediata do estande, preenchendo todas as falhas que houver, para não comprometer a produção de cacau. As seringueiras são implantadas em fileiras simples alternadas a cada cinco ou seis fileiras de cacauzeiros (Figura 7), dependendo do relevo da área. Nas lavouras estabelecidas em áreas com relevo plano ou levemente ondulado, as fileiras de seringueira podem ser mantidas mais próximas uma das outras, ou seja, distanciadas no mínimo de 15,0 m. Entretanto, em áreas mais declivosas deve-se adotar espaçamentos maiores

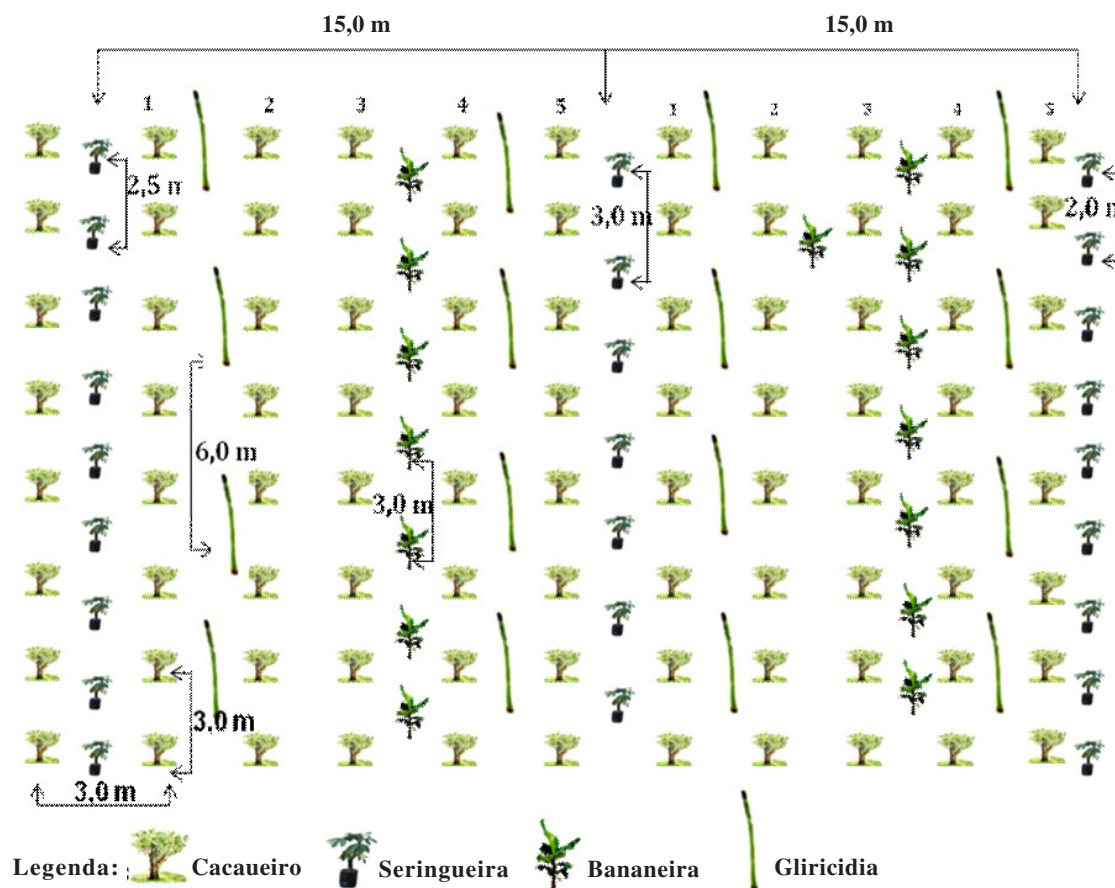


Figura 7. Representação esquemática da introdução da gliricídia nas entrelinhas dos cacaueiros adultos (safreiros) em meio às seringueiras e bananeiras.

entre as fileiras, visando minimizar a competição entre plantas por luz, especialmente na fase adulta do seringal, evitando também que se criem condições favoráveis para a ocorrência de doenças foliares. Qualquer que venha a ser o espaçamento de plantio das seringueiras adotado pelo produtor, no sistema em fileiras simples sempre se terá uma menor densidade de seringueiras por unidade de área, ou seja, variando de 222 a 330 plantas por hectare (Tabela 1). Em monocultura a densidade está entre 476 a 550 plantas por hectare e no plantio simultâneo da seringueira com o cacaueiro entre 400 a 470 plantas por hectare.

