

Aruana Vargas Couto

**CONSÓRCIOS OLERÍCOLAS BASEADOS NA
SUCESSÃO VEGETAL:
UM EXPERIMENTO EM HORTAS SINTRÓPICAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Agroecossistemas.

Orientador: Prof. Dr. Giorgini Augusto Venturieri

Florianópolis
2017

Couto, Aruana Vargas

Consórcios olerícolas baseados na sucessão vegetal: um experimento em hortas sintrópicas. Aruana Vargas Couto. – Florianópolis, 2017.

150 f. ; 14,81cm21cm.

Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)– Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

Bibliografia: f. 113-127.

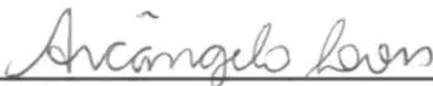
1. Agrofloresta. 2. Sintropia. 3. Relações interespecíficas. I. Título.

“Consórcios Olerícolas Baseados na Sucessão Vegetal: Um Experimento em Hortas Sintrópicas”

Por

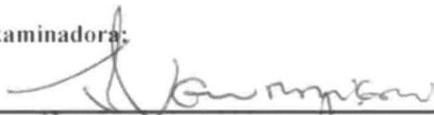
ARUANA VARGAS COUTO

Dissertação julgada adequada, em 30 de novembro de 2017, e aprovada em sua forma final, pelo Orientador e Membros da Banca Examinadora, para obtenção do título de Mestre em Agroecossistemas. Área de Concentração Agroecologia, no Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro de Ciências Agrárias/UFSC.

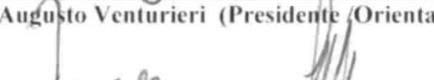


Prof. Dr. Arcângelo Loss (Coordenador do Programa)

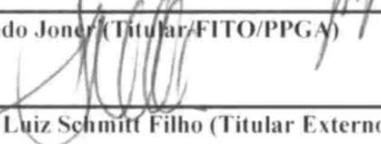
Banca Examinadora:



Giorgini Augusto Venturieri (Presidente/Orientador)

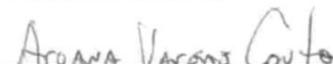


Fernando Jones (Titular/FITO/PPGA)



Abdon Luiz Schmitt Filho (Titular Externo/PPGA/UFSC)

Candidata ao título:



ARUANA VARGAS COUTO

Florianópolis, 30 de novembro de 2017

Dedico este trabalho a todas as mulheres que sentem o chamado para desenvolver novos agroecossistemas sucessionais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por sempre me incentivar aos estudos e por proporcionar a realização deste mestrado.

Ao “Grupo das Cestas Agroflorestais” do assentamento Mário Lago juntamente com o Centro de Formação Sócio - Agrícola Dom Helder Câmara por aceitar a proposta de pesquisa. Pelo grande apoio durante os quase nove meses de imersão no assentamento, agradeço ao casal Christine Bugnon e Vandei Junqueira. Aos agricultores que cederam espaço nos seus sítios e sua atenção para a realização do experimento: Jesuíta C. B. Pereira e seu querido esposo Zezão; Célia Regina V.C. Oliveira e seu esposo Claiton Garcia; Carlos Eduardo Jardini e sua mãe Zilda Aparecida Jardini. Aos assentados que me acolheram e cuidaram: Sandro e José Rodrigues Dos Santos Neto; à família Bete Meira, Jurandí Silva e Léia Sanderson; o casal Celma Silva e Vantuil Mendes; e aos outros integrantes do MST. À equipe do Projeto Agroflorestar que me proporcionou contato com os agrofloresteiros do assentamento Mário Lago.

Aos agrônomos: à colega de pesquisa Ana Beatriz Braga que foi um verdadeiro anjo da guarda; ao Professor da USP - Rodrigo Santinello Pereira por confiar em mim; ao Pedro do Viveiro Morada do Sol por dispendeu seu tempo para conversas intermináveis.

À CAPES por ter financiado a minha bolsa de estudos e à UFSC representada pelas servidoras do PPGA, Marlene D. da Silveira e Fabiana Edier Dassoler e ao meu Orientador o Professor Dr. Giorgini Augusto Venturieri. Agradeço também à Professora Dra. Maria José Hotzel e ao coordenador do PPGA Professor Dr. Arcangelo Loss, por terem me ajudado em momentos difíceis, ao compreensivo Professor Dr. Fernando Joner que foi revisor deste trabalho desde o início; e ao Professor Maurício Sedrez dos Reis por me ensinar muitas coisas. Aos colegas de pós-graduação Alana Casagrande; Daisy Christiane Zambiasi; e José Alfredo Bran Agudelo por seus caros préstimos.

Aos “Mestres Agrofloresteiros” que inspiram essa busca por conhecimento e aos outros cientistas; técnicos; agricultores; homens e mulheres da terra que dão sua contribuição para chegarmos ao nível de consciência que temos hoje, e aos já desencarnados, que também colaboram bastante.

À Mãe Natureza, ao Pai do Universo e a todos os seres e forças que investem na Vida como empreendimento mais lucrativo que existe.

“À sombra de orgulhosa palmeira nasce a oliveira,
debaixo da oliveira a figueira,
debaixo da figueira a romãzeira,
debaixo desta última a vinha,
debaixo da vinha o trigo,
depois as leguminosas,
finalmente as plantas para saladas:
tudo isto no mesmo ano e todas estas plantas
são alimentadas umas à sombra das outras.”

Plínio, o Velho, 79 d.C.

RESUMO

A presente dissertação de mestrado traz uma revisão teórica de tópicos em ecologia aplicada em agroecossistemas, uma revisão conceitual sobre agricultura sintrópica, e relata uma pesquisa experimental, em que foram testados consórcios sucessionais envolvendo olerícolas sob árvores, juntamente com alguns produtores vinculados ao Centro de Formação Sócio Agrícola Dom Helder Câmara do assentamento Mário Lago em Ribeirão Preto – SP. A eficiência dos consórcios foi estimada pela matéria seca de *Lactuca sativa* (alface). Os resultados mostram que o aumento do número de espécies consorciadas e consequente densidade de plantio não influenciou o parâmetro avaliado, evidenciando uma vantagem cultural conferida pelo sistema sintrópico, uma vez que nos consórcios testados, que foram conduzidos sem a aplicação de insumos sintéticos e tóxicos, além de lograr uma produção de alimentos de qualidade supostamente superior aos convencionais e prestar serviços ecossistêmicos de regulação, não houveram perdas produtivas para *Lactuca sativa* decorrentes de um plantio mais adensado característico de consórcios de adição.

Palavras-chave: Agrofloresta. Sintropia. Relações interespecíficas.

ABSTRACT

This dissertation presents a theoretical review of topics in applied ecology in agroecosystems, a conceptual review on syntropic agriculture, and reports an experimental research in which successional consortiums involving vegetables under trees were tested along with some producers linked to the Agricultural Social Training Center Dom Helder Câmara of the Mário Lago settlement in Ribeirão Preto - SP. The efficiency of the consortia was estimated by the dry matter of *Lactuca sativa* (lettuce). The results show that the increase in the number of intercropping species and consequent planting density did not influence the evaluated parameter, highlighting a cultural advantage conferred by the syntropic system, since the consortia tested were conducted without the application of synthetic and toxic inputs, to achieve higher quality food production supposedly better than conventional ones, and provide regulatory ecosystem services, there were no productive losses for *Lactuca sativa* due to a denser planting characteristic of the addition consortia.

Keywords: Agroforestry. Syntropy. Interspecific relations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Custo ambiental do modelo agropecuário dominante.....	28
Figura 2 - Relações interespecíficas hipotéticas.....	38
Figura 3 - Tipologias de consórcios pela densidade.....	47
Figura 4 - Consórcio olerícola sucessional estratificado de adição parcial.....	50
Figura 5 - Complementariedade entre entropia e sintropia	55
Figura 6 - Vetor de aumento da vida.....	57
Figura 7 - Conjunto de práticas de manejo em agricultura sintrópica ...	60
Figura 8 - Desenho esquemático de um Grupo Placenta I	64
Figura 9 - Grupos sucessionais que compõem um consórcio adensado	66
Figura 10 - Estratificação em horta sintrópica com 2 anos	67
Figura 11 - Multifuncionalidade de uma horta sintrópica	73
Figura 12 - Vista aérea do Assentamento Mário Lago, Ribeirão Preto SP	77
Figura 13 - Entrelinha padrão das hortas sintrópicas estudadas	79
Figura 14 - Espécies predominantes nas hortas sintrópicas estudadas..	80
Figura 15 - Pares de blocos experimentais	82
Figura 16 - Aleatorização dos tratamentos nas unidades experimentais	83
Figura 17 - Desenho esquemático das unidades experimentais nos blocos	84
Figura 18 - Esquema de dupla entrada para planejamento de consórcios.....	86
Figura 19 - Croquis dos tratamentos C1; C2 e C3 em UEs.....	90
Figura 20 - Desenho esquemático do Consórcio 1 - C1	91
Figura 21 - Desenho esquemático do Consórcio 2 – C2	92
Figura 22 - Desenho esquemático do Consórcio 3 – C3	93
Figura 23 - Ciclo produtivo nos Blocos Experimentais 1 e 2.....	97
Figura 24 - Camadas da adubação verde com material arbóreo.....	100
Figura 25 - Distribuição da adubação de base em cobertura nos BPs.	101
Figura 26 - Produção de MS de <i>Lactuca sativa</i> nos tratamentos	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Características das plantas de <i>Lactuca sativa</i> experimentadas.....	86
Quadro 2 - Características das plantas de <i>Daucus carota</i> experimentadas.....	87
Quadro 3 - Características das plantas de <i>Ocimum basilicum</i> experimentadas.....	88
Quadro 4 - Características das plantas de <i>Solanum lycopersicum</i> experimentadas.....	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados climáticos nos períodos de experimentação nos sítios	78
Tabela 2 - Resumo das dimensões do experimento.....	81
Tabela 3 - Histórico do plantio dos consórcios nos Blocos 1 e 2.....	89
Tabela 4 - Histórico do plantio dos consórcios nos Blocos 3 e 4.....	89
Tabela 5 - Densidade dos monocultivos.....	94
Tabela 6 - Densidade dos cultivos e densidade total no Consórcio 1 – C1	94
Tabela 7 - Densidade dos cultivos e densidade total no Consórcio 2 – C2.....	94
Tabela 8 - Densidade dos cultivos e densidade total no Consórcio 3 – C3	95
Tabela 9 - Histórico dos módulos dos sítios Ipê Amarelo e Santa Bárbara.....	95
Tabela 10 - Estimativa da velocidade das operações de manejo dos blocos	98
Tabela 11 - Composição da adubação verde de material arbóreo	99
Tabela 12 - Composição da adubação de base	101
Tabela 14 - Datas das principais operações nos blocos experimentais	102
Tabela 15 - Resumo da ANOVA para DBC da MS de <i>Lactuca sativa</i>	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - *Lactuca sativa* (Alface)
AA - Área Amostral
ANOVA - Análise de variâncias
A. - Assentamento
B - Bloco Experimental
B1 - Bloco 1
B2 - Bloco 2
B3 - Bloco 3
B4 - Bloco 4
BPs – Blocos Piloto
BP I - Bloco Piloto I
BP II - Bloco Piloto II
c - *Daucus carota* (cenoura)
C - Consórcio
C1 - Consórcio 1
C2 - Consórcio 2
C3 - Consórcio 3
C:N - Relação entre carbono e nitrogênio
CTC - Capacidade de Troca Catiônica
CV - Coeficiente de Variação
cv. - cultivar
DBC - Delineamento em Blocos Casualizados
IAC - Instituto Agronômico de Campinas
IEA - Índice Equivalente de Área
id. - identificação
Lab. - Laboratório de
M - *Ocimum basilicum* (manjeriço)
min. - minutos
MO - Matéria Orgânica
MS - Matéria Seca
pH - potencial Hidrogeniônico
S. - Sítio
SAF - Sistema Agroflorestal
SAFs – Sistemas Agroflorestais
SP - Estado de São Paulo
sp. - espécie
T - *Solanum lycopersicum* (tomate)
UE – Unidade Experimental
UEs - Unidades Experimentais

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
var. – variedade

LISTA DE SÍMBOLOS

- Apontamento
- * Observação
- (0) Efeito neutro
- (+) Efeito positivo
- (-) Efeito negativo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 APRESENTAÇÃO.....	27
1.2 JUSTIFICATIVAS.....	27
1.3 ECOLOGIA APLICADA EM AGROECOSSISTEMAS	29
1.3.1 Nicho.....	30
1.3.2 Sucessão ecológica	31
<i>1.3.2.1 Clareira.....</i>	<i>34</i>
1.3.2.1.1 Plantas de clareira.....	35
1.3.3 Comunidade vegetal.....	37
<i>1.3.3.1 Interações vegetais.....</i>	<i>37</i>
1.3.4 Consórcio de plantas.....	41
<i>1.3.4.1 Consórcio sucessional.....</i>	<i>49</i>
<i>1.3.4.2 Avaliação de consórcios.....</i>	<i>51</i>
1.4 AGRICULTURA SINTRÓPICA	52
1.4.1 Artificialização da abundância.....	58
1.4.2 Aceleração do desenvolvimento do agroecossistema.....	58
1.4.3 Consórcio adensado: grupos sucessionais e estratificação.....	61
1.4.4 Forma e propósito de agroecossistemas sintrópicos.....	71
<i>1.4.4.1 Aleia.....</i>	<i>71</i>
1.4.4.1.1 Horta sintrópica.....	72
1.5 PERGUNTA DE PESQUISA.....	74
1.6 OBJETIVOS.....	75
1.6.1 Objetivo geral	75
1.6.2 Objetivos específicos	75
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	77
2.1 LOCAL E PERÍODO	77
2.1.1 Clima	78
2.1.2 Geomorfologia	78
2.1.3 Vegetação original.....	78
2.2 DESCRIÇÃO DAS HORTAS SINTRÓPICAS ESTUDADAS	79
2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	80
2.3.1 Descrição física do experimento.....	81
<i>2.3.1.1 Blocos experimentais.....</i>	<i>81</i>
2.3.1.1.1 Unidade experimental (UE).....	82

2.3.2 Variável independente	84
2.3.3 Desenho dos consórcios olerícolas testados.....	85
2.3.4 Tratamentos experimentais.....	89
2.3.4.1 <i>Consórcio 1 – C1</i>	<i>91</i>
2.3.4.2 <i>Consórcio 2 – C2</i>	<i>92</i>
2.3.4.3 <i>Consórcio 3 – C3</i>	<i>93</i>
2.3.5 Condução do experimento.....	95
2.3.5.1 <i>Manejo de reativação dos módulos.....</i>	<i>95</i>
2.3.5.2 <i>Instalação do experimento</i>	<i>98</i>
2.3.5.2.1 <i>Adubação verde com material arbóreo em cobertura.....</i>	<i>99</i>
2.3.5.2.2 <i>Adubações de base e parcelada</i>	<i>100</i>
2.3.5.2.3 <i>Plantio</i>	<i>101</i>
2.3.5.2.4 <i>Tratos culturais.....</i>	<i>102</i>
2.3.6 Variável de resposta.....	102
2.3.6.1 <i>Amostragem e obtenção dos dados</i>	<i>103</i>
2.3.7 Análises estatísticas empregadas	103
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	105
4 CONCLUSÕES.....	111
REFERÊNCIAS	113
APÊNDICE A - Lista de características de plantas para subsidiar o planejamento de “consórcios sucessoriais”	128
APÊNDICE B - Registro dos dados da colheita de <i>Lactuca sativa</i>.....	129
APÊNDICE C - Banco de dados de Matéria Seca de <i>L. sativa</i>.....	133
APÊNDICE D - Script operado no R Studio	135
APÊNDICE E - Intimidade entre as plantas nos consórcios testados.....	144
ANEXO A - Laudo de análise de solo dos Blocos 1 e 2.....	147
ANEXO B - Laudo de análise de solo dos Blocos 2 e 3	149

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A presente dissertação de mestrado¹ traz uma revisão teórica de tópicos em ecologia aplicada em agroecossistemas, uma revisão conceitual sobre agricultura sintrópica, e relata um experimento realizado junto aos produtores vinculados ao Centro de Formação Sócio Agrícola Dom Helder Câmara do assentamento Mário Lago em Ribeirão Preto – SP, no qual foram testados consórcios sucessoriais em hortas sintrópicas de aproximadamente um ano e meio de idade. Buscou-se observar possíveis relações interespecíficas, sobretudo as positivas, entre as culturas combinadas nos consórcios olerícolas, que foram planejados a partir de critérios idealizados para promover a complementariedade de nichos, potencializar interações positivas e minimizar a competição entre as espécies.

1.2 JUSTIFICATIVAS

A qualidade dos alimentos e o impacto da sua produção sobre os recursos naturais (Figura 1) e o clima vêm preocupando parte da sociedade. Por isso há um interesse crescente em sistemas de produção agropecuários menos dependentes de insumos externos, mais amigáveis aos ambientes e socialmente inclusivos (PRETTY, 2008; ABRAMOVAY, 2010; FAO, 2017). Consequentemente, a ênfase da agricultura começou a se deslocar da maximização do rendimento e do lucro imediato, para a sustentação da produtividade por mais tempo (GLIESSMAN, 2009), e para a resiliência (FAO, 2017) que é a capacidade que um sistema tem de absorver distúrbios e se reorganizar ao passar por uma mudança (WALKER et al., 2004).

