

CAPÍTULO 1

Agricultura sintrópica como estratégia de conservação ambiental e produtividade sustentável

Oseas de Almeida Lima, Esteffany Pereira da Silva, Ana Lídia Chaves Gomes, Willian Moreira da Costa, Maria Angélica Alves da Silva Souza, Maurício Novaes Souza

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-36-7.c1>

Resumo

A agricultura sintrópica representa uma proposta sustentável para enfrentar os desafios da agricultura moderna, ao articular produção, regeneração ambiental e sustentabilidade. Essa abordagem mostra-se especialmente promissora em áreas degradadas, configurando-se como um caminho para a resiliência ecológica e a segurança alimentar. Diferentemente do modelo convencional, destaca-se pela capacidade de regenerar ecossistemas, favorecer a biodiversidade e promover a produção de alimentos sem o uso de agrotóxicos ou fertilizantes químicos. Desenvolvida pelo pesquisador-agricultor Ernst Götsch, a prática fundamenta-se nos princípios naturais da floresta, em que as plantas são organizadas em diferentes estratos e fases de desenvolvimento, aperfeiçoando o aproveitamento dos recursos naturais e promovendo equilíbrio ecológico. Experiências no Brasil evidenciam resultados positivos em produtividade e sustentabilidade, embora sua implantação demande adaptações às condições locais. Além disso, a integração entre agricultura sintrópica e tecnologia, por meio das “Peace-Farming Technologies”, propostas por Götsch, reforça a possibilidade de mecanização sustentável e acessível. Entretanto, o desenvolvimento rural sustentável não depende apenas de técnicas inovadoras e infraestrutura, mas também da valorização dos saberes locais e das condições de vida das comunidades rurais. Nesse equilíbrio entre produção e dignidade, vislumbra-se o futuro da agricultura no campo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Regeneração ambiental. Agroecologia. Segurança alimentar. Tecnologia sustentável. Desenvolvimento rural.

1. Introdução

Ao longo da história, as sociedades alternaram períodos de crescimento e retração, frequentemente resultantes de um problema fundamental: a exploração insustentável dos recursos naturais, que não se regeneram na mesma proporção em que são utilizados. Esse desequilíbrio força a humanidade a confrontar, repetidas vezes, os limites ecológicos. Curiosamente, uma das principais atividades responsáveis pelas mudanças no uso da terra e nas condições climáticas é a agricultura, a qual também desempenhou papel significativo no colapso de diversas civilizações antigas (Montgomery, 2007; Egidio; Souza, 2025).

Entretanto, a agricultura e a preservação do meio ambiente podem e devem coexistir de maneira harmônica. A integração entre as ciências ecológicas e agronômicas oferece diretrizes para a criação de agroecossistemas biodiversos, resilientes, energeticamente eficientes e socialmente justos (Gliessman, 2001; Altieri, 2004). Arranjos como os sistemas agroflorestais (SAFs) e a agricultura sintrópica apresentam-se como alternativas capazes de prevenir a degradação do solo, ao mesmo tempo em que potencializam a produção agrícola (Miccolis *et al.*, 2016).

A dificuldade de preservar os ecossistemas enquanto se reduzem os impactos ambientais e climáticos associados à agricultura exige compreender que as perturbações humanas sobre o meio não são recentes. Desde os primórdios da agricultura, a ação antrópica influencia os ecossistemas globais. Assim, a discussão sobre a sustentabilidade dessa prática deve considerar que o uso da terra afeta a dinâmica ecológica há milênios, estabelecendo uma relação entre o crescimento populacional e a deterioração dos recursos naturais ao longo do tempo (Foster *et al.*, 2003; Montgomery, 2007; Ellis *et al.*, 2013; Steffen *et al.*, 2015; Gonçalves *et al.*, 2019).

Nesse contexto, a agricultura sintrópica desponta como uma proposta inovadora, com papel de destaque na recuperação de ecossistemas degradados e na promoção de uma agricultura mais sustentável. Trata-se de um SAF desenvolvido por Ernst Götsch, cuja força motriz advém da aliança com a sucessão natural — a tendência intrínseca da natureza de regenerar solos estéreis, tornando-os férteis e biodiversos.

A contribuição de Götsch consiste em desvendar e sistematizar os princípios pelos quais a natureza opera, alinhando-se ao conceito de “alfabetização ecológica”, proposto por Fritjof Capra, que se referem ao entendimento dos princípios de organização desenvolvidos pelos ecossistemas para sustentar a vida — um caminho essencial para a sustentabilidade.

Esse modelo de agrofloresta propõe uma estratégia que visa não apenas à recuperação dos ecossistemas, mas também à manutenção da saúde do solo e ao estímulo à biodiversidade. Fundamentada nos princípios da sucessão ecológica, a agricultura sintrópica procura replicar os processos naturais de regeneração, promovendo fertilidade duradoura e reduzindo a dependência de insumos externos (Zacarias; Souza, 2019).

Ao contrário dos sistemas tradicionais, que geralmente se baseia em fertilizantes químicos e pesticidas, a agricultura sintrópica valoriza a interação dinâmica entre espécies vegetais, estabelecendo uma rede de trocas naturais que aumentam a resiliência e a eficiência produtiva, ao mesmo tempo em que minimizam os impactos ambientais negativos.

A agricultura sintrópica inverte essa lógica da competição, ilustrada pelo Princípio de Gause (Princípio da Exclusão Competitiva). Enquanto a agricultura convencional se baseia na eliminação de outras espécies (ervas daninhas, pragas) para favorecer a monocultura, a sintropia promove a coexistência e a cooperação.

Por fim, cabe considerar que o desenvolvimento rural sustentável não se constrói apenas com técnicas modernas e infraestrutura, mas, sobretudo, com a valorização das pessoas, de seus saberes e de suas condições de vida. É no equilíbrio entre a produção e a dignidade que se planta o futuro no campo (Abramovay, 2003).

2. Ernst Götsch e a origem da agricultura sintrópica

O interesse em determinar o quadro teórico que direciona a agricultura sintrópica é relativamente recente. Embora Ernst Götsch tenha dedicado sua vida profissional ao desenvolvimento de teorias e métodos agrícolas, somente em 2013 o termo “agricultura sintrópica” foi oficialmente estabelecido. Até então,

sua contribuição era reconhecida principalmente como agrofloresta, agrofloresta sucessional (Peneiro, 1999) ou agrofloresta sucessional regenerativa análoga (Vaz da Silva, 2002).