Ressalva-se, contudo, que a menor densidade de seringueiras no sistema contínuo não implica necessariamente em menor produtividade quando comparada aos sistemas de plantio em monocultura ou simultâneo (SAF zonal cacaueiro e seringueira). Isto porque nos diferentes espaçamentos recomendados, as seringueiras são beneficiadas com

a redução da competição entre plantas, efeito residual de adubações ministradas aos cacaueiros, melhor aproveitamento da luz solar, melhor desenvolvimento vegetativo, menor incidência de doenças e entrada em sangria precocemente. Deste modo, a tendência esperada é de se obter maior produção individual por seringueira, ou seja, acima de 5,0 kg de borracha seca por planta por ano. Adicionalmente, na fase inicial de crescimento, as seringueiras não terão a concorrência com plantas invasoras e não sofrerão com a ação dos ventos, dado a cobertura *bate-folha* e a proteção física da cultura do cacau (Figura 2), beneficiando-se também de todas as práticas culturais dispensadas aos cacaueiros adultos.

#### Uso e manejo de leguminosa como adubo verde

O sistema contínuo contempla o uso de plantas fixadoras de nitrogênio atmosférico, como um

componente econômico-ecológico apropriado, a fim de promover o aumento da produtividade sem aumentar os custos de produção. Ressalta-se que as pesquisas nessa área concentram-se em identificar as melhores espécies para essa finalidade. Diversos autores têm caracterizado o comportamento de espécies de leguminosas herbáceas, arbustivas e arbóreas (Franco e Campello, 2005; Döbereiner, Urquiaga e Boddey, 1995; Blevins, Herbek e Frye, 1990). Esses estudos mostram o potencial, a capacidade de produzir biomassa vegetal, os nutrientes nelas contidos e a velocidade em que esses nutrientes estarão disponíveis para as culturas associadas, assim como, a sua capacidade de rebrotar após as podas sucessivas (Silva et al., 2006). As espécies que potencialmente apresentarem: bom crescimento vegetativo e maior produção de biomassa, maior concentração de nutrientes, em especial nitrogênio e fósforo, boa penetração das raízes, alta capacidade simbiótica com fungos micorrízicos ou bactérias diazotróficas e, principalmente, boa capacidade de rebrota, serão as mais credenciadas para o uso como adubo verde (Silva et al., 2006).

É importante ressaltar que, apesar de destacarem-se pela capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, as eritrinas no estágio atual de desenvolvimento não oferecem nenhuma facilidade de manejo. A sua poda, como mencionado anteriormente, é difícil, dispendiosa e oferece riscos na sua execução. Assim, para dar maior sustentabilidade ao sistema contínuo está previsto a introdução da gliricídia (*Gliricidia sepium*), uma leguminosa de muito mais fácil manejo, que se destaca por propiciar sombra de qualidade e grande quantidade de biomassa que pode ser utilizada como adubo verde para as culturas associadas (Corrêa et al., 2004). Trata-se de uma planta fixadora de nitrogênio atmosférico, que pode ainda contribuir com a ciclagem de outros nutrientes essenciais, como fósforo, potássio, cálcio e magnésio (Campello et al., 2006). Esses nutrientes são fornecidos pela biomassa vegetal produzida pelas podas anuais de rotina, minimizando as necessidades de ingresso de insumos através de fertilização e maximizando a eficiência deles, possibilitando com isso uma acentuada redução dos custos de produção e do seu potencial de poluição do solo (Gama-Rodrigues, 2004).

Para tornar o sistema contínuo ainda mais eficiente, é preciso que além de uma leguminosa de rápida

decomposição e alta taxa de liberação de nutrientes, como a gliricídia, sejam também utilizadas outras espécies. Estas devem apresentar taxas mais lentas de decomposição e liberação de nutrientes, a exemplo de *Inga edulis*, *Acacia holosericea* e *A. auriculiformis*, garantindo com isso uma fonte importante e contínua de liberação de nutrientes no solo (Luizão et al., 2006). Portanto, a escolha das leguminosas deve ser feita com base nesses processos para melhor planejar as podas de rotina, que devem coincidir com o período de máxima absorção das culturas de valor econômico. Esta prática de manejo é essencial para que sistemas agroflorestais atinjam rapidamente equilíbrio na ciclagem de nutrientes e, assim, desenvolver uma maior biomassa e maior produtividade econômica (Gallardo-Ordinola, 1999; Silva et al., 2006).

A Figura 7 exemplifica a forma de utilização e introdução de gliricídia no sistema contínuo. Entretanto, em áreas com maior densidade de eritrinas e excessivamente sombreadas, em que certamente há maior ocorrência de falhas, o plantio do sombreamento provisório pode anteceder as operações de retirada das eritrinas. Esta prática visa proteger os cacauzeiros remanescentes, favorecendo o seu desenvolvimento. Neste caso específico, sugere-se também o plantio de bananeiras em fileiras simples e espaçadas de 3,0 em 3,0 m nas entrelinhas dos cacauzeiros.