O anseio das pessoas por um convívio em ecossistemas híbridos nas cidades (HOBBS et al., 2014), o êxodo urbano (PALLARÈS-BLANCH; VELASCO; PUJOL, 2014; SANTOS, 2015; PAFUNDA, 2016) e a gradativa reorientação da agropecuária para a finalidade de

¹ No âmbito do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas da Universidade Federal de Santa Catarina, esta dissertação se enquadra na área de concentração em agroecologia, na linha de pesquisa em abordagens agroecossistêmicas de processos produtivos e projeto guarda-chuva em sistemas agroecológicos de produção vegetal.

gerar alimentos voltados para o autoconsumo (GONSALVEZ, 2016) são tendências recentes contrárias ao paradigma atual. Por tudo isso é eminente a necessidade de desenhar agroecossistemas que apresentem uma forma de ocupação da terra, diferente do que tem sido praticado pela agricultura oriunda da revolução verde. Porém, que não deixem de atender à demanda produtiva para o sustento da humanidade e cumpram serviços ecossistêmicos de regulação² à semelhança dos fornecidos pelas paisagens naturais (TILMAN et al., 2001; MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2010; GREENPEACE BRASIL, 2017). Para tanto, acredita-se que os agroecossistemas, baseados na sucessão ecológica, possam responder a essa expectativa (CREWS et al., 2016).

A problemática geradora deste trabalho acadêmico remete à contraposição entre as práticas indígenas de remanejamento de florestas secundárias e o modelo majoritário da agricultura que privilegia a homogeneização em detrimento da diversificação e deixa de levar em conta a estabilidade social e a salvaguarda ambiental a médio e longo prazos (POSEY, 1987).

Figura 1 - Custo ambiental do modelo agropecuário dominante



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

² Seguem alguns exemplos de serviços ecossistêmicos de regulação: regulação de pragas e doenças, controle de erosão, regulação do clima e manutenção da fertilidade do solo (ISBELL et al., 2011).

1.3 ECOLOGIA APLICADA EM AGROECOSSISTEMAS

É recente o reconhecimento de que as áreas onde são produzidos os alimentos que fornecem a maioria das nossas calorias são de fato “ecossistemas”. Um século de ciência agrônômica nos ajudou a produzir alimentos com uso intensivo de energia, mecanização e insumos químicos. Em um século de ecologia, a ciência também demonstrou quão pouco os agroecossistemas funcionam em muitos aspectos em relação aos ecossistemas naturais (EWEL, 1999; CREWS et al., 2016).

Os ecossistemas naturais rejuvenescem por repetidos ciclos de sucessão ecológica. Porém, os agroecossistemas se desviam dos processos naturais ao receberem auxílios humanos que subsidiam a entrada de energia solar, manipulam a diversidade na direção da produção de determinados produtos, exercem seleção artificial sobre plantas e animais em detrimento da seleção natural. Além disso, no modelo agrícola dominante, o ambiente produtivo humano é composto por ecossistemas de início de sucessão, ou seja, do tipo de “crescimento”, enquanto ecossistemas maduros, são mais protetores do que produtivos, estabilizam os substratos, tamponam os ciclos de ar e água e moderam os extremos de temperatura e de outros fatores físicos, ao mesmo tempo em que favorecem produtos para o homem (ODUM, 1988).

Os estágios iniciais da reconstrução de ecossistemas são os que apresentam maior produtividade primária líquida (ODUM, 1969) e que proporcionam maiores facilidades para se obter produtos agropecuários. Por isso, a agricultura convencional explora as vantagens desses estágios iniciais, com o uso de espécies colonizadoras, em monoculturas anuais. Desse modo, a recomposição dos ecossistemas não é deixada progredir para além do estágio de desenvolvimento pioneiro inicial. Por outro lado, o uso intensivo de insumos externos à agropecuária permite manter altos índices de produtividade, mas mascaram perdas na eficiência energética decorrentes do desprezo aos processos ecológicos. A aplicação desta estratégia requer o uso especializado da terra, que, além de benéfica à produtividade, pode trazer custos ambientais tais como a perda de habitat para muitas espécies; o aumento do consumo de água; a erosão e a degradação do solo; a poluição devido ao uso de fertilizantes, minerais, combustíveis fósseis e pesticidas; e o aumento da vulnerabilidade às mudanças climáticas e às pragas (TILMAN et al., 2002). Mas, Adler et al. (2011) sugere um efeito positivo da biodiversidade na produtividade primária.

O entendimento do funcionamento dos ecossistemas naturais (CREWS; RUMSEY, 2017) e o conhecimento das práticas agrícolas

tradicionais (BERTSCH, 2017) podem subsidiar elementos para o desenho de agroecossistemas menos dependentes de insumos externos, bem como para o aprimoramento das práticas de restauração florestal (VIEIRA et al., 2009). No entanto, a maior parte da área utilizada para a agropecuária e a silvicultura está ocupada por paisagens pouco diversificadas, visivelmente destoantes dos ecossistemas naturais locais (CREWS et al., 2016).

A diversificação nas unidades de produção agrícola promove a capacidade de amortecer surtos de pragas e de patógenos (LIN, 2011), sendo que as interações bióticas poderiam fornecer as funções exigidas pelos sistemas para aumentar a fertilidade do solo sem insumos externos, garantindo a produtividade adequada das culturas (GABA et al., 2014). Existem diversas formas de diversificar os agroecossistemas como: o escalonamento temporal (rotações de culturas, cultivos sequenciais e pousio) ou espacial (zoneamento dos estabelecimentos agrícolas) (VANDERMEER, 2011; ALTIERI, 2012). Por outro lado, a exemplo das comunidades naturais, os consórcios vegetais têm a qualidade de trazer a agrobiodiversidade para dentro de cada plantação, proporcionando relações mais estreitas entre as espécies e maior interação com o ambiente (LIEBMAN; DYCK, 1993), que por sua vez, estabelece uma mediação dos efeitos que os organismos têm uns sobre os outros (GLIESSMAN, 2009). Mas além de não existir uma ligação direta entre biodiversidade e prestação de serviços ecossistêmicos (GABA et al., 2015), para Crews et al. (2016) embora o aumento da diversidade de culturas seja essencial, é insuficiente, já que boa parte do desafio da sustentabilidade agrícola passa pela manutenção de agroecossistemas perenes e em estágios sucessionais mais avançados. Embora estejam sendo desenvolvidas pesquisas em recursos genéticos que investem em cereais perenes para conferir resiliência à produção de grãos diante da eminente mudança climática (HAYES et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018), ainda há poucos resultados sobre genótipos adaptados a combinações biodiversas complexas (LITRICO; VIOLLE, 2015).

1.3.1 Nicho

Pelo conceito quantitativo de Hutchinson (1957), nicho ecológico é a região de um hiper-volume multidimensional, onde a soma de todos os fatores (abióticos e bióticos), permite que uma espécie mantenha uma população viável. O nicho possui diversas dimensões e as espécies podem ocupar posições similares ao longo de uma dimensão e diferir em outras dimensões (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007; ODUM;

BARRET, 2007). A partir de uma teoria ecológica baseada no nicho, Violle et al. (2012) esperam que seja possível estabelecer uma maior complementaridade entre espécies e até mesmo entre genótipos de plantas combinadas em agroecossistemas.

1.3.2 Sucessão ecológica

A sucessão ecológica é a mudança na composição de espécies (CLEMENTS, 1916) em resposta aos filtros ambientais³ e às regras de montagem⁴ que atuam sobre comunidades ao longo de escalas temporais e espaciais. Em essência, é um fenômeno decorrente das mudanças na produtividade, estrutura trófica e eficiência na ciclagem de nutrientes que acontecem durante o desenvolvimento do ecossistema (ODUM, 1969). Trata-se de uma sequência de organismos que, embora os estudos costumem focalizar mudanças na vegetação, os papéis dos animais (inclusive humanos), algas, fungos, bactérias e protozoários são igualmente importantes (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011), atuando como agentes reguladores uns dos outros (ODUM, 1988; ODUM; BARRET, 2007) e que, do ponto de vista da funcionalidade do ecossistema, resulta na seleção de organismos que impulsiona a própria sucessão ecológica (ODUM; BARRET, 2008; BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007; RICKLEFS, 2010).

Dentre os serviços ecossistêmicos de regulação promovidos pela sucessão, cita-se o aumento da biodiversidade, a redução da perda de nutrientes livres no solo, a transferência dos nutrientes para a comunidade biótica, a melhoria da estrutura edáfica, a produção de matéria orgânica, a redução da amplitude térmica e o aumento da umidade relativa do ar e do solo (GÓMEZ-POMPA; VAZQUEZ-YANES, 1985 apud PENEIREIRO, 1999).

Segundo Chazdon (2012) os estágios sucessionais de uma floresta podem ser definidos baseados em três critérios principais: a biomassa total à superfície, a estrutura de idade ou o tamanho de populações de árvores e a composição de espécies, sendo que os mecanismos que promovem a transição entre estágios de desenvolvimento de um

³ Filtros ambientais são restrições que limitam a coexistência de espécies por padrões mediados pelo ambiente (por exemplo: distúrbio; estresse) (KEDDY, 1992; WEIHER; KEDDY, 1999 apud JONER, 2012).

⁴ Regras de montagem são restrições que limitam coexistência de espécies devido às interações entre elas (por exemplo: interações intraespecíficas e interespecíficas) (DIAMOND, 1975 apud JONER, 2012; KEDDY, 1992).

ecossistema são diversos e, dependendo do contexto, as comunidades podem seguir caminhos sucessionais diferentes e apresentarem estados alternativos, nos quais a frequência, a magnitude e a extensão de onde os agentes de mudança atuam, determinam sua velocidade (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011). Mas a classificação dos estágios sucessionais é uma tarefa complexa já que as diferenças entre as espécies adaptadas à sombra e ao sol não são claras e existem múltiplas possibilidades de regeneração que geram gradientes de adaptação à luz, além de que um indivíduo pode germinar em um ambiente, mas demandar outro para se desenvolver, ou mesmo precisar de uma série de ambientes contrastantes antes de ingressar no dossel (FINEGAN, 1984).

Embora diversas tendências estruturais sejam esperadas ao longo do processo sucessional, segundo Odum (1988) o aumento da diversidade e da estabilidade se constituem como padrões esperados, à medida que a comunidade evolui para um nível estrutural mais complexo. Mas segundo McIntosh (1981) citado por Vaz da Silva (2002) o termo “sucessão” não requer, necessariamente, o desenvolvimento progressivo em direção a um estágio maduro. Nesse sentido, nem sempre é verdade que a biomassa e a diversidade aumentam com a sucessão, pois existem paisagens naturais, mesmo em estágio de sucessão avançada, formadas por consórcios dominantes pouco diversificados (LAMPRECHT, 1990). Inclusive, existem indícios de sucessão regressiva, que ocorrem quando a comunidade se torna simplista e contém menos espécies e menos biomassa em dado período. Como na pesquisa de Tabarelli e Mantovani (1999) na qual a riqueza e a diversidade de espécies em floresta com 40 anos foram superiores às observadas em floresta madura, já Letcher e Chazdon (2009) observaram níveis mais elevados de biomassa aérea em florestas secundárias antigas do que em florestas primárias.

A sucessão pode encontrar entraves, mesmo em ecossistemas naturais, pois segundo Vitousek et al. (2010) pode ocorrer limitação de nutrientes para a produtividade primária e outros processos biológicos, sendo que o nitrogênio (N) e o fósforo (P), tanto individualmente como em combinação, são os elementos mais limitantes. Além disso ela pode ser interrompida ou desviada como consequência de usos intensivos que degradem a fertilidade do solo ou reduzam a disponibilidade da biota local (CHAZDON, 2012).

É o caso do preparo dos campos para semeadura de culturas anuais, onde toda a vegetação perene e anual que cobre a paisagem é eliminada uma ou mais vezes por ano. Isso faz com que os estoques de matéria orgânica do solo diminuam, regredindo o ecossistema até um estágio de

sucessão muito inicial, no qual permanece preso por décadas e mesmo séculos, até que a vegetação perene supere as herbáceas (SMITH, 2015).

Teorias formuladas no início do século XX divergem quanto ao processo de associação entre plantas e sua sucessão. A teoria individualista aposta no resultado casual de condições ambientais flutuantes atuando sobre as espécies (GLEASON, 1917; GLEASON, 1926), já para o holismo, as espécies teriam co-evoluído em consórcios que se comportariam como “superorganismos” (CLEMENTS, 1916). Devido à ausência de um consenso científico, foi estimulada a adoção dos modelos múltiplos de mecanismos de sucessão por facilitação, tolerância e inibição, que diferem principalmente quanto ao comportamento das populações nos estágios iniciais, de modo que elas poderiam estar tornando o ambiente apto para a sua substituição por espécies dos estágios seguintes; ou modificariam o meio, mas de forma neutra; ou inibiriam espécies tardias, que apenas conseguiriam dominar caso algum estresse ou distúrbio diminuísse a abundância das espécies inibidoras (CONNEL; SLATYER, 1977; CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011). Segundo Crews et al. (2016) atualmente as comunidades têm sido vistas como conjuntos únicos e interativos de espécies individuais com diferentes histórias de coevoluções, mesmo assim os estudiosos da ecologia de comunidades ainda reconhecem que ocorrem mudanças direcionais nas comunidades que alteram as propriedades do ecossistema. Algumas destas mudanças são relevantes para agricultura, por exemplo, a transição na fisionomia da comunidade vegetal de anual para espécies perenes.

Por outro lado, a noção de sucessão ecológica vem assumindo teor mais antrópico do que quando considerada simplesmente como uma sucessão “natural das espécies”. Já que, segundo Posey (1984), na Amazônia, por exemplo, não se pode estabelecer uma demarcação explícita entre ecossistemas naturais e remanejados pelos indígenas, uma vez que nossas florestas e savanas são melhor entendidas como séries contínuas entre plantas que são domesticadas e as que são semi domesticadas, manipuladas ou selvagens. Evidências reunidas por Levis et al. (2017) apontam que as plantas domesticadas por povos pré-colombianos são muito mais propensas a serem dominantes do que outras espécies nas florestas amazônicas, corroborando com Frikel (1978) que relatou uma transição da agricultura ancestral, que teria partido de uma arboricultura associada à intensificação da horticultura indígena na Amazônia. Portanto, grande parte do que tem sido chamado de florestas e savanas “naturais” possivelmente seria resultado de milênios de remanejamento e co-evolução humanos (POSEY, 1987).

1.3.2.1 Clareira

As clareiras são espaços vagos na paisagem, decorrentes de distúrbios ou perturbações, que passam por um processo de recolonização (ODUM; BARRET, 2008). De acordo com a “Teoria do Mosaico em Clímax” elaborada por Aubreville em 1938⁵, quando uma floresta atinge estrutura de comunidade “estável”, na verdade ela se trata de um mosaico heterogêneo, composto por diversas manchas em diferentes estágios da sucessão que vão migrando no espaço ao longo do tempo, influenciados pelo local; o estágio sucessional pré-existente em que as seres sucessionais se iniciam; e o grau de perturbação que sofreu, sendo que o reestabelecimento de comunidades onde a maioria dos organismos foi destruída impulsiona a sucessão secundária, na qual o legado das espécies pré-existentes e suas interações com as espécies colonizadoras ou introduzidas desempenham papéis marcantes em sua trajetória, apresentando padrões particulares de colonização vegetal principalmente no que se refere à coexistência das espécies (LAMPRECHT, 1990; BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007; CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011).

As perturbações passaram a ser entendidas como fenômenos inerentes ao sistema, justamente para operarem no processo sucessional e que, com a ampliação da escala espacial e temporal, a paisagem é vista como um mosaico de unidades menores, sendo esse o modelo de equilíbrio ao qual tendem os ecossistemas (OLDEMAN, 2012). Parcelas de uma clareira com histórico idêntico poderão percorrer trajetórias sucessionais distintas condicionadas ao tipo de manejo a que serão submetidas. Uma vez que estas são influenciadas por condições pós-distúrbio, nas quais os padrões de colonização e dominância de espécies precoces, após o abandono da terra, afetam seriamente mudanças

⁵ Florestas maduras apresentam um equilíbrio dinâmico em relação à sua composição florística. A cada constelação de fatores determinantes do sítio não corresponde apenas uma comunidade florestal com uma única combinação de espécies arbóreas possíveis, mas que, ao contrário, vários complexos florísticos bem diferentes poderão ser igualmente adaptados às condições ambientais. Assim estes complexos seriam intercambiáveis quanto ao equilíbrio estrutural entre clima, solo e vegetação. Portanto em diferentes épocas poderão muito bem existir, no mesmo local, combinações diversas de espécies arbóreas. Por outro lado, também existem, dentre as numerosas espécies nativas, as que se encontram em equilíbrio de concorrência recíproca ou que ocupam outros nichos ecológicos, conseguindo assim coexistir umas ao lado das outras (AUBREVILLE, 1938 apud LAMPRECHT, 1990).

sucessionais em termos de estrutura e composição da vegetação (CHAZDON, 2003; 2012).

De forma similar, em agroecossistemas que, via de regra, sofrem perturbações antrópicas periódicas, indiscriminadas ou seletivas, são criados habitats disponíveis para a colonização por espécies tardias em áreas análogas a clareiras (GLIESSMAN, 2009) além de aportar material vegetal no solo, aumentando a disponibilidade de nutrientes para as plantas (VITOUSEK; WHITE, 1981 apud VAZ DA SILVA, 2002). A partir da abertura do dossel, a vegetação se regenera desde a fase de colonização à fase madura, passando pela fase de edificação. Dependendo da direção da sua formação, as clareiras podem ter formatos diversos (lineares, elípticos, circulares, alteres) que influenciam seu microclima (LIMA, 2005). Em áreas onde a floresta é perturbada por eventos naturais ou antrópicos, criam-se habitats que, em essência, são réplicas dos campos limpos⁶. Esses nichos proporcionam condições micro ambientais semelhantes aos das roças e capoeiras, por isso se supõe que clareiras formadas em florestas primárias tenham sido tomadas como protótipos naturais para práticas das roças indígenas (POSEY, 1987).