Apesar disso, Götsch já utilizava o termo sintropia desde os anos da década de 1990, quando publicou o livreto *Homem e Natureza: cultura na agricultura*. No trecho “A vida e a Sintropia”, ele apresenta alguns dos princípios que norteiam sua prática:

“Os princípios em que a vida se baseia são processos que levam do simples para o complexo, onde cada uma das milhares de espécies, a humana entre elas, tem uma função dentro de um conceito maior. A vida neste planeta é uma só, é um macroorganismo cujo metabolismo gira num balanço energético positivo, em processos que vão do simples para o complexo, na sintropia.” (Götsch, 1992).

O criador deste modelo agrícola, além de agricultor, revelou-se um pesquisador nato. Ao chegar ao Brasil, no início dos anos da década de 1980, instalou-se em uma fazenda na Bahia, onde passou a desenvolver princípios e métodos que integrassem a produção de alimentos à dinâmica natural de regeneração das florestas (Figura 1). Para Götsch, a agricultura sustentável é vital para a sociedade, uma vez que dela provêm os alimentos que chegam à mesa de todos, sendo, portanto, essencial que a terra seja bem cuidada e utilizada de forma responsável.

A partir dos anos da década de 1990, Götsch consolidou a concepção de que a agricultura poderia constituir um sistema integrado e harmônico com os processos naturais, em contraste com o modelo convencional que frequentemente se mostra destrutivo aos ecossistemas. Esse pensamento foi fundamental para a formulação da agricultura sintrópica, prática que se distingue das abordagens tradicionais ao adotar um modelo baseado na sucessão ecológica e na regeneração do solo, promovendo assim uma produção mais sustentável e resiliente.

O reconhecimento desse modelo ocorreu gradualmente, à medida que Götsch sistematizou técnicas e teorizou sobre seus princípios, consolidando a agricultura sintrópica como uma proposta inovadora no campo da agroecologia. O sistema resulta de mais de 40 anos de vivência prática, durante os quais o

agricultor-pesquisador realizou inúmeros experimentos, em processos de tentativa e erro, até chegar às bases que fundamentam essa abordagem (Pasini, 2017).



Figura 1. Fazenda antes conhecida como “Fugidos da Terra Seca”, hoje, Fazenda Olhos D’Água. Fonte: <https://bio3consultoria.com.br/agroecologia/>.

3. Fundamentos da agricultura sintrópica

O conceito de sintropia, para Ernst Götsch, deriva da necessidade de nomear uma característica observada em suas experiências e que se tornou fundamento metodológico para qualquer intervenção dentro de sua prática agrícola. Essa característica diz respeito à tendência dos seres vivos ao aumento da organização e da complexidade, evidenciada pelo incremento de recursos como nutrientes, luz e água.

Segundo Götsch, a sintropia está diretamente associada à sucessão natural, sendo uma de suas formas de manifestação. O autor destaca que “as plantas são altamente sintrópicas, pois uma de suas principais características é a capacidade de transformar, organizar e aperfeiçoar elementos como água, minerais e luz solar em sistemas de vida”. Essa visão acerca das plantas se expande em seus escritos posteriores, abrangendo a compreensão do funcionamento da vida no planeta Terra.

Na perspectiva de Götsch (1995), “a vida é uma parte complementar de outra parte do universo que conhecemos, a qual opera com energia proveniente

de processos de desagregação, que vão do complexo para o simples, um fenômeno que chamamos de entropia”. Assim, a agricultura sintrópica surge como contraponto à agricultura convencional, historicamente associada à degradação ambiental e à perda da biodiversidade. Trata-se de uma forma de agricultura regenerativa — também chamada de sistema sucessional — que representa uma evolução dos SAFs, ao incorporar princípios de auto-organização e sintropia, tendo a sucessão natural como chave do processo (Pasini, 2017).

Essa abordagem propõe a recuperação de áreas agrícolas por meio de processos naturais, em substituição ao uso de insumos químicos. Nessa perspectiva, conceitos ecológicos como conservação do solo, sucessão natural, função ecológica e conversão de energia eletromagnética em biomassa são fundamentais. O adensamento e a estratificação das áreas plantadas tornam desnecessário o uso de insumos externos, priorizando os princípios da sucessão natural e resultando em maior fotossíntese, biodiversidade, estratificação e cobertura do solo (AGENDA GÖTSCH, 2022).

Após mais de 40 anos de estudo sobre florestas e suas dinâmicas, Götsch sistematizou um dos princípios mais relevantes: a estratificação. Cada espécie vegetal possui um tamanho potencial característico, atingido em sua fase adulta. Assim, quando alcançam o topo da floresta, as espécies são classificadas como emergentes — a exemplo da castanheira na Amazônia, do jequitibá na Mata Atlântica e do coco-da-praia no Nordeste.

Para simplificar a compreensão desse processo, Götsch condensou os 11 níveis ou camadas que identificou em quase todos os biomas em cinco estratos: raso, baixo, médio, alto e emergente. Cada nível superior apresenta uma porcentagem de sombra que permite a penetração de luz até o solo, onde se desenvolve o estrato raso, evidenciando o equilíbrio dinâmico que caracteriza os sistemas sintrópicos.

Embora a Figura 2 mostre que a distribuição da luz solar nos diferentes estratos seja cuidadosamente manejada, esse processo não entra em contradição com o princípio de Gause. Isso porque, nos SAFs, as espécies não competem exatamente pelo mesmo nicho ecológico, mas ocupam posições diferenciadas, adaptadas a níveis distintos de luminosidade, umidade e

nutrientes. Assim, quando Götsch ressalta que a porcentagem de sombra deve ser ajustada conforme o estrato, ele reforça justamente a ideia de que a convivência harmoniosa entre as plantas depende da diferenciação funcional entre elas. Ou seja, a regulação da luz não elimina a competição, mas a organiza de modo a favorecer complementariedades, permitindo que várias espécies coexistam de forma estável e produtiva no mesmo espaço.



Figura 2. Sucessão natural. Fonte: Medium.com, 2020.

A estratificação, nesse sentido, maximiza o aproveitamento da radiação solar e elimina a competição por luz, característica comum em sistemas convencionais. Além disso, contribui de forma significativa para o aperfeiçoamento da fotossíntese e para o aumento da produção de biomassa. Nesse arranjo, as espécies mais sensíveis à luminosidade tendem a ocupar posições mais elevadas no agroecossistema, enquanto aquelas adaptadas a ambientes sombreados são beneficiadas pela cobertura proporcionada pelas plantas situadas nos níveis superiores (Crespo; Souza; Silva, 2023).

