

OS SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS NA PERSPECTIVA DA SEGURANÇA ALIMENTAR

João Carlos Canuto¹
Ricardo Costa Rodrigues de Camargo²
Mário Artêmio Urche³
Patrícia Camparo Ávila⁴

I. Introdução

Atualmente existe em torno de 795 milhões de pessoas que passam fome no mundo (FAO, 2015). Embora grande parte do problema situe-se para além da dimensão produtiva em si, o aumento da produtividade e da renda dos agricultores familiares é fundamental para superar o estado de insegurança alimentar mundial (FAO, 2015). Para além disso, Rosset (2006) assevera que a comida não pode ser vista apenas como mercadoria, pois ela transcende em muito isto, tendo em sua base todo um sistema de “agricultura”, produção intrinsecamente ligada às culturas, tradições, histórias e paisagens rurais.

No que toca à agricultura, vale destacar que o modelo atual do monocultivo mostra graves sinais de esgotamento e em médio e longo prazo não terá condições de dar suporte a uma melhoria estável na oferta de alimentos. Reservas mundiais dos principais elementos componentes dos fertilizantes químicos estão à beira da exaustão; pesticidas utilizados em larga escala estão contaminando solos, águas e seres humanos; a biodiversidade foi reduzida a níveis quase simbólicos e a agrobiodiversidade, base da alimentação humana ficou restrita a pouquíssimas variedades comerciais. Segundo Altieri e Nichols (2012), a chamada “revolução verde”, além de não ter garantido o suprimento de alimentos a todas as pessoas, também tinha como pressuposto a disponibilidade constante de água e energia barata, não considerando também a questão das mudanças climáticas. Seu principal fundamento retórico tem sido as altas produtividades e, até nesse ponto, os limites ecológicos se impuseram, de modo que, segundo os mesmo autores, em muitas áreas do mundo as taxas de produtividade, especialmente a dos cereais, estão em declínio.

Assim, esse conjunto de impactos afeta diretamente a capacidade de suprimento das demandas humanas por alimentos e nos coloca frente a uma

1 Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente. E-mail: joao.canuto@embrapa.br

2 Pesquisador da Embrapa Meio Norte. E-mail: ricardo.camargo@embrapa.br

3 Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente. E-mail: Mario.urchei@embrapa.br

4 Mestranda da Universidade de Córdoba/Espanha. E-mail: pati_avilac@hotmail.com

encruzilhada civilizatória. Soluções paliativas não deverão alargar demasiadamente os horizontes da segurança alimentar em nível local, regional e mundial. Ampliando esta perspectiva, Pretty, Morrison e Hine (2003) já colocavam ênfase na premente necessidade de ações concretas para reduzir a pobreza rural de forma concomitante à promoção da agricultura sustentável, especialmente nos países pobres.

Jon Foley, resenhado em National Research Council of National Academies (2012), enfatiza o papel da agricultura nesse contexto, observando que cerca de 40% de nossa área de terra global, 70% do uso total de água e grande parte das emissões de gases de efeito estufa vêm da agricultura, também responsável pela enorme redução da biodiversidade. Portanto, para ele, será um grande desafio garantir as crescentes demandas de alimentos de forma simultânea à minimização dos impactos ambientais. Este mesmo autor vê apenas duas formas de resolver o problema. A primeira é a velha alternativa de expandir as áreas de produção; a segunda é a não menos reiterada intensificação produtiva, esta entendida como o aumento da produtividade com a mesma lógica da agricultura da “revolução verde”. Assim mesmo ele reconhece que ambas trazem consequências ambientais profundamente negativas.

Mas existe uma terceira via, que ainda pouco tem sido apreendida pelos intelectuais e organizações: são os sistemas agroecológicos biodiversos e resilientes. Eles têm base não mais no petróleo, mas na fotossíntese, não mais em insumos não renováveis, mas na reciclagem da biomassa e dos nutrientes essenciais. Esta solução pode parecer mágica e irreal, no entanto nada tem de milagrosa, sempre que se parta de outro paradigma de pensamento, baseado nos mecanismos que sustentaram o planeta até um século atrás, mas que, em nome da modernidade, esvaziou-se de conteúdo. Esta perspectiva, muito ao contrário do que vulgarmente se divulga (uma prática retrógrada), supera a modernidade, pois agrega ao conhecimento científico, o entendimento mais profundo da natureza e da coevolução do homem moderno com ela.

Embora muito se tenha colocado em dúvida a aptidão dos sistemas agroecológicos em garantir a provisão de alimentos para atenuar a fome no mundo, diversas pesquisas têm demonstrado a capacidade desse modelo para tal (BADGLEY et al, 2007; ROSSET, 2000; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1989). Nesse contexto, têm sido desenvolvidas alternativas muito promissoras, no sentido de buscar resolver simultaneamente o problema ecológico e o da produtividade agrícola. Uma dessas alternativas, hoje em grande expansão, são os sistemas agroflorestais ou agroflorestas.

Estes sistemas foram idealizados para, com base em uma rica biodiversidade e a inclusão de espécies alimentares, respondessem igualmente às necessidades ecológicas e produtivas. “Não há dúvida de que as necessidades da humanidade dependem de um paradigma alternativo de desenvolvimento agrícola, que incorpore mais diversidade, resiliência, sustentabilidade e justiça social” (ALTIERI; NICHOLS, 2012). A base para esses novos sistemas é a grande diversidade de estilos de agricultura desenvolvidos por pelo menos um bilhão de pequenos agricultores e indígenas em 350 milhões de pequenas explorações, que representam não menos de 50% da produção agrícola global de alimentos (ALTIERI; NICHOLS, 2012).