1.3.2.1.1 Plantas de clareira

A perturbação causada pela abertura de uma clareira favorece a invasão por plantas estrategistas r (GLIESSMAN, 2009), as quais apresentam período de vida curto, alta produção de sementes e habilidade de encontrar, ocupar e dominar ambientes abertos (GRIME, 1977). Mesmo quando a ressemeação inicia uma sere, o tipo de perturbação e o tamanho de abertura formada influencia em quais espécies vão se estabelecer primeiro. Algumas exigem muita luz para germinar e se assentar, e suas plântulas são intolerantes à competição com outras espécies, mas podem atingir os centros de grandes aberturas, que geralmente são inacessíveis aos membros de uma comunidade clímax (RICKLEFS, 2010).

Clareiras em floresta primária eram utilizadas por indígenas para transplantar espécies domesticadas e semi-domesticadas que vingam nesses habitats, tais como: variedades de *Manihot esculenta* (mandioca),

⁶ Campo limpo é uma fisionomia do Bioma Cerrado, predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Pode ser encontrado em diversas posições topográficas, com diferentes variações de grau e umidade, profundidade e fertilidade do solo (SANO; ALMEIDA; RIBEIRO, 2008).

Dioscorea alata (cará), *Cissus gongylodes* (cupá), *Dioscorea trifida* (inhame), *Ipomoea batatas* (batata-doce), *Xanthosoma sagittifolium* (taioba), *Phaseolus vulgaris* (feijão) e outras correlatas (POSEY, 1987). Já na civilização ocidental atual as plantas mais cultivadas no mundo para a produção, bem como a maioria das plantas tidas como daninhas detém características que as classificam como ruderais⁷ e ou estrategistas r, porém a maioria das cultivadas teve a sua base genética manipulada antropicamente, o que afetou a adaptabilidade e a faixa de tolerância dos cultivos. As espécies agrícolas de hoje foram domesticadas a partir de um deslocamento gradual de seu contexto, de sistemas naturais dominados pela seleção natural para sistemas controlados pelo ser humano, nos quais opera a seleção dirigida (GLIESSMAN, 2009).

A estratégia agrícola atual está baseada na seleção de linhagens de plantas alimentícias que apresentam crescimento rápido e comestibilidade. Esta estratégia, evidentemente, torna as plantas suscetíveis ao ataque de insetos e doenças, e conseqüentemente, quanto mais selecionadas para a suculência e o crescimento rápido, mais esforços e investimentos são requeridos para o controle químico de pragas. Estes esforços, por sua vez, aumentam a probabilidade de envenenamento de organismos úteis e a nós mesmos (ODUM, 1988, p. 312).

Crews et al. (2016) indagam sobre quais mudanças podem ser esperadas nas funções dos ecossistemas como resultado da transição entre o modelo dominante, de início de sucessão, para agroecossistemas de sucessão secundária. Porém esse seria ainda um passo no caminho do desenvolvimento de agroecossistemas biodiversos e multi-estratificados. Se entende que, para uma redução maciça de insumos na agricultura, seria necessário mudar a matriz alimentar de plantas anuais – colonizadoras de clareiras, para produtos de plantas perenes habituadas a ecossistemas mais densos e estratificados. Ou seja, migrar de uma agricultura de clareira para a intensificação da produção de alimentos durante o crescimento das florestas, cultivando conjuntamente, além de cereais e hortaliças, palmitos, castanhas, óleos, e frutos entre outros.

⁷ Plantas ruderais são adaptadas às condições de alta perturbação e estresse baixo (GRIME, 1977).

1.3.3 Comunidade vegetal

Na natureza, os organismos não sobrevivem isoladamente, mas em associações de espécies diferentes que ocorrem no mesmo espaço e tempo. Estas espécies estão conectadas por suas relações ecológicas, formando comunidades (ODUM; BARRET, 2008). Em casos de restrições ambientais severas a associação entre as espécies pode determinar a sobrevivência dos indivíduos nelas reunidos (CALLAWAY et al., 2002). As comunidades são usualmente vistas como sistemas abertos, cuja composição varia continuamente através dos gradientes ambientais (RICKLEFS, 2010), mas a natureza da comunidade não pode ser analisada somente como a soma dos efeitos individualizados das espécies que a constituem. Na medida que os organismos interagem, emergem novas propriedades que não estavam presentes no nível inferior de desenvolvimento do ecossistema (ODUM, 1988). O mesmo vale para os consórcios agrícolas, nos quais as plantas, adicionando ou removendo coisas do ambiente, alteram a biota como um todo (GLIESSMAN, 2009).

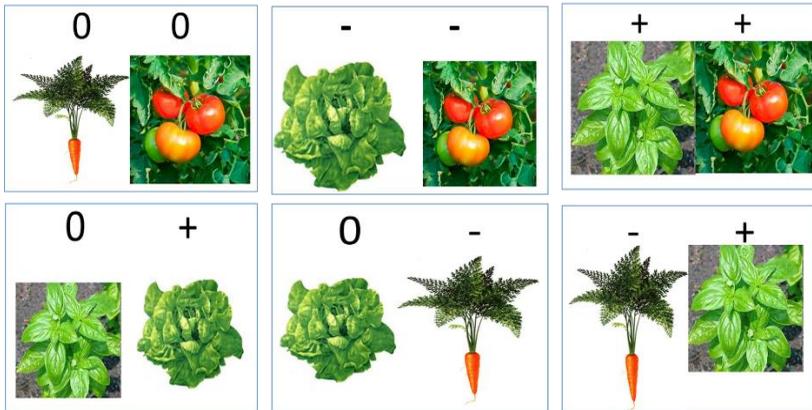
1.3.3.1 Interações vegetais

Populações de uma comunidade podem afetar o crescimento e a taxa de mortalidade de outras, unidirecional ou mutuamente, de forma positiva ou negativa, sendo que, para um mesmo grupo de espécies, o tipo de interação pode mudar sob diferentes condições ou estádios sucessivos em suas bionomias (ODUM, 1988). Porém, existe uma distinção importante entre situações nas quais os membros estão juntos e acontece uma interação e, quando estão juntos, mas sem interagir (GLIESSMAN, 2009). De outro modo, embora se pesquise a causa de vantagens observadas em associações de plantas, Vandermeer (1989) traz a reflexão de que uma vantagem pode ocorrer pela ausência de mecanismos potenciais, ou seja, alguns padrões particulares ocorrem porque nada está acontecendo.

Nas relações indiretas as populações de plantas adicionam, ou removem recursos do meio, em um processo de modificação das condições ambientais para elas próprias e para as outras plantas (GLIESSMAN, 2009). Uma interação indireta entre organismos consiste num impacto sobre o ambiente (uma adição ou uma remoção) perpetrado por um organismo e, em alguns casos, um impacto adicional criado pelo outro organismo, seguido de uma resposta de ambos às mudanças resultantes do ambiente. Dentre as interações que podem ser indiretas citam-se a protocooperação, amensalismo, mutualismo e competição

(RICKLEFS, 2010). Segundo Odum e Barrett (1971), quando um organismo modifica o ambiente em alguma forma que causa impacto sobre outro, essa modificação é denominada de “interferência”. As interferências podem ser divididas em dois tipos: **interferência de remoção**: um organismo remove algo do ambiente, reduzindo a disponibilidade daquele recurso para outros organismos; e **interferência de adição**: um organismo adiciona algo no ambiente que pode ter impacto positivo, negativo ou neutro sobre outros organismos. Geralmente, apenas uma dessas interferências ocorre em uma determinada interação, mas também podem ocorrer juntas. Para um dado organismo a interferência será **positiva (+)** quando aumentar; **negativa (-)** quando reduzir; e **neutra (0)** quando não alterar seu crescimento e/ou sobrevivência e/ou reprodução. Mas o grau no qual a interação é positiva ou negativa depende do nível de interdependência e do nível de intensidade da interação (GLIESSMAN, 2009).

Figura 2 - Relações interespecíficas hipotéticas



Fonte: Elaborado pela autora (2016).

As relações interespecíficas podem gerar combinações de efeitos entre duas populações (Figura 2). Por exemplo, uma interação de cooperação não obrigatória seria expressa como (++) já que ambas teriam ganhos no crescimento e/ou sobrevivência e/ou reprodução na presença da outra (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011). Há casos onde uma população logra de algum benefício sem prejudicar a vizinha; e o inverso, quando é prejudicada pela interferência de outra, que por sua vez, não é alterada pela interação (ODUM, 1988). A competição seria simbolizada

por (--), já que nesse caso, as plantas interagem removendo do ambiente alguma coisa que todas precisam. Então, as partes estariam sendo prejudicadas por estarem acessando a mesma fonte de recursos limitada, tendo como resultado a perda de crescimento de todos os organismos envolvidos. Em interações competitivas, embora um membro possa terminar dominando outros, todos são prejudicados ao competirem (GLIESSMAN, 2009).

Independentemente de que as interações sejam positivas ou negativas, elas podem causar substituição gradual de espécies ao longo do tempo atuando como agentes da sucessão ecológica (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011; RICKLEFS, 2010), sendo que a competição tem sido considerada o motor da seleção natural. No entanto, foi observado que evitá-la pode ser vantajoso já que desempenha um papel chave nas comunidades. Embora a seleção por habilidade competitiva tenha sido muito importante na evolução, a seleção para a coexistência (seleção de grupo) pode ser mais regra do que exceção, já que a habilidade de “evitar” a competição e poder coexistir em comunidades mistas traz vantagens para todos os seus membros (GLIESSMAN, 2009). As espécies também podem coexistir por meio de facilitação, onde uma ou várias espécies fornecem recursos ou melhoram as condições ambientais para outras espécies, através da modificação do ambiente e/ou a disponibilidade de recursos limitantes (CALLAWAY, 1995). Inclusive, segundo Gaba et al. (2015) há indícios de que em alguns casos, microrganismos intermediam interações positivas entre plantas.

Segundo Odum (1988), em ecossistemas naturais é predominante a ocorrência de interações negativas em comunidades pioneiras que evoluem para relações de simbioses positivas nos estágios mais avançados. Ao mesmo tempo, hipoteticamente, no estágio pioneiro as plantas estariam despendendo menos energia para competição do que no estágio secundário. Por outro lado, é esperado que, em estágios mais tardios da sucessão, a competição tenha um papel mais dominante que a facilitação, uma vez que:

Na maioria das sequências sucessionais, especialmente com um estágio pioneiro fisicamente estressante, interações de facilitação são importantes condutores da sucessão inicial. Organismos que conseguem tolerar e modificar esses ambientes fisicamente desafiadores irão se desenvolver e facilitar outros organismos sem essas habilidades. À medida que a sucessão avança,

espécies de crescimento lento e vida longa começam a dominar. Essas espécies tendem a ser maiores e mais competitivamente dominantes que as espécies sucessionais iniciais. À medida que a sucessão avança a riqueza de espécies tipicamente aumenta, assim precisamos reconhecer que um vasto conjunto de interações negativas estão operando nos estágios intermediários e avançados da sucessão (CAIN; BOWMAN; HACKER, 2011, p. 374).

A alocação de uma maior densidade de plantas em uma determinada área gera competição intraespecífica e interespecífica causando perdas no crescimento umas das outras. De acordo com o Princípio de Alle a agregação pode favorecer um grupo de indivíduos de uma população de plantas por facilitar a reprodução (em alguns casos), ou pela formação de um microclima mais favorável, por exemplo, na resistência à ação do vento, entre outros benefícios (ODUM, 1988).

Na agricultura convencional, a competição é o tipo de interação que recebe mais cuidado, ao ponto que nas monoculturas se tenta eliminar as relações entre espécies e minimizar a competição intraespecífica (GLIESSMAN, 2009). Existem razões teóricas convincentes para se esperar que a competição interespecífica seja importante na moldagem de comunidades mediante a determinação de quais e quantas espécies podem coexistir, mas ela pode tanto ocasionar exclusão competitiva como levar à diferenciação de nichos, e até mesmo a uma diferenciação complementar (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007). Essa diferenciação envolve diversas dimensões do nicho, e as espécies podem ocupar posições similares ao longo de uma dimensão e diferir em outra dimensão (ODUM; BARRET, 2008). Quando não ocorre sobreposição de nichos entre espécies vizinhas, por exemplo, devido à morfologia, ou pelo consumo de alimentos alternativos, elas tendem a competir menos, tornando mais provável a sua coexistência (TILMAN, 1990). Essas regras de montagem acabam por impedir a exclusão competitiva (DIAMOND, 1975 apud JONER, 2012; BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007) e ao mesmo tempo promovem o aumento da biodiversidade. Em termos ecológicos, a complementariedade minimiza a sobreposição de nichos entre as espécies associadas, minimizando assim a competição (ALTIERI, 2012).

Alguns adeptos da Agricultura Sintrópica (descrita no item 1.4) alegam que não reconhecem a existência de competição entre os organismos nos agroecossistemas, já que pensam que todas as formas de

vida presentes estariam, a sua maneira, beneficiando umas às outras. Ademais, no presente trabalho, admite-se a ocorrência de competição intraespecífica e interespecífica, bem como das outras interações ditas “negativas” como fenômenos que participam da seleção das espécies na direção do aumento dos processos de vida dentro do agroecossistema ao longo do tempo. A partir desta perspectiva, ao selecionar as plantas de interesse em seus policultivos, o agricultor estaria participando do processo de sucessão ecológica e promovendo a produção desejada pela redução das interferências competitivas entre as plantas, podendo ainda estimular interações positivas, sobretudo as mutualísticas. No entanto, segundo Gliessman (2009), a agricultura convencional tende a eliminar essas interações benéficas e substituí-las por insumos de base cultural.

Para Gaba et al. (2015), o gerenciamento de interações bióticas como facilitação, competição e mutualismos com práticas agrícolas apropriadas fornecem uma ampla gama de oportunidades para associar recursos específicos e otimizar as funções em sistemas consorciados. No entanto, para atingir esse objetivo, é necessário ampliar o entendimento através de uma abordagem multidisciplinar que combine a genética, a ecologia e as ciências agrícolas.

1.3.4 Consórcio de plantas

A consorciação de culturas é uma técnica ancestral, associada à ecologia, que pode aumentar a eficiência energética na agricultura sem a necessidade de insumos externos (GLIESSMAN, 2009). Era amplamente adotada em sistemas tradicionais de cultivo em todo mundo antes do advento da revolução verde. Geralmente, está associada à produção para a subsistência, e não comporta a adoção de práticas já padronizadas de produção em larga escala (VANDERMMEER, 1989; ALTIERI, 2012). De modo geral o termo “consorciar” significa unir, associar, combinar (AURÉLIO, 1986). Para Gliessman (2009), consorciar vegetais é a prática de plantar em mesclas, tal que permitam a interação entre indivíduos e que, a depender do seu desenho, pode adicionar diversidade temporal, horizontal, vertical, estrutural e funcional a uma plantação.

Os consórcios são recomendados no universo da agroecologia (ALTIERI, 2012), sendo que, na olericultura, isso vem sendo testado amplamente e em diversos contextos ambientais e formas de manejo (TEIXEIRA; MOTA; DA SILVA, 2005). Para Ewel (2016), imitar ecossistemas naturais significa gerenciar misturas de espécies. Nesse sentido Gliessman (2009) indica que é oportuno integrar os

conhecimentos da agronomia (sobre os cultivos de uma só espécie) e os da ecologia (sobre as interações de organismos em comunidades).

Os mecanismos fisiológicos característicos de cada espécie podem ser determinantes, por exemplo, na absorção e assimilação de nutrientes (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000), ou na capacidade fotossintética (PELACANII et al., 2007), diferenciando a prosperidade dos cultivos (PITELLI; DURIGAN; ROSSELLO, 2001). Porém, as características que tornam as espécies eficientes numa policultura não é a superioridade fisiológica do indivíduo isolado, e sim aquelas que estabelecem interações positivas com as espécies vizinhas. O resultado das interações é manifestado pelo conjunto de indivíduos no ecossistema (GLIESSMAN, 2009).

Existem evidências de que os consórcios de plantas podem produzir mais biomassa do que as monoculturas (CARDINALE et al., 2007) e que, quando em situação de estresse edafoclimático, as comunidades vegetais, compostas por diversas espécies, são mais resilientes do que as homogêneas (CALLAWAY et al., 2002). Algumas combinações de plantas proporcionam um evento chamado de sobrecultivo, que acontece quando o rendimento de todas as culturas consorciadas é superior às mesmas culturas quando isoladas. Mas dependendo da densidade de plantio, o rendimento dos consórcios pode variar, mesmo com exatamente as mesmas espécies (VANDERMMEER, 1989). Quando o rendimento da combinação de populações em um consórcio é maior do que o das culturas separadamente, é provável que exista uma complementariedade das características de nicho das espécies membros (GLIESSMAN, 2009). Para Altieri (2012), as vantagens de produção dos consórcios estão correlacionadas a uma maior captação de recursos, refletidas na complementariedade de seu uso, sinergismo interespecífico e mudanças na distribuição dos recursos. Os sinergismos ocorrem quando os cultivos consorciados acessam recursos que estariam indisponíveis nas monoculturas ou quando eles se beneficiam das melhorias do microambiente (VANDERMMEER, 1989).

Acumula-se um cabedal de evidências de que cultivos consorciados podem proporcionar vantagens quando comparados a monoculturas. No entanto, é a qualidade da combinação das populações consorciadas que determina se as dinâmicas do uso de recursos, de pragas e de doenças irão favorecer ou prejudicar o desempenho geral das culturas (ALTIERI, 2012). Um consórcio tem sucesso quando ocorrem interações positivas, através da complementariedade de nichos e ou facilitação de uma espécie sobre outra (s), ou pelo menos, pela minimização das interferências competitivas entre elas. Portanto, entender os mecanismos

que tornam a coexistência possível poderia ser uma base para o desenho de comunidades de culturas múltiplas (VANDERMER, 1989; GLIESSMAN, 2009; ALTIERI, 2012).

O aumento da diversidade vegetal com o uso de consórcios não é uma panaceia para os problemas de produção e proteção das culturas, mas pode oferecer aos agricultores, opções possivelmente úteis para diminuir a dependência da aquisição de insumos externos, minimizar a exposição aos agroquímicos, reduzir os riscos econômicos e a vulnerabilidade nutricional e proteger os recursos naturais básicos, necessários para a sustentabilidade agrícola (ALTIERI, 2012, p. 239).