Na Figura 3, observa-se a presença de capim nas entrelinhas de cultivo, o qual, ao atingir determinada altura, é cortado e disposto no solo, formando uma espécie de manta vegetal. Essa prática é essencial para a preservação da umidade, além de potencializar a fotossíntese e conferir maior vitalidade ao solo (Götsch, 1997). As plantas podadas atuam como fertilizante natural, enriquecendo a matéria orgânica disponível para as demais espécies. De forma

complementar, a madeira não utilizada pode ser triturada e aplicada nas entrelinhas, que apresentam largura de 3 a 6 metros (Altieri, 2012).



Figura 3. Exemplo de plantação nas entrelinhas na agricultura sintrópica. Fonte: agroecologia-reprodução-globo-rural, 2020.

Dessa maneira, a agricultura sintrópica favorece a maximização da fotossíntese ao mesmo tempo em que possibilita o plantio em alta densidade, impulsionado pela dinâmica da sucessão natural. Nesse arranjo, as plantas estabelecem relações de cooperação ao longo de todo o ano, reforçando a resiliência e a sustentabilidade do sistema (Altieri, 2004; Götsch, 2013).

4. Benefícios da agricultura sintrópica

O uso da terra é essencial para o desenvolvimento da agricultura, mas a exploração excessiva, como o desmatamento e práticas que desconsideram a conservação ambiental, causa sérios danos aos ecossistemas, quebrando o equilíbrio ecológico (Milaré, 2000; Silva *et al.*, 2023). Entre os problemas decorrentes, destacam-se a redução de áreas naturais, a diminuição do número de espécies, alterações na dinâmica populacional de plantas e animais e o comprometimento da regeneração natural (Dario, 2004; Silva *et al.*, 2023).

No Brasil, exemplos emblemáticos incluem a diminuição da Mata Atlântica, que atualmente representa apenas 7% de sua cobertura original desde o período colonial; o Cerrado, que perdeu mais de 50% de sua área desde a metade do

século XX; e a Amazônia, que, em apenas 12 anos de monitoramento, sofreu a perda de 108.318 km² devido ao desmatamento (INPE, 2017).

A perda de cobertura vegetal, associada à degradação da biodiversidade e do solo, também repercute nas alterações climáticas, não apenas pelo aumento de gases de efeito estufa. A teoria da bomba biológica sugere que áreas florestais menores captam menos água do oceano para o continente e retêm menos água localmente, provocando períodos de seca prolongados, aumento das temperaturas mínimas de inverno e distribuição reduzida das chuvas, impactando diretamente a produção agrícola (Makarieva *et al.*, 2013; Souza, 2015).

Diante desse cenário, torna-se necessária a implantação de estratégias de produção alimentar mais equilibradas com o ambiente natural. A agroecologia propõe alternativas que mitigam os impactos do uso da terra e fornecem produtos mais saudáveis. Entre os sistemas que a compõem, destacam-se os SAFs, popularizados pelo agricultor e pesquisador Ernst Götsch, referência no Sul da Bahia por sua experiência em SAFs (Götsch, 1995).

Götsch associou o conceito de sintropia às agroflorestas, uma forma de produção agrícola que simula os processos dos ecossistemas naturais. A sintropia caracteriza-se por um desenvolvimento que vai do simples para o complexo, com aumento da biomassa, da diversidade e da estabilidade do sistema, aproveitando de forma mais eficiente a energia solar e minimizando perdas energéticas (Götsch, 1995).

A sustentabilidade e a produtividade da agricultura sintrópica dependem da ciclagem de nutrientes, realizada por meio da renovação, mobilização e deposição de matéria orgânica (Baleiro, 2015). Grande parte desse material é fornecida por podas, dispostas em valas, onde é mineralizado pelos organismos do solo e disponibilizado às plantas na forma de nutrientes (Figura 4). Outros processos ecológicos, como relações entre predadores e herbívoros, parasitismo, decomposição e formação de húmus, também são enfatizados.

Segundo esse mesmo autor, a implantação da agricultura sintrópica deve ser adaptada às condições locais. Em áreas degradadas, nas fases iniciais, pode ser necessário o uso de insumos externos, como fósforo, micronutrientes,

cobertura vegetal protetora do solo e controle biológico utilizando organismos criados em laboratório.



Figura 4. Ernst Götsch poda árvores em sua agrofloresta em Piraí do Norte (BA).

Fonte: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59269706>.

Entre os benefícios da prática se destacam a utilização de estratos verticais e o aperfeiçoamento das áreas de plantio, por meio de culturas com diferentes tamanhos e ciclos de vida, garantindo colheitas em distintos períodos. Essa disposição de plantas em estratos maximiza a interceptação da radiação solar e sua conversão em biomassa por fotossíntese, reduz a radiação que atinge o solo, diminui a temperatura e a evaporação, além de aumentar a cobertura do solo.

À medida que aumenta a diversidade de plantas e animais — incluindo anfíbios, aves, insetos, vírus, bactérias e fungos —, a proteção contra pragas e doenças também se eleva, uma vez que surtos de insetos herbívoros e patógenos são mais comuns em ambientes desequilibrados.

Os SAFs representam uma alternativa inovadora e sustentável para a produção agrícola, ao integrar árvores, cultivos e animais em um mesmo espaço (Figura 5). Essa estratégia permite diversificar a produção e, simultaneamente, aperfeiçoar o aproveitamento dos recursos naturais, como água e nutrientes do

solo, aumentando a eficiência produtiva (Gomes *et al.*, 2020; Lacerda; Hanisch; Nimmo, 2020; Crespo; Souza; Silva, 2023).



Figura 5. Alternativa sustentável para produção agrícola. Fonte: ChatGPT, OpenAI, 2025.

Além dos ganhos econômicos, os SAFs exercem um papel importante na conservação ambiental, contribuindo para a proteção do solo, a ciclagem de nutrientes e o sequestro de carbono, configurando-se como uma abordagem eficaz para enfrentar e se adaptar às mudanças climáticas (Camargo *et al.*, 2019).