## Resultados iniciais da pesquisa

### Estudo de caso 1 - Substituição das eritrinas (*cacau-eritrina*), na Quadra E, Campo experimental do CEPEC, Ilhéus, BA

Pesquisas iniciadas na região tradicional do cacau em 2004, Ilhéus, BA (Figura 8A), avaliando o crescimento e desenvolvimento vegetativo da seringueira (clone SIAL 893) e de essências florestais como claraíba (*Cordia trichotoma*), teca (*Tectona grandis*) e mogno (*Swietenia macrophylla*) como árvores de sombra em substituição das eritrinas, mostraram que no caso da seringueira não houve diferença estatística entre os tratamentos, mas as fileiras de seringueira espaçadas de 12,0 m em 12,0 m apresentaram as maiores médias de perímetro do tronco



Figura 8. Seringal formado nas entrelinhas de cacauzeiros adultos, em substituição das eritrinas (cacau-eritrina), no campo experimental do CEPEC (A) e na Fazenda Porto Seguro (B), Ilhéus, BA.

nas duas alturas de tomada dos dados (0,50 e 1,50 m do solo), aos dois anos de idade. Observou-se também que as plantas quando orientadas no sentido Leste-Oeste tiveram as maiores médias para esta variável (Tabela 2). Com relação às essências, não se observou diferença entre a claraíba e a teca no primeiro ano de idade, mas estas foram significativamente superiores ao mogno. As médias observadas nas essências florestais foram maiores do que as observadas para a seringueira, evidenciando maiores taxas de crescimento anual.

Foram também avaliadas a produtividade de dois ciclos de milho (cultivo anual) plantados em meio aos cacauzeiros adultos e o novo sombreamento. As médias de produção estiveram acima de 2.900 kg por hectare,

valor próximo da média nacional de 3.600 kg por hectare, agregando receitas na fase inicial de implantação do sistema. O milho é uma cultura intercalar que deve ser considerada neste sistema contínuo por apresentar produtividade satisfatória, mesmo em baixa densidade de plantio. Embora preliminares, os resultados mostraram que o sentido de plantio Leste-Oeste, das fileiras de seringueira e das essências florestais, tem influência nos seus desenvolvimentos.

### Estudo de caso 2 - Substituição da eritrina (cacau-eritrina), na Quadra 1, Fazenda Porto Seguro, Ilhéus, BA

Outro experimento foi instalado em 2008, em área comercial formada em sua quase totalidade por cacauzeiros renovados da variedade clonal PS 13.19 (1,0 ha) na Fazenda Porto Seguro, município de Ilhéus, BA, em Latossolo Vermelho-Amarelo (Figura 8B). Foram utilizadas mudas de seringueira do clone SIAL 1005. As mudas foram preparadas em sacos de plásticos (9 kg de terriço), com dois lançamentos foliares maduros. Neste ensaio adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três tratamentos e nove repetições, para avaliar o desempenho do novo componente arbóreo. As mudas foram introduzidas em fileiras simples, nas entrelinhas dos cacauzeiros (3,0 m x 3,0 m), nos espaçamentos de 15,0 m x 2,0 m (330 plantas por hectare), 15,0 m x 2,5 m

Tabela 2 - Resumo da análise de variância dos dados de perímetro do tronco (PT) do clone SIAL 893, Ilhéus, BA

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios	
		PT (0,50 m)	PT (0,50 m)
Bloco	2	11.816	6.674
Espaçamento	7	0.882	0.642
Sentido do plantio	1	15.882*	3.799
Espaçamento x sentido	7	2.052	1.018
Resíduo	19	0.805	0.593
Total	36		
CV (%)	-	8.73	8.72

\* significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

(267 plantas por hectare) e 15,0 m x 3,0 m (222 plantas por hectare), orientadas no sentido Leste-Oeste, intercaladas entre cinco fileiras de cacauzeiros (Figura 7). O manejo da área vem sendo feito com base nas recomendações preconizadas pela CEPLAC e o manejo da copa da seringueira segue a metodologia descrita por Marques et al. (2012). A partir do terceiro ano de implantadas, dados de vigor foram coletados através da medida do perímetro do tronco à altura de 1,30 m e 1,50 m do solo. Efetuou-se a interpretação mediante análises de variância usando um programa de computador (SAEG) e os resultados dessas análises estão apresentados na Tabela 3. Não houve diferenças estatísticas significativas com respeito aos três espaçamentos testados ( $p = 0.2892$ ), ao nível de 5%, para as medidas de perímetros tomadas às duas alturas do tronco. Resultados esperados, até porque as seringueiras ainda se encontram em fase inicial de crescimento, razão pela qual os efeitos devido à competição entre as seringueiras, cacauzeiros adultos e eritrinas remanescentes ainda não foram verificados. Embora o perímetro do tronco tenha variado pouco entre os espaçamentos testados, observou-se tendência de maior crescimento nas fileiras de seringueiras espaçadas de 2,5 m em 2,5 m.