Como potenciais propriedades emergentes dos consórcios vegetais citam-se:

- Melhorar o uso dos recursos, incluindo: a partilha dos excedentes entre as espécies consorciadas (ALTIERI, 2012; GLIESSMAN, 2009).

- Aumentar a eficiência do uso da terra, especialmente em áreas pequenas quando há insuficiência de mão de obra por um tempo limitado (ALTIERI, 2012).

- Proporcionar uma maior produtividade no consórcio como um todo, mesmo quando a produtividade de alguns dos cultivos é diminuída pela competição interespecífica (CARDINALE et al., 2007; GLIESSMAN, 2009; ALTIERI, 2012).

- As interações resultantes das combinações de plantas em consórcios podem ter efeitos mutuamente benéficos e reduzir a necessidade de insumos externos (GLIESSMAN, 2009).

- Ao aumentar a cobertura do solo que evita a erosão, melhora-se a fertilidade e controla-se a vegetação espontânea (ALTIERI, 2012).

- Diferenciar micro-habitats que constituem ambientes favoráveis para as distintas espécies (GLIESSMAN, 2009).

- Regular a herbivoria por insetos devido à menor concentração das fontes de alimento e maior dificuldade em encontrá-las (RISCH; ANDOW; ALTIERI, 1983).

- Formar microclimas que encorajem a presença de vários tipos de organismos, que podem ser predadores, parasitas e antagonistas, para manter as populações de herbívoros reguladas, favorecendo a diversidade destes e dificultando a dominância de alguma espécie na biota (LETOURNEAU, 1987).

- Diversificar o fornecimento de alimentos para subsistência em pequenas áreas (ALTIERI, 2012).

- Induzir ao “Fenômeno da Compensação” que é a redução do risco econômico e diversificação da fonte de renda (GLIESSMAN, 2009; ALTIERI, 2012).

Para as plantas serem compatíveis entre si em um consórcio, seus nichos devem ser semelhantes o suficiente para que possam sobreviver e produzir plenamente no ambiente onde se pretende instalar o policultivo. Por outro lado, os nichos não devem se sobrepor ao ponto no qual a interferência competitiva prejudique o desempenho geral do consórcio (LITRICO; VIOLLE, 2015). Portanto, para que sejam bem-sucedidos, cada espécie deve ter um nicho levemente diferente. Na maioria deles os nichos das espécies membros se sobrepõem, mas a interferência em nível interespecífico é menos intensa do que a interferência em nível intraespecífico. O processo de diferenciação da ocupação de nichos deve ser levado em conta ao se desenhar consórcios, e através do estudo da ecofisiologia das plantas, entender quais espécies têm potencial para competição e então evitar combiná-las (GLIESSMAN, 2009). Portanto, deve-se buscar misturar plantas com padrões complementares de uso de recursos ou estratégias complementares da bionomia. Ao se delinear e manejar nichos nos consórcios, devem fazê-lo de modo a favorecer as interações mutualísticas, que aumentam a resistência de todo o sistema, ao mesmo tempo em que melhorem a eficiência da captação da energia, da absorção e da reciclagem de nutrientes (TILMAN, 1990).

A complementariedade pode ser temporal, quando as maiores demandas das culturas pelos recursos se dão em tempos diferentes; espacial, quando as copas ou as raízes captam os recursos em zonas diferentes; ou fisiológica, quando existem diferenças bioquímicas entre as culturas em suas respostas aos recursos ambientais (ALTIERI, 2012, p. 227).

O consórcio de duas variedades de uma mesma espécie cultivada configuraria um grau de sobreposição de nichos que poderia ocasionar competição, como couve (*Brassica oleracea* variedade acephala) e brócolis (*Brassica oleracea* variedade itálica), por exemplo. Estes têm alta probabilidade de competir em um ambiente com baixos níveis de nitrogênio no solo (GLIESSMAN, 2009). No geral, em ecossistemas

naturais, os organismos com parentesco próximo, com hábitos ou morfologias semelhantes, não ocorrem no mesmo local. Entretanto se ocorrerem no mesmo local, usarão diferentes recursos ou serão ativos em momentos diferentes (ODUM; BARRET, 2008).

De acordo com o Princípio da Exclusão Competitiva (GAUSE, 1934) ao se consorciar espécies que ocupem o mesmo nicho, a coexistência não seria possível devido a uma forte competição que se desenvolveria, causando a eliminação de uma delas (ODUM, 1988; ODUM; BARRET, 2008; TAWNSEND; BEGON; HARPER, 2010). Já o “Princípio da Produção Competitiva” elucida que uma competição fraca entre culturas pode tornar a consorciação vantajosa em relação às respectivas monoculturas. Nesse mecanismo, a vantagem decorre apenas da fraqueza da interação. Dada a semelhança formal entre os princípios da exclusão competitiva e da produção competitiva, resta a busca do entendimento dos mecanismos que levam um dado consórcio a apresentar uma ou mais propriedades emergentes (VANDERMEER, 1989). Portanto, o manejo de agroecossistemas requer uma identificação detalhada das interações competitivas entre as plantas para que não reste ao produtor apenas a opção de disponibilizar recursos em excesso. Essa afirmação ressalta a ideia de que, se os consórcios forem desenhados para evitar a competição através da escolha de plantas com padrões de usos complementares de recursos, haverá uma redução da aplicação de insumos, sem a perda de produtividade dos cultivos individualmente (GLIESSMAN, 2009).

Considerando que as monoculturas se destinam a aumentar a produção de biomassa exportada em um ambiente otimizado com base em recursos externos, sistemas de cultivo múltiplos utilizam as interações vegetais para aumentar a produção de culturas com menores entradas forçadas de água e nutrientes. Consequentemente, a combinação espacial e temporal de espécies selecionadas para uma associação deve usar recursos separados ou incentivar o crescimento mútuo e/ou as densidades de semeadura e os arranjos espaciais devem reduzir a concorrência e diminuir os efeitos prejudiciais para o meio ambiente, como a lixiviação de nitratos e as emissões de gases de efeito estufa (GABA et al., 2015, p. 611).

Obter resultados de modelagem de nichos pode ser uma ferramenta de apoio na escolha de espécies que estejam no limiar entre a similaridade e a complementariedade para compor consórcios. Por isso, o desenvolvimento colaborativo de bancos de dados das características de espécies vegetais é estratégico para o aprimoramento do processo de desenho de agroecossistemas sucessionais. Nesse sentido, é recomendada a pesquisa bibliográfica de uma série de atributos funcionais⁸ das plantas desejadas (VIVAN, 1998; GABA et al., 2015), para isso, no APÊNDICE A consta um modelo de planilha para pesquisa que pode contribuir no desenho.

Segundo relatado por Davis e Woolley (1993) as variedades de uma determinada espécie podem responder de formas diferentes à consorciação de culturas, por isso, além da seleção das espécies a serem combinadas, também é importante observar os traços genéticos das variedades para que o consórcio seja bem ajustado. Ainda, as características das variedades também devem ser selecionadas para que se cumpram serviços ecossistêmicos de regulação (GABA et al., 2015), já que uma série de atributos funcionais podem contribuir para um determinado serviço ecossistêmico, mas, por outro lado, um único atributo funcional pode fornecer uma gama de serviços ecossistêmicos de regulação (BELLO et al., 2010).

Em alguns casos, agricultores desenham consórcios mais aptos para fornecer dietas diversificadas e nutritivas. Mas há também os que estão interessados na produção de uma cultura principal. Então, outras espécies são plantadas como garantia contra o insucesso eventual da principal. Nessas situações, as vantagens do consórcio podem aparecer claramente quando a produção do “carro chefe” do consórcio é equivalente ou maior do que em monocultura (ALTIERI, 2012).

Antes do plantio é importante calcular a demanda e a disponibilidade de mão de obra e montar um calendário indicando em que época do ano cada espécie produz e os respectivos tratos culturais (MICCOLIS et al., 2016). Os consórcios podem envolver combinação de espécies anuais com outras anuais, anuais com perenes, ou perenes com perenes e apresentar diversos arranjos espaciais desde uma simples combinação de duas espécies em fileiras alternadas até misturas complexas com mais de doze espécies coexistindo (ALTIERI, 2012).

⁸ Atributo funcional é qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica mensurável em algum nível do organismo, que influencie sua aptidão para alguma função indiretamente através dos seus efeitos no crescimento, na reprodução e na sobrevivência (VIOLLE et al., 2007).

Existem duas denominações para os tipos de consórcio de acordo com sua densidade (Figura 3), citam-se: os cultivos consorciados de adição, onde a um dado cultivo outros são adicionados sendo preservada a densidade indicada para a monocultura de cada um deles; e também os cultivos consorciados de substituição, nos quais a densidade total do consórcio é similar à da monocultura padrão do carro chefe do consórcio (GLIESSMAN, 2009). Como os consórcios de adição apresentam maiores estandes, consequentemente melhoram o aproveitamento deste recurso e potencializa uma cobertura mais rápida da superfície do solo, já que quando a densidade total de um consórcio é maior do que na monocultura, as plantas podem interceptar maior quantidade de radiação no começo do período de crescimento (ALTIERI, 2012). Mas nem sempre é possível ajustar todos os cultivos em um consórcio com as densidades das respectivas monoculturas, formatando o que venho a chamar de “consórcio de adição parcial”.

Figura 3 - Tipologias de consórcios pela densidade

consórcio de substituição						consórcio de adição					
C1	1	2	3	4	5	C1	1	2	3	4	5
1	A		R		A	A	R	A	R	A	
2						R	R	R	R	R	
3	A		R		A	A	R	A	R	A	
4						R	R	R	R	R	
5	A		R		A	A	R	A	R	A	
6						R	R	R	R	R	
7	A		R		A	A	R	A	R	A	
8						R	R	R	R	R	
9	A		R		A	A	R	A	R	A	
10						R	R	R	R	R	

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Para os Kayapó a unidade vegetal manipulada no manejo ecológico é kotam – a comunidade vegetal, ou seja, lançam mão do conceito de consórcio em detrimento das espécies individuais. Por exemplo Genipa americana (jenipapo) e Bixa orellana (urucu) são chamadas de “companheiras do mamão” (Carica papaya). Da mesma forma, tem-se a associação de plantas de “Musa sp. (bananeira) com dezenas de espécies tuberosas comestíveis que se desenvolvem à sua sombra, chamadas de “companheiras das bananas” - tytyti kotam pelos indígenas. Que nas roças Kayapó modificam as condições do solo, criando um microambiente especializado e promovendo efeito de facilitação, uma vez que formam microzonas de cultivo dentro de capoeiras em processo de

amadurecimento. As companheiras das bananas, continuam a crescer junto a elas até que a floresta secundária em expansão atinja uma altura tal que deixe de favorecer essa comunidade vegetal, quando isso ocorre, brotos de velhas bananeiras são transferidos para novas roças e suas “companheiras” levadas para junto de touceiras já formadas em outras roças em processo de amadurecimento (POSEY, 1987).

É possível que muitas espécies domesticadas tenham sido submetidas à seleção dirigida para a coexistência, ao serem mais cultivadas em policulturas, durante milhares de anos, teriam co-evoluído desenvolvendo adaptações à exemplo da Milpa (GLIESSMAN, 2009). Segundo Odum (1988), as associações recentes têm maior probabilidade de desenvolver interações extremamente negativas. Essa informação leva a pensar que as espécies, combinadas em um consórcio, tendem a se adaptar à presença umas das outras na direção do estabelecimento de relações positivas. Considerando as duas afirmativas acima, seria menos provável obter propriedades emergentes em um consórcio combinado aleatoriamente do que como resultado de modificações adaptativas provocadas por interações vegetais manipuladas ou não por agricultores durante uma sequência de cultivos, desde que as sementes fossem resgatadas e replantadas a cada ciclo seguindo as mesmas densidades e combinação espacial entre as espécies. Para Davis e Woolley (1993), embora a maioria dos programas de melhoramento genético tenham sido focados em cultivares que não foram desenvolvidos especificamente para serem consorciados, é possível realizar programas de cruzamento e seleção de variedades voltadas para consórcios e que é viável a obtenção de ganho de eficiência nas progenies provenientes de sistemas consorciados, mesmo nas primeiras gerações da seleção. Neste sentido, Zuppinger-Dingley et al. (2014) realizaram seleção genética dirigida para uma maior diferenciação de nichos, através do deslocamento de caracteres durante 8 anos em consórcio composto por 12 espécies forrageiras, o resultado foi o aumento da coexistência das espécies.

Mas embora se tente simular ecossistemas complexos pela composição de consórcios ricamente diversificados e supostamente resilientes, segundo Isbell et al. (2011), mesmo um grande número de espécies pode ser insuficiente. Pois apesar de que algumas pareçam ser redundantes, sob um conjunto de condições ambientais, mais espécies são necessárias para manter múltiplas funções diante de uma mudança climática. Como solução Liebman e Dyck (1993) recomendaram que os pesquisadores projetem e estudem sistemas de cultivo utilizando a diversificação temporal e espacial para a obtenção de agroecossistemas autorregulados.

1.3.4.1 Consórcio sucessional

Os consórcios sucessionais são modelados sob critérios que promovem uma sucessão de espécies cultivadas no espaço ao longo do tempo, como ferramenta para promover o que pode ser chamado de sucessão agroecológica. Neles as plantas coexistem por um tempo parcial do ciclo de vida de pelo menos uma delas, ou seja, quando da retirada ou morte de uma planta, outra vem ocupar seu nicho ou se beneficia de condições ambientais formadas pela primeira (VIVAN, 1998).

As interações resultantes da combinação de plantas nesse tipo de consórcio podem ter efeitos mutuamente benéficos e reduzir a necessidade de insumos externos (GLIESSMAN, 2009), já que a presença de espécies de ciclo mais curto do que as outras favorece a decomposição do material orgânico, a formação de novos nichos, maximização da ocupação dos nichos já existentes (ALTIERI, 2012), e o estabelecimento de novas relações ecológicas na área (STEENBOCK; VEZZANI, 2013). Assim sendo, o desenho de agroecossistemas sucessionais deve passar por um planejamento do plantio de espécies úteis de forma que elas se substituam no espaço ao longo do tempo sem estagnar; interromper; ou retroceder a sucessão ecológica como é usual nos agroecossistemas convencionais, mas evitando prejudicar o desempenho agrônômico dos cultivos (PENEIREIRO, 1999). Para tanto a partição de recursos deve ser promovida, uma vez que as espécies poderão usar o mesmo recurso, mas em diferentes momentos ou lugares (CHESSON, 2000).

Segundo Gliessman (2009) começando uma plantação numa área de solo nu recentemente cultivado, existem muitas formas pelas quais os agricultores podem permitir que o processo de sucessão progrida além dos estágios iniciais.

Para a dinamização do processo natural da sucessão é necessário um íntimo conhecimento do biótopo no qual se deseja interferir. É necessário conhecer as demandas das plantas que se deseja cultivar naquele ambiente, o seu nicho, as suas interações, inclusive com as espécies nativas, possibilitando estabelecer consórcios funcionais e fornecendo os subsídios necessários para ocupar os espaços de algumas espécies nativas por espécies de interesse para o homem, dentro da lógica e da dinâmica da sucessão (PENEIREIRO, 1999, p. 81).

Uma das características mais desejadas ao se desenhar um consórcio sucessional é o escalonamento das colheitas dos cultivos associados em períodos intercalados ao longo do tempo. As taxas de crescimento e de sobrevivência de cada espécie variam nos diferentes estágios de desenvolvimento, por isso é importante se atentar para as curvas de crescimento dos estágios fenológicos (GLIESSMAN, 2009). Essas informações permitem que seja evitado consorciar espécies cujos picos de crescimento, que coexistem em uma determinada área, coincidam. Sendo assim, os consórcios que lograrem uma sucessionalidade, explorarão uma ampla diversidade de nichos que, consequentemente, aumentará a eficiência no uso da terra.

Figura 4 - Consórcio olerícola sucessional estratificado de adição parcial



Fonte: Elaborada pela autora (2016). Sítio Ipê Amarelo, Ribeirão Preto SP.

Alguns pesquisadores afirmam que as combinações de culturas, com diferentes estágios de maturação, não são mais vantajosas do que monoculturas subsequentes. Uma vez que várias espécies de ciclo curto podem ser cultivadas em sequência no mesmo período de um consórcio sucessional. Essas críticas não parecem ser completamente justificáveis, uma vez que os produtores geralmente precisam produzir culturas de ciclo

longo e de ciclo curto, podendo não se desenvolver bem em determinadas épocas do ano, mesmo com irrigação (BALASUBRAMANIAN; SEKAYANGE, 1990).

Nesses consórcios é importante atentar que, para haver uma verdadeira sucessão, as plantas que permanecem após a colheita de uma cultura mais precoce têm que estar em densidade suficiente para ocupar todo espaço deixado pelo cultivo colhido (Figura 4), preferencialmente em um período curto. Existem diversos sistemas culturais que usam padrões de manejo espacialmente e temporalmente complexos (LIEBMAN; DYCK, 1993), que podem evoluir para sistemas agroflorestais. Como exemplo de consórcio sucessional C. Staver em comunicação pessoal para Liebman e Dyck (1993) descreveu um sistema de produção de *Phaseolus vulgaris* (feijão), *Zea mays* (milho), *Manihot esculenta* (mandioca) e *Musa acuminata x balbisiana* (bananeira) no qual esses quatro componentes são plantados juntos, mas amadurecem sequencialmente. A consorciação favorece as culturas alimentares de maturação precoce, que são atendidas simultaneamente com os tratos culturais fornecidos ao bananal, produzindo quantidades substanciais de alimentos antes da colheita das bananas.

