

Diferenças de produtividade entre sistemas convencionais e agroflorestais de culturas alimentares: uma revisão integrativa de literatura

Fernanda Dos Santos¹
Rozane Marcia Triches²

Resumo: A segurança alimentar está intimamente ligada aos meios de produção e à sustentabilidade do sistema dos recursos naturais. É reconhecida a necessidade de mudanças nos sistemas alimentares a fim de se ter maior produtividade com sustentabilidade e resiliência. Este trabalho teve por objetivo realizar uma revisão integrativa de literatura buscando verificar as diferenças entre os sistemas de produção convencional (monocultura) e o agroflorestal, principalmente no que diz respeito à produtividade de ambos, mas também a outros fatores que perpassam o assunto. Foram realizadas buscas nas bases de dados Periódicos Capes e Scopus e incluídos trabalhos que buscassem identificar o rendimento dos sistemas de monocultura e agroflorestal de culturas alimentares no sentido de comparação entre elas, com metodologia experimental ou de modelagem. Dos 21 artigos selecionados 15 (71%) deles mostram maior rendimento em modalidades agroflorestais, 5 (23%) apresentam maior rendimento em regime de produção monocultora e apenas 1 (4%) não encontrou diferenças entre as duas formas de produção. Cerca de 90% dos estudos foram publicados após o ano de 2010, o que mostra um crescente interesse no tema nas últimas décadas.

Palavras-chave: Segurança Alimentar e Nutricional, Monocultura, Agrofloresta, Produtividade, Sustentabilidade.

Differences in productivity between conventional and agroforestry food crops systems: an integrative literature review

Abstract: Food security is closely linked to the means of production and the sustainability of the natural resource system. The need for changes in food systems is recognized in order to have greater productivity with sustainability and resilience. This work aimed to carry out an integrative literature review seeking to verify the differences between conventional production systems (monoculture) and agroforestry, mainly with regard to the productivity of both, but also to other factors that pervade the subject. Searches were carried out in the Periódicos Capes and Scopus databases and studies were included that sought to identify the yield of monoculture and agroforestry systems of food crops in the sense of comparing them, with experimental or modeling methodology. Of the 21 selected articles, 15 (71%) of them show higher yield in agroforestry modalities, 5 (23%) show higher yield in monoculture production regime and only 1 (4%) did not find differences between the two forms of production. About 90% of the studies were published after the year 2010, which shows a growing interest in the topic in recent decades.

Keywords: Food and Nutrition Security, Monoculture, Agroforestry, Productivity, Sustainability.

¹ Graduada em Nutrição pela Universidade Federal Fronteira Sul. Email: fernanda.santos0996@gmail.com

² Profa. Dra. do curso de graduação em Nutrição e do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4460-4821> Email: rozane.triches@gmail.com

Diferencias en la productividad entre los sistemas de cultivos alimentarios convencionales y agroforestales: una revisión integrativa de literatura

Resumen: La seguridad alimentaria está estrechamente relacionada con los medios de producción y la sostenibilidad del sistema de recursos naturales. Se reconoce la necesidad de cambios en los sistemas alimentarios para tener una mayor productividad con sostenibilidad y resiliencia. Este trabajo tuvo como objetivo realizar una revisión integrativa de la literatura buscando verificar las diferencias entre los sistemas de producción convencionales (monocultivo) y los agroforestales, principalmente en lo que se refiere a la productividad de ambos, pero también a otros factores que impregnan el tema. Se realizaron búsquedas en las bases de datos de Periódicos Capes y Scopus y se incluyeron estudios que buscaron identificar el rendimiento de monocultivos y sistemas agroforestales de cultivos alimentarios en el sentido de compararlos, con metodología experimental o de modelación. De los 21 artículos seleccionados, 15 (71%) de ellos muestran mayor rendimiento en las modalidades agroforestales, 5 (23%) muestran mayor rendimiento en régimen de producción de monocultivo y solo 1 (4%) no encontró diferencias entre las dos formas de producción. Cerca del 90% de los estudios fueron publicados después del año 2010, lo que demuestra un creciente interés por el tema en las últimas décadas.

Palabras clave: Seguridad Alimentaria y Nutricional, Monocultivo, Agroforestería, Productividad, Sostenibilidad.

Introdução

Certamente a pandemia de COVID-19 foi um alerta para a humanidade repensar a forma com a qual os humanos se relacionam com a natureza, o modo de desenvolvimento capitalista e de consumo excessivo. Também fez refletir sobre como a saúde humana, a animal e a ecológica estão profundamente associadas e expôs a fragilidade e vulnerabilidade sócio-ecológica mundial. Não é novidade nas últimas décadas que muitos agroecologistas têm acusado a agricultura industrial baseada em monocultivos pelos impactos negativos na saúde humana e dos ecossistemas (ALTIERI; NICHOLLS, 2020).

Neste sentido, estes impactos negativos refletem na segurança alimentar e nutricional da população. Por seu turno, segurança alimentar e nutricional refere-se ao direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos com qualidade e em quantidades suficientes, sem que haja o comprometimento de acesso a outras necessidades essenciais. Ela ainda tem como base práticas alimentares promotoras de saúde, com respeito à diversidade cultural e que sejam sustentáveis no ponto de vista social, econômico e ambiental (CONSEA, 2004).

De acordo com o último relatório da FAO (2021) intitulado “O Estado de Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo”, o número de pessoas que se encontravam em situação de fome para o ano de 2020 foi de aproximadamente 768 milhões, ou seja, quase uma em cada três pessoas no mundo não teve acesso a uma alimentação adequada em 2020. Já o número de pessoas que enfrentam insegurança alimentar moderada ou grave foi de 2,37 bilhões de pessoas. O aumento

mais acentuado de insegurança alimentar moderada ou grave foram na América Latina e no Caribe com cerca de 267 milhões de pessoas. No Brasil, o relatório da Vigisan de 2022 relatou que 33 milhões de pessoas estavam em insegurança alimentar grave (fome) e que 58,7% da população estava com algum grau de insegurança alimentar (VIGISAN, 2022).

A fome e a desnutrição não estão apenas ligadas à falta de alimentos, mas também à falta de uma alimentação saudável, que do mesmo modo resulta em sobrepeso, obesidade e doenças correlatas. Milhões de pessoas não têm poder aquisitivo para apropriar-se de uma alimentação saudável, pois elas são caras e inacessíveis. Para a FAO é fundamental que haja uma transformação dos sistemas alimentares para garantir não somente o acesso ao alimento nutritivo, mas que este seja social e ambientalmente sustentável (FAO, 2020).