Dessa forma, os SAFs podem se consolidar como estratégia para reinserir terras degradadas no sistema produtivo, aumentando a segurança alimentar por meio da oferta diversificada e consistente de alimentos quando adotados em larga escala (Götsch, 1995; Altieri, 2004; Silva *et al.*, 2023).

5. Agricultura Sintrópica: estudos de caso e benefícios práticos

A agricultura sintrópica, baseada em princípios de ecossistemas naturais, tem se mostrado uma ferramenta eficaz na restauração de solos degradados e no aumento da produtividade agrícola. Ao adotar essa abordagem, agricultores em todo o Brasil e no mundo têm obtido resultados notáveis, como maior

diversidade de culturas, melhoria da qualidade do solo e menor dependência de insumos externos, como fertilizantes e pesticidas.

✓ **Exemplos de sucesso e potencial de restauração**

Casos de sucesso demonstram o vasto potencial da agricultura sintrópica. O trabalho de Ernst Götsch em sua fazenda de 500 hectares no sul da Bahia é um dos exemplos mais emblemáticos, assim como os SAFs na Amazônia. No entanto, o método tem se expandido com sucesso para outras regiões, como o Nordeste, e novas iniciativas estão surgindo no Centro-Oeste e no Sudeste.

Os SAFs não apenas recriam ambientes naturais, mas também protegem os ecossistemas existentes e funcionam como corredores ecológicos, permitindo o fluxo gênico entre remanescentes de vegetação natural. Pesquisadores como Peneireiro (1999), Santos (2000), Armando *et al.* (2002) e Crespo, Souza e Silva (2023) destacam o papel dos SAFs na restauração de paisagens fragmentadas, garantindo que a biodiversidade seja mantida em áreas produtivas.

É importante notar que a implantação da agricultura sintrópica exige um investimento inicial de mão de obra e tempo. Os resultados não são imediatos e dependem das condições da terra. Para solos severamente degradados, o restabelecimento da fertilidade leva tempo. Com base em experiências práticas, um sistema pode se tornar altamente produtivo e diversificado em 5 a 8 anos (Egidio; Souza, 2025).

✓ **Manejo hídrico e desafios de implantação**

A água é um fator fundamental, assim como na agricultura convencional. Os sistemas sintrópicos de maior sucesso estão em áreas com alta pluviosidade, como a Mata Atlântica e a Amazônia. Contudo, em regiões com estacionalidade climática, como o Cerrado, a utilização de sistemas de irrigação torna a agricultura sintrópica viável, especialmente em perímetros irrigados com foco em fruticultura.

A estratégia da agricultura sintrópica é converter áreas degradadas em ambientes naturais, usando os SAFs como um processo intermediário. Para

essa transição, é essencial aproveitar os processos da natureza para reativar a regeneração natural. A disponibilidade de sementes e a presença de animais dispersores são fundamentais para iniciar esse processo (Puerta, 2002). Em áreas degradadas próximas a florestas, o custo de recuperação pode ser reduzido, já que basta eliminar obstáculos como gramíneas invasoras para permitir que a regeneração natural ocorra. No entanto, em ambientes severamente impactados, intervenções mais robustas e, consequentemente, mais custosas, são necessárias.

Para incentivar a recuperação de áreas rurais, a legislação, como a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, pode ser usada para a recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal. No entanto, ainda faltam alternativas tecnológicas acessíveis e compatíveis com as particularidades ecológicas de cada local (Figura 6). Por isso, a experimentação com SAFs e a agricultura sintrópica se mostram promissoras, oferecendo ao produtor uma forma de recuperar suas terras em longo prazo, com a compensação financeira da produção de madeira, frutas, hortaliças e insumos para compostagem, que ajudam a amortizar os custos da recuperação ambiental (Silva *et al.*, 2023; Egidio; Souza, 2025).



Figura 6. Projeto agroflorestar realizado pela Cooperafloresta na região Amazônica: resultados animadores. Fonte: <https://www.ecodebate.com.br/2020/09/09/agrofloresta-e-alternativa-de-desenvolvimento-na-amazonia/>.

✓ **Estratificação e diversidade: a base da produtividade**

Pesquisas recentes têm comprovado a eficácia da agricultura sintrópica. Um estudo conduzido na fazenda experimental do Incaper, no Espírito Santo, comparou a produção de café (variedades Conilon e Arábica) em monocultivo e em consórcio com seringueira. Os resultados mostraram que os genótipos de café submetidos ao consórcio superaram a produção dos cultivados isoladamente (Crespo; Souza; Silva, 2023).

Outro estudo, realizado por Silva *et al.* (2020) em Roraima, avaliou a produção de fitomassa de *Gliricidia sepium* e a quantidade de nitrogênio que ela disponibilizou para um pomar orgânico de laranja e banana. A pesquisa mostrou que o nitrogênio fornecido supriu 55% da exigência nutricional das culturas. Os autores notaram uma redução na produção de biomassa verde entre a primeira e a segunda poda, que foi atribuída ao período de poda e à perda de algumas plantas.

Em Goiás, pesquisadores avaliaram um SAF que usou o princípio da maximização fotossintética, focando na produção comercial de alface em consórcio com hortaliças, frutas e componentes florestais. O estudo comprovou que o SAF foi mais eficaz que o cultivo tradicional em diversos aspectos, como massa da planta, tamanho da raiz e número de folhas. A produção de alface, couve, rúcula, tomate e alho puro nesse sistema superou em duas vezes a produção do cultivo convencional, reforçando a importância dos serviços agroflorestais (Figura 7).

Assim como na natureza, os consórcios na agricultura sintrópica devem ter uma grande variedade de espécies em diferentes fases de crescimento. Essa diversificação é a chave para o bom funcionamento do agroecossistema, permitindo aperfeiçoar o uso do espaço e intensificar as interações benéficas entre as espécies. Além disso, a diversidade é extremamente vantajosa para o controle biológico de pragas, pois diminui a população de insetos prejudiciais e estimula o crescimento de seus inimigos naturais (Risch *et al.*, 1983; Togni *et al.*, 2009)



Figura 7. Horta no sistema de estratificação na agricultura sintrópica. Fonte: nossofoco.eco.br, 2021.

✓ **A Lógica da cooperação na agricultura sintrópica**

Na agricultura sintrópica, as espécies vegetais não competem, mas sim se cooperam. Esse comportamento colaborativo é estimulado quando as plantas são cultivadas no momento e espaço corretos, seguindo as diretrizes da ecofisiologia de cada espécie.