Observa-se ainda na Tabela 3 que a amplitude de variação entre os incrementos do perímetro do tronco registrados nos três primeiros anos é pequena, ou seja, de 7,54 a 8,18 cm ao ano, com referência as duas alturas de tomada de dados. Portanto, se as seringueiras mantiverem essa tendência de crescimento atingirão as dimensões exigidas à entrada em sangria com pouco mais de seis anos de campo. Uma provável explicação para esse desempenho é que as seringueiras foram introduzidas em uma área excessivamente

sombreada por eritrinas. Adicionalmente, essas plantas de porte avantajado foram mantidas por mais tempo do que o previsto, reduzindo a entrada de luz e, por conseguinte, causando estiolamento das plantas de seringueira. Espera-se que o incremento do tronco seja maior do que o observado, quando forem eliminadas as eritrinas do interior da área. As seringueiras se beneficiarão do manejo *bate-folha* do sistema anterior de uso da terra (*cacau-eritrina*) e do efeito residual dos fertilizantes dispensados aos cacauzeiros safreiros por anos e anos. Isso certamente proporcionará maior desenvolvimento e, conseqüentemente, redução no período de imaturidade das seringueiras. Mesmo tratando-se de resultados preliminares, estes são bastante promissores e evidenciam que as taxas de incremento do tronco estão acima daquelas observados para outras regiões tradicionalmente produtoras de borracha (Gonçalves et al., 2001; Benesi, 1999). Sem dúvida, a eliminação tardia das eritrinas influenciou negativamente no crescimento e desenvolvimento em vigor das plantas de seringueira.

Outro aspecto bastante relevante observado nessa pesquisa é que não foi constatado qualquer ataque do mal-das-folhas (*Microcyclus ulei*) e nem tampouco da requeima (*Phytophthora* spp.), causando danos às plantas do clone SIAL 1005, apesar da grande quantidade de inóculo existente tanto no experimento, como nos plantios de cacauzeiros no entorno da área. Este fato pode ser atribuído, em grande parte, ao manejo dispensado na formação e elevação da copa das seringueiras bem acima das dos cacauzeiros, propiciando uma melhor condição ambiental para o sistema como um todo, mesmo sabendo-se que às condições climáticas locais são altamente favoráveis à ocorrência dessas graves enfermidades.

Tabela 3. Valores médios do perímetro de tronco (PT) do clone SIAL 1005 e das taxas de incremento anual do PT, tomadas a duas alturas do solo, para as três opções de espaçamentos. Fazenda Porto Seguro, Ilhéus, BA

Espaçamento (tratamento)	Perímetro do tronco (PT)		Média do incremento anual (PT)	
	1,30 m	1,50 m	1,30 m	1,50 m
15,0 m x 2,0 m	23,1 ± 5,39	22,7 ± 5,32	7,70	7,56
15,0 m x 2,5 m	24,5 ± 4,92	24,1 ± 4,83	8,18	8,04
15,0 m x 3,0 m	23,1 ± 5,08	22,6 ± 5,05	7,68	7,54
Média Geral	23,4 ± 5,24	23,0 ± 5,18	7,85	7,71

Coeficiente de variação (CV%) = 23,6



## Perspectivas e Considerações Finais

O Brasil já ocupou posição de destaque na produção de cacau e borracha natural. Ultimamente, essas duas monoculturas têm experimentado desafios de ordem econômica e fitossanitária o que têm diminuído a produção da Bahia colocando o Brasil fora do grupo de países exportadores. A instabilidade das monoculturas tem encorajado a diversificação e a adoção de sistemas agroflorestais (SAFs) que permitem a maximização do uso da terra pela utilização sustentável dos fatores de produção.

No cenário atual há forte tendência de crescimento de SAFs utilizando a seringueira como árvore de sombra para o cacauero no Estado da Bahia. Acrescente-se que a existência de infraestrutura de processamento e beneficiamento na região sob estudo é condição muito conveniente para a recuperação desses agronegócios. Há extensas áreas de cacauais que necessitam de renovação e que reúnem condições favoráveis para a substituição de eritrinas por seringueiras.

A utilização da seringueira dá sustentabilidade econômica ao agronegócio cacau, pois além de proporcionar um sombreamento de qualidade, oferece a possibilidade de amortização dos custos iniciais de sua formação, até a produção de borracha ser alcançada. Isto em razão da receita gerada pela cultura do cacau já nos primeiros anos de implantação do sistema contínuo. Além disso, a região cacaueira baiana passa a contar com uma área significativa de cacaueros renovados sob a sombra de seringueiras, resultando em aumentos na produção, na rentabilidade da propriedade agrícola e na geração de emprego.

A adoção do sistema contínuo, em apenas 40% dos plantios de *cacau-eritrina*, implica expandir cerca de 80 mil hectares de novos seringais. Essa expansão significa quase triplicar a área atualmente plantada com seringueira no sul da Bahia, hoje em torno de 32 mil hectares, a um custo menor que o plantio em monocultura, além de não causar qualquer impacto ambiental. É esperada que a produtividade dos novos seringais seja superior à das monoculturas, pelo fato de serem estabelecidos em solos de maior fertilidade, melhor manejo e, sobretudo, com a utilização de variedades mais adaptadas, que reúnem

características de copa mais apropriadas ao plantio em SAF. Isto, certamente, contribuirá para o aumento da oferta de borracha natural, no Estado, aumentando as divisas e reduzindo a dependência pelo produto importado. Tal situação torna-se bastante alvissareira diante da perspectiva de aumento na demanda interna, que pode ser comprovada pelo crescimento do parque industrial baiano, assim como pela tendência dos principais países produtores priorizarem a exportação de produtos industrializados, restringindo a oferta de matéria-prima no mercado mundial.