O desenho de consórcios sucessionais deve ser projetado através da intersecção da qualidade da composição vegetal; da disponibilidade de recursos, bem como da distribuição temporal dos recursos (GABA et al., 2015). Portanto, o efeito temporal está relacionado ao uso de recursos pelas espécies (KÖRNER et al., 2008), mas esta variação no funcionamento da comunidade, bem como as interações entre as espécies são difíceis de prever quando baseadas na teoria do nicho (VANNETTE; FUKAMI, 2014).

1.3.4.2 Avaliação de consórcios

Segundo Vieira (1998) há diferentes modos de se avaliar a eficiência dos consórcios. Um deles é a quantidade de alimentos produzida por unidade de área. Outro método de avaliação seria pelo lucro gerado pelo sistema, mediante análise econômica. Segundo Gliessman (2009) frequentemente se utiliza o IEA – Índice Equivalente de Área, que é a ferramenta que fornece uma medida das vantagens obtidas no rendimento de dois ou mais cultivos consorciados quando comparados ao rendimento obtido pelas mesmas espécies cultivadas em monoculturas. Porém, para Connolly, Goma e Rahim (2001), os indicadores e os métodos experimentais devem ser adaptados aos objetivos específicos do experimento, pois alguns métodos amplamente usados, podem conduzir

a avaliações errôneas de aspectos de interação interespecíficas e de vantagem na consorciação.

Odum (1988) afirma que, ao se estudar comunidades vegetais ou mesmo consórcios, considerando as propriedades emergentes, não é necessário o conhecimento de todas as partes componentes antes que o conjunto possa ser compreendido. No entanto, de acordo com Vandermeer (1989), quando o interesse da pesquisa está direcionado para a “engenharia de consórcios”, a questão prática de como usar o conteúdo teórico no contexto do design da combinação pode seguir duas vertentes. Na abordagem fenomenológica o problema é formulado com fito na resposta de uma espécie a diferentes quantidades de outra, para cada uma das espécies envolvidas. Nela a preocupação é simplesmente com o efeito quantitativo, ignorando as especificidades das causas subjacentes desse efeito, então a competição e a facilitação são pensadas como fenômenos finalísticos, independentemente dos mecanismos que as produzem, sendo favorável à generalização. Já a visão mecanicista se atenta a observar mais o funcionamento dos mecanismos do que seus efeitos. É apresentada em duas grandes categorias, mecanismos de competição reduzida e mecanismos de facilitação. Dentro da categoria de competição reduzida estão incluídos dois tópicos: partição de nicho e recursos de partição. Similar à abordagem fenomenológica descrita por Vandermeer (1989), Odum e Barrett (1971) já haviam desenvolvido um sistema de classificação das interações entre pares de organismos de espécies diferentes que podem ser usadas para interpretar resultados de consórcios entre plantas, com foco no resultado da interação (+, - ou 0), e não no mecanismo envolvido enquanto ele ocorre (GLIESSMAN, 2009).

1.4 AGRICULTURA SINTRÓPICA

A agricultura sintrópica é um tipo peculiar de agricultura sucessional (PASINI, 2017) baseado na sucessão ecológica (GÖTTSCH, 1995). É empregado em áreas onde se deseja atribuir uma intensificação ecológica⁹ à produção agropecuária (MICCOLIS et al., 2016). Em

⁹ Para Gaba et al. (2014) a intensificação ecológica visa promover interações biológicas benéficas para limitar o uso de insumos químicos e combustíveis fósseis; e reduzir o impacto ambiental, integrando os processos biológicos e ecológicos na produção de alimentos, com foco no sistema agrícola e no design da paisagem. Segundo Pretty (2008) e Power (2010), se baseia na gestão dos processos ecossistêmicos; nos princípios de persistência e resiliência do

essência, é uma tentativa de replicar as estratégias usadas pela natureza para aumentar a vida e melhorar o solo (GÖTSCH, 1996; PENEIREIRO, 1999), através de um sistema metódico de uso da terra que visa potencializar os processos biológicos para o desenvolvimento do ecossistema.

Foi idealizada pelo pesquisador e agricultor suíço Ernst Götsch, inspirado tanto em sistemas tradicionais pré-colombianos, como por exemplo o “Feijoal”, realizado por indígenas descendentes de Maias na América Central (GÖTSCH, 1996) e em práticas medievais do campesinato Centro-Europeu (GÖTSCH, 1995).

Atualmente, há um amplo número de variações de agroecossistemas amparados nos fundamentos da Agricultura Sintrópica, em que o desenho e manejo variam de acordo com os biomas; fatores socioeconômicos; culturais; ambientais; e com os propósitos de cada gestor. São desenhados e manejados agroecossistemas multi-estratificados baseados nas dinâmicas dos ecossistemas naturais dos locais onde são desenvolvidos para potencializar o acúmulo de biomassa e resultar em um saldo energético positivo (GÖTSCH, 1996; VIVAN, 1998; STEENBOCK; VEZZANI, 2013).

Os agroecossistemas sintrópicos eram, até recentemente, identificados como Sistemas Agroflorestais Sucessionais¹⁰, sendo que a modalidade mais rigorosa e mais próxima desse processo foi consolidada e transmitida no Brasil e no exterior por Ernst Götsch (MAY et al., 2008). A partir do ano de 2013, com a difusão de SAFs marcadamente distintos dos propósitos perseguidos pelo suíço, o mesmo passou a atribuir e divulgar a denominação de Agricultura Sintrópica (PASINI, 2017) para distinguir o sistema que desenvolve dos demais tipos de SAFs, sobretudo

agroecossistema; e na capacidade de produzir resultados a partir de insumos e recursos adquiridos dentro dos limites do sistema.

¹⁰ Sistemas Agroflorestais – SAFs, são sistemas de uso e ocupação do solo no qual plantas lenhosas perenes são manejadas em associação com plantas herbáceas, arbustivas, arbóreas, culturas agrícolas, forrageiras em uma mesma unidade de manejo, de acordo com arranjo espacial e temporal, com alta diversidade de espécies e interações entre estes componentes (BRASIL, 2009). Já os SAFs Sucessionais, caracterizam-se por serem sistemas multi-estratificados, implantados e manejados com a tendência de imitar a dinâmica de sucessão ecológica de uma floresta nativa (MICHON, 1997).

dos consórcios agroflorestais estáticos¹¹ e outros tipos de SAFs simplificados¹².

Sintropia é um termo de origem grega cunhado por Götsch (PENEIREIRO, 1999), que se assemelha ao termo “negentropia” de Schroedinger (LOVELOCK, 1991). A segunda lei da termodinâmica significa que sempre há a tendência para a desordem das moléculas, ou seja, entropia. Porém, para criar ordem é preciso energia, a exemplo dos sistemas biológicos, que são capazes de criar ordem a partir da desordem com a energia obtida da luz solar (GLIESSMAN, 2009; MONTE, 2013).

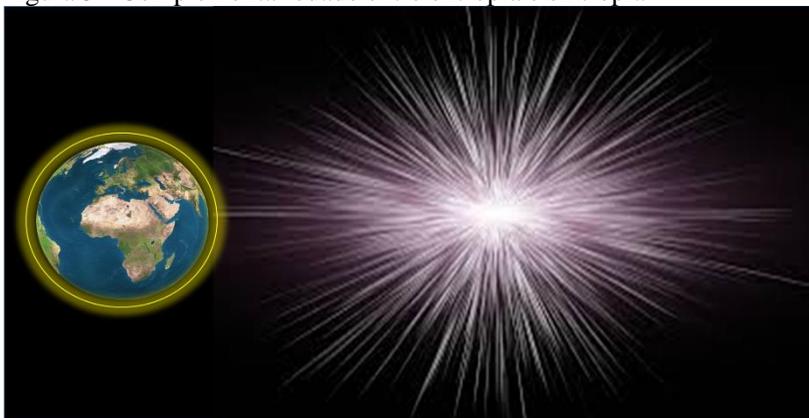
Segundo Götsch (1997), a sintropia se alimenta da energia perdida pela entropia; concentrando-a cada vez mais, aumentando a organização do sistema e gerando balanço energético positivo. Então, entropia e sintropia seriam sistemas complementares entre si (Figura 5), apesar da existência de entropia dentro do sistema sintrópico. A ideia de Götsch encontra paralelos com a Teoria de Gaia, proposta por James Lovelock e Lynn Margulis, segundo a qual o planeta seria como um ser vivo que se autorregula (PASINI, 2017).

Götsch em comunicação pessoal para Vaz da Silva (2002) compara sintropia com uma “inspiração” que vem a complementar processos descomplexificadores entrópicos que teriam ênfase numa dita “expiração”. Ele considera a sintropia como um instrumento do planeta para realizar uma complexificação das atividades metabólicas da vida através da qual é criada e mantida uma espécie de condensação de energia e o seu atual sistema circulatório de água e de ar.

¹¹ Consórcios agroflorestais estáticos: são aqueles onde o manejo e outras intervenções realizadas pelo agricultor quase não modificam a composição, nem a estrutura do consórcio agroflorestral. Não existe poda ou manejo do estrato dominante e, basicamente, dois estratos são admitidos: o dominante, onde estão árvores de grande porte; e o arbustivo, onde está a cultura agrícola comercial. As únicas intervenções são a colheita e as capinas (que geram impacto negativo na regeneração natural de espécies arbóreas). O sistema cabruca tradicional, os cafezais sombreados orgânicos do Ceará e os sistemas silvipastoris se encaixam, de modo geral, nesta categoria (MAY et al., 2008).

¹² Segundo Martins e Ranieri (2014) o potencial de SAFs simplificados para a conservação é bastante limitado, não garantindo a proteção da biodiversidade pela reduzida composição da riqueza e abundância de espécies nativas e da sua dinâmica populacional ao longo do tempo.

Figura 5 - Complementariedade entre entropia e sintropia



Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Os agroecossistemas sintrópicos, à exemplo da própria sucessão ecológica, partem de paisagens simplificadas, lavouras abandonadas por exemplo, e ao longo do tempo, se transformam em agroecossistemas complexos. No entanto, estas paisagens são dinâmicas, já que periodicamente voltam a gerar conformações simples, as clareiras, distribuídas em mosaicos na paisagem (SHUGART, 1984 apud VAZ da SILVA, 2002). A agricultura sintrópica procura potencializar o fluxo de matéria e energia, acelerando a sucessão ecológica, contrapondo-se à agricultura convencional que a impede de evoluir (VIVAN, 1998; STEENBOCK; VEZZANI, 2013).

A concepção que a Agricultura Sintrópica tem sobre a sucessão ecológica parece aderir menos à visão individualista de Gleason (1917) e mais à percepção holística de Clements (1916), que vê o ecossistema como um organismo completo, com início (estágio embrionário), meio (estágio adulto), e fim (morte). De acordo com a Teoria Clementisiana, não se trata apenas de uma sucessão de espécies, mas de uma “Sucessão de Estágios Serais”. Ou seja, uma sucessão de consórcios, nos quais vão se formando nichos propícios para outros grupos de espécies à medida em que o espaço vai sendo ocupado pelas plantas, sendo que cada um deles é determinado pelo precedente, e assim por diante em todos os consórcios sucessores (CLEMENTS, 1916; GÖTSCH, 1996; VIVAN, 1998; STEENBOCK; VEZZANI, 2013).

Götsch entende a sucessão ecológica com o meio que a vida usa para se mover no tempo e no espaço e integra ambas as vertentes. Uma vê que vê o agroecossistema como um macro-organismo formado por

um conjunto de indivíduos, mas também reconhece a função de cada espécie (VAZ DA SILVA, 2002). Similar ao holismo, delinea a tendência à unidade de comportamento, não apenas dos ecossistemas, mas do próprio planeta em operar como um organismo e, mesmo dentro deste funcionamento, são considerados aspectos reducionistas como a função¹³ de cada indivíduo no desenvolvimento do ecossistema. Além disso, a perspectiva da agricultura sintrópica em relação a sucessão ecológica parece estar regida pelo modelo de facilitação como mecanismo condutor da sucessão, no qual, segundo Connell e Slatyer (1977) as espécies iniciais modificam o ambiente de modo a beneficiar as tardias, mas impedem a sua própria dominância continuada. Essas pioneiras são geralmente tolerantes ao estresse, boas em estruturar o habitat e melhorar as condições físicas adversas. Por fim, depois de algum tempo, a sequência de facilitações conduz a uma comunidade madura composta de espécies que não facilitam as outras e são substituídas apenas por distúrbios.

A agricultura sintrópica é fundamentada em uma lógica na qual os ambientes se desenvolvem através de uma sequência de sistemas que proporcionam o aumento da vida, com direção e sentido definidos (GÖTSCH, 1995; PENEIREIRO, 1999) (Figura 6). Estes sistemas se diferenciam pela quantidade e qualidade de vida consolidada que é espessa por alguns indicadores tais como: biodiversidade; caminho e destino do excedente da energia materializada; relação C:N do conjunto da massa viva das espécies participantes; número e tamanho de animais necessários para otimizar os processos de vida entre as espécies integradas nos consórcios que formam o sistema, que segundo Götsch (1995), retransmitido por Peneireiro (1999); Vaz da Silva (2002) e Pasini (2017) são os seguintes:

i) Sistema de Colonização: não difere do que é descrito pela teoria ecológica como “sucessão primária”, tal que nele surgem as primeiras redes tróficas.

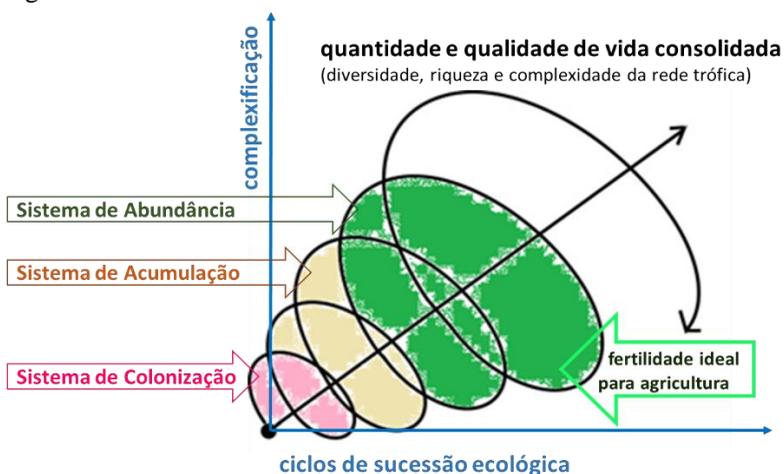
ii) Sistema de Acumulação (ou de Ótima Ocupação): no seu início apresenta baixa disponibilidade de N e P e relação C:N alta, mas à medida que as espécies ocupam o ambiente, vão acumulando hidrocarbonetos até alcançar o nível ótimo para cada local. Podem acontecer repetidos ciclos

¹³ A diversidade funcional diz respeito ao papel das espécies no funcionamento do ecossistema (LAURETO; CIANCIARUSO; SAMIA, 2015) e não está linearmente relacionada às diversidades genética e taxonômica (ISBELL et al., 2011).

de sucessão ecológica até que se consolide no ambiente uma quantidade e qualidade de vida suficiente para que o sistema seguinte se inicie.

iii) Sistema de Abundância (ou de Escoamento): possui alta biodiversidade, redes tróficas complexas, relação C:N estreita e alta disponibilidade de N e P. É capaz de sustentar animais de grande porte, incluindo humanos e suas plantas cultivadas, que, por sua vez, são exigentes em matéria orgânica e necessitam de vasta rede de inter-relação entre espécies. Os produtos gerados pela energia materializada podem ser exportados pelo sistema sem prejuízo para o mesmo.

Figura 6 - Vetor de aumento da vida



Fonte: Modificada de Götsch (1995); Peneireiro (1999).

De acordo com a ideia de Götsch (1995), a sucessão se comporta como ciclos de espécies agrupadas em consórcios adaptados a níveis crescentes de biodiversidade, riqueza e complexidade do ambiente, sendo que o começo de cada ciclo se dá a partir de uma clareira aberta no ciclo anterior. Um ciclo de sucessão ecológica se repete por diversas vezes em cada um dos três sistemas apresentados na Figura 6. As clareiras se diferenciam pelo tamanho e pela inter-relação do grau de degradação com a quantidade e qualidade de vida consolidada, vislumbrando uma “espiral de vida” que transcende a visão de “ciclos de vida”, já que ao findar, cada ciclo formaria uma clareira, dando início a outro ciclo mais rico que o anterior. A partir dessa visão, os ciclos não se fecham e nem voltam ao mesmo ponto de complexificação, mas crescem formando uma espiral (GÖTSCH, 1995; VAZ DA SILVA, 2002).

Segundo Gliessman (2009), agroecossistemas que imitam sistemas naturais, permitem que se sustente, por longo prazo, a apropriação de sua biomassa pelos seres humanos, sem a necessidade de subsídios de energia cultural industrial e sem efeitos prejudiciais sobre o ambiente que o cerca, isso explicaria o balanço energético positivo atribuído aos sistemas de abundância.

Apesar dos agroecossistemas sintrópicos serem isentos da prática de queimadas e apresentarem algumas peculiaridades como a introdução racional de espécies exóticas e o uso rotineiro de equipamentos auto propelidos (PASINI, 2017), com base em escritos de Posey (1987) e Miller (2006), são perceptíveis algumas semelhanças aos agroecossistemas desenvolvidos por indígenas e caboclos brasileiros, como o “roçado” na fase inicial; e nas fases mais desenvolvidas a “roça antiga dos índios” quando remanejados, ou “quintal” quando ainda mantidos limpos. Entretanto, o aspecto mais marcante dos agroecossistemas sintrópicos é o conjunto de práticas de manejo que envolve capinas seletivas e uma sequência de podas com eventual rebaixamento das copas das árvores, realizadas para acelerar a acumulação de matéria orgânica no solo (MAY et al., 2008).