Problemas específicos sobre a segurança alimentar estão intrinsecamente relacionados às questões socioecológicas, pois não há forma de garantir a alimentação demandada pela humanidade sem resolver o problema da insustentabilidade da agricultura convencional. Para encontrar uma saída a este impasse, urge pensar novos modelos de produção agropecuária.

Há algumas décadas, agricultores, organizações sociais e algumas instituições do estado e organismos internacionais têm procurado construir uma saída, desenhar modelos mais sustentáveis de agricultura, onde ganham cada dia mais destaque os sistemas alicerçados em princípios agroecológicos de produção.

Neste trabalho, indicamos de forma sucinta qual a base conceitual dos sistemas agroflorestais, mostrando os diferenciais socioecológicos e de produção em relação aos monocultivos, ressaltando seu potencial no que toca à segurança alimentar. Discutimos também a importância da Ciência para o aprimoramento dos referidos sistemas, apontando para algumas insuficiências de conhecimento científico prospectadas nos últimos anos em nosso trabalho com as agroflorestas.

II. Base Conceitual dos Sistemas Agroflorestais (SAFs)

A seguir discute-se brevemente a base conceitual da agroecologia e dos sistemas agroecológicos biodiversos resilientes, dentre os quais se situam os sistemas agroflorestais. Estes conceitos são fundamentais para bem caracterizar o formato de agrofloresta que sintetiza objetivos econômicos e ecológicos, constituindo alternativa ao monocultivo agroquímico e colocando bases mais amplas para alcançar a segurança alimentar.

Agroecologia

De forma sucinta, poderíamos dizer que a Agroecologia é o campo de conhecimento que dá suporte ao diagnóstico, desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis. Amplificando este conceito, Wezel *et al* (2009) colocam a agroecologia simultaneamente como ciência, prática e movimento social.

Neste trabalho procura-se focar a agroecologia dentro da perspectiva dos sistemas biodiversos, seja por seus arranjos temporais ou espaciais. Diferenciamos, então, estes sistemas dos sistemas simplificados e dependentes de insumos industriais, como os chamados ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta). Nesse sentido, Altieri e Nichols (2012) expõem os principais efeitos positivos dos arranjos produtivos diversificados, da seguinte forma:

Sistemas de rotações de cultivos: apresentam uma diversidade temporal, pelo plantio sequenciado entre cereais e leguminosas. Neles a fertilidade do solo é conservada uma a outra estação e fornecidos de uma estação para a próxima e o ciclo de vida de insetos, doenças e plantas espontâneas é interrompido.

Policultivos: são os sistemas de cultivo em que duas ou mais espécies são plantadas com certa proximidade espacial que resultam em complementaridades

ecológicas, com o uso mais eficiente dos nutrientes, a regulação da população de pragas e aumentando da estabilidade das colheitas.

Integração de cultivos e pecuária: sistemas idealizados para alta produção de biomassa e reciclagem de nutrientes, integrando arbustos forrageiros em altas densidades, intercalados com pastos altamente produtivos e árvores de madeira, todos combinados em um sistema, aumentando a produtividade sem necessidade de insumos externos.

Sistemas agroflorestais: sistemas que mesclam árvores e cultivos anuais que mantém e melhoram a fertilidade do solo, pelo aumento de matéria orgânica, fixação biológica de nitrogênio e captação de elementos dos horizontes profundos do solo; sustentam redes alimentares complexas do solo e modificam o microclima local.

Sistemas agroflorestais agroecológicos, biodiversos e resilientes

A literatura é vasta no sentido de demonstrar os nexos entre o aumento da biodiversidade e a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuária. Resiliência é um conceito fortemente associado aos de diversidade, estabilidade e sustentabilidade e, do ponto de vista ecológico, diz respeito à capacidade de um sistema em restabelecer seu equilíbrio após a ação de um distúrbio. Ou seja, é a capacidade do sistema de recuperar-se, de voltar ao estado anterior (HOLLING, 1973). O debate sobre resiliência extrapola a dimensão ecológica inicialmente desenvolvida e atinge todos os aspectos da vida humana (RUTTER, 1993; KAPLAN, 1999; BERNARD, 1999). Pode-se dizer que a resiliência possui as seguintes propriedades básicas (GUNDERSON, 2000; ODUM, 2011; VICENTI, 2009): a quantidade de troca que o sistema pode suportar de modo a permanecer, através do tempo, com a mesma estrutura e funções; o grau de auto-organização do sistema; o grau de aprendizado e adaptação do sistema em resposta ao distúrbio.

Vários são os autores que argumentam sobre a inequívoca relação entre estabilidade e resiliência em sistemas agrícolas. Por exemplo, Gliessman (2000) afirma: "a estabilidade deve ser compreendida em dois níveis: como resistência do sistema à modificação e como sua resiliência em resposta a ela" e, em face disso, "uma parte importante da pesquisa agroecológica é direcionada para entender a contribuição que cada espécie traz, usando esse conhecimento para integrar cada espécie ao sistema". Altieri e Nichols (2010) afirmam que, cotejados com os sistemas agrícolas simplificados "os ecossistemas com mais alta diversidade são mais estáveis porque mostram *resistência*, ou uma capacidade para evitar ou resistir a alterações e *elasticidade*, ou uma capacidade para recuperar-se depois de uma alteração". Utilizando como exemplo a relação entre aumento da biodiversidade e riqueza de inimigos naturais das chamadas "pragas", estes autores declaram que "agregando diversidade aos sistemas existentes é possível provocar mudanças na diversidade de *habitats* que favorecem a abundância e a eficácia dos inimigos naturais" (ALTIERI; NICHOLS, 2010).