Sabe-se que a heveicultura é uma forte absorvedora de mão de obra, pois emprega uma pessoa para cada quatro hectares plantados em monocultura (Pereira, 2008), ou seja, fixa mais homens no campo do que outras atividades agrícolas, pecuárias e florestais tradicionais que requisitam uma pessoa a cada dez hectares. Assim sendo, o plantio em sistema agroflorestal com cacauero e outros componentes (leguminosas e bananeiras) demandará ainda mais força de trabalho, gerando mais empregos e benefícios para a região cacaueira baiana. Portanto, esse sistema é atraente também do ponto de vista social por fixar a mão de obra no local, contribuindo para diminuir o êxodo rural, reduzindo diretamente problemas sociais urbanos.

É importante ainda mencionar que tanto a seringueira como o cacauero podem contribuir para a mitigação das mudanças climáticas globais, por possuírem grande capacidade de sequestrar carbono atmosférico e o armazenar em sua biomassa por longo tempo (Carmo, Manzatto e Alvarenga, 2007; Cotta, 2005), e no solo (Monroe et al., 2016), trazendo com isso melhorias na qualidade de vida regional. A seringueira, ainda por armazenar carbono na borracha explorada e da emissão evitada ao se utilizar a borracha natural em substituição à sintética (Jacovine et al., 2006), pode ser considerada uma forte candidata à geração de créditos de carbono (CERs). A inclusão das receitas geradas da venda dos CERs melhora o fluxo de caixa no período de imaturidade da cultura, contribuindo para solucionar a falta de recursos nesta fase, já que as primeiras receitas com a venda da borracha ocorrem, geralmente, a partir do sexto ano. E, ainda por apresentar vários benefícios ambientais e sociais, o sistema proposto contribui para o desenvolvimento sustentável da região cacaueira

baiana e se credencia como uma ótima opção para o seu financiamento via Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

A adoção dessas tecnologias e o apoio de políticas públicas com incentivos governamentais poderão proporcionar à Bahia posição de destaque na produção de cacau e borracha, podendo ser competitivos a nível nacional e internacional.

### Agradecimentos

Os autores expressam agradecimentos aos pesquisadores: Raul René Melendez Valle pela revisão do artigo e Moacir Viana Junior pelo suporte no aprimoramento das figuras.

### Literatura Citada

- ABEL, N.; BAXTER, J.; CAMPBELL, A. 1997. Design Principles for Farm Forestry: A guide to assist farmers to decide where to place trees and farm plantations on farms. RIRDC/LWRRRRDC/FWPRDC Joint Venture Agroforestry Program. Disponível em: <http://www.mtg.unimelb.edu.au/designbook.htm>.
- ALMEIDA, C. M. V. C. de. et al. 2013. Produtividade do cacauzeiro em sistema agroflorestal no município de Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil. *Agrotrópica (Brasil)* 25(1):11-16.
- ALVIM, P. de T. 1976. Cocoa research in Brazil. In: Simons, J. ed. *Cocoa production: economic and botanical perspectives*. Nova York, Praeger. pp.272-298.
- ALVIM, P. de T. 1977. Cacao. In: Alvim, P. de T.; Kozlowski, T. T. eds. *Ecophysiology of cacao crops*. New York, Academic Press. pp. 279-313.
- ALVIM, P. de T. 1989a. Tecnologias apropriadas para a agricultura nos trópicos úmidos. *Agrotrópica (Brasil)* 1(1):5-26.
- ALVIM, R. 1989b. O cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotrópica (Brasil)* 1(2):89-103.
- ALVIM, R.; NAIR, P. K. R. 1986. Combination of cacao with other plantation crops. An agroforestry sistem in southeast Bahia. Brazil. *Agroforestry Systems* 4(1):3-15.
- ALVIM, R.; VIRGENS FILHO, A. de C.; ARAUJO, A. C. de. 1989. Agrossilvicultura como ciência de ganhar dinheiro com a terra: recuperação e remuneração antecipadas de capital no estabelecimento de culturas perenes arbóreas. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 161. 36p.
- BENESI, J. F. C. coord. 1999. A cultura da seringueira para o Estado de São Paulo. Campinas, SP. CATI. Manual n.72. 90p.
- BLEVINS, R. L.; HERBEK, J. H.; FRYE, W. W. 1990. Legume cover crops as a nitrogen source for no-till corn and grain sorghum. *Agronomy Journal* 82:769-772.
- CADIMA, Z. A.; ALVIM, P. de T. 1973. Algunos factores del suelo asociados con la productividad del cacaotero en Bahia, Brasil. *Revista Theobroma (Brasil)* 3:13-26.
- CAMPELLO, E. F. C. et al. 2006. Implantação e manejo de SAF'S na Mata Atlântica: A experiência da Embrapa Agrobiologia. Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campo dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. pp.33-42.
- CARMO, do C. A. F. de S.; MANZATTO, C. V.; ALVARENGA, A. de P. 2007. Contribuição da seringueira para o sequestro de carbono. *Seringueira: novas tecnologias de produção. Informe Agropecuário (Brasil)* 28(237):24-31.
- CORRÊA, E. L. et al. 2004. Decomposição de folhas de gliricídia (*Gliricidia sepium*, Leg. Papilionoidea) em um modelo de sistema agroflorestal de Roraima. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 5. Anais. SAFs: Desenvolvimento com proteção ambiental. Curitiba, PR, Embrapa Florestas. Documentos n. 98. pp.73-75.
- COSTA, L. C. B.; ALMEIDA, A. A. F.; VALLE, R. R. M. 2001. Gas Exchange, nitrate assimilation and dry-matter accumulation of *Theobroma cacao* seedlings submitted to different irradiances and nitrogen levels. *Journal Horticulture Science Biotechnology* 762:224-230.