1.4.1 Artificialização da abundância

Na implantação de sistemas sintrópicos, em áreas com alta degradação ambiental, alguns agricultores realizam intervenções pontualmente, introduzindo insumos externos e operações de maior custo energético. As intervenções mais usuais são: a incorporação de fosfato natural; pós de rocha; calcário; esterco; compostos orgânicos; cobertura morta com material orgânico picado ou palhas trazidas de áreas adjacentes; e outros insumos agroecológicos. Isto é feito para acelerar a regeneração da paisagem, já que em inúmeros casos a vegetação fica estagnada e dominada por herbáceas pioneiras perenes (PEREIRA, 2015 - comunicação pessoal). No entanto, o recurso mais aconselhado por Ernst Götsch para revitalizar cenários depauperados é o uso de espécies rústicas adaptadas a ambientes estressantes (PASINI, 2017).

1.4.2 Aceleração do desenvolvimento do agroecossistema

Capina seletiva, diversas modalidades de poda e cobertura do solo (Figura 7) são estratégias recomendadas por Götsch (1997) para o manejo de agroecossistemas sintrópicos, já que algo similar é observado na própria natureza (PENEIREIRO, 2002). A renovação cíclica da parte

aérea da vegetação e consequentemente de parte das raízes, é princípio básico da sucessão vegetal. Esse evento é traduzido pela poda e capina seletiva (VIVAN, 1998). Segundo Götsch (1997), a capina seletiva consiste em arrancar as ervas que estão amadurecendo e as que se deseja substituir por cultivos fisiologicamente similares. A poda segue a mesma lógica de colher biomassa vegetal madura e senescente, ou que já produziu o suficiente, com o objetivo de acelerar a ocupação por outras plantas emergentes. Como resultados dessas operações se obtém: um aumento temporário da penetração de luz; promoção da atividade microbiana; e a ampliação da capacidade de retenção de água no solo (PENEIREIRO, 2002; STEENBOCK; VEZZANI, 2013).

Podas periódicas nos SAFs replicam e potencializam os processos de renovação que ocorrem naturalmente pelo vento, raios, inundação e intervenção de outras espécies (formigas, cupins, besouro serra-pau, etc.). Podemos acelerar alguns destes processos respeitando o ciclo e estrato de cada planta e observando o momento de sucessão ecológica do sistema como um todo (MICCOLIS et al., 2016, p. 113).

A poda e a capina seletiva também promovem o rejuvenescimento do sistema, que é visível pela rebrota profusa; aceleração do crescimento das plantas podadas e também de suas vizinhas; além de prolongar o tempo de vida das pioneiras de curta duração (GÖTSCH, 1997). A capina seletiva cria uma condição especial que favorece plantas de baixa relação C:N, palatáveis e nutritivas para “animais de grande porte”. A poda causa transferência progressiva da biomassa e consequentemente dos nutrientes armazenados na vegetação para o solo (VIVAN, 1998).

Em espaços abertos (como nas entrelinhas de árvores ou de conversão recente para a agricultura sintrópica) que estejam longe de locais com oferta de material orgânico para cobertura do solo, são plantadas espécies heliófilas, sobretudo gramíneas. Tais plantas otimizam a produção de biomassa, funcionando como uma “bomba” de disponibilização de carbono para o sistema ao serem roçadas e depositadas sobre o solo. De acordo com Miccolis et al. (2016), os materiais mais lenhosos, como troncos e ramos grossos, devem ser colocados em contato com o solo, e cobertos com folhas e galhos finos para acelerar a decomposição do material e permitir um melhor aproveitamento dos nutrientes; da umidade, e da matéria orgânica. Estes procedimentos também são decisivos na dinâmica das plantas

espontâneas (STEENBOCK; VEZZANI, 2013), sobretudo em áreas de pastagens, onde os novos cultivos implantados, devem provocar sombra para reduzir a quebra da dormência de sementes de plantas pioneiras (indesejáveis) e reduzir o acesso à luz pelas eventuais plântulas germinadas.

Figura 7 - Conjunto de práticas de manejo em agricultura sintrópica



Fonte: Elaborada pela autora (2017). A. Mário Lago, Ribeirão Preto SP (2016).

A abundância de recursos em um agroecossistema propicia a colonização dessas áreas pelas espécies que habitariam a faixa do clímax dinâmico como se fossem pioneiras. Nessas condições, são possíveis altas densidades populacionais nas primeiras etapas da regeneração. Assim, esses recursos podem ser convertidos em produtos agrícolas, sobretudo alimentos (VIVAN, 1998), sem introdução de fertilizantes externos e outros insumos.

Curiosamente, a técnica descrita acima se assemelha aos *apêtê* dos Kaiapó – “ilhas de floresta no cerrado”, que conforme descrito por Posey (1987), eram preparadas pilhas de adubo natural com galhos, ramos e folhas deixados apodrecer e depois sovados com bastões para formar um tipo de palha que era levada a um local escolhido no campo. Geralmente, em pequenas depressões na superfície do solo, onde era empilhada e misturada com terra de cupinzeiro e pedaços esmagados de formigueiros. Os montes de terra resultantes, denominados *aptê-nu*, medem geralmente 1 a 2 m de diâmetro e 50 a 60 cm de profundidade, que com o passar dos

anos “crescem” transformando-se em grande *apêê*, provavelmente a um ritmo de 1ha a cada 10 anos.

Peneireiro (1999), comparando um agroecossistema sintrópico com 12 anos de manejo a uma área em pousio de mesma idade, histórico e características ambientais, verificou que o agroecossistema era mais avançado na sucessão ecológica do que a capoeira. Já no Vale do Ribeira, os agroecossistemas sintrópicos mais antigos da Cooperafloresta têm em média ciclo sucessional de quinze anos, três vezes mais curto do que o mesmo ciclo na floresta nativa. Isto ocorre porque as parcelas de agroecossistemas, ao alcançarem 15 anos, oferecem menos produtos e ganhos econômicos do que outras mais jovens, e assim, deixa-se de manejá-las ou é realizado o corte raso, reiniciando o ciclo (SEOANE et al., 2012).

1.4.3 Consórcio adensado: grupos sucessionais e estratificação

O consórcio adensado é um consórcio estratificado que engloba todas as plantas de um agroecossistema sintrópico, desde sua implantação, passando pelo crescimento, maturidade e chegando ao ponto da renovação para um novo ciclo sucessional. Nele, de acordo com as características do ecossistema local, devem ocorrer simultaneamente espécies típicas de todos os estágios sucessionais reunidas nos “grupos sucessionais” (Figura 9), que também podem ser chamados de “consórcios sucessionais”.

Os representantes de todas as fases crescem juntos, porém, em cada fase haverá uma comunidade dominante, dirigindo a sucessão. Os indivíduos das espécies pertencentes aos grupos mais avançados na sucessão não se desenvolvem enquanto os iniciais não dominam, já que as plantas precisam ser tutoradas pelas antecessoras (GÖTSCH, 1996; PENEIREIRO, 1999). Essa distribuição reflete a ideia de clímax dinâmico, que para Vivan (1998), inspirado por Götsch (1995), é um lapso de tempo entre o distúrbio de uma área em clímax e a posterior renovação da vegetação, ou seja, um estado potencialmente instável dentro de um determinado ecossistema, onde a agricultura deveria se situar.

Para desenhar um consórcio adensado é necessário observar as plantas e as situações onde elas realmente prosperam, e em que tipo de combinações de espécies ocorrem naturalmente. É recomendado que a inserção de uma espécie de interesse se baseie em sua origem evolutiva, condições ambientais originais, e necessidades ecofisiológicas, além de levar em conta as demais plantas que geralmente a acompanham

(GÖTSCH, 1995). Deve-se considerar como as plantas desejadas conseguiriam se estabelecer e interagir naturalmente com o ambiente. É fundamental que tais plantas, no contexto de um consórcio, também sejam capazes de modificar o meio no sentido do progresso da sucessão ecológica, no aumento da biomassa, e na complexação do agroecossistema (GÖTSCH, 1997). Através do “refinamento” de sua estratégia para ocupar espaços e utilizar recursos, ao se estabelecerem, as plantas produzem substâncias e modificam as condições de umidade, luminosidade e outras características geradas a partir de sua presença no ambiente, portanto, quanto mais espécies convivendo, maior a quantidade de nichos formados e isso promove a agrobiodiversidade (VIVAN, 1998; STEENBOCK; VEZZANI, 2013).

Um consórcio adensado reúne de forma sistematizada os grupos sucessionais (PENEIREIRO, 1999) que compõem um a um, a flora dominante de cada estágio sucessional do desenvolvimento do agroecossistema. Um grupo sucessional deve ser delineado para preencher os nichos de forma complementar com culturas de interesse alimentar, sociocultural, econômico e ecológico, exercendo funções como se fossem várias monoculturas sobrepostas na mesma área e assim aproveitando melhor os fatores de produção (GÖTSCH, 1996; PENEIREIRO, 1999; MICCOLIS et al. 2016).

Se os grupos sucessionais forem exitosamente estabelecidos, melhoram as condições ambientais para a etapa seguinte, que poderá ser dominada por espécies um pouco mais exigentes (PENEIREIRO, 1999), e, quando o agroecossistema atingir estágios avançados, é iniciado um novo ciclo abrindo-se clareiras artificiais (STEENBOCK; VEZZANI, 2013). Sugere-se então, uma desconstrução da lógica da maximização da produtividade baseada em uma só cultura, em favor da otimização da produção por um grupo crescente e contínuo de culturas agroflorestais, concatenadas no espaço e no tempo, de forma a aproveitar a dinâmica natural da regeneração de uma floresta. Assim sendo, o desenho de um agroecossistema sintrópico deve passar por um planejamento do plantio de espécies úteis de forma que elas se substituam no espaço ao longo do tempo sem estagnar, interromper, ou retroceder a sucessão ecológica, como é usual nos agroecossistemas convencionais, evitando prejudicar o desempenho agrônomico dos cultivos (PENEIREIRO, 2002).

Dentre os adeptos da Agricultura Sintrópica há várias interpretações divergentes a respeito do enquadramento das espécies nos grupos sucessionais, bem como em relação à densidade de plantio e condução. Além disso, as culturas constituintes de cada grupo devem ser escolhidas de acordo com o grau de desenvolvimento e biótopo do

ambiente no qual serão inseridas. De acordo com Peneireiro (1999) e Vaz da Silva (2002) a composição, em relação a diversidade, exigência em fertilidade, e outros atributos do conjunto de espécies, por exemplo, de um grupo de pioneiras, deve diferir entre um Sistema de Acumulação e um Sistema de Abundância.

Na tentativa de contemplar de forma razoável o avanço da construção teórica do idealizador da Agricultura Sintrópica, a seguir está apresentada uma categorização inspirada nas declarações de Götsch (1995; 2013) difundidas por Peneireiro (1999); Vaz da Silva (2002); Peneireiro et al. (2008); Steenbock e Vezzani (2013); Miccolis et al. (2016); e Pasini (2017). Sendo assim, o modelo para divisão dos grupos sucessionais adotado no presente trabalho, tem como critério central de enquadramento a longevidade do ciclo de vida das espécies, de modo que os grupos sucessionais se substituam no dossel do agroecossistema, são eles:

a) Grupo Placenta (pioneiro)

Em fases iniciais de restauração de áreas degradadas, plantas colonizadoras rústicas são importantes para a recuperação da fertilidade e estrutura dos solos. Götsch classificou a placenta como um conjunto de espécies herbáceas de ciclo de vida curto, com duração de aproximadamente dois anos, hábito decumbente ou prostrado, que surge rapidamente em clareiras (naturais e artificiais) ou após o fim do ciclo de um consórcio adensado em estágio sucessional avançado, independente do sistema ao qual o ambiente se encontre (de acumulação ou de abundância). Sua função é de ocupar rapidamente o espaço e acumular os nutrientes liberados da biomassa transformada no sistema anterior com a finalidade de minimizar perdas.

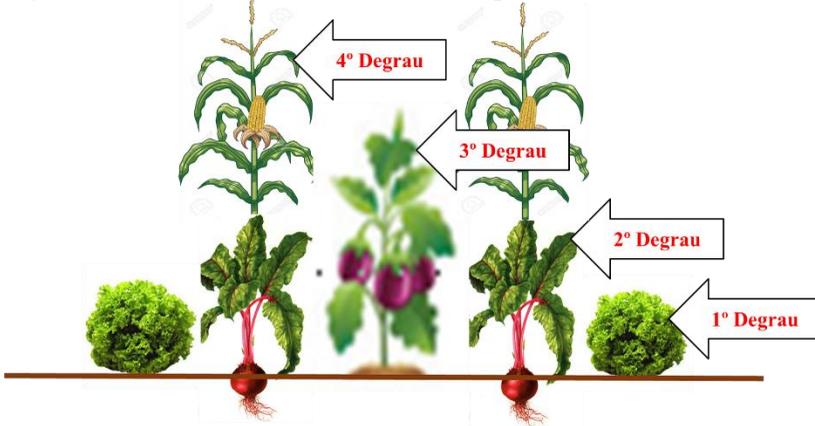
A denominação de placenta explica a sua função, já que é introduzida para “proteger e nutrir” um novo ciclo sucessional e tornar o meio propício ao desenvolvimento das árvores que irão ocupar a paisagem nos estágios posteriores. A maioria das espécies mais importantes na alimentação humana (em sistemas de abundância), bem como das plantas “indesejadas” que crescem espontaneamente (geralmente em sistemas de acumulação) se enquadram nesse grupo sucessional.

Devido ao acelerado ciclo de produção e das características fisiológicas e reprodutivas das espécies constituintes, nem sempre se forma ou é mantida uma sobreposição de estratos propriamente ditos. Por isso, no presente trabalho, preferiu-se chamar as camadas do consórcio

placenta de “degraus”, já que o que predomina é uma sucessão de dosséis (Figura 8).

É o primeiro grupo sucessional a completar seu ciclo produtivo e, para fins de planejamento de agroecossistemas, pode ser subdividido em três fases:

Figura 8 - Desenho esquemático de um Grupo Placenta I



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Placenta I (inicial)

Geralmente é constituída por herbáceas anuais que podem ser cereais, como exemplo: *Phaseolus vulgaris* (feijão); olerícolas: *Brassica oleracea* (couve); plantas bioativas: *Nicotiana tabacum* (tabaco); e adubos verdes: *Crotalaria sp.* (crotalária).

Placenta II (média)

Incluem cultivos herbáceos e semi-lenhosos bianuais ou semi-perenes, como frutíferas de pequeno porte: *Ananas comosus* (abacaxi); subterrâneos: *Manihot esculenta* (mandioca); plantas condimentares ou bioativas: *Rosmarinus officinalis* (alecrim); e adubos verdes: *Cajanus cajan* (guandu).

Placenta III (tardia)

Figuram herbáceas gigantes, por exemplo, *Carica papaya* (mameieiro) e *Musa sp.* (bananeira), que além da função de gerar material vegetativo para adubação verde e cobertura do solo, também podem fornecer frutas.

b) Grupo Secundário

Este grupo sucessional é composto por espécies de ciclo de vida médio, com longevidade de até 80 anos. Götsch compara as plantas secundárias juntamente com as climácicas ao sistema ósseo (estrutural) do agroecossistema enquanto um macro-organismo. Para o delineamento de agroecossistemas sintrópicos, as secundárias podem ser subdivididas em três fazes progressivas em relação à longevidade de seu ciclo de vida e outras características relacionadas a ela, como por exemplo a tolerância ao sombreamento e densidade do lenho.

Secundário I (inicial)

É composto por plantas de crescimento rápido, importantes para formar um sombreamento inicial, que ajuda na sobrevivência das espécies que permanecerão por mais tempo no agroecossistema. Este grupo é geralmente composto por árvores que apresentem elevada rusticidade e lenho de baixa densidade como por exemplo *Eucalyptus sp.* (eucalipto) e *Mimosa scabrella* (bracatinga). As capacidades de alta produção de biomassa, tolerância à poda e intenso rebrote, são características desejadas na escolha de espécies para a composição deste grupo sucessional. Tem destaque a partir do segundo ano após a implantação do agroecossistema, quando já poderá ser manejado com maior frequência até que seja substituído pelo grupo da etapa seguinte da sucessão. Sua principal função é de adubador, disponibilizando folhas e galhos para a retroalimentação do agroecossistema e para proporcionar um microambiente propício para árvores perenes que necessitam de sombreamento na fase inicial do seu desenvolvimento.

Secundário II (médio) e Secundário III (tardio)

Apresentam ritmo de crescimento; tolerância à sombra; e lenho um pouco mais denso do que as espécies do subgrupo anterior. Como exemplos de espécies que compõem estes dois subgrupos citam-se *Theobroma cacao* (cacau) e *Theobroma grandiflorum* (cupuaçu); palmitos: *Euterpe edulis* (juçara); lenha: *Cupania vernalis* (camboatá); *Cabralea canjerana* (canjerana); e outros recursos florestais.

c) Grupo Climácico (maduro)

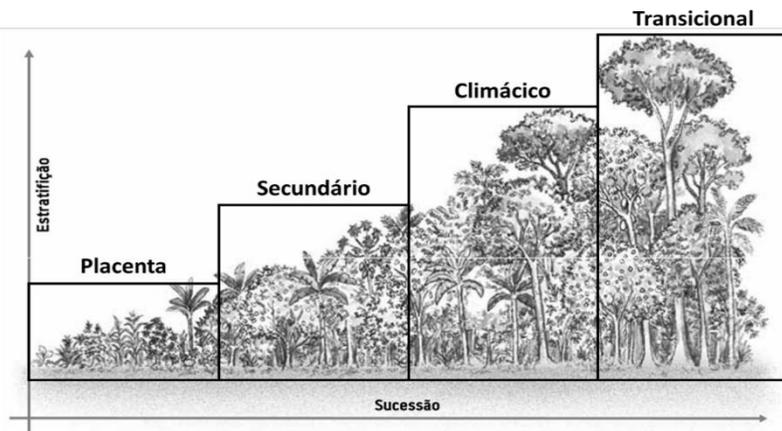
Constituído por árvores de ciclo de vida longo (chegando a mais de 200 anos) que dominam o agroecossistema em sua fase madura, produtoras de frutos carnosos, geralmente dispersos por aves e animais de grande porte, exigentes em recursos e de sombra no início do seu

desenvolvimento e geralmente têm o seu crescimento estagnado na forma de banco de plântulas quando privadas de luz. Este estágio é marcado pela plena produção de madeiras, como um exemplo, *Cedrela fissilis* (cedro) e outros recursos agroflorestais como castanhas e nozes, tais como *Carya illinoensis* (Nogueira-pecã).

d) Grupo Transicional

Este grupo é composto por espécies de ciclo de vida muito longo, que podem viver por milhares de anos, e que persistem, ou transitam, por inúmeros ciclos de clareiras. Ocorre na transição entre o estágio maduro e um novo ciclo de desenvolvimento do agroecossistema. Ou seja, é o grupo sucessional que predomina na ocasião da abertura de uma nova clareira. Se trata do momento oportuno para operar uma remoção considerável de madeiras de alta densidade, como o *Quercus sp.* (carvalho), ou realizar corte raso para reiniciar a sucessão agroflorestal no local a partir de determinados tipos de espécies forrageiras, a depender do sistema ao qual pertencem, como por exemplo as do gênero *Brachiaria* no Sistema de Acumulação ou *Panicum* no Sistema de Abundância.