Essa abordagem se baseia em dois princípios-chave:

- **Sucessão:** O momento ideal de plantio de cada espécie acompanha o princípio da sucessão natural, imitando a forma como as florestas evoluem.
- **Estratificação:** O espaçamento entre as plantas é definido pela sua necessidade de luz, garantindo que cada uma ocupe uma posição específica dentro do sistema, como ocorre nas florestas naturais.

Ao respeitar a **ecofisiologia** de cada planta, o sistema se fortalece, o que reduz significativamente a incidência de pragas e doenças, conforme apontado por Rebello (2018).

✓ **Um modelo sustentável e resiliente**

Em diversas partes do Brasil e em outros países tropicais, a implantação de SAFs sintrópicos tem demonstrado sua eficácia. Esses sistemas promovem

a regeneração de ecossistemas, tornando a produção agrícola não apenas mais sustentável, mas também mais resiliente às mudanças climáticas.

Esses exemplos práticos mostram que a agricultura sintrópica é uma alternativa viável para a agricultura convencional, especialmente em cenários de degradação ambiental e escassez de recursos naturais. Ela oferece um caminho para uma produção mais harmônica com a natureza, que beneficia o solo, a biodiversidade e o produtor.

6. "Peace-Farming Technologies" e a meta de produção em larga escala

Ernst buscou, por um período, incorporar tecnologias em seu sistema agrícola, visando apoiar o agricultor na gestão do solo e simplificar o preparo da terra para alcançar resultados mais rápidos e eficientes. Um exemplo dessa integração entre natureza e tecnologia é o preparador de canteiros para solos compactados, desenvolvido por Ernst em colaboração com os engenheiros suíços Mathias Wäckerlin e Patrick Specker, da RhenusTEK. O equipamento cria um leito arenoso com profundidade adequada ao plantio, favorecendo o desenvolvimento das raízes.

O dispositivo combina hastes de subsoladores com uma enxada rotativa: as hastes levantam a terra, permitindo que a rotativa quebre a camada superficial do solo, incorporando também as raízes presentes. O equipamento foi projetado especificamente para essa função, garantindo eficiência e preservação da estrutura do solo.

Até o momento, Ernst e sua equipe desenvolveram oito equipamentos voltados para o preparo do solo, abrangendo semeadura, poda, corte, cobertura vegetal e colheita. Essa série de tecnologias ficou conhecida como Peace-Farming Technologies (tecnologias de agricultura de paz), refletindo a busca por métodos que harmonizem produtividade, sustentabilidade e cuidado com o solo.

7. Princípio de Gause em sistemas agroflorestais

O Princípio de Gause, ou Princípio da Exclusão Competitiva, é um conceito-chave na Ecologia que explica como as espécies interagem em um ambiente.

Ele afirma que duas espécies que competem pelos mesmos recursos limitantes não podem coexistir no mesmo nicho ecológico por muito tempo. Eventualmente, uma delas vai se sair melhor e, conseqüentemente, irá eliminar ou deslocar a outra, que não conseguirá competir pelos mesmos recursos.

Esse princípio tem implicações diretas no planejamento e manejo de SAFs. Em vez de criar um ambiente de competição, o objetivo nos SAFs é promover a complementaridade de nichos. Isso significa que as espécies são selecionadas e dispostas de modo que não compitam pelos mesmos recursos (luz, água, nutrientes, etc.).

A diversificação de espécies em SAFs é um exemplo prático de como evitar a exclusão competitiva. Ao combinar árvores de grande porte, arbustos e culturas de ciclo curto, cada espécie pode explorar um recurso diferente no espaço (estratos de dossel e raízes) e no tempo (ciclos de vida variados). Essa estratégia aumenta a produtividade, a diversidade e a resiliência do sistema, transformando a competição em uma relação de cooperação, de acordo com: (Gause, 1934; Odum, 1988; Odum; Barrett, 2007; Ricklefs; Relyea, 2018; Altieri, 2020; Gomes *et al.*, 2020; Lacerda; Hanisch; Nimmo, 2020).

✓ **Diversificação de espécies e nichos**

Em um SAF, diferentes espécies vegetais — como árvores, arbustos, leguminosas e culturas anuais — são combinadas de forma planejada. Cada espécie ocupa um nicho ecológico específico em termos de:

- Exploração da luz (estratos superior, intermediário e inferior);
- Uso da água e nutrientes do solo (camadas superficiais e profundas);
- Crescimento temporal (ciclos vegetativos curtos e longos).

Segundo o princípio de Gause, espécies que tentam ocupar exatamente o mesmo nicho competem intensamente, o que pode reduzir a produtividade ou até eliminar uma delas. Assim, a diversidade funcional e estrutural dos SAFs é planejada para minimizar a sobreposição de nichos e permitir a coexistência.

✓ **Complementaridade e sinergia**

O manejo agroflorestal baseado no princípio de Gause busca espécies que utilizem recursos de forma complementar, evitando competição direta. Por exemplo:

- Árvores de copa alta fornecem sombra parcial, permitindo o crescimento de cultivos de baixo porte que requerem luz filtrada;
- Leguminosas fixadoras de nitrogênio enriquecem o solo, beneficiando plantas que exploram nutrientes diferentes;
- Espécies com raízes profundas acessam água e nutrientes de camadas não atingidas por plantas de raízes superficiais.

Essa complementaridade aumenta a produtividade global do sistema e mantém a diversidade biológica sem que ocorra exclusão competitiva.

✓ **Resiliência ecológica**

A diversidade de nichos em SAFs contribui para a resiliência ecológica: se uma espécie sofre estresse por pragas, seca ou doenças, outras que ocupam diferentes nichos podem sustentar a produtividade e a cobertura do solo, reduzindo o risco de falha total do sistema.

✓ **Aplicações práticas**

Para operacionalizar o princípio de Gause em SAFs, recomenda-se:

- Escolher espécies com diferentes taxas de crescimento, alturas e necessidades de luz para evitar competição direta;
- Alternar espécies anuais e perenes, ocupando nichos temporais distintos;
- Combinar culturas agrícolas com árvores de diferentes estratos, melhorando a eficiência no uso de recursos naturais.

O princípio de Gause fundamenta a importância de planejar SAFs de forma a reduzir a competição direta entre espécies, aproveitando a complementaridade funcional, promovendo resiliência ecológica e sustentando a produtividade do sistema (Figura 8).