- COTTA, M. K. 2005. Quantificação de biomassa e análise econômica do consórcio seringueira-cacau para geração de créditos de carbono. Dissertação Mestrado. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa. 89p.
- DUBOIS, J. C. L. 2013. A importância de espécies perenes de maior valor econômico em sistemas agroflorestais. In: Silva, I. C. Sistema agroflorestal: Conceitos e métodos. Itabuna, BA, SBSAF. pp.143-182.
- DUPRAZ, P.; LIFRAN, R. 1995. The economic complementarity of cocoa and coconut intercropping: asset strategies of smallholders in Malaysia and implications for cocoa supply. Cambridge (GBR) Woodhead Publishing Ltd. pp. 281-289.
- DÖBEREINER, J.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. 1995. Alternativas for nitrogen nutrition of crops in tropical agricultura. Fertilizer Research 42:339-346.
- FERREE, D. C.; SCHUPP, J. R. 2003. Pruning and training physiology. In: Ferree, D. C.; Warrington, I. J. Apples: botany, production and uses. London, CABI. pp. 319-344.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. 2005. Manejo integrado na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas produtivos utilizando a fixação biológica de nitrogênio como fonte de nitrogênio. In: Aquino, A. M. de; Assis, R. L. de. eds. Processos biológicos no sistema solo-planta: Ferramentas para uma agricultura sustentável. Brasília, DF, Embrapa Informações Tecnológicas. pp.201-220.
- GALLARDO-ORDINOLA, J. L. E. 1999. Produção e qualidade de leiteira em sistemas agroflorestais e seus efeitos sobre as propriedades químicas do solo. Dissertação Mestrado. Manaus, AM, INPA. 97p.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; CADIMA, Z. A. 1991. Efeitos de fertilização sobre o sistema radicular de cacau em solos de "tabuleiros" del sul de Bahia, Brasil. Turrialba (Costa Rica) 41:598-606.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. da. 2004. Ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais na região tropical: funcionalidade e sustentabilidade. In: Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: Sustento da vida e sustento de vida. pp. 67-87.
- GONÇALVES, P. de S.; MARQUES, J. R. B. 2014. Melhoramento genético da seringueira: passado, presente e futuro. In: Alvarenga, A. de P.; Carmo, C. A. F. de S. do coords. Seringueira. 2.ed. Viçosa, MG, EPAMIG Zona da Mata. pp.489-594
- GONÇALVES, P. de S. et al. 2001. Manual de heveicultura para o Estado de São Paulo. Campinas, SP, Instituto Agrônômico. 78p.
- GÖTSCH, E. 1995. Break-through in agriculture. Rio de Janeiro, RJ, AS-PTA. 22p.
- HILL, P. 1999. Cacau acabou. Crisis and change in the Bahian cacao economy. 199p.
- INÁCIO, E. dos S. B. et al. 2005. Erosão hídrica em agrofloresta na região Sul da Bahia. Revista Bahia Agrícola (Brasil) 7(1):75-78.
- INSTITUT DE RECHERCHES DU CAFÉ ET DU CACAO. 1983. Problèmes posés par l'ombrage du cacao: evolution des techniques culturales traditionnelles. In Institut de Recherches du Café et du Cacao, 25° anniversaire 1958-1982. Paris. pp.79-80
- JOCOVINE, L. A. G. et al. 2006. A seringueira no contexto das negociações sobre mudanças climáticas globais. Sequestro de carbono: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural. Viçosa, MG. pp.1-41.
- KRONKA, F. J. do N. 2014. Propriedade técnicas e utilização da madeira. Seringueira. In: Alvarenga, A. de P.; Carmo, C. A. F. de S. do coords. 2.ed. Viçosa, MG, EPAMIG Zona da Mata. pp.843-896.
- LOBÃO, D. E. et al. 2012. V. Cacau cabruca- sistema agrossilvicultural tropical. In: Valle, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacau. 2. ed. Brasília, DF. pp.437-465.
- LOBÃO, D. E.; SETENTA, W. C.; VALLE, R. R. M. 2004. Sistema agrossilvicultural cacau - modelo de agricultura sustentável. Agrossilvicultura (Brasil) 1(2):163-173.