Figura 1 – Diagnóstico e planejamento de um SAF



Figuras 2 – Croquis da área e desenho do sistema



Figura 3 – Transposição do desenho para o terreno



Figura 4 – Mutirão de implantação de uma agrofloresta



Figura 5 – Manejo de biomassa em agrofloresta



Figura 6 – Agrofloresta em franco fechamento de copas

Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Trabalho coletivo de diagnóstico, desenho, implantação e manejo de uma agrofloresta.

Fotos: Equipe de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente

Em sistemas biodiversos, ressalte-se a importância das interações de espécies em comunidades de cultivo. Nesse sentido, Gliessman (2000) coloca que “tanto em ecossistemas naturais quanto em agroecossistemas, os fenômenos em nível de comunidade são de importância crítica na estabilidade, produtividade e funcionamento dinâmico do sistema”. Para ele, a pesquisa agrícola normalmente focaliza o cultivo mais importante e não a comunidade a que ele pertence, perdendo-se “a habilidade de tirar vantagens das qualidades emergentes ou manipular as interações da comunidade em benefício do sistema de cultivo”, como “reduzir efetivamente a necessidade de insumos externos”. Este autor enfatiza que,

“em última instância, entender a base ecológica de como a diversidade funciona em agroecossistemas e tirar vantagem da complexidade em vez de lutar para eliminá-la é a única estratégia que conduz à sustentabilidade” (GLIESSMAN, 2000).

Os sistemas agroflorestais agroecológicos são, dessa maneira, a corporificação dos conceitos de resiliência, estabilidade e sustentabilidade. As agroflorestas são arranjos espaço-temporais que associam cultivos agrícolas com espécies arbóreas nativas ou exóticas, podendo integrar a criação de animais como galinhas, abelhas e até mesmo herbívoros de pequeno e grande porte. Constituem-se em referências técnicas para a integração harmônica entre objetivos econômicos e ecológicos, pois visam manter ou aprimorar atributos ecológicos ao mesmo tempo em que buscam garantir renda aos agricultores. Espelham-se na estrutura e funcionamento dos sistemas naturais, sendo suas principais características ecológicas a multi-estratificação, a sucessão ecológica e a biodiversidade. Contam com a introdução da dimensão produtiva agrícola, de forma amoldada ao ambiente natural, a partir da introdução de espécies diversificadas de interesse econômico (agrobiodiversidade).

III. Sistemas Agroflorestais e Segurança Alimentar

A proposta de sistemas agroflorestais agroecológicos biodiversos e resilientes apresenta um conjunto significativo de vantagens em relação ao modelo do monocultivo e do uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes. Busca-se expor aqui alguns desses benefícios para depois situar os diferenciais que, mais diretamente, têm relação com a segurança alimentar.

Diferenciais dos sistemas agroflorestais entre os modelos agrícolas

As questões econômicas se entrelaçam de modo intrínseco às ecológicas, pois quando observamos que as agroflorestas têm o potencial de manter e melhorar a qualidade dos recursos naturais, podemos intuir suas repercussões econômicas diretas e indiretas. Deste modo, busca-se trazer à reflexão alguns dos fatores que mostram a excelência da proposta agroflorestal, na qual o objetivo é construir a harmonia entre demandas econômicas e questões ecológicas. São comentadas a seguir algumas dessas características distintivas.

Os sistemas agroflorestais, geram diversas consequências positivas socioeconômicas, e ecológicas, que não são possíveis em sistemas convencionais simplificados. O uso mais eficiente da terra, pela melhor exploração do solo e da energia solar, é um fator de destaque, pois reverbera na questão da produtividade e renda, mas também em relação à adequação desses arranjos às condições de pequenas propriedades agrícolas, onde os espaços devem ser utilizados intensivamente e o tamanho da área pode ser um impeditivo para uma produção agrícola rentável.

Do ponto de vista ecológico, os SAFs favorecem a ciclagem de nutrientes pelo bombeamento de nutrientes do subsolo para a parte aérea das árvores, aproveitadas posteriormente através das podas. A adição de materiais vegetais, além das podas, pode dar-se por meio da inclusão e manejo de plantas de adubação verde e da fixação biológica de nitrogênio atmosférico por espécies leguminosas. A ciclagem de nutrientes ocorre também pela deposição de material vegetal (ramos e folhas) com a formação da serrapilheira e de sua decomposição, com a reposição da fertilidade do solo na forma da matéria orgânica assimilável pelas plantas.

De maneira similar, os sistemas agroflorestais proporcionam a conservação do solo e o controle à erosão, protegendo o solo da ação das chuvas torrenciais e favorecendo a redução da acidez, da salinidade e da perda de matéria orgânica por oxidação pelo efeito da radiação solar, melhorando de maneira geral as qualidades físicas, químicas e biológicas dos solos.