Além disso, a expectativa para o ano de 2050 é de que se tenha uma população de mais de 9 bilhões de pessoas e para tanto é necessário aumentar a produção de alimentos em 70% do que se tem hoje (FAO, 2017). Sem dúvidas há necessidade de aumentar a produtividade na produção de alimentos (BUAINAIN; GARCIA; VIEIRA, 2016), todavia a quantidade de terra utilizada hoje para a agricultura equivale a 50% da área habitável do planeta (FAO, 2020). Dessa forma, o desafio é aumentar a produtividade sem que haja expansão de novas terras para a produção desses alimentos (BUAINAIN; GARCIA; VIEIRA, 2016).

Inicialmente, nas décadas de 1970 e 1980, logo quando a Revolução Verde surgiu, não tinha-se a preocupação de conservação e cuidado com os recursos naturais no modelo de agronegócio que nascia. Este modelo era calcado nos princípios da intensa mecanização rural, da utilização de produtos químicos e engenharia genética. De fato, houve aumento da produtividade e progresso agropecuário, contudo, houve também impactos negativos no meio ambiente, como a perda da biodiversidade, erosão, contaminação de solo, água e ar e uso intenso de produtos químicos de origem não renovável (EMBRAPA, 2014).

Portanto, é necessário tornar a produção de alimentos mais sustentável e que ao mesmo tempo, tenha um bom nível de produtividade, preços agrícolas aceitáveis para o consumidor e para o agricultor e que trabalhe com a biodiversidade do sistema. Para tanto, o modo de produção agroflorestal se coloca como potencial alternativa ao modelo convencional de produção de alimentos (ROMEIRO, 2014).

O sistema agroflorestal integra o plantio de árvores juntamente com os cultivos agrícolas e/ou animais, ocorrendo simultaneamente ou, sequencialmente, e tem por objetivo aumentar a produtividade por unidade de terra (NAIR, 1989 apud EMBRAPA, 2015). Os Sistemas agroflorestais de produção são regidos pelos princípios da agroecologia (NODARI; GUERRA,

2015) com potencial de regeneração de terras degradadas, mitigação climática, geração de emprego e promoção de segurança alimentar e nutricional (DAGAR, 2017).

Dado este contexto, observa-se que os atuais modos de produção de alimentos não estão em conformidade com as necessidades da população mundial, tanto em relação à fome, à alimentação adequada e saudável, quanto à questão ambiental. O grande desafio atual é que os modelos de produção de alimentos conjuguem produtividade e sustentabilidade, em função da necessidade de abastecer uma população em crescimento dentro dos limites planetários e das mudanças climáticas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão integrativa de literatura que buscasse identificar quais as diferenças entre os sistemas de produção convencionais (monocultura) em relação ao sistema agroflorestal, principalmente no que diz respeito à produtividade de ambos, mas também a outros fatores intervenientes.

Materiais e métodos

Trata-se de uma revisão de literatura integrativa, realizada nas bases de dados Periódicos Capes e Scopus. Os unitermos utilizados foram: “*monoculture AND agroforestry AND yield*” e “*monocultura AND agrofloresta AND produtividade*”. Quanto aos filtros utilizados nas bases estão os de linguagem que foram os artigos em português, espanhol e inglês, sendo eles no formato de artigo científico e no estágio final de publicação. Para o periódico capes também foi utilizado o tópico de “*agricultural production*” para maior refinamento da busca. Quanto à base Scopus, foram empregadas as palavras chaves: *Agroforestry, monoculture, crop yield*.

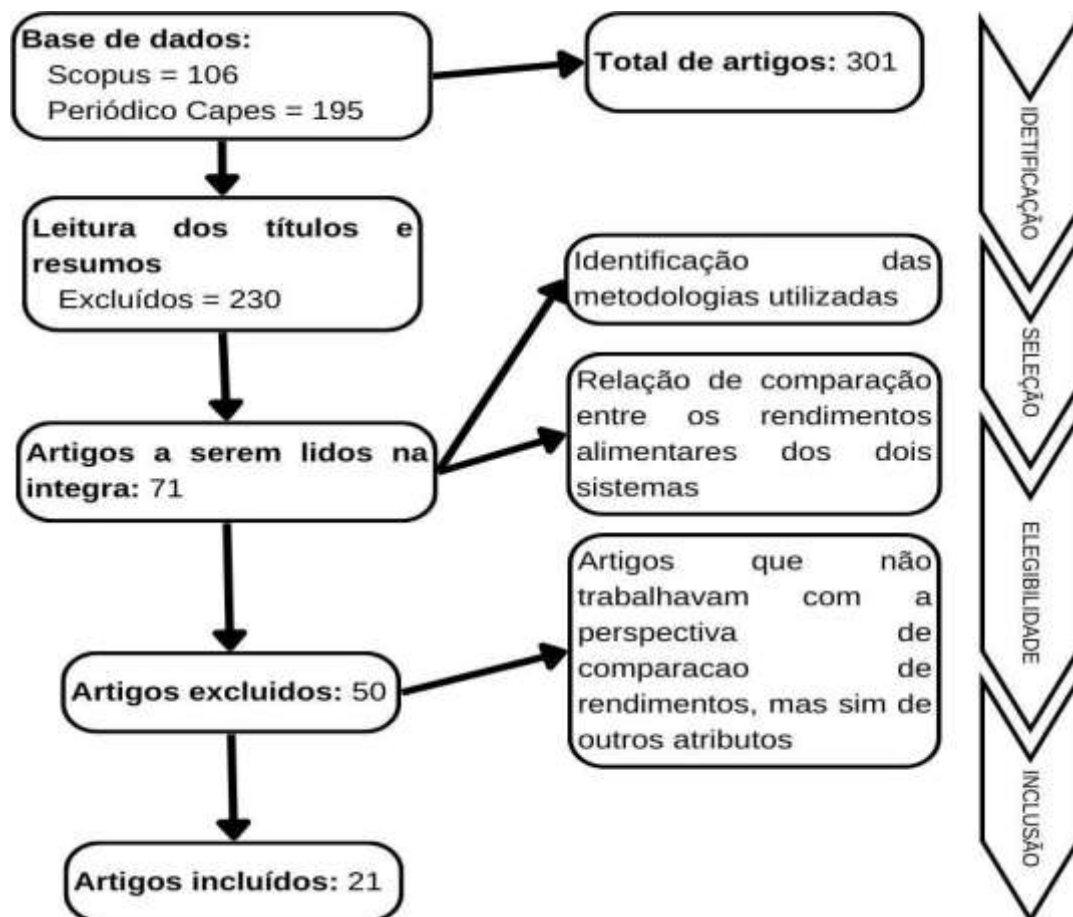
Os critérios de inclusão dos artigos foram trabalhos que buscassem identificar o rendimento dos sistemas convencionais e agroflorestais em sentido de comparação entre eles. Foram coletados estudos em inglês, português e espanhol, sem restrição temporal de busca. Só foram incluídos artigos publicados em revista e os que possuíam metodologia experimental e de modelagem. Os critérios de exclusão foram artigos que não incluíam os unitermos no título e resumo, não tratavam do assunto e pergunta norteadora, não eram sobre produtos alimentares e os repetidos.