Ou seja, o Princípio da Exclusão Competitiva é a chave para o planejamento e sucesso dos SAFs. Em vez de simplesmente reunir diferentes

espécies, a aplicação desse conceito busca a complementaridade de nichos ecológicos. Isso significa que as espécies são escolhidas e dispostas para que não compitam diretamente pelos mesmos recursos limitantes, como luz, água e nutrientes.

A organização inteligente do espaço e do tempo, em vez de promover a competição, cria uma sinergia entre as plantas, onde uma pode até beneficiar a outra. O resultado é um sistema mais diversificado, produtivo e ecologicamente resiliente, que garante a sustentabilidade em longo prazo.

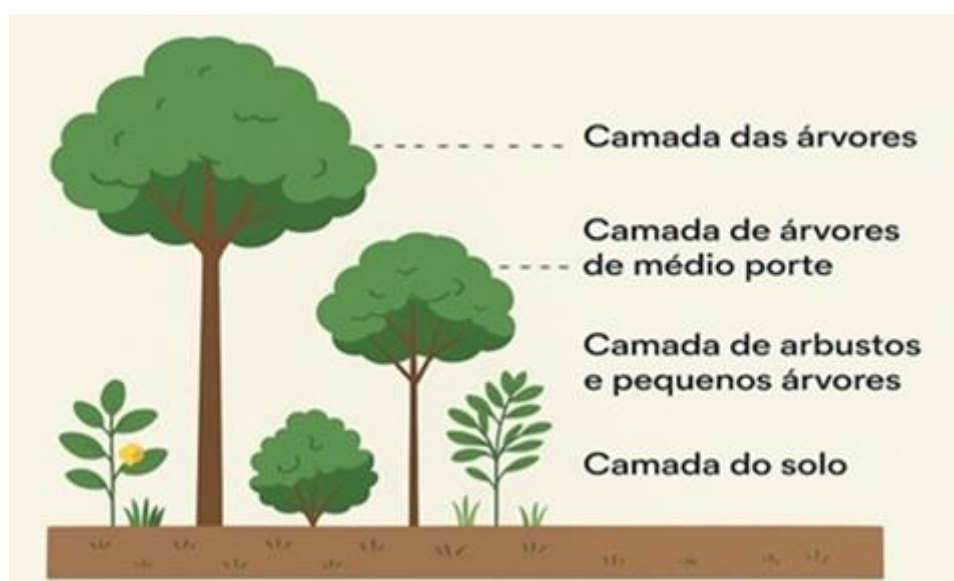


Figura 8. Princípio de Gause em sistemas agroflorestais. Fonte: <https://chatgpt.com/c/68d1af4e-e6c0-8321-90d7-e9f83aaf2c74>.

8. Princípio de Gause e Agricultura Sintrópica: uma relação de oposição e complementaridade

O Princípio de Gause, conceito é central na ecologia, enfatiza a competição por recursos escassos como força reguladora das populações. Em contraste, a agricultura sintrópica é um sistema de produção agrícola baseado na cooperação e na complementaridade entre espécies. Em vez de competir pelos mesmos recursos, as plantas são planejadas em consórcios que se beneficiam mutuamente, formando sistemas mais complexos, produtivos e resilientes. O termo “sintrópico” deriva de “sintropia”, conceito que descreve a tendência de um sistema em direção à ordem, organização e complexidade, em oposição à “entropia”, associada ao caos e à degradação, de acordo com: (Gause, 1934;

Odum, 1988; Odum; Barrett, 2007; Ricklefs; Relyea, 2018; Altieri, 2020; Gomes *et al.*, 2020; Lacerda; Hanisch; Nimmo, 2020).

✓ Relação entre o Princípio de Gause e a Agricultura Sintrópica

Embora à primeira vista pareçam conceitos opostos, o Princípio de Gause e a agricultura sintrópica se complementam de forma estratégica:

- Oposição: O princípio de Gause descreve cenários de competição intensa, nos quais uma espécie exclui a outra. A agricultura sintrópica evita a competição direta criando ambientes em que as espécies ocupam diferentes nichos ecológicos, tanto no espaço — como raízes superficiais e profundas ou plantas de dossel e sub-bosque — quanto no tempo, com ciclos vegetativos curtos e longos;
- Complementaridade: O planejamento sintrópico utiliza o Princípio de Gause como referência para organizar a diversidade de espécies de maneira eficiente. Reconhece-se que a competição existe na natureza, mas, ao combiná-la com estratégias de complementaridade, cria-se um sistema que aperfeiçoa o uso dos recursos. Por exemplo, plantas de ciclo curto preparam o solo para espécies de ciclo longo, enquanto leguminosas fixadoras de nitrogênio beneficiam culturas próximas, permitindo uma “superposição” de nichos que maximiza produtividade sem exclusão competitiva (Figura 9).



Figura 9. Área sendo preparada para estabelecimento de SAF sintrópico. Fonte: Dário Rodrigues, 2024.

Em resumo, a agricultura sintrópica não ignora o Princípio de Gause; ela o transcende. Enquanto o princípio enfatiza a competição por recursos, a sintropia prioriza cooperação, diversificação e complementação, promovendo sistemas agrícolas mais resilientes, produtivos e harmonizados com a natureza. Esse enfoque mostra que, em vez de competir pela sobrevivência, as espécies podem prosperar conjuntamente, gerando benefícios ecológicos e agrícolas simultaneamente (Figura 10).

Dessa forma, um SAF Sintrópico é uma abordagem de agricultura que vai além da simples combinação de árvores com culturas agrícolas. Ele se baseia no conceito de sintropia, que é o oposto da entropia:

- **Entropia** está ligada à degradação e desorganização de um sistema, ou seja, à perda de energia. É o que acontece, por exemplo, em um solo que perde fertilidade e se degrada com o tempo.
- **Sintropia**, por outro lado, significa a tendência de um sistema para a organização, integração e acumulação de energia e vitalidade.

Em um SAF sintrópico, o objetivo é criar um sistema que não apenas produza alimentos, mas também regenere e enriqueça o solo e o ambiente continuamente. Isso é feito imitando a dinâmica da sucessão natural de uma floresta. As plantas são organizadas de forma estratégica para cooperar entre si, e não competir.