As propriedades emergentes da constituição de um sistema complexo como a agrofloresta propiciam estabilidade ecológica com efeitos benéficos como o estímulo ao aparecimento de novas espécies que contribuem nos processos de sucessão ecológica, o controle de plantas espontâneas menos desejáveis pelo sombreamento e pela cobertura morta do solo e o controle natural de insetos prejudiciais e de patógenos como vírus, bactérias e fungos. Além disso, tais sistemas favorecem a vida silvestre, por constituir ambientes ricos em alimento, próprios para a nidificação e a reprodução de pássaros, répteis, roedores e outros pequenos animais. A disponibilidade de uma vasta variedade de recursos (néctar, pólen, resinas) propicia condições ideais para a atividade de polinizadores em geral, em especial as abelhas. Em um ambiente mais rico em diversidade, o próprio sistema produtivo se beneficia diretamente da ação desses insetos, a partir da polinização cruzada, o que gera melhoria da produtividade e produção de frutos de maior qualidade. Assim, o agricultor poderá, ao integrar a criação racional de abelhas, ampliar sua gama de produtos comercializáveis de alto valor agregado, além de passar a tê-los disponíveis para o consumo próprio, incorporando produtos de alta qualidade nutricional na dieta familiar.

A conservação *in situ* dos materiais genéticos de base alimentar é igualmente uma das grandes vantagens dos sistemas agroflorestais, devido à diversidade de espécies manejadas e sua reprodução fora dos métodos comerciais de melhoramento e transgenia.

Outros fatores de ordem ecológica que podem ser mencionados são a redução da temperatura do solo e o favorecimento da sucessão vegetal, a proteção e regeneração das nascentes e a melhoria da qualidade da água. Questões relacionadas à penosidade do trabalho, não são menos importantes e, dentre elas pode-se salientar o conforto térmico para o trabalho no interior do sistema e a salubridade do trabalho em ambientes não poluídos.

Sistemas agroflorestais são ainda ferramentas úteis para o comprimento da legislação vigente que permite sua utilização como estratégia de adequação

ambiental em ambientes de interesse ecológico, como ARLs-Áreas de Reservas Legais e APPs-Áreas de Proteção Permanente (BRASIL, 2012). Isso abre a possibilidade de utilização econômica das áreas de proteção, de modo a cumprir tanto objetivos ecológicos, como econômicos.

À parte da dimensão ecológica, um dos aspectos centrais diz respeito ao aumento da produção agropecuária e da renda dos agricultores agroflorestais (Figura 7). A literatura científica comprova hoje com dados fidedignos a superioridade dos sistemas produtivos biodiversos (RAINTREE, 1983; RODRIGUES et al., 2007; SOUZA et al., 2007; FONINI; LIMA, 2013). Além disso, Rosset (2006), amparado em observações realizadas em diversas regiões do mundo, afirma que as pequenas propriedades são em média mais produtivas e eficientes que as grandes, gerando mais emprego e contribuindo para o desenvolvimento econômico em geral.

O Índice de Equivalência de Área (IEA) é uma das ferramentas que explicita isso de maneira clara. Este índice revela a relação entre a produtividade de um sistema de monocultivo em comparação a de um sistema diversificado em uma mesma área física (RAINTREE, 1983; VIEIRA, 1984). Ao avaliarmos o IEA entre monocultivos e policultivos, diversos são os estudos que confirmam que os sistemas complexos têm tido produtividades recorrentemente superiores (índice acima de 1,0). Mesmo quando se trata de arranjos com poucas espécies eles mostram produtividades mais elevadas que os cultivos de uma só espécie (SOUZA et al, 2007). Fonini e Lima (2013), analisando papel da agrofloresta na sua relação com a alimentação na região de Barra do Turvo - SP, atestam o aumento da renda dos agricultores locais com a adoção dos sistemas agroflorestais. Visto pelo prisma da avaliação econômica dos SAFs Rodrigues et al. (2007), por meio das ferramentas VLP (Valor Presente Líquido) e RB/C (Relação Benefício/Custo) concluíram que os resultados foram positivos em todas as parcelas de agrofloresta avaliadas em seu estudo. Para estes autores, os sistemas agroflorestais podem “gerar renda ao produtor graças ao consórcio agrícola” podendo ser adotados mesmo na recuperação de áreas de Reserva Legal. Em sistemas agroflorestais, onde o grau de biodiversidade é grande, embora ainda sejam necessários mais estudos, é de se esperar que apresentem produtividades ainda acima dos policultivos de poucas espécies. As razões para isso são principalmente ecológicas. Sistemas ecologicamente complexos tais como os SAFs exploram mais eficientemente, pela diversidade de estratos (abaixo e acima do solo), os nutrientes dos solos, a radiação solar e todos os demais efeitos sinérgicos próprios de um sistema complexo.

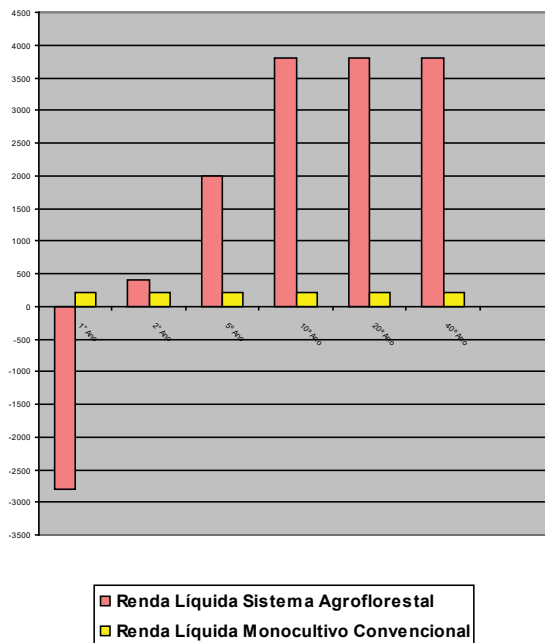


Figura 7. Tendência hipotética da renda líquida de sistemas agroflorestais e monocultivos convencionais ao longo do ciclo de vida dos sistemas (R\$/ha/ano)