- LORENZI, H. 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa, SP, Editora Plantarum, 360p. v.II.
- LUIZÃO F. J. et al. 2006. Ciclos Bioquímicos em agroflorestas na Amazônia. In: Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campo dos Goytacazes, RJ. pp. 87-100.
- MARQUES, J. R. B. et al. 2003. Substituição da Eritrina por outras espécies arbóreas de valor econômico - Um enfoque sustentável de modernização agrícola. In: Semana do Fazendeiro 25<sup>a</sup>. Uruçuca/BA. Agenda Técnica - Produzir, alimentar, vender e conservar. Uruçuca, BA, CEPLAC/EMARC. pp.143-147.
- MARQUES, J. R. B. et al. 2007. Propostas de substituição do sombreamento em plantios de cacau - eritrinas pelas seringueiras, em um sistema agroflorestal. In: International Cocoa Research Conference, 15, São José, Costa Rica, 2006. Lagos, Nigeria, Cocoa Producer's Alliance. pp.679-686. v.I.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R. 2007. Melhoramento genético da seringueira - Um enfoque sobre o desenvolvimento de clones com aptidão para uso em sistemas agroflorestais (SAF). Anais (recurso eletrônico) In: Congresso Brasileiro de Heveicultura, 1<sup>o</sup>. Anais. Guarapari, ES, INCAPER. CD Rom.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R. 2011. Seringueira: uma planta de usos múltiplos. LATEKS (Brasil) 14:50-54
- MARQUES, J. R. B. et al. 2012. O cultivo do cacau em sistemas agroflorestais com a seringueira. In: Valle, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacau. 2 ed. Brasília, DF. pp.437-465.
- MARQUES, J. R. B.; MONTEIRO, W. R.; ABREU, A. E. 2014. Manejo da seringueira como árvore de sombra em sistemas agroflorestais (SAFs) com o cacau. LATEKS (Brasil) 22:50-54.
- MARQUES, J. R. B.; MANDARINO, E. P.; MONTEIRO, W. R. 2014. Sistema agroflorestal como alternativa sustentável de produção de cacau, borracha, madeira e alimentos para agricultura familiar na Região Cacaueira da Bahia. Agrotrópica (Brasil) 26(2):117-126.
- MARQUES, J. R. B. et al. 2015. Efeito do plantio direto, adubação verde e manejo de copa no crescimento e desenvolvimento vegetativo da seringueira em sistema agroflorestal com o cacau. Agrotrópica (Brasil) 27(1):45-58.
- MILLER, S. S.; TWORKOSKI, T. 2003. Regulating vegetative growth in deciduous fruit trees. Quarterly Reports on Plant Growth Regulation and Activities of the PGRSA 31(1):8-46.
- MIRANDA, E. M.; PEREIRA, R. C. A.; BERGO, C. L. 1999. Comportamento de seis linhagens de café (*Coffea arabica* L.) em condições de sombreamento e a pleno sol no Estado do Acre, Brasil. Ciência e Agrotecnologia (Brasil) 23(1):62-69.
- MONROE, P. H. M. et al. 2016. Soil carbon stocks and origin under different cacao agroforestry systems in Southern Bahia, Brazil. Agriculture Ecosystems and Environment 221:99-108.
- MONTAGNINI, F. et al. 1992. Sistemas agroflorestais: princípios y aplicaciones em los trópicos. 2. ed. San Jose, CR, Organización para Estudios Tropicales. 622p.
- MONTEIRO, W. R. et al. 2012. Renovação de cacauais na Bahia: Alternativas de uso de mudas. In: Valle, R. R. Ciência, tecnologia e manejo do cacau. 2. ed. Brasília, DF. pp. 377-391.
- MONTEIRO, W. R. et al. 2011. Manejo de cacauais seminais pela poda e correção do sombreamento permanente. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n° 201. 30p.
- MORAES, V. H. F. 1977. Rubber. In: Alvim, P. de T., Kolowski, T. T. eds. Ecophysiology of tropical crops. New York, Academic Press. pp.315-331.
- MÜLLER, W. M.; ALMEIDA, M. C. V. de; SENA-GOMES, A. R. 2004. Sistemas agroflorestais com cacau como exploração sustentável dos biomas tropicais. In Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: Sustento da vida e sustento de vida. pp. 160-180.
- MÜLLER, M. W.; VALLE, R. R. M. 2012. Ecofisiologia do cultivo do cacau. In: Valle,