Para melhor compreensão e junção dos dados e posterior análise, foram dispostas as informações dos artigos incluídos no formato de tabela, na qual as informações colhidas foram título, autores, ano de publicação, metodologia, objetivos, resultados de rendimentos e principais desfechos.

A primeira triagem foi baseada na leitura dos títulos e resumos, buscando os unitermos e se havia teor de comparação entre as duas culturas em relação aos rendimentos. A segunda triagem foi a leitura integral dos artigos, a fim de identificar os objetivos e metodologia, observando se continham informações sobre os rendimentos das culturas e sob quais variáveis. A terceira triagem foi analisar se os artigos procuravam comparar os rendimentos dos sistemas em relação à produção alimentar. Trabalhos repetidos e que não trabalhassem com a perspectiva da temática foram excluídos da análise. A figura 1 apresenta o fluxograma deste processo.

Foram encontrados nas buscas 301 artigos, destes, foram excluídos 279, restando apenas 21 para a análise dos resultados. O período de busca foi de julho de 2021 a janeiro de 2022.

Figura 1: Fluxograma do Protocolo de revisão de literatura.



Fonte: As autoras.

Resultados

Dos 21 artigos selecionados, 15 (71,4%) deles mostram um maior rendimento em modalidades agroflorestais, 5 (23,8%) deles apresentam maior rendimento em regime de produção monocultora e apenas 1 (4,7%) artigo não encontrou diferença significativa de produtividade entre as duas formas de produção. A grande maioria dos artigos, cerca de 90%, foi publicada depois de 2010, o que representa um maior interesse neste assunto nos últimos anos. Foram identificadas nos artigos selecionados duas formas de análise comparativa. A primeira delas é feita com o valor total de produção agroflorestal *versus* o total da produção monocultora, esta análise foi identificada em 12 dos artigos. A outra análise apresentada nos 9 artigos restantes foi feita pela comparação com o total de apenas uma cultura como foco, com o respectivo total desta mesma cultura no regime monocultor.

Em relação ao tipo de produtos investigados e sua frequência, identificou-se as seguintes culturas: trigo (7), cacau (6), milho (4), soja (4), café (3), cevada (1), amêndoas (1), damasco (1), jaca (1), mamão (1), berinjela (1), ginkgo (1), fava (1), jujuba (1), grão de bico (1), nabo (1) e ervilha (1). No que diz respeito aos países dos respectivos estudos, a China foi o que mais apresentou artigos com a proposta estudada aqui, com o total de 5 estudos, seguido da Bolívia, Indonésia e Dinamarca com 2 artigos cada um. O Brasil, Costa Rica, Canadá, Holanda, Grécia, Irã, Etiópia, Alemanha e Bangladesh também apresentaram artigos. No que tange à metodologia utilizada foram 18 estudos experimentais e 3 estudos de modelagem (simulação de modelo). No Quadro 1 são apresentados os artigos encontrados com seus respectivos autores, ano, objetivos, metodologia e seus principais resultados e desfechos.

Quadro 1: Relação de artigos encontrados e principais resultados e desfechos.

Autores/ano	Objetivos e Metodologia	Resultados e Desfechos
Figyantika, A. <i>et al.</i> , 2020. Indonésia	Explorar a dinâmica das interações árvore-cultura em um sistema agroflorestal com <i>A. Auriculiforme</i> , milho e soja em Gunungkidul; quantificar o crescimento das árvores, a produtividade da cultura, a umidade do solo e o potencial hídrico da folha. Experimental.	A produtividade de grãos da soja não foi afetada pelo tratamento em nenhuma das três safras, mas as safras de milho e de grãos foram significativamente menores no sistema agroflorestal do que na monocultura na terceira safra.

<p>Abbasi Surki, A. <i>et al.</i>, 2020.</p> <p>Irã</p>	<p>(1) avaliar a relação competitiva interespecífica entre as árvores e as culturas; (2) avaliar a resposta do rendimento e seus componentes das safras em relação aos fatores competitivos em diferentes distâncias da árvore; e (3) oferecer soluções possíveis para minimizar competições entre espécies e maximizar a utilização de recursos. Experimental.</p>	<p>Os maiores rendimentos de grãos para trigo e cevada foram obtidos por sistemas consorciados na distância de 2,5 m das árvores, que foram 35% e 39% maiores que suas respectivas monoculturas. Em geral, as quantidades de nutrientes residuais do solo foram maiores para o sistema agroflorestal.</p>
<p>Qiao, X. <i>et al.</i>, 2019.</p> <p>China</p>	<p>Determinar se os damascos tinham efeitos significativos no crescimento e na produção do trigo por meio do sombreamento e se os damascos afetavam a qualidade do trigo consorciado. Experimental.</p>	<p>O teor de proteína e o teor de glúten úmido do trigo consorciado foram significativamente aumentados em comparação com o trigo da monocultura. O rendimento de grãos e seus componentes, incluindo número de espiga, grãos por espiga e peso de mil grãos de trigo consorciado, foram significativamente reduzidos em comparação com as configurações de monocultura em ambos os anos.</p>
<p>Gidey, T. <i>et al.</i>, 2020.</p> <p>Etiópia</p>	<p>Avaliar a produção de café sob: (1) monocultura de café e (2) café cultivado usando sistema agroflorestal, sob: (a) clima atual e (b) dois cenários futuros diferentes de mudanças climáticas. Modelagem.</p>	<p>A produção de café em sistemas agroflorestais tem maior nível de resiliência diante das mudanças climáticas futuras e reforça a ideia de usar esse tipo de gestão em um futuro próximo para reduzir impactos negativos das mudanças climáticas na produção cafeeira.</p>
<p>Pérez-Neira, D. <i>et al.</i>, 2020.</p> <p>Bolívia</p>	<p>Comparar o uso de energia e a eficiência energética de quatro diferentes sistemas de produção de cacau, em particular dois sistemas agroflorestais e duas monoculturas a pleno sol sob manejo orgânico e convencional. Experimental.</p>	<p>A produção total dos sistemas agroflorestais foi três vezes maior que a das monoculturas, um dado chocante quando comparado aos resultados obtidos quando se considerou apenas o cacau.</p>
<p>Niether, W. <i>et al.</i>, 2019.</p> <p>Alemanha</p>	<p>O objetivo deste trabalho é estudar as raízes do cacau e o sistema radicular total, produção e sua relação com o cacau e a produção do sistema, ou seja, o rendimento de todas as culturas e biomassa total em pé. Experimental.</p>	<p>O rendimento do cacau foi menor nos sistemas agroflorestais, mas as safras adicionais geraram um rendimento do sistema e biomassa acima do solo mais altos do que as monoculturas convencionais de cacau, implicando na exploração efetiva dos recursos.</p>
<p>Xu, Y. , <i>et al.</i> 2019.</p> <p>Dinamarca</p>	<p>O objetivo do estudo foi avaliar a produtividade e os retornos econômicos de um sistema combinado de alimentação e energia (CFE) em comparação com a produção de trigo de inverno e de cultura lenhosa de única rotação curta (SRWC). Modelagem.</p>	<p>Sistemas agroflorestais como os sistemas CFE são mais produtivos e economicamente viáveis em comparação com a monocultura.</p>