Fonte: elaboração dos Autores

Desde o ponto de vista econômico, não só a renda direta interessa nessa discussão. Os sistemas agroflorestais originam uma série de produtos e serviços de valor econômico, produtos alternativos ao foco de produção, subprodutos e processos ecológicos e sociais associados ou não à dimensão financeira. No caso da geração de produtos alternativos, pode-se mencionar a produção de madeira, lenha, sementes florestais, espécies medicinais, produtos das abelhas (mel, pólen e própolis), frutas nativas promissoras, látex, gomas, corantes, resinas, óleos entre outros tantos artigos. A geração de subprodutos de interesse para a economia familiar igualmente é relevante no contexto da agrofloresta, incluindo alimentos para animais, materiais para artesanato, resíduos que são fontes para a adubação orgânica, entre outros.

Tomando como referência de um estudo de caso em sistemas biodiversos, os quintais agroflorestais no Assentamento Pirituba - SP, Canuto *et al.* (2014), consideram os mesmos como “espaços de produção agropecuária intensiva e biodiversa em pequenas áreas ao redor das residências dos agricultores (sendo) práticas promissoras em termos de sustentabilidade ecológica e econômica”. Estes quintais “têm grande expressão nas estratégias de reprodução social das famílias, seja na forma de abastecimento familiar, seja como alternativa de renda.

Responderam por cerca de 80% dos produtos entregues ao Programa de Aquisição de Alimentos (CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento). A diversidade de produtos entregues chegou a 74 espécies, tendo somado 320 toneladas em 2012 para o conjunto do Assentamento”.

De modo complementar às receitas financeiras, os sistemas agroflorestais também geram uma renda “oculta”, mas que pode perfeitamente ser contabilizada, traduzida pela redução dos custos de produção, como efeito da baixa utilização de energia e materiais externos, na forma de agrotóxicos, fertilizantes e outros insumos. Correlacionados a isto apresentam também a vantagem da dispensa ou grande diminuição do uso da água e de equipamentos de irrigação, por conta da economia naturalmente provida pela retenção das chuvas no solo e pela menor evapotranspiração nesses sistemas.

Igualmente, temos menor necessidade de mão de obra, considerado o seu uso ao longo do ciclo de vida dos sistemas agroflorestais. O pico de utilização de trabalho humano em agroflorestas se dá apenas no estabelecimento do mesmo, especialmente na implantação da sua arquitetura arbórea, mas dilui-se ao longo da sua vida (10, 20, 30 anos ou de duração indeterminada), refletindo-se em uma média de muito baixa de tempo de trabalho. De igual maneira ocorre a redução do investimento em capital, visto que o maior aporte de capital se dá primordialmente no primeiro ano de um ciclo longo de vida.

A diversidade de produção cria situações favoráveis em muitos sentidos. Uma delas é a ampliação de alternativas de mercado em geral e, em especial para produtos orgânicos e, especificamente, para produtos agroflorestais. Outra situação benéfica é a redução dos riscos econômicos pela diversidade de produtos gerados com a atenuação da sazonalidade da produção (Figura 8), onde as vendas são distribuídas ao longo do ano e proporcionam uma conseqüente estabilidade financeira (fluxo de caixa constante).

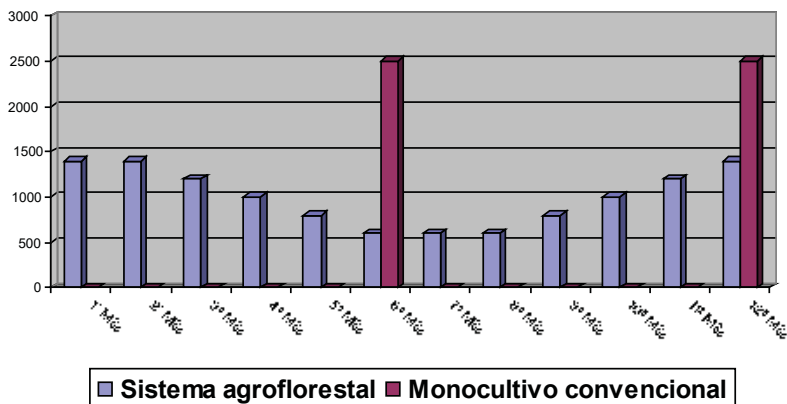


Figura 8. Tendência hipotética do fluxo de produção durante o ano (kg/ha durante os 12 meses do ano)

Fonte: elaboração dos Autores

Os sistemas agroflorestais podem ser planejados de modo que, à diferença dos monocultivos, seja possível obter produção e renda a curto, médio e longo prazo. Especialmente nos arranjos mais abertos, os cultivos agrícolas herbáceos e arbustivos, anuais ou bianuais, têm lugar na estrutura estratificada das agroflorestas ao longo de vários anos, o que permite ainda mais a diversificação da produção e o escalonamento das colheitas.

Outros aspectos menos discutidos, porém de relevância cada vez maior são, por exemplo, o potencial dos sistemas biodiversos para o agroturismo e o ecoturismo, pela emergência de fatores ligados às amenidades e qualidades cênicas da paisagem. Surge hoje também a questão da capacidade dos sistemas agrícolas resilientes às mudanças climáticas, criando oportunidades que os sistemas simplificados e altamente especializados do ponto de vista genético não poderão oferecer, porque sua adaptabilidade e resistência a estresses são exíguas devido a estarem alicerçados em uma base genética excessivamente estreita.