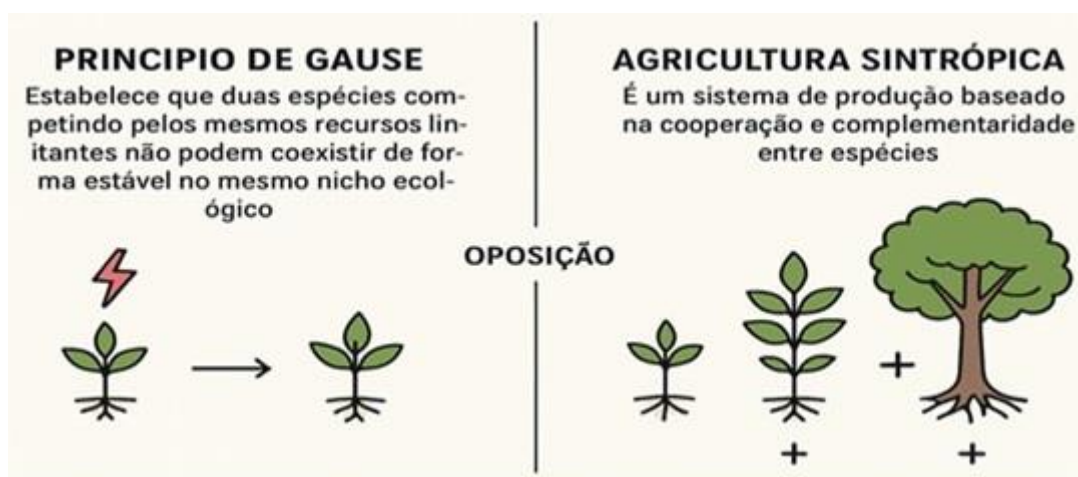


Figura 10. Princípio de Gause e agricultura sintrópica: uma relação de oposição e complementaridade. Fonte: <https://chatgpt.com/c/68d460e7-1cfc-8330-9258-29372d4c9741>.

9. Considerações

A agricultura sintrópica representa uma mudança de paradigma em relação aos métodos convencionais. Ao contrário da agricultura moderna, que depende de insumos externos e monoculturas, a abordagem sintrópica permite que o agricultor obtenha uma produção de alimentos sem desmatar, revolver o solo, usar fertilizantes sintéticos ou aplicar agrotóxicos. Essa autonomia e a redução da dependência de recursos externos criam um sistema produtivo mais equilibrado e resiliente.

A recuperação de áreas degradadas é central nesse processo, baseada nos princípios de estratificação e sucessão de espécies. Isso resulta em uma biodiversidade vegetal ampliada e no aumento de polinizadores, inimigos naturais de pragas e da vida no solo. A riqueza da microbiota assegura a fertilidade do solo e combate a erosão. A sintropia se destaca no contexto da agricultura sustentável por sua crença na fertilidade dos ecossistemas — tanto naturais quanto cultivados — e por suas práticas que têm sido estudadas, observadas e comprovadas cientificamente.

A agricultura sintrópica inverte a lógica da competição, ilustrada pelo Princípio de Gause (Princípio da Exclusão Competitiva). Enquanto a agricultura convencional se baseia na eliminação de outras espécies (ervas daninhas, pragas) para favorecer a monocultura, a sintropia promove a coexistência e a cooperação.

Em um sistema sintrópico, a sobreposição de nichos ecológicos não resulta em competição destrutiva, mas sim no aperfeiçoamento do espaço e dos recursos. A diversidade de plantas com diferentes necessidades de luz (estratificação) e de nutrientes (sucessão) permite que elas ocupem diferentes "camadas" no sistema. Isso faz com que as espécies não compitam diretamente pelo mesmo recurso limitado no mesmo momento. A natureza encontra formas de particionar os recursos, e a agricultura sintrópica mimetiza essa sabedoria, garantindo que o sistema como um todo prospere, em vez de uma única espécie.

A agricultura sintrópica emerge como uma solução promissora para os desafios ambientais e agrícolas de hoje. Ao adotar princípios de regeneração natural, diversidade e equilíbrio ecológico, ela não apenas aumenta a

produtividade, mas também promove a recuperação de ecossistemas. No entanto, seu potencial precisa ser amplamente explorado e disseminado, principalmente em áreas com solos degradados e em sistemas agrícolas convencionais.

O futuro da agricultura sintrópica aponta para uma integração com tecnologias sustentáveis e outras práticas regenerativas. Isso pode transformar fundamentalmente a produção de alimentos, tornando-a mais resiliente e em harmonia com os ciclos naturais. Com o aumento da sua adoção por mais agricultores, a agricultura sintrópica pode se estabelecer como uma solução fundamental para a sustentabilidade alimentar e ambiental do futuro, provando que a produção e a conservação podem — e devem — andar lado a lado.

10. Referências

ABRAMOVAY, R. ***O futuro das regiões rurais***. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

AGENDA **GÖTSCH**. Disponível em: <https://agendagotsch.com/en/?s=sintropia>. Acesso: 10 ago. 2022.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2020.

ALTIERI, M. A. **Agroecology**: the science of sustainable agriculture. 2. ed. Boulder: Westview Press, 2004.

ALTIERI, M. A. Linking ecologists and traditional farmers in the search for sustainable agriculture. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 2, n. 1, p. 35-42, 2004.

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. da S.; CAVALCANTE, C. H. **Agrofloresta para agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2002. 11 p. (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Circular Técnica, 16).

BALEEIRO, A. V. F. **Reconectando agricultura e resíduos orgânicos**: em busca de uma agricultura urbana sintrópica. 2015. 87 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

CAMARGO, G. M.; SCHLINDWEIN, M. M.; PADOVAN, M. P.; SILVA, L. F. da. SISTEMAS AGROFLORESTAIS BIODIVERSOS: UMA ALTERNATIVA PARA PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 1, 2019. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/4318>. Acesso em: 18 set. 2025.

CRESPO, A. M.; SOUZA, M. N.; SILVA, M. A. B. da. Ciclo do carbono e sistemas agroflorestais na sustentabilidade da produção agrícolas: revisão de literatura. **INCAPER EM REVISTA**, v. 13, p. 06-19, 2023. Disponível em: <https://editora.incaper.es.gov.br/incaper-em-revista>. DOI:10.54682/ier.v.13e14.p06.19.

DARIO, F. R. **A importância da fauna na dinâmica da floresta**. 2004. Disponível em: <http://port.pravda.ru/news/cplp/brasil/26-07-2004/5751-0/>. Acesso em: 3 abr. 2025.