<p>Miah, <i>et al.</i>, 2017. Bangladesh</p>	<p>Incrementar pomares de monocultura de jaca, transformando-os em um sistema agroflorestal de vários andares. Experimental.</p>	<p>A produção total por unidade de área (combinando os rendimentos de jaca, mamão e berinjela) no sistema agroflorestal de vários andares era notavelmente maior do que no sistema de monocultura para a mesma área devido ao uso intensivo da terra.</p>
<p>Armengot, L. <i>et al.</i>, 2016. Bolívia</p>	<p>Comparamos a produtividade e o retorno do trabalho, ou seja, o retorno por dia de trabalho, de quatro diferentes sistemas de produção de cacau: agrossilvicultura e monoculturas sob manejo orgânico e convencional. Experimental.</p>	<p>Os resultados mostram que a produtividade do cacau foi, em média, 41% maior nas monoculturas, mas as receitas oriundas das lavouras agroflorestais compensam economicamente essa diferença. Na verdade, o retorno sobre o trabalho ao longo dos anos foi quase duas vezes maior nos sistemas agroflorestais em comparação com as monoculturas.</p>
<p>Nasielski, J. <i>et al.</i>, 2015. Canadá</p>	<p>O objetivo deste estudo foi examinar o efeito de um déficit hídrico na estação completa no campo na fixação de N₂, nodulação e produtividade da soja na zona competitiva de cultivo arbóreo de um sistema agroflorestal. Experimental.</p>	<p>A produtividade da soja na zona de cultivo de árvores foi menor em comparação com a monocultura. No entanto, a produtividade da soja ficou estável na agrossilvicultura e apenas na monocultura a redução das chuvas induziu um declínio significativo na produtividade da soja.</p>
<p>Jacobi, J. <i>et al.</i>, 2013. Bolívia</p>	<p>(1) avaliar como os produtores de cacau percebem as mudanças climáticas e construir um conjunto de indicadores de resiliência do agroecossistema com base em uma abordagem transdisciplinar; (2) determinar a resiliência - principalmente do agroecossistema sob os diferentes sistemas de cultivo de cacau; e (3) explorar até que ponto as capacidades de auto-organização e aprendizagem aumentam a resiliência do agroecossistema no cultivo do cacau. Experimental.</p>	<p>A resiliência do agroecossistema foi maior sob os dois sistemas agroflorestais do que sob a monocultura de prática comum, especialmente sob a agrossilvicultura sucessional. Ambos os sistemas agroflorestais alcançaram maiores rendimentos de cacau do que a monocultura de prática comum devido ao conhecimento aprimorado dos agricultores agroflorestais sobre o cultivo do cacau.</p>
<p>Cao, F.-L. <i>et al.</i>, 2010. China</p>	<p>(1) estimar o efeito de Ginkgo / misturas de culturas na biomassa de Ginkgo, trigo e fava e sua biomassa combinada; (2), avaliar as habilidades competitivas relativas de diferentes espécies de cultivo nas misturas de Ginkgo / cultivo; (3), detectar se as misturas de Ginkgo / safra são mais produtivas do que as monoculturas; e (4), pesquisar as combinações Ginkgo com culturas mais produtivas. Experimental.</p>	<p>Os dois consórcios superaram em produtividade as respectivas monoculturas.</p>
<p>Siles, P. <i>et al.</i>, 2009. Costa Rica</p>	<p>O objetivo deste estudo foi investigar, nas condições ideais de cultivo do café no Vale Central da Costa Rica, o impacto da <i>Inga densiflora</i>, árvore de sombra muito comum na América Central, sobre o</p>	<p>A produção de café foi bastante semelhante em ambos os sistemas durante o estabelecimento das árvores de sombra, no entanto, foi observada uma diminuição do</p>