- R. R. M. Ciência, tecnologia e manejo do cacauero. 2 ed. Brasília, DF. pp. 31-66.
- NAIR, P. K. R. 1993. Introduction to agro forestry. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 499p.
- NASCIMENTO, F. R. 1994. A crise da lavoura cacauera: sua natureza e soluções - uma análise das possibilidades do cacau. Brasília, DF, IPEA. Estudos de Política Agrícola n. 26. 227p. (Projeto PNUD/BRA/91/014, Documentos de trabalho).
- OLIVEIRA, A. D. et al. 1996. Análise econômica de um sistema Agro-silvo-pastoril-rotativo com Eucalyptus. In: Simpósio Internacional Sobre Ecossistemas Florestais, 4. Belo Horizonte. Resumos. Belo Horizonte, MG. pp.91.
- ORGANIZACIÓN PARA ESTUDIOS TROPICALES/CATIE. 1986. Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San Jose, CR, OTS/CATIE. 818p.
- PEREIRA, J. L.; VALLE, R. R. M. 2012. Manejo integrado da vassoura-de-bruxa do cacauero. In: Valle, R.R. Ciência tecnologia e manejo do cacauero. 2 ed. Brasília, DF. pp. 357-376.
- PEREIRA, A. V. et al. 1997. Seringueira em Sistemas agroflorestais. Planaltina, DF, Embrapa CPAC. Documentos n. 63. 45p.
- PEREIRA, A. V. et al. 1998. Sistemas agroflorestais de seringueira com cafeeiro. Planaltina, DF, EMBRAPA-CPAC. Documentos n.70. 77p.
- PEREIRA, J. da P. 2008. Formação de seringais. In: Seringueira. Viçosa, MG, EPAMIG. pp. 345-369.
- PEREIRA, J. da P.; LEAL, A. C.; RAMOS, A. L. M. 2006. Sistemas agroflorestais com seringueira. Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campo dos Goytacazes, RJ. pp. 141-158.
- REIS, H. A.; MAGALHÃES, L. L. de. 2006. Agrossilvicultura no cerrado - região noroeste do Estado de Minas Gerais. In: Sistemas agroflorestais: bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campo dos Goytacazes, RJ. pp.177-187.
- SAATCHI, S. et al. 2001. Examining fragmentation and loss of primary Forest in the southern bahian Atlantic Forest of Brazil with radar imagery. Conservation Biology 15(4):867-875.
- SAMBUICHI, R. H. R.; HARIDASAN, M. 2004. O consórcio cacau-floresta e a conservação de árvores nativas de grande porte na região sul da Bahia. In: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 5. Anais. SAFs: Desenvolvimento com proteção ambiental. Curitiba, PR, Embrapa Florestas. Documentos n. 98. pp.377-379.
- SANTANA, M. B. M.; CABALA-ROSAND, P. 1985. Reciclagem de nutrientes em uma plantação de cacau sombreado com eritrina. In: Conference Internacional sur la Recherche Cacayere, 9, Lomé, 1984. Actes. Lagos, Cocoa Producers' Alliance. pp.205 -210.
- SCHUPP, J. R.; FERREE, D. C. 1988. Effects of root pruning at four levels of severity on growth and yield of 'Melrose'/M.26 apple trees. Journal of American Society for Horticultural Science 113(2):194-198.
- SILVA, I. C. 2013. Sistemas agroflorestais: Conceitos e métodos. Itabuna, BA, SBSAF. 308p.
- SILVA, G. T. A. et al. 2006. Importância da fixação biológica de nitrogênio na sustentabilidade de sistemas agroflorestais. Sistemas agroflorestais: Bases científicas para o desenvolvimento sustentável. Campo dos Goytacazes, RJ. pp.257-273.
- SILVA, W. S.; KUMMEROW, J. 1998. Fine-root growth and longevity in a cacao (*Theobroma cacao* L.) plantation. Agrotrópica (Brasil) 10(1):31-34
- VALE, R. S. do et al. 2006. Sistemas agroflorestais. Sequestro de Carbono: quantificação em seringais de cultivo e na vegetação natural. Viçosa, MG, pp. 215-256.
- VEIGA, J. B. da; TOURRAND, J. F. 2004. Potencial e adoção de sistemas silvipastoris na Amazônia oriental. In: Müller, M. W.; Gama-rodrigues, A. C.; Brandão, I. C. F. L.; Seródio, M. H. C. F. eds. Sistemas agroflorestais, tendência da agricultura ecológica nos trópicos: Sustento da vida e sustento de vida. Ilhéus, BA, SBSAF/ CEPLAC/ UENF. pp.107-124.

- VELASCO, E. P.; LOZANO, J. M. 1979. Cambios sinecológicos de la Microflora Telúrica Asociados a las Repoblaciones Florestales com Especies Exoticas. *Anales de Edafologia y Agrobiologia* 37:871-878.
- VINHA, S. G.; SILVA, L. A. M. 1982. Árvores aproveitadas como sombreadoras de cacaeiros no sul da Bahia e norte do Espírito Santo. Ilhéus, BA, CEPLAC. 136p.
- WESSEL, M. 1985. Shade and nutrition. In: *Interamerican Institute of Agricultural Sciences: Cacao Manual*. Turrialba, Costa Rica. pp.167-194.