EGIDIO, L. S.; SOUZA, M. N. Recuperação de áreas degradadas na Mata Atlântica: 23 anos de restauração ecológica e agrofloresta na Estância São Lucas, Guaçuí – ES. Restoration of degraded areas in the Atlantic Forest: 23 years of ecological restoration and agroforestry in the Estância São Lucas, Guaçuí - ES. Fronteiras: **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 14, p. 230-241, 2025. Home page: <https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/7988>. DOI: 10.21664/2238-8869.2025v14i3.7988.

ELLIS, E. C. *et al.* Used planet: A global history. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 110, n. 20, p. 7978–7985, 2013.

FOSTER, D. *et al.* The importance of land-use legacies to ecology and conservation. **BioScience**, v. 53, n. 77, 2003.

GAUSE, G. F. **The struggle for existence**. Baltimore: The Williams & Wilkins Company, 1934.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Ed. Da Univ. Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, 2001.

GOMES, F. R.; LACERDA, C. F.; HANISCH, J. P.; NIMMO, J. R. Sistemas agroflorestais e diversidade funcional: integração de espécies e resiliência. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 15, n. 2, p. 45-60, 2020.

GOMES, L. C.; BIANCHI, F. J. J. A.; CARDOSO, I. M.; FERNANDES, R. B. A.; FILHO, E. I. F.; SCHULTE, R. P. O. Agroforestry systems can mitigate the impacts of climate change on coffee production: A spatially explicit assessment in Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 294, p. 106858, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880920300438>. Acesso em: 22 set. 2025.

GONCALVES, D. C.; CRESPO, A. M.; FERREIRA, C. C.; CARRICO, I. G. H.; SOUZA, M. N.; RIBEIRO, W. R. A agroecologia como ferramenta ao fortalecimento da agricultura familiar. **REVISTA DA UNIVAP**, v. 1, p. 342-357, 2019. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2018/index.html.

GÖTSCH, E. Bases para a agricultura sintrópica. **Revista Agriculturas**, v. 10, n. 2, p. 8-13, 2013.

GÖTSCH, E. **Break:** through in agriculture. Rio de Janeiro: AS-PTA, 22 p. 1995.

GÖTSCH, E. **Break-through in agriculture**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1997.

GOTSCH, E. **O Renascer da Agricultura**. Centro Sabiá, Recife, 1995.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Inpe estima 6.624 km² de desmatamento por corte raso na Amazônia em 2017**. São José dos Campos, 2017.

LACERDA, A. E. B.; HANISCH, A. L.; NIMMO, E. R. Leveraging Traditional Agroforestry Practices to Support Sustainable and Agrobiodiverse Landscapes in Southern Brazil. **Land**, v. 9, n. 6, p. 176, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/9/6/176>. Acesso em: 22 set. 2025.

LACERDA, C. F.; HANISCH, J. P.; NIMMO, J. R. Estratégias de manejo e coexistência em sistemas agrofloreais. **Agroforestry Systems**, v. 25, p. 101-115, 2020.

MAKARIEVA, A. M.; GORSHKOV, V. G.; LI, B. L. Revisiting forest impact on atmospheric water vapor transport and precipitation. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v. 111, p. 79-96, 2013.

MICCOLIS, A.; ARCO-VERDE, M. F. **Restauração ecológica com sistemas agrofloreais opções para cerrado e caatinga restauração ecológica com sistemas agrofloreais como conciliar conservação com produção**. 2016.

MILARÉ, E. Direito do ambiente. São Paulo: **Revista dos Tribunais**, 2000.

MONTGOMERY, D. R. **Dirt:** The erosion of civilization. 2007.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988. 434 p.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Thomson Learning, 2007.

OLIVEIRA, R. F.; SOUZA, M. N.; TRIVELLATO, M. D. Revegetação de taludes e áreas ciliares da represa do horto e da nascente do IF Sudeste MG – CAMPUS RIO POMBA. **Revista Eletrônica do IBEAS**, v.1, p.58 - 64, 2015.

OPENAI. **ChatGPT** [software de inteligência artificial]. Disponível em: <https://chat.openai.com>. Acesso em: 24 set. 2025.

PASINI, F. S. A. **Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch:** história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso.** 1999. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1999.

PUERTA, R. Regeneração arbórea em pastagem abandonada na região de Manaus em função da distância da floresta contínua. **Scientia Florestalis**, n. 62, p. 32-39, 2002.

REBELLO, J. F. S. **Princípios de agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch.** 53 p. 2018.

RICKLEFS, R. E.; RELYEA, R. **A Economia da Natureza.** 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2018.

RISCH, S. J; A. D; ALTIERI, M. A. Agroecosystem diversity and pest control: Data, tentative conclusions, and new research directions. **Environmental Entomology**, v. 12, n. 3, p. 625-629, 1983.

SANTOS, M. J. C. **Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental.** Piracicaba, 2000. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2000.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, London, v. 404, n. 6773, p. 72-74, 2000.

SILVA, M. M. da; SILVA, M. M. da; LOUBACK, G. C.; SOUZA, M. N.; RANGEL, O. J. P.; FERRARI, J. L.; CARDOZO, L. G. C.; PRETO, B. de L.; OLIVEIRA, A. F. M. de; CALABIANQUI, T. N.; BERILLI, A. P. C. G.; BERILLI, S. da S. Uso e cobertura da terra na fazenda São José, município de Muniz Freire, ES. OBSERVATORIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA. , v.21, p.20818 - 20833, 2023. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/1386/1461>. DOI: 10.55905/oelv21n11-121.

SOUZA, M. N. **Degradação antrópica e procedimentos de recuperação ambiental.** Balti, Moldova, Europe: Novas Edições Acadêmicas, 2018. 376 p.

SOUZA, M. N. **Mudanças no uso do solo e da água e a gestão dos recursos naturais.** Frankfurt, Alemanha: Novas Edições Acadêmicas, 2015. 376 p.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 1259855, 2015.

TOGNI, O. C. **Diversidade de vespas sociais (*Hymenoptera*, *Vespidae*) na Mata Atlântica do litoral norte do estado de São Paulo,** 2009.

VAZ DA SILVA, P. P. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba,** SP. 98 p. 2002.

ZACARIAS, A. J.; SOUZA, M. N. Recuperação de área degradada de monocultura intensiva no estado do Espírito Santo. **REVISTA DA UNIVAP**, v.1, n. 87, p. 234-242, 2019. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2018/index.html