	microclima, a produtividade e o desenvolvimento vegetativo do café sombreado em comparação com a monocultura de café (MC). Experimental.	rendimento de 30% no AFS em comparação com o MC.
Campanha M.M.a, <i>et al.</i> , 2004. Brasil	O objetivo desta pesquisa foi comparar o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, o estado nutricional e a produtividade do cafeeiro cultivado em um sistema agroflorestal e em monocultura. Experimental.	A produção de grãos de café foi menor no sistema agroflorestal em comparação com a monocultura do café.
Xiaodong Gao <i>et al.</i> , 2018. China	(1) investigar os impactos do consórcio sobre o uso da água por jujubas e as diferenças entre as culturas anuais e perenes; (2) examinar as variações sazonais nas interações interespecíficas da água sob várias situações de umidade do solo; e (3) investigar a resposta das interações interespecíficas da água à seca extrema do mundo real. Experimental.	A produção de jujuba em sistemas agroflorestais era claramente mais alta do que na monocultura. Concluiu-se que a agrossilvicultura aumentou a resiliência das plantações de jujuba no semiárido à extrema seca meteorológica do mundo real, aumentando a facilitação interespecífica.
Wang, Zhi- Gange <i>et al.</i> , 2014. China	O objetivo foi testar a hipótese de que o consórcio pode manter a fertilidade do solo aumentando os insumos de biomassa abaixo do solo derivados da superprodução de biomassa acima do solo, bem como a biodiversidade abaixo do solo resultante da diversidade de culturas acima do solo. Experimental.	Tanto os rendimentos de grãos quanto a aquisição de nutrientes foram significativamente maiores em todos os quatro sistemas de cultivo consorciado do que o monocultivo correspondente ao longo de dois anos.
Xu, Ying, <i>et al.</i> , 2019. Dinamarca	Avaliar a produtividade agrônômica e o retorno econômico dos sistemas CFE em comparação com o trigo de inverno solteiro e o SRWC solteiro. Modelagem.	Sistemas agroflorestais como CFE são mais produtivos, economicamente viáveis e resilientes em comparação com a monocultura.
Rajab, <i>et al.</i> , 2016. Indonésia	O objetivo do presente estudo foi comparar sistemas de cultivo de cacau de zero a alta intensidade de sombra em relação à biomassa, estoques de carbono e produtividade. Experimental.	Sem diferença significativa de produtividade.
Zhang, Xiangqian <i>et al.</i> , 2014. China	Pesquisar a diferença nas características fisiológicas do milho, acúmulo de N e produtividade entre a monocultura e o consórcio sob diferentes níveis de fertilização com N. Experimental.	O consórcio e a fertilização com N tiveram maiores rendimentos.
Zhu, J <i>et al.</i> , 2016. Holanda	Avaliar a produtividade do consórcio trigo-milho em comparação com trigo e milho solteiro, e as diferenças associadas na parte aérea do trigo e nas características das folhas. Experimental.	O consórcio de trigo-milho foi mais produtivo do que o de milho solteiro.
Pankou, Chrysanthi <i>et al.</i> , 2021.	Determinar (1) o efeito da disponibilidade de água nos sistemas consorciados em condições de sequeiro, (2) como os diferentes cultivares	Houve vantagem de produtividade da maioria dos consórcios sobre os

Grécia	respondem aos sistemas consorciados e à diferença na disponibilidade de água, e (3) avaliar o impacto do sistema consorciado nas espécies componentes sob diferentes níveis de água. Experimental.	monocultivos, o que indica a eficiência do consórcio no uso dos recursos ambientais.
--------	--	--

Fonte: As autoras.

Análise e discussão

Da literatura encontrada, verifica-se que 71% dos estudos apontam um maior rendimento de produção alimentar no sistema agroflorestal. Dentre os motivos citados que contribuem para tal resultado estão a qualidade do solo com maiores quantidades de carbono orgânico, fósforo, potássio e nitrogênio total, do que em sistemas monocultores. Com o acúmulo maior de carbono e nutrientes no solo é aumentada a fertilidade do solo, reduzindo a necessidade de aplicações de fertilizantes (ABBASI *et al*, 2020). Perez-Neira *et al*. (2020) evidenciam que o manejo orgânico e agroflorestal diminui a dependência de energia não renovável, o que diz respeito a defensivos agrícolas e também combustíveis baseados em energia não renovável (petróleo).

Também se atribui este maior rendimento à existência de um microclima nas áreas agroflorestais com maior umidade de solo, menor temperatura, menor evaporação de água e plantas dentro do sistema (MIAH *et al*, 2017) com maior biodiversidade, o que aumenta o sucesso de polinização, controle biológico de pragas e ervas daninhas (RAJAB *et al.*, 2016).

Estes resultados positivos de rendimento produtivo em sistemas agroflorestais evidenciam que é possível ter produtividade alimentar de acordo com a demanda, juntamente com a preservação da natureza e seus recursos. Além da produtividade são citados outros benefícios do sistema agroflorestal como o maior nível de resiliência quanto às mudanças climáticas como colocam Gidey *et al* (2020), Jacobi *et al* (2013), Xiaodong *et al* (2018) e Pankou *et al* (2021). O conceito de resiliência aplicado a sistemas de produção em relação às mudanças climáticas, significa reduzir a sensibilidade de um sistema a fatores de estresse e distúrbios e com isso manter a produtividade (JACOBI *et al*, 2013).

Em um estudo utilizando o método de modelagem que buscou projetar a produção de café ao longo de 40 anos com base nos dados climáticos como temperatura e precipitação nos diferentes sistemas de produção (monocultura e agroflorestal), e com os cenários mundiais futuros esperados de aumento da temperatura e déficit hídrico, os resultados obtidos foram maior produtividade de café nas agroflorestas do que na monocultura. Isto se deu, segundo o estudo, porque os sistemas

agroflorestais se mostram menos vulneráveis a essas mudanças climáticas, devido à presença das árvores no cultivo, o que reduz a evaporação do solo e das plantas, criando um microclima dentro do sistema, reduzindo a temperatura total da agrofloresta (GIDEY, 2020).

No entanto, em relação à produção de café, apenas um dos estudos apontou maior produtividade na agrofloresta, incluindo que a produção cafeeira nesta modalidade tem maior nível de resiliência diante as mudanças climáticas (GIDEY *et al*, 2020). Os outros mostram maior produtividade de café em monoculturas, porém a comparação foi feita com apenas a cultura de café, não sendo consideradas as outras culturas cultivadas (CAMPANHA *et al*, 2004). Também foi evidenciado em um deles que a produção foi menor devido à falta de poda adequada no sistema agroflorestal (SILES *et al*, 2010). Em um trabalho de Lunz *et al*. (2005), analisando a qualidade do café sob produção agroflorestal e monocultura, foi identificado que o café produzido na agrofloresta teve um aumento no tamanho, uniformidade na maturação dos frutos, bem como a melhoria da qualidade da bebida.

Já em relação à soja, um experimento realizado no Canadá investigou seu rendimento em regimes de déficit hídrico. Como resultados, não houveram diferenças no regime de produção agroflorestal, somente no sistema de monocultivo. Identificou-se que o rendimento da soja continuou estável mesmo sob estresse hídrico, como consequência da capacidade de retenção de água em solos agroflorestais (NASIELSKI, J. *et al.*, 2015; PANKOU, CHRYSANTHI *et al.*, 2021). Nesse mesmo sentido, também foi confirmado em um experimento em local de semiárido com seca real extrema, que a agrofloresta obteve maior rendimento em comparação ao sistema monocultor, o que expôs maior resiliência do sistema agroflorestal (XIAODONG GAO *et al.*, 2018.).