Há ainda que considerar os impactos socioculturais positivos da adoção do enfoque agroflorestal, como a melhoria da autoestima dos agricultores, a conservação das suas tradições, a promoção da solidariedade, a recuperação dos processos de trabalho coletivo, as trocas de produtos, sementes e de conhecimento no seio das comunidades e as condições materiais e imateriais da permanência humana no ambiente rural.

Diferenciais dos sistemas agroflorestais em relação com a segurança alimentar

Jason Clay, citado em NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF NATIONAL ACADEMIES (2012), prenuncia que até 2050, teremos de produzir tanto alimento como o que foi gerado nos últimos 8.000 anos, sendo que hoje “já estamos excedendo a capacidade de carga dos recursos do planeta”. A segurança alimentar da população, sequer garantida atualmente, passará por um desafio ainda mais extremo. Só uma grande mudança de forma de pensar e agir poderá recolocar a questão, tanto em termos de uma ética política de maior equidade social, como em relação à produção agrícola em si.

O conceito de segurança alimentar e nutricional “consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis” (CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL, 2016).

Somente sistemas agrícolas produtivos e duráveis poderão dar base à segurança alimentar. O modelo atual de agricultura, que aponta para o esgotamento dos recursos naturais em médio prazo, precisa passar por uma revisão radical e deverá dar lugar a sistemas ancorados em outro paradigma: resiliência, produtividade, qualidade dos alimentos, em consonância com a manutenção e regeneração do meio ambiente.

Como foi argumentado até o momento, sistemas de produção agropecuária com potencial para atingir estes propósitos deverão ser diversificados, proporcionando o equilíbrio entre demandas econômicas e ecológicas. Logicamente não serão sistemas excessivamente frágeis em termos da composição de espécies alimentícios e nem tão simplificados que, em longo prazo, consumam a base dos recursos naturais. Sistemas agroflorestais têm mostrado, ao largo do País e ao redor do mundo, serem capazes de garantir a produção de alimentos em quantidade e qualidade, superiores aos gerados pelo modelo agrícola atualmente dominante.

Muitas são as facetas envolvidas na relação entre a agrofloresta e a segurança alimentar. Em contraponto aos sistemas simplificados e intensivos de insumos e capital, as agroflorestas apresentam grande variedade de produtos alimentares. Nossos trabalhos têm mostrado que muitos agricultores chegam a cultivar mais de 100 espécies em um hectare, sendo mais da metade delas são produtos alimentares. Isso significa uma grande diversificação da dieta dos próprios agricultores, com isso, a possibilidade de uma nutrição mais equilibrada. Sabe-se que, mesmo os agricultores, são em grande medida dependentes de alimentos industrializados, pois têm se especializado em alguns poucos cultivos para o mercado. Para além da segurança alimentar dos agricultores, a diversidade proporciona alternativas de comercialização mais amplas, sejam, elas o mercado institucional e os programas de governo, seja a entrega aos mercados orgânicos e mesmo convencionais, potencializando a segurança alimentar para a sociedade como um todo. Além disso, o fato de não ser necessário adquirir grande parte dos alimentos no mercado, repercute na economia doméstica e permite a compra de outros produtos necessários à reprodução social das famílias.

Os sistemas biodiversos têm uma grande capacidade de reutilização e reciclagem internas entre seus elementos. O reaproveitamento de subprodutos, utilizados para alimentação de animais domésticos, muitas vezes a maior opção de proteína na dieta familiar, é igualmente um grande diferencial. O redirecionamento do excesso produtivo sazonal e maior oferta de matéria orgânica também favorecem processos de compostagem e vermicompostagem (minhocultura) gerando compostos orgânicos de alto valor nutricional para o próprio sistema e seus cultivos, além de poder ser direcionado para a comercialização do húmus, gerando nova opção de renda para os agricultores.

Aspecto não menos importante é a qualidade dos alimentos provindos de sistemas ecologicamente equilibrados e qualidade dos alimentos de consumo familiar, com reflexos na nutrição. Desde pelo menos duas décadas vêm sendo desenvolvidos estudos que confirmam a melhor qualidade dos alimentos produzidos no enfoque agroecológico, tanto no aspecto nutricional em si, como pelo fato de não conterem contaminantes químicos provenientes dos agrotóxicos e fertilizantes sintéticos. Por estes e outros motivos, a repercussão da produção diversificada na saúde dos consumidores também é evidente.



Figura 9. Agroflorestas produzindo variedade, qualidade e quantidade
Foto: Equipe de Agroecologia da Embrapa Meio Ambiente

Outro fator de equilíbrio nutricional (e também financeiro) é a constância da produção alimentar ao longo do ano. Nos sistemas agroflorestais se observa a oferta contínua de alimento. Cada espécie frutifica em determinada época, não ocorrendo os grandes lapsos improdutivos dos monocultivos.

Percebe-se nas experiências agroflorestais da agricultura familiar um processo interessante de reeducação alimentar, em que as famílias começam a valorizar a diversidade que produzem e a reelaborar a forma de preparar os alimentos, aliado ao resgate de produtos tradicionais que perderam espaço nos ambientes de produção, pelo processo extremo e intensivo de simplificação de produtos advinda da “revolução verde”.