Figura 9 - Grupos sucessionais que compõem um consórcio adensado



Fonte: Modificada de Steenbock & Vezzani (2013).

Contudo, é importante a compreensão de que um agroecossistema sintrópico se trata de um consórcio adensado composto por um conjunto de consórcios sucessionais estratificados, que nada mais são do que os grupos sucessionais descritos acima (Figura 9). A lógica da

complementariedade das espécies no espaço (horizontal e vertical) ao longo do tempo é a base para o desenho de um agroecossistema sintrópico como um todo (GÖTSCH, 1995). Essa lógica deve ser reproduzida dentro de cada grupo sucessional, inclusive nos das fases iniciais (Placenta I, II e III) (PENEIREIRO; BRILHANTE, 2003; PENEIREIRO et al., 2008; PASINI, 2017).

Götsch em comunicação pessoal para Pasini (2017), define que, nos agroecossistemas sintrópicos, em cada grupo sucessional, são formados estratos (ou degraus no caso da Placenta) tendo como referência a altura relativa dos indivíduos adultos. No entanto, a estratificação (Figura 10) não diz respeito apenas à necessidade de luz das espécies como resultado da competição, mas expressa a ordenação ideal que facilita os mecanismos de assimilação e complexação de energia que, muitas vezes, são dinamizados por processos termodinâmicos intimamente relacionados aos estratos formados pela vegetação, influenciando em atributos morfofisiológicos, como por exemplo, a qualidade da madeira, que seria proporcional à qualidade da sombra a que foi submetida.

Figura 10 - Estratificação em horta sintrópica com 2 anos



Fonte: Elaborada pela autora (2017). S. Ipê Amarelo, Ribeirão Preto SP (2016).

Estas camadas de vegetação formam a estrutura florestal que precisa ser planejada em termos de manejo, colheita e sombreamento otimizando o uso do espaço e dos recursos ao longo do tempo, com diferentes camadas (MICCOLIS et al., 2016). Deste modo,

independentemente do grupo sucessional que esteja dominando em dado momento, a estratificação deve acontecer tanto no agroecossistema como um todo, quanto dentro de cada grupo de espécies que o compõem. Por isso, na Agricultura Sintrópica, os grupos são combinados de modo que, ao longo do tempo, formem estratos (Figura 10), como nas florestas tropicais, nas quais, o estrato emergente permite a passagem de aproximadamente 80% da radiação incidente; o estrato alto 60% do total; e o médio 40%; restando aos estratos baixo e rasteiro (ou de regeneração nova) cerca de 20% do total de luz que atinge o dossel (GÖTSCH, 1995; PENEIREIRO; BRILHANTE, 2003; PENEIREIRO et al., 2008; STEENBOCK; VEZZANI, 2013; MICCOLIS et al., 2016; PASINI, 2017).

O conceito de competição, muito presente nos sistemas agrícolas convencionais, tem um sentido distinto, à partir de inúmeras observações de que, na floresta existem árvores enormes de espécies diferentes, ocupando estratos diferentes, que convivem de forma saudável uma ao lado da outra, quase que no mesmo local, presume-se que para que não haja competição é preciso acertar na combinação das espécies, respeitando os estratos de cada planta, sua relação com as outras na sucessão, suas exigências ambientais (luz, nutrientes, etc.) e o sinergismo entre as plantas (liberação de exudatos, hormônios). Da mesma forma como ocorre na floresta tropical, duas ou mais espécies podem dividir espaços muito próximos (por exemplo na mesma cova), desde que desempenhem diferentes funções e ocupem diferentes nichos e estratos no consórcio. Assim, fica alterado o conceito de competição entre plantas, pois só haverá competição se as plantas concorrerem pelos mesmos recursos, o que não deve acontecer se o papel das mesmas forem complementares no ecossistema (PENEIREIRO, 1999, p. 84).

Götsch, em comunicação pessoal para Pasini (2017), recomenda que o plantio das espécies da placenta seja feito em espaçamento definitivo, diferentemente das secundárias e climácicas, que devem ser semeadas em grande densidade para posterior raleamento (seleção pelos mais saudáveis). O conjunto de consórcios sucessionais (consórcio adensado)

deve ser propagado de uma só vez (GÖTSCH, 2013) por uma prática que remete à agricultura indígena (RIBEIRO et al. 1987), a muvuca, que consiste no plantio de sementes, misturadas com terra e esterco em berços escavados no solo (MOURA; PENEREIRO; WATANABE, 2006) que em seguida são delimitados por uma estaca (maniva) de *Manihot esculenta* (mandioca) em posição variável de acordo com a região e tipo de solo. Assim cada “pé de mandioca” serve como uma espécie de “viveiro” para o desenvolvimento das plantas reunidas no berço, que quando instalada de maneira adequada, sua colheita curiosamente não implica na danificação das plântulas até então sob sua tutela (SOUSA, 2017 - comunicação pessoal). Nas muvucas, o “plantio” de árvores por sementes é feito de maneira adensada, para depois ralar e deixar as plantas mais vigorosas, na diversidade e espaçamento desejados. As sementes que apresentam dormência devem ser devidamente “acordadas” antes da semeadura, cuja profundidade depende do tamanho das sementes (MICCOLIS et al., 2016).

A alta densidade associada à diversidade possibilita a formação de um denso e complexo sistema radicular. Além disso, a estratificação vegetal e a diversificação dos grupos ecológicos favorecem a sucessão ecológica, visto que pondera as interações entre as espécies, desde a competição que estimula o crescimento vertical da floresta, à facilitação, na qual espécies favorecem a chegada e estabelecimento de outras advindas de fragmentos próximos (GUARIN, 2011, p. 2).

Na implantação de uma agrofloresta no sul da Bahia relatada por Andrade & Pasini (2015), Ernst Götsch confeccionou muvucas com a seguinte composição: 3 a 5 sementes de *Phaseolus vulgaris* variedade carioquinha (feijão carioquinha); 1 a 3 sementes de *Vigna unguiculata* (feijão fradinho); 2 a 3 sementes de *Canavalia ensiformis* (feijão de porco); 3 sementes de *Theobroma cacao* (cacau); 2 sementes de *Theobroma grandiflorum* (cupuaçu); 1 a 2 sementes de *Melia azedarach* (santa bárbara); 1 a 2 sementes de *Artocarpus heterophyllus* (jaca); 3 sementes de *Passiflora edulis* (maracujá); 1 a 3 sementes de *Clitória fairchildiana* (sombreiro); 1 a 2 sementes de *Euterpe oleracea* (açáí); 1 a 2 sementes de *Eschweira ovata* (biribá); e por fim foram alternadas 1 semente de *Persea americana* (abacate) a cada 40 berços.

A alta densidade permite que durante o manejo sejam selecionados indivíduos mais vigorosos, enquanto que os que não se desenvolveram

bem disponibilizarão matéria orgânica (MOURA; PENNEREIRO; WATANABE, 2006). Esse método possivelmente forma nichos adequados para as plântulas pelo efeito da agregação entre elas que, além de poder promover interações positivas, também estaria, através da competição, provocando seleção natural dos genótipos mais adaptados para cada ambiente específico, que pode ser intensificada pelo manejo. Algumas espécies exóticas e as submetidas a processos artificiais de reprodução vegetativa, como estacas, enxertos ou alporques, por exemplo, são propagados por mudas intercaladas entre as muvuca (PEREIRA, 2015 - comunicação pessoal).

A dinâmica dos consórcios adensados, remete às florestas secundárias originadas das roças indígenas, que segundo Posey (1987) continuam a fornecer produtos cultivados durante muitos anos e que são visitadas constantemente com fins na busca de produtos remanescentes como: *Ipomoea batatas* (batata-doce), *Dioscorea trifida* (inhame); *Dioscorea alata* (cará); *Manihot esculenta* (mandioca); e *Carica papaya* (mamão) que produzem por aproximadamente 5 anos; o urucu (*Bixa orellana*) durante 25 anos; e o cupá (*Cissus gongyloides*) ao longo de 40 anos. Essas capoeiras, portanto, não se tratam de campos abandonados, uma vez que apresentam recursos úteis altamente diversificados, e inclusive servem como campos de caça, já que os animais as procuram para se alimentar com as abundantes plantas baixas e folhudas, bem como são atraídos pelas árvores frutíferas que são plantadas propositalmente pelos indígenas nas roças novas e velhas; e ao longo das trilhas. O cultivo das árvores nas capoeiras ilustra que existe planejamento e manejo a longo prazo, uma vez que muitas delas levam décadas até produzirem, *Bertholletia excelsa* (castanha-do-pará) por exemplo, demora aproximadamente 25 anos para começar a frutificar.

Götsch em comunicação pessoal para Vaz da Silva (2002) afirma que no desenvolvimento de um agroecossistema sintrópico ideal, não deveria acontecer competição entre diferentes consórcios e entre as espécies que os compõem, no entanto, existiria uma relação de criador e criado entre os consórcios com ciclo de vida mais curto e aqueles com ciclo mais longo. Ademais, entre as espécies de cada consórcio, existem relações de natureza complementar enquanto estrato a ser ocupado e função a ser cumprida, bem como competição ou relações de natureza antagonista que podem acontecer em casos de sobreposição no estrato a ser ocupado ou na função a ser cumprida. Não obstante, tensões entre espécies de um bioma, de natureza antagonista ou competitiva, também ocorrem em casos de uma existência de dessincronia nos processos sucessionais.

Isso ressalta a importância do conhecimento sobre as características das espécies desejadas e o uso de critérios apropriados para a escolha das culturas a serem combinadas em consórcios. Sobretudo no que tange ao aspecto da complementariedade em relação aos ciclo de vida, porte e função das plantas. Apesar das indicações, ressalta-se que desenhar e plantar um consórcio ótimo, no qual todos os parâmetros sejam levados em consideração, seria praticamente impossível (PENEIREIRO, 1999). Portanto para desenhar consórcios que realmente apresentem um bom desempenho agronômico e ambiental mesmo com a minimização do emprego de insumos, é necessário experimentar e observar o funcionamento dos agroecossistemas e através de tentativa e erro, traçar estratégias para aperfeiçoamento (GÖTSCH, 1996).

1.4.4 Forma e propósito de agroecossistemas sintrópicos

O desenvolvimento da Agricultura Sintrópica requer uma verdadeira engenharia ecológica que, conforme conceituado por Mitsch & Jorgensen (2003), é o uso da ciência ecológica e da teoria para projetar, construir e gerenciar ecossistemas para beneficiar a humanidade e a natureza. Para tanto existem diversos desenhos de agroecossistemas sintrópicos, porém o presente trabalho está focado em uma modalidade específica que consiste em um conjunto de módulos de aleias com foco em olerícolas.

1.4.4.1 Aleia

Aleias são sistemas de pousio melhorado, de uso múltiplo, onde árvores e arbustos são plantados em associação com culturas herbáceas, geralmente alimentícias. Consistem em conjuntos de faixas onde se faz rotação de culturas herbáceas. Estas são geralmente compostas por árvores e ou arbustos, que são periodicamente podados, para gerar material para cobertura morta sobre o solo. Tal cobertura beneficia a fertilidade do solo em diversos aspectos (KANG, 1981; ALTIERI, 2002).

Para Miccolis et al. (2016), implantar aleias permanentes, visando a produção de culturas anuais durante todo o ciclo da agrofloresta, é uma forma eficiente de reduzir o tempo de retorno do investimento de um empreendimento agroflorestal. No entanto, ainda em 1997, durante um encontro de cientistas em Williams, SW Austrália, o pesquisador Chin Ong representante do ICRAF - World Agroforestry Centre, disse que aleias haviam falhado na África por causa de insuficiente conhecimento sobre os padrões fenológicos das plantas introduzidas em relação aos

recursos disponíveis nos locais onde eram cultivadas (PATE, 1998). Neste sentido, vale comentar que desenhar agroecossistemas, baseados no funcionamento da natureza, não significa projetar uma réplica da composição florística nativa do local, mas sim tentar adequar processos que se adaptem de forma harmoniosa ao ambiente que receberá a intervenção (GÖTSCH, 1996; EWEL, 1999).

Como ferramenta de apoio para o plantio em aleias, pode-se elaborar uma planta baixa, com as espécies, seus espaçamentos e arranjos em linhas. O espaçamento é definido baseado na funcionalidade das espécies (MICCOLIS et al., 2016).

Nos agroecossistemas sintrópicos, as aleias são subdivididas em unidades denominadas de módulos. Cada módulo é formado por um canteiro de árvores intercalado por uma faixa de largura variável. Um módulo pode ser implantado de forma complementar ao anterior, formando entre as linhas de árvores a entrelinha, onde são cultivadas espécies herbáceas.

O que difere os módulos sintrópicos dos sistemas de aleias tradicionais é a implementação dos consórcios adensados nas faixas de árvores, que as confere maior diversidade e que, por via de regra, levariam à evolução do sistema para a formação de uma floresta, enquanto que nas aleias tradicionais, a sucessão é bloqueada na fase de maior incremento de biomassa. Nos canteiros de entrelinha predominam consórcios sucessionais, unicamente herbáceos com uma distribuição espacial rígida, enquanto que nos canteiros de árvores, as muvuca são integradas aos consórcios herbáceos.

1.4.4.1.1 Horta sintrópica

Horta sintrópica é uma modalidade de agroecossistema multifuncional (Figura 11) que pode ser empregado com diversas finalidades mas, como a maioria dos SAFs, apresenta demandas conflitantes (BOMMARCO; KLEIJN; POTTS, 2013). Se for direcionada para a produção de hortaliças, perde um pouco o caráter conservacionista, e se for para colher frutas, o cultivo de olerícolas tem de ser interrompido mais cedo. Portanto, o foco da horta sintrópica pode ser direcionado através do desenho e do manejo empregados.

Figura 11 - Multifuncionalidade de uma horta sintrópica



Fonte: Elaborada pela autora (2017). S. Santa Bárbara, Ribeirão Preto SP (2016).

Nas entrelinhas, combinações de espécies do grupo Placenta, são cultivadas repetidamente por aproximadamente 3 anos até que sejam demasiadamente sombreadas pelas árvores. Ou seja, quando as plantas adubadeiras do grupo Secundário I forem suplantadas pelas árvores do grupo Secundário II. Caso se deseje voltar e reutilizar o mesmo espaço para hortaliças ou grãos, no futuro, pode ser feita poda de raleamento e estratificação nas árvores, e cobertura dos canteiros e caminhos com o material podado. Já nos canteiros de árvores, todos os grupos sucessionais são introduzidos juntos, de uma só vez, desde a Placenta I até o transicional, onde por via de regra, será sediada a sucessão agroflorestral da horta sintrópica.

A implantação de hortas pode ser uma ótima forma de estabelecer árvores, principalmente em áreas degradadas, pois a grande quantidade de insumos necessários para produzir hortaliças (mão de obra, adubo e água) cria condições propícias para o desenvolvimento de árvores que são plantadas dentro dos canteiros junto com as hortaliças, preferencialmente no mesmo momento (MICCOLIS et al., 2016).

A pulsão do sistema é quando o agricultor "segura" a sucessão por meio de podas drásticas de todos os indivíduos. Essa prática é comumente reproduzida por produtores que têm foco em espécies de ciclo curto, como hortaliças (placenta I, II e III). Por meio da pulsão do sistema é possível repetir o plantio nos canteiros duas ou três vezes, até "soltá-lo" para que as espécies do próximo passo sucessional (secundárias I, II e III) possam dominar (PASINI, 2017, p. 70).

As entrelinhas simulam pequenas clareiras, onde os galhos e boa parte da biomassa aérea das árvores vêm abaixo para formar uma camada de cobertura do solo com altíssima quantidade de matéria orgânica, cuja decomposição eleva a fertilidade do solo como a Capacidade de Troca Catiônica - CTC; Potencial Hidrogeniônico - pH; porosidade; e umidade (STEENBOCK; VEZZANI, 2013).

Embora os SAFs sejam planejados para que proporcionem colheitas desde o ano de implantação, pela produção de: cereais; olerícolas; plantas medicinais; condimentares; e frutíferas de ciclo curto, até a produção de espécies de porte florestal: como frutíferas de ciclo longo (SANTOS; PAIVA, 2002), em alguns casos é recomendado iniciá-los com plantas não alimentícias, sobretudo gramíneas perenes. Isto é feito com a finalidade de produzir biomassa para cobertura do solo, antes da montagem de canteiros de olerícolas ou mesmo da implantação dos módulos.

Peneireiro (2002) e Vaz da Silva (2002) deflagraram uma lacuna do conhecimento ao apontar que na maioria dos estudos sobre sucessão ecológica são consideradas apenas as espécies arbóreas e praticamente desprezadas as outras espécies de porte menor.