Ainda sobre resiliência do sistema agroflorestal, faz-se referência à existência de organizações locais que facilitam a certificação orgânica e apóiam a diversificação agroecológica e ao fazê-lo, ajudam a aumentar a resiliência do agroecossistema aos impactos das mudanças climáticas. Eles aprimoram ainda mais o aprendizado e a capacidade de adaptação dos agricultores, organizando cursos e plataformas de troca de conhecimento, o que possibilita maior adaptação agroecológica (JACOBI *et al*, 2013).

Dos sete artigos que trabalharam com o trigo, seis deles indicavam o modo de produção agroflorestal mais produtivo (ABBASI, 2020; XU Y, 2019; CAO, 2010; YING, 2019; ZHU, 2016; PANKOU, 2021). Qiao (2019) coloca que apesar dos resultados de produtividade terem apresentado maior rendimento na monocultura, o trigo da agrofloresta continha maior teor de proteína e glúten úmido no grão.

Verificou-se nos estudos referentes ao cacau que três deles indicaram maior produtividade na monocultura, porém, a análise de comparação realizada desconsidera as outras culturas trabalhadas juntamente com o cacau. Se fosse considerada a produtividade total do sistema, a agrofloresta é mais produtiva e mais rentável economicamente em comparação com a monocultura (PEREZ *et al*, 2020; NIETHER *et al*, 2019; ARMENGOT *et al*, 2020). Ainda, Armengot *et al*. (2020) salientam que o retorno financeiro sob o trabalho no regime da agrofloresta chega a ser duas vezes maior.

Dos artigos que trabalham o cultivo de milho, três deles mostram resultados positivos de produtividade no cultivo agroflorestal, além do sistema ser indicado como eficiente para a agricultura sustentável (WANG *et al*, 2014; ZHANG *et al*, 2014; ZHU *et al*, 2016). Os sistemas de produção agroflorestais têm sido propostos como uma alternativa ao sistema monocultor de produção em virtude do seu potencial de redução da perda de biodiversidade, de degradação do solo, melhora no sequestro de carbono e na mitigação das mudanças climáticas (SHIBU, 2009; SOMARRIBA *et al*, 2013; MARCONI e ARMENGOT, 2020).

Em um artigo foram estudadas as cultivares de milho e soja num sistema agroflorestal e também num sistema monocultor convencional. Como resultados encontrados, a monocultura foi mais produtiva considerando o balanço geral, porém a produtividade da soja não foi afetada em nenhuma das safras do sistema agroflorestal, somente a do milho. Isso se deu porque o milho apresentou maior intolerância ao sombreamento. Conforme as árvores foram crescendo a produtividade do milho diminuiu. Os autores salientam que o sistema agroflorestal estudado oferece um máximo de duas culturas de milho e pelo menos três de soja durante um período de três anos da rotação de árvores. Para períodos mais longos é necessário cultivar outras espécies mais tolerantes à sombra ou adotar o desbaste das árvores para maior incidência de luz no sistema (FIGYANTIKA, *et al.*, 2020).

Entre os artigos que mostravam maior rendimento na produção monocultora, está o artigo de Pèrez-Neira *et al*. (2020). Em seu estudo que comparava a produção de cacau em sistema agroflorestal com o de monocultura, este último demonstrou ser mais produtivo. No entanto, a produção agroflorestal total (cacau mais a produção dos outros alimentos) foi três vezes maior que a monocultura. Ainda, é ressaltado que a produção agroflorestal é uma forma de manter a sustentabilidade das plantações de cacau quanto ao uso de energias não renováveis e ao mesmo tempo ela melhora os meios de subsistência dos agricultores e os serviços ecossistêmicos, resultados de uma maior biodiversidade.

Niether *et al*. (2019) também apresentam panorama parecido, onde a produtividade comparada do produto principal entre os dois sistemas apresenta maior produtividade no

monocultivo, porém se levada em consideração toda a produção do sistema agroflorestal, a agrofloresta se torna mais produtiva. Haile, Palmer e Otey (2016) também relatam a mesma perspectiva e ainda apontam que a monocultura exigiria 25-74% a mais de terra para produzir a mesma quantidade de rendimento do sistema agroflorestal. Semelhante ao encontrado por Lehmann *et al* (2020) indicando que os sistemas agroflorestais eram 36-100% mais produtivos em comparação à monocultura. Esse rendimento aumentado depende das diferenças nos tipo de cultivo, arranjo, manejo e clima da região. Existe uma diversidade de sistemas de produção possíveis com diferentes combinações de culturas e árvores e cada arranjo possui uma produtividade diferente na agrofloresta (LEHMANN *et al*, 2020).

Um dos estudos que apontou resultados positivos na produtividade agroflorestal, refere que isso só foi possível devido ao conhecimento aprimorado dos agricultores em relação à produção agroflorestal e sobre a cultura analisada em si (no caso o cacau). Destaca-se que esses conhecimentos foram facilitados através de organizações locais que possibilitavam a certificação orgânica e potencializam a integração dos agricultores a cooperativas (JACOBI *et al*, 2013).

Qualquer sistema de produção agroflorestal é mais complexo em conhecimento e exige maior manejo do que a cultura convencional. Isso se deve a uma gama de variáveis e interações entre a vegetação envolvida. O agricultor deve ter competências em várias áreas da agricultura e conhecer a dinâmica de interação das culturas trabalhadas, tendo planejamento e monitoramento (LEHMANN *et al*, 2020).

Por fim, verificou-se que a grande maioria dos artigos encontrados foram publicados após o ano de 2010, o que evidencia maior interesse sobre a temática especialmente na última década, o que é positivo, visto a realidade atual de crise planetária no que diz respeito a mudanças climáticas, a perda da natureza e da sua biodiversidade, juntamente com a poluição (ONU, 2021). Sendo assim, é de grande interesse o estudo de formas de produção alimentares mais adequadas, que sejam ambientalmente, socialmente e economicamente sustentáveis (RIBEIRO; JAIME; VENTURA, 2017).

No último relatório da FAO (2022), sobre o estado da segurança alimentar e nutricional no mundo é reconhecida a urgência da mudança dos sistemas de produção para sistemas sustentáveis e resilientes frente às mudanças climáticas. Os principais fatores de insegurança alimentar a longo prazo são a destruição da biodiversidade e as mudanças climáticas agravadas ainda mais com a expansão do agronegócio (FLEXOR *et al*, 2022). O objetivo da agricultura sustentável é a manutenção da produtividade no longo prazo com o mínimo possível de impactos ambientais e que tenham retornos econômico/financeiros e socialmente adequados (ALTIERI, 2004).