IV. Papel da ciência no desenvolvimento dos SAFs

Agroflorestas são sistemas que têm a capacidade de gerar renda, ao mesmo tempo em que restauram e conservam os recursos naturais. Tais resultados são, no entanto, de difícil consecução, somente podendo ser obtidos com a conjugação de esforços das comunidades e das instituições de pesquisa. Sistemas

ecologicamente complexos e economicamente viáveis requerem conhecimentos mais avançados que os sistemas agrícolas de monocultivo hoje predominantes e, nesse sentido, pressupõem o aprofundamento do conhecimento de seus princípios, do seu desenho e do seu manejo, exigindo uma visão holística do sistema e do uso integrado de diversos “saberes” e especialidades.

As experiências de diversas organizações e agricultores nos últimos anos apontam para a viabilidade econômica e ambiental dos SAFs. Tal afirmação se assenta na simples constatação empírica de que eles “funcionam” e, efetivamente têm possibilitado a permanência e a melhoria da qualidade de vida dos agricultores familiares brasileiros. Contudo, a evolução desse sistema de conhecimentos tem sido fruto de um aprendizado baseado em ensaios, acertos e erros, destituídos em alguns casos de um acompanhamento científico mais apurado.

O aprofundamento do conhecimento sobre formas mais adequadas de projetar e desenvolver sistemas complexos é um dos pilares para suplantarmos a escala de experiências piloto hoje existente, em direção à aplicação socialmente ampla dos sistemas agroflorestais.

O conhecimento das variáveis que integram os sistemas agrícolas complexos deverá evidenciar os mecanismos do funcionamento intrínseco dos mesmos. Em decorrência dessas evidências será possível definir um conjunto de indicadores sociais, econômicos e ecológicos que, avaliados sistematicamente, nos fornecerão importantes elementos para a correção contínua de deficiências e, conseqüentemente, para qualificação dos sistemas produtivos.

Há, então, grande demanda em relação ao avanço do conhecimento em sistemas biodiversos. Pode-se constatar hoje que o conhecimento existente ainda é insuficiente para alavancar e multiplicar a produção agroflorestal. De parte do meio científico, de maneira especial nos campos ecológico e econômico dos sistemas biodiversos, falta um investimento de pesquisa para entender os sistemas mediante uma análise integradora, focada nas relações sistêmicas entre seus elementos constituintes. O desafio apresentado é o de examinar os sistemas e o de estudar os métodos de análise destes, de forma articulada. Isto deve transformar-se em alguma forma de desenvolvimento metodológico: conhecer, analisar, adaptar, complementar, desenvolver segmentos metodológicos de amarração e conectar métodos e técnicas existentes de análise integrada de sistemas biodiversos.

Exemplificando, do ponto de vista mais prático, hoje existe demanda para o melhor entendimento das interações ecológicas entre diferentes espécies vegetais e o ambiente (solo, radiação solar), o papel de cada espécie no sistema e os processos de auto-regulação que promovem, como a redução de doenças, de ataques de insetos e de deficiências minerais. Da mesma forma, é interessante entender os mecanismos de auto-renovação da fertilidade dos solos, pelo “bombeamento” de nutriente das camadas profundas e seu reaproveitamento pela biomassa processada acima do solo, além do estudo das formas de associação, sinergia e complementaridades entre espécies e outros componentes dos sistemas. Níveis de sombreamento e sua relação com curvas de crescimento e produtividade de diversas espécies ainda são quase completamente desconhecidos e merecem

uma vasta investigação. Espécies adaptadas a maior umidade e sombra podem preencher de forma enriquecedora os espaços das agroflorestas.

Em outra frente, ainda há muito que avançar no aprimoramento dos manejos agroflorestais, em especial no que diz respeito a equipamentos e máquinas adequadas aos ambientes diversificados. Agroflorestas podem ser desenhadas para admitir mecanização e outras práticas mais elaboradas, incluindo a ampliação de escala, sem perder seu potencial auto-regulador e sem criar dependência econômica. Estes caminhos indicam as pautas de pesquisa para as instituições, mas ainda é grande a distância delas em relação às demandas efetivas dos agricultores.

Melhores formas de disposição de espécies nos desenhos dos sistemas devem ser estudadas, de modo a aperfeiçoar a distribuição das plantas e promover um processo de sucessão vegetal mais assemelhado à floresta natural. Estudos de escalonamento temporal de espécies para a obtenção de produção e renda em curto, médio e longo prazo ainda precisam ser mais desenvolvidos.

Grandes lacunas de conhecimento são também as relacionadas à avaliação econômica dos sistemas biodiversos. Poucos estudos, com perspectivas e escalas diferentes ainda compõem o cenário atual. O conhecimento econômico dos SAFs não é somente importante para o controle financeiro dos agricultores, mas igualmente para que possam comprovar a eficácia desses sistemas através da formulação de índices, indicadores, parâmetros e padrões, os quais possam subsidiar políticas públicas com enfoque agroflorestal. Agrega-se a isto a ainda insipiente avaliação dos serviços ecossistêmicos das agroflorestas, onde há uma série de demandas de pesquisa por desenvolver.

No que diz respeito especificamente à correlação entre os sistemas agroflorestais e a segurança alimentar, há inúmeras vias a explorar: pesquisas sobre as diferenças nutricionais entre produtos convencionais e agroflorestais, avaliação da potencialidade da agrobiodiversidade alimentar (espécies, produtos in natura e processados), sazonalidade de produção alimentar, valor da produção agroflorestal na reprodução social das famílias, evolução das dietas com a introdução das agroflorestas, relação entre alimentação local diversificada e saúde e, em um plano maior, as repercussões da produção diversificada com a melhoria da nutrição e saúde das populações, entre outras tantas questões.