Conclusões

A partir desses resultados verifica-se que a produtividade dos dois sistemas ainda necessita de mais estudos, mas diante da literatura existente encontram-se evidências que apontam para a superioridade do sistema agroflorestal em relação à monocultura no que tange à produtividade total, além de ser um sistema mais sustentável no médio e longo prazo. Há que se considerar que a segurança alimentar não só depende da produtividade do sistema, mas também está intimamente ligada aos modos de produção da agricultura e a sustentabilidade dele em relação à conservação do meio ambiente e da sua biodiversidade, ao uso de defensivos agrícolas e combustíveis derivados de energia não renovável. Outro ponto chave para a segurança alimentar é a resiliência deste sistema frente às mudanças climáticas, na qual a agrofloresta se mostrou positiva.

Nesse sentido, os desafios de produzir para garantir soberania, segurança alimentar e direito humano à alimentação adequada junto a um sistema alimentar sustentável não são poucos. O primeiro deles é desconstruir os discursos que se proliferam, mesmo dentro da academia, que sistemas alternativos de produção são incapazes de produzir alimentos de qualidade e suficientes para a população mundial. Mais evidências científicas são importantes para que se possa ter mais certezas de quais modelos são superiores em eficiência e produtividade, sem exaurir os recursos naturais e prejudicar o ambiente. Portanto, aumentar o fomento às pesquisas científicas realizadas em instituições públicas e privadas para este fim seria importante para propiciar avanços na direção da massificação de modelos de produção de alimentos sustentáveis como a agrofloresta, retirando-os da sua condição de alternatividade, para que sejam cada vez mais comuns.

Outro desafio é relativo às políticas públicas. Atualmente, a maior parte dos recursos públicos subsidiam a monocultura e pouco tem se feito em direção a outras propostas, pois foi esse o padrão que o governo brasileiro sempre incentivou. Mudança de paradigmas podem ser viabilizados pelo poder do Estado e, diante disso, revisar os rumos da agricultura no país é urgente. Há que se movimentar as engrenagens públicas para que os agricultores sejam mobilizados a rever suas formas de produzir alimentos. Sem isso, pouca coisa mudará, ao contrário, se continuará a explorar a natureza, devastar as florestas e produzir mais insegurança alimentar.

Referências

ABBASI SURKI, Ali, *et al.*. O efeito competitivo de amendoeiras na absorção de luz e nutrientes, taxa de crescimento da cultura e rendimento em sistemas agroflorestais de amêndoas e cereais em regiões semiáridas. **Sistemas Agroflorestais**, Irã, Vol. 94, Edi. 3, pp 1111 – 1221, janeiro de 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00469-2>

ALTIERI, Miguel, A.; NICHOLLS. Clara., Inés. A Agroecologia em tempos de COVID-19. **University of California, Berkeley e Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas (CELIA)**, 2020. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://aba-agroecologia.org.br/wp-content/uploads/2020/04/A-Agroecologia-em-tempos-de-COVID_Portugue%CC%82s.pdf

ARMENGOT, Laura. et al. Sistemas agroflorestais de cacau não aumentam a incidência de pragas e doenças em comparação com monoculturas sob boas práticas de manejo cultural. **Proteção de Culturas**, Bolívia, Vol 130. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.105047>

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, Ed. 4ª. 2004. Disponível em: https://arca.furg.br/images/stories/producao/agroecologia_short_port.pdf

BUAINAIN, Antônio. Márcio, GARCIA, Junior Ruiz; VIEIRA, Pedro Abel. O desafio alimentar no século XXI. **Estudos Sociedade e Agricultura**, vol. 4. p. 497-522. outubro de 2016. Disponível em: <https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/784/458>

CAMPANHA, Mônica Matoso. et al. Growth and yield of coffee plants in agroforestry and monoculture systems in Minas Gerais, Brazil. **Agroforestry Systems**, vol. 63, pp 75-82, december of 2004. Disponível em: DOI 10.1023/B:AGFO.0000049435.22512.2d

CENCI, Daniel Rubens; LORENZO, Cristian. A mudança climática e o impacto na produção de alimentos: Alguns Elementos de Análise da Realidade Brasileira e Argentina. **Revista Direito em Debate**, Edi. Unijuí, pp 32–43, 2020. Disponível em: DOI 10.21527/2176-6622.2020.54.32-43

CONSEA - **Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Princípios e Diretrizes de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional**. Princípios e Diretrizes de uma Política de Segurança Alimentar e Nutricional: Textos de Referência da II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, julho de 2004.

CAO, Fu-liang et al. Relative competitive abilities and productivity in Ginkgo and broad bean and wheat mixtures in southern China. **Agroforestry Systems**, Vol. 79, pp 369 – 380, 2010. Disponível em: DOI 10.1007/s10457-009-9268-0

DAGAR J. C. Potentials for fodder production in degraded lands. Índia: **Studera Press**, pp 333-364, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316155472_Potentials_of_fodder_production_in_degraded_lands

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Sistemas Agroflorestais: A agropecuária sustentável. Autores: MELOTTO, Alex Marcel et al. Brasília, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120048/1/Sistemas-Agroflorestais-livro-em-baixa.pdf>

EMBRAPA - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O mundo rural no Brasil no Brasil do século 21: A formação de um novo padrão agrário e agrícola. Editores Técnicos: BUAINAIN, Antônio Márcio et al, 2014. Brasília, DF.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. The state of food security and nutrition in the world 2021: Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. **FAO**, Rome, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4474en>

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Transforming food systems for food security, improved nutrition and affordable healthy diets for all. Rome, FAO. Roma, **FAO**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4060/cb4474en>

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security. Rome, **FAO**, 2017.

FIGYANTIKA, Arom. et al. Productivity benefits from integrating *Acacia auriculiformis* and agricultural cropping in Java, Indonesia. **Agroforestry Systems**, vol. 94, pp 2109 – 2123, 2020. Disponível em: DOI 10.1007/s10457-020-00534-1.

FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables. Roma, **FAO**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca9699es/CA9699ES.pdf>

FLEXOR, Georges; KATO, Karina; LEITE, Sergio Pereira.. Transformações na agricultura brasileira e os desafios para a segurança alimentar e nutricional no século XXI. Rio de Janeiro: **Fundação Oswaldo Cruz**, 2022. Disponível em: https://saudeamanha.fiocruz.br/wp-content/uploads/2022/03/Flexor-G_Kato-K-Leite-SP_Transforma%C3%A7%C3%B5es-na-agricultura-brasileira-_TD_82_vers%C3%A3o-final.pdf

GIDEY, Tesfay, et al. Usando o modelo yield-SAFE para avaliar os impactos das mudanças climáticas na produtividade do café (*Coffea arabica* L.) em sistemas agroflorestais e monocultivos. Etiópia: **Sistemas Agroflorestais**, vol. 94, ed. 1, pp 57 – 701, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00369-5>

HAILE, Solomon, PALMER, Marsha; OTEY, Alan. Potential of loblolly pine: switchgrass alley cropping for provision of biofuel feedstock. Ashland City: **Agroforestry Systems**, Vol. 90, pp 763 – 7711, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9921-3>

II Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da Covid-19 no Brasil: II VIGISAN – Suplemento I: Insegurança Alimentar nos estados, E-book. Rede PENSSAN, 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/arquivos/2022/10/14/olheestados-diagramacao-v4-r01-1-14-09-2022.pdf>

- JACOBI, Johanna et al. Agroecosystem resilience and farmers' perceptions of climate change impacts on cocoa farms in Alto Beni, Bolivia: **Renewable Agriculture and Food Systems**, vol. 30, pp 170 – 183, 2015. Disponível em: DOI 10.1017/S174217051300029X
- LUNZ, Aurenny Maria Pereira et al. Qualidade do café arábica em sistema Agroflorestal de seringueira (*Hevea brasiliensis* Müell. Arg.) e em monocultivo. Anais. Brasília, D.F. : **Embrapa Café**, 2005. Disponível em: http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/spcb_anais/simposio4/p337.pdf
- LEHMANN, Lisa Molgaard, et al. Produtividade e Avaliação Econômica de Sistemas Agroflorestais para Produção Sustentável de Alimentos e Produtos Não-Alimentícios. **Sustainability: Land Management and Sustainable Agricultural Production**, vol. 12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12135429>
- MARCONI, Luis; ARMENGOT, Laura. Sistemas agroflorestais complexos contra a homogeneização biótica: o caso das plantas do estrato herbáceo dos sistemas de produção de cacau. *Agrícola Ecosistema, Ambiente*, pp 106664, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106664>
- MIAH, Md Giashuddin et al. Transformation of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) orchard into multistory agroforestry increases system productivity. Bangladesh: **Agroforestry Systems**, vol. 92, pp 1687 – 1697, 2018. Disponível em: DOI 10.1007/s10457-017-0118-1
- NASIELSKI, Joshua et al. Agroforestry promotes soybean yield stability and N₂-fixation under water stress. Canadá: **Agronomy for Sustainable Development**, Vol. 35, pp 1541 – 15491, 2015. Disponível em: DOI 10.1007/s13593-015-0330-1
- NIETHER, Wiebke et al. Produção abaixo e acima do solo em monoculturas de cacau e sistemas agroflorestais. Alemanha: **Ciência do Meio Ambiente Total**, Vol. 657, pp 558-567, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.050>
- NODARI, Rubens Onofre; GUERRA, Miguel Pedro. A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. São Paulo: **Ciência, Valores e Alternativas II**, vol. 29, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000100010>
- PANKOU, Chrysanthi; LITHOURGIDIS, Anastasios; DORDAS, Christos. Effect of Irrigation on Intercropping Systems of Wheat (*Triticum aestivum* L.) with Pea (*Pisum sativum* L.). Grécia: **Agronomy**, vol. 11, 2021. Disponível em: DOI 10.3390/agronomy11020283
- PÉREZ-NEIRA, David; SCHNEIDER, Monika; ARMENGOT, Laura. Diversificação de culturas e manejo orgânico aumentam a eficiência energética das plantações de cacau. Bolívia: **Sistemas Agrícolas**, vol. 177, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102711>
- PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.
- QIAO, Xu et al. Apricot-based agroforestry system in Southern Xinjiang Province of China: influence on yield and quality of intercropping wheat. China: **Agroforestry Systems**, vol. 94, pp 477 – 485, 2020. Disponível em: DOI 10.1007/s10457-019-00412-5.

RAJAB, Yasmin Abou et al. Cacao Cultivation under Diverse Shade Tree Cover Allows High Carbon Storage and Sequestration without Yield Losses. Indonésia: **PLOS ONE**, 2016. Disponível em: DOI 10.1371/journal.pone.0149949

RIBEIRO, Helena; JAIME, Patricia Constantes; VENTURA, Deisy. Alimentação e Sustentabilidade. Brasil: **Dilemas ambientais e fronteiras do conhecimento II**, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890016>

SHIBU, Jose. Agrofloresta para serviços ecossistêmicos e benefícios ambientais: uma visão geral. **Sistemas Agroflorestais**, pp 1 – 10, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9229-7>

SILES, Pablo; HARMAND, Jean Michel; VAAST, Philippe. Efeitos da Inga densiflora no microclima do café (*Coffea arabica* L.) e na biomassa total em condições ótimas de cultivo na Costa Rica. **Sistemas Agroflorestais**, vol 78, pp 269 – 286, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10457-009-9241-y>

SOMARRIBA, Eduardo et al. Estoques de carbono e rendimentos de cacau em sistemas agroflorestais da América Central. **Agrícola Ecosistema, Ambiente**, pp 46–57, 2013. [dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.013](https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.013)

WANG, Zhi-Gang. et al. A consorciação aumenta a produtividade e mantém a maioria das propriedades de fertilidade do solo em relação ao cultivo solteiro. China: **PLOS ONE**, 2014. Disponível em: doi: 10.1371/journal.pone.0113984

XIAODONG, Gao et al. Extreme natural drought enhances interspecific facilitation in semiarid agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, vol. 265, pp 444-453, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.001>

XU, Ying et al. Assessment of Productivity and Economic Viability of Combined Food and Energy (CFE) Production System in Denmark. **Energies**, vol. 12, 2019. Disponível em: DOI 10.3390/en12010166

ZHU, Junqi et al. Alta produtividade de trigo consorciado com milho está associada a respostas arquitetônicas da planta. **Annals of Applied Biology**, vol. 168, edi. 3, pp 357 - 372, 2016. Disponível em: <https://doi-org.ez372.periodicos.capes.gov.br/10.1111/aab.12268>

ZHANG, Xiangqian; HUANG, Guoqin; ZHAO, Qiguo. Diferenças nas características fisiológicas do milho, acúmulo de nitrogênio e rendimento sob diferentes padrões de cultivo e níveis de nitrogênio. China: **Revista Chilena de Pesquisa Agrícola**, vol.74, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392014000300011>

Recebido em 07/3/2023 – Aprovado em 01/04/2023