A expansão dos sistemas biodiversos, no futuro, poderá criar soluções comunitárias e mesmo regionais e territoriais, pelo potencial que têm de transformar a paisagem e constituir fator de redução da fragilidade de ecossistemas-chave para a agricultura e para a sociedade como um todo. Paralelamente, a reaplicação de desenhos de sistemas biodiversos de referência nos territórios também poderá promover uma economia mais ativa, atingindo considerável escala social através de redes de unidades produtivas no espaço rural.

Referências

ALTIERI, M. A.; NICHOLS, C. I. **Diseños agroecológicos para aumentar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas**. Medellín: SOCLA, 2010. 83 p.

- _____. Agroecology scaling up for food sovereignty and resiliency. **Sustainable Agriculture Reviews**, v. 11, p. 1-29, 2012.
- BADGLEY, C. et al. Organic agriculture and the global food supply. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 22, n. 2, p. 86-108, 2007.
- BERNARD, B. Applications of resilience: possibilities and promises. In: GLANTZ, M.; JOHNSON, J. (Ed.). **Resilience and development: positive life adaptations**. New York: Plenum, 1999. p. 269-277.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa [...] e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 102, 28 maio, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20112014/2012/lei/L12651_compilado.htm>. Acesso em 11 set. 2016>. Acesso em: 12 dez. 2016
- CANUTO, J. C.; RAMOS FILHO, L. O.; CAMARGO, R. C. R. de; SILVA, F. F. da; JUNQUEIRA, A. da C.; SILVA, J. P. da; GALVÃO, A. C. Quintais agroflorestais como estratégia de sustentabilidade ecológica e econômica. In: ENCONTRO DA REDE DE ESTUDOS RURAIS, 6., 2014, Campinas. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2014. 14 p.
- CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL. **Conceitos**. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/aceso-a-informacao/institucional/conceitos/conceitos>>. Acesso em: 02 dez. 2016.
- FAO. **El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015: cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos**. Roma: FAO; FIDA; WFP, 2015. 66 p.
- FONINI, R.; LIMA, J. E. de S. Agrofloresta e alimentação: o alimento como mediador da relação sociedade-ambiente. In: STEENBOCK, W.; SILVA, L. da C.; SILVA, R. O. da; RODRIGUES, A. S.; PEREZ-CASSARINO, J.; FONINI, R. (Org.) **Agrofloresta, ecologia e sociedade**. Curitiba: Kairós, 2013. p. 197-231.
- GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2000. 653 p.
- GUNDERSON, L. H. Ecological resilience - in theory and application. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, p. 425-439, 2000.
- HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 1-23, 1973.
- KAPLAN, H. Toward an understanding of resilience: a critical review of definitions and models, In: GLANTZ, M.; JOHNSON, J. (Ed.). **Resilience and development: positive life adaptations**. New York: Plenum, 1999. p. 17-84.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on the Role of Alternative Farming Methods in Modern Production Agriculture. **Alternative Agriculture**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1989. 464 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF NATIONAL ACADEMIES. Committee on Food Security for All as a Sustainability Challenge. **A sustainability challenge: food security for all**. report of two workshops. Washington: National Academies Press, 2012. 264 p.
- ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 612

p.

PRETTY, J.; MORRISON, J. I. L.; HINE, R. E. Reducing food poverty by increasing agricultural sustainability in developing countries. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 95, p. 217-34, 2003.

RAINTREE, J. b. Bioeconomic considerations in the design of agroforestry cropping systems. In: HUXLEY, P. A. (Ed.). **Plant research and agroforestry**. Nairobi: ICRAF, 1983. p. 271-285, IR-11.

RODRIGUES, E. R. et al. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para a recuperação de reserva legal no Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, v. 31, p. 941-948, 2007.

ROSSET, P. A nova revolução verde é um sonho. **Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 1, n. 14, p. 8-9, 2000.

ROSSET, P. M. **Food is different**: why we must get the WTO out of agriculture. New York: Zed Books, 2006. 163 p.

RUTTER, M. Resilience: some conceptual considerations. **Journal of Adolescent Health**, v. 14, n. 8, p. 626-831, 1993.

SOUZA, J. R. de et al. Sustentabilidade de sistemas integrados de agricultores familiares orgânicos em transição agroecológica na região serrana fluminense. In: ENCONTRO NACIONAL DA ECOECO, 7., 2007, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2007. 11 p. Disponível em: <<http://www.ecoeco.org.br/>>. Acesso em: 18 nov. 2008.

VINCENTI, R. D. Conceptos y relaciones entre naturaleza, ambiente, desarrollo sostenido y resiliencia. In: ENCUESTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 12., 2009, Montevideo. **Anales...** Montevideo, [s.n.], 2009. 19 p.

VIEIRA, C. Índice de equivalência de área. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n.118, p. 12-13, 1984.

WEZEL, A., BELLON, S., DORÉ, T., FRANCIS, C., VALLOD, D. e DAVID, C. Agroecology as a science, a movement and a practice: a review. **Agronomy for Sustainable Development**, v.29, n. 4, p. 1-13, 2009.

Referência consultada

CANUTO, J. C. Investigación en agroecología: instituciones, métodos y escenarios futuros. In: MORALES HERNÁNDEZ, J. (Coord.). **La Agroecologia en la construcción de alternativas hacia la sustentabilidad rural**. México: Siglo XXI: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, 2011. p. 143-162.

COMMITTEE ON WORLD FOOD SECURITY. **Do you get han-gry?** Disponível em: <<http://www.fao.org/cfs/cfs-home/blog/blog-articles/article/en/c/448999/>>. Acesso em: 17 dez. 2016.