1.5 PERGUNTA DE PESQUISA

A consorciação de espécies olerícolas, escolhidas de acordo com a lógica da sucessão no espaço, ao longo do tempo, influencia o desempenho dos cultivos combinados em hortas sintrópicas?

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo geral

Verificar a ocorrência de interações interespecíficas em “consórcios sucessionais” de olerícolas em hortas sintrópicas.

1.6.2 Objetivos específicos

Verificar se a introdução do cultivo de *Ocimum basilicum* (manjeriçã) a um consórcio de *Lactuca sativa* (alface) com *Daucus carota* (cenoura) influenciou na produtividade de *Lactuca sativa* (alface) em hortas sintrópicas.

Verificar se a introdução do cultivo de *Solanum lycopersicum* (tomate) tutorado a um consórcio de *Lactuca sativa* (alface), *Daucus carota* (cenoura) e *Ocimum basilicum* (manjeriçã) influenciou na produtividade de *Lactuca sativa* (alface) em hortas sintrópicas.

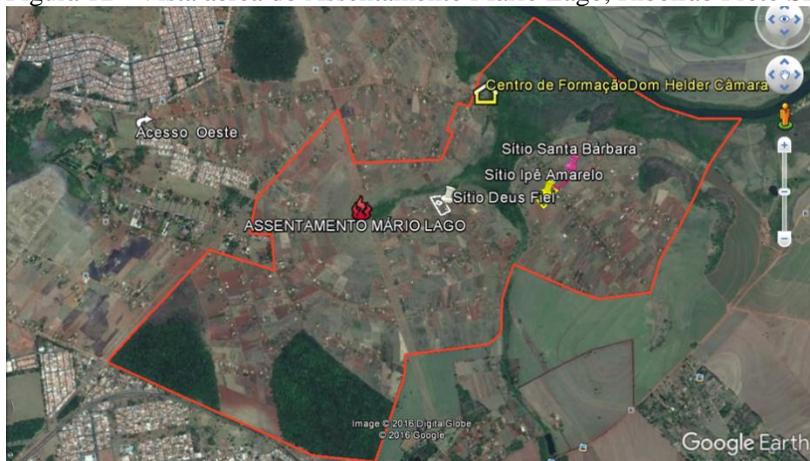
2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um experimento para verificar se a consorciação com o número crescente de cultivos olerícolas, escolhidos de acordo com a lógica da sucessão de espécies no espaço ao longo do tempo, afetaria a produção de matéria seca de *Lactuca sativa* (alface) em hortas sintrópicas. Sendo que não foram avaliadas as interações dos cultivos herbáceos com as árvores, mas sim as relações entre cultivos do grupo Placenta I no estrato baixo da horta sintrópica.

2.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi realizado em parceria com agricultores vinculados ao Centro de Formação Sócio Agrícola Dom Helder Câmara do assentamento Mário Lago em Ribeirão Preto SP, de 08 de fevereiro a 1º de novembro de 2016, em duas hortas sintrópicas, uma no sítio Ipê Amarelo ($21^{\circ} 8'19.79''S$ e $47^{\circ}42'25.03''O$) onde foi conduzido de 08 de julho a 26 de agosto, e a outra no sítio Santa Bárbara ($21^{\circ} 8'17.94''S$ e $47^{\circ}42'23.57''O$) entre 15 de agosto e 30 de setembro de 2016 (Figura 12).

Figura 12 - Vista aérea do Assentamento Mário Lago, Ribeirão Preto SP



Fonte: Modificada de Google Earth (2017).

Foram também implantados o Bloco Piloto I - BP I e o Bloco Piloto II - BP II na horta sintrópica do Sítio Deus Fiel ($21^{\circ} 8'27.37''S$ e $47^{\circ}42'55.20''O$), porém nesse local não houve coleta de dados.

As duas hortas sintrópicas, onde o experimento foi conduzido na

íntegra, localizam-se em relevo suavemente ondulado a 536 m acima do nível do mar (GOOGLE EARTH, 2017).

2.1.1 Clima

Segundo a classificação de Koeppen, o clima da região corresponde ao tipo Aw, tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C, sendo que o mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono (CEPAGRI, 2011).

Tabela 1 - Dados climáticos nos períodos de experimentação nos sítios

Dados climáticos	Sítio Ipê Amarelo	Sítio Sta. Bárbara
Período de experimentação	08/07 a 26/08/2016	15/08 a 30/09/2016
Temperatura Máxima Absoluta	33.9°C	35.5°C
Temperatura Mínima Absoluta	4.1°C	8.9°C
Temperatura Média do Período	20.3°C	22.4°C
Evaporação Potencial no Período	108 mm	149 mm
Chuva no Período	34.7 mm	39 mm

Fonte: Modificado de CIIAGRO (2016).

2.1.2 Geomorfologia

O assentamento Mário Lago está sobre Latossolo Vermelho classe 15 - distroférico com horizonte “A” moderado ou proeminente, textura argilosa, pertencente ao Grupo São Bento em Formações Superficiais (OLIVEIRA et al., 1999; OLIVEIRA; DAMASCENO; BUENO, 2013).

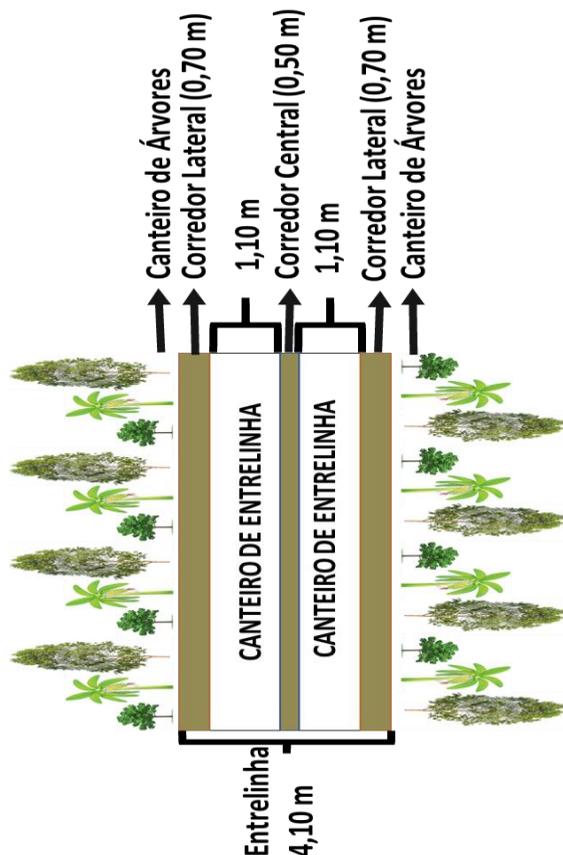
2.1.3 Vegetação original

De acordo com os resultados obtidos por Henriques, Joly e Bernacci (2005), ao relacionar os tipos de solo encontrados no assentamento, infere-se que a vegetação original e ainda presente em fragmentos nas Áreas de Preservação Permanente - APP e Reserva Legal, é Cerradão.

2.2 DESCRIÇÃO DAS HORTAS SINTRÓPICAS ESTUDADAS

A configuração das hortas sintrópicas estudadas no presente trabalho é em sistemas de aleias. Estas apresentam em média 500 m² e são compostas por um conjunto de aproximadamente 3 módulos de 5,2 m de largura e comprimento variável. Nas entrelinhas desses módulos geralmente são montados dois canteiros com 1,10 m de largura cada um, separados por um corredor de 0,50 m de largura. Os dois canteiros da entrelinha ficam localizados entre dois canteiros de árvores. Cada canteiro de entrelinha é separado de um canteiro de árvores por um corredor de 0,70 m de largura (Figura 13).

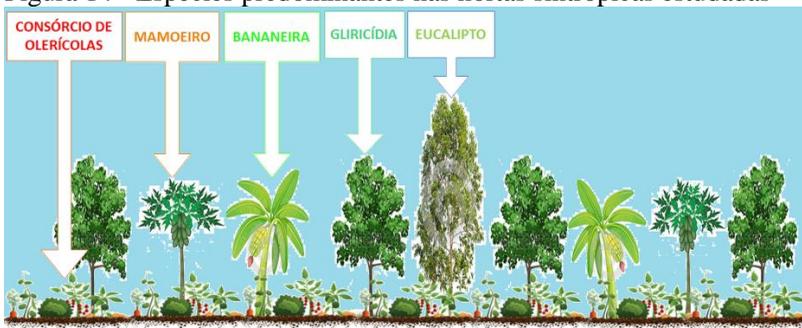
Figura 13 - Entrelinha padrão das hortas sintrópicas estudadas



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Os canteiros de árvores são em geral constituídos pelas lenhosas: *Eucalyptus sp.* (eucalipto); e *Gliricidia sepium* (gliricídia), bem como pelas herbáceas gigantes remanescentes da Placenta: *Musa sp.* (bananeira); e *Carica papaya* (mamoeiro). Mas também há variações onde são introduzidas ou facilitadas árvores e arbustos nativos, além de frutíferas nativas e exóticas (Figura 14). O destino principal das árvores desses módulos é fornecer biomassa através da poda para cobertura da faixa de cultivos olerícolas, já que a madeira; os cachos de banana; e os mamões deveriam ser encarados como produtos coadjuvantes.

Figura 14 - Espécies predominantes nas hortas sintrópicas estudadas



Fonte: Elaborada pela autora (2015).

Tanto no Sítio Ipê Amarelo, quanto no Sítio Santa Bárbara, o sistema de irrigação por aspersão passa dentro do corredor entre os canteiros de entrelinha suspenso por mourões vivos de *Gliricidia sepium*.

2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em DBC - Delineamento em Blocos Casualizados, com três tratamentos e quatro repetições. O experimento teve apenas um fator com três níveis, portanto, trata-se de experimento simples. Os blocos experimentais foram identificados pela letra B seguida por algarismo arábico de 1 a 4, representando a ordem temporal em que foram implantados: B1; B2; B3; e B4. Em cada sítio foi instalado um par de blocos experimentais, o Bloco 1 e o Bloco 2 no sítio Ipê Amarelo; e no sítio Santa Bárbara, foram instalados o Bloco 3 e o Bloco 4 (Figura 15). Todos conduzidos até a colheita das plantas de *Lactuca sativa* (alface), quando as amostras foram mensuradas.

Anteriormente à instalação dos blocos experimentais, foram instalados dois blocos piloto, identificados pelas letras BP seguido pelos

algarismos romanos I e II, denominados BP I e BP II. A instalação e condução dos blocos piloto serviu como ensaio e neles não foram realizadas coletas de dados.

2.3.1 Descrição física do experimento

Em síntese, este experimento teve área total de 66 m², constituído por quatro blocos experimentais de 16,5 m², cada bloco foi composto por três unidades experimentais (UE) de 5,5 m² e foram coletadas 72 amostras.

Tabela 2 - Resumo das dimensões do experimento

	Quantidade	Área
Experimento (Exp.)	1	66 m ²
Bloco (B)	4	16,5 m ²
Unidade Experimental (UE)	1/ UE 3/ Bloco 12/ Experimento	5,5 m ² 16,5 m ² / Bloco 66 m ² /Experimento
Área Amostral (AA)	1/ UE 3/ Bloco 12/ Experimento	1.21 m ² / UE 3,63 m ² / Bloco 14,52m ² / Experimento
Bordadura	2/ UE 6/ Bloco 24/ Experimento	3,9 m ² / UE 18,86 m ² / Bloco 51,48 m ² / Experimento
Plantas Amostradas	6/AA e UE 18/ Bloco 72/ Experimento	

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

2.3.1.1 Blocos experimentais

Foram estabelecidos quatro blocos experimentais em quatro canteiros com 1,10 m de largura, que serviram de base para o experimento (Figura 15). Cada bloco foi composto por três unidades experimentais. Os pares de blocos estavam separados por corredores de 0,5 m de largura e situados entre linhas de árvores pré-existentes com idade de aproximadamente 19 meses e afastados destas por corredores de 0,70 m de largura.

No Sítio Ipê Amarelo, à Sudeste do Bloco 1 fica o Canteiro de Árvores 1, e o Canteiro de Árvores 2 está localizado à Noroeste do Bloco 2. Já no Sítio Santa Bárbara o Canteiro de Árvores 3 fica no lado Sudeste do Bloco 3, enquanto o Canteiro de Árvores 4 está situado no lado Noroeste do Bloco 4.

Os canteiros de árvores que divisam com os blocos experimentais são ocupados basicamente pela mesma composição arbórea, mas há algumas variações entre e dentro dos blocos.

Figura 15 - Pares de blocos experimentais



Fonte: Elaborada pela autora (2017). A. Mário Lago, Ribeirão Preto SP (2016).

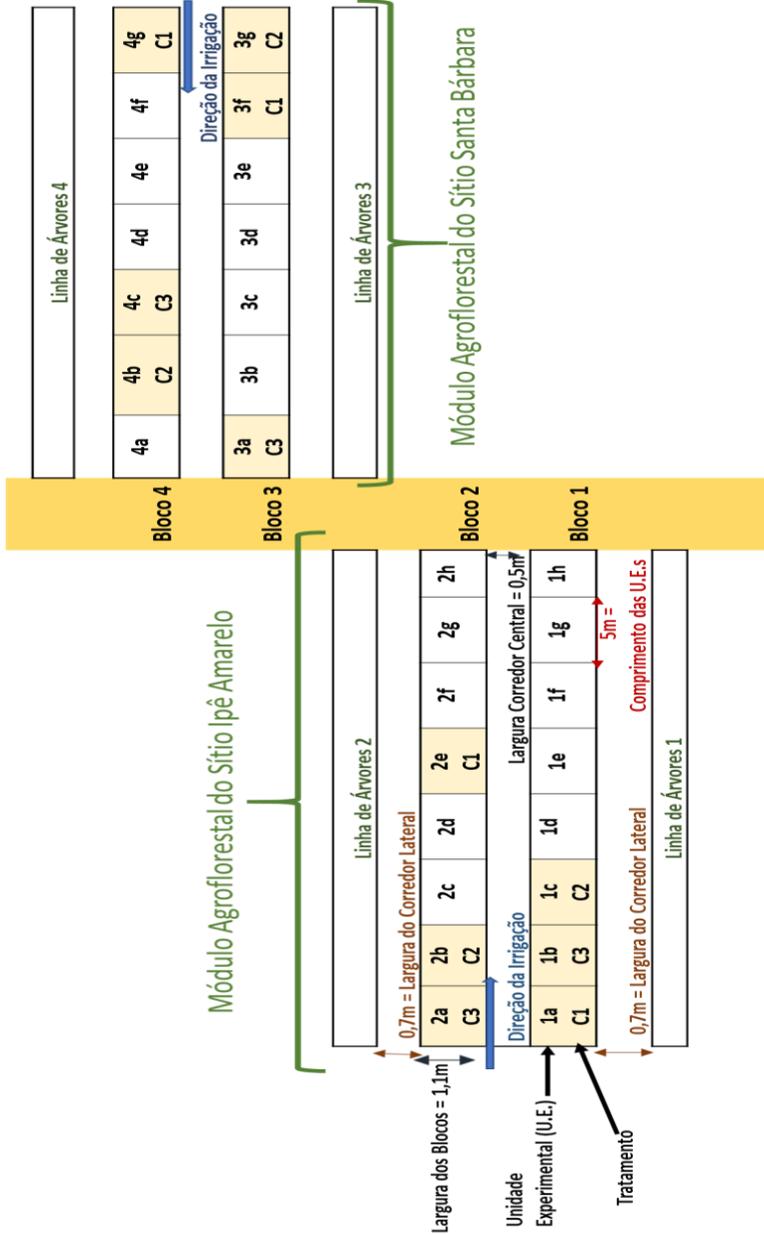
2.3.1.1.1 Unidade experimental (UE)

A unidade experimental foi uma área delimitada dentro de cada bloco onde foram cultivados consórcios com número crescente de espécies. Foram instaladas e monitoradas doze unidades experimentais com 1,10 m de largura por 5 m de comprimento.

As unidades experimentais foram identificadas por um número de 1 a 4 que representa o bloco ao qual faz parte, seguido por uma letra minúscula que indica sua posição no bloco, partindo do Sudoeste para Nordeste, como exemplo: 1a; 1b; 1c ...; 4g. Cada unidade experimental de um determinado bloco recebeu um tipo de tratamento através de sorteio e esse processo foi repetido nos demais blocos (Figura 16).

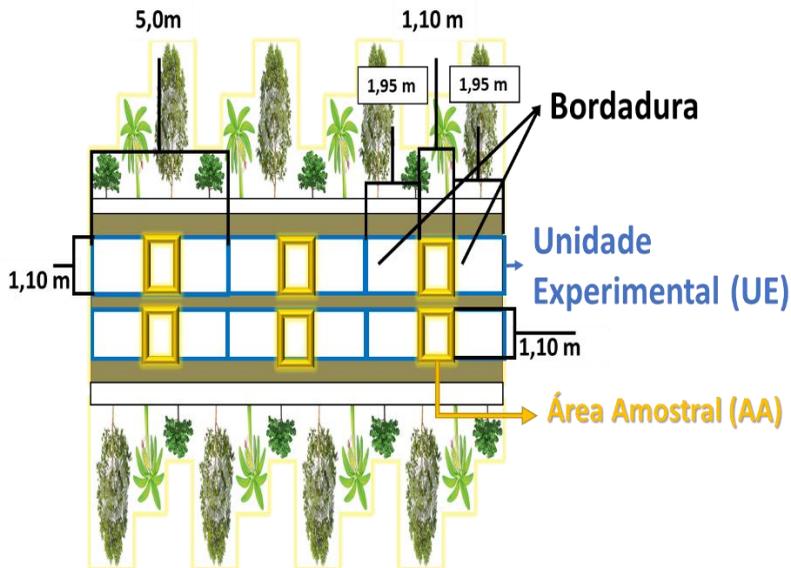
No centro de cada unidade experimental foi estabelecida uma área amostral - AA com a mesma largura do canteiro e comprimento de 1,10 m de onde foram coletadas as amostras (Figura 17).

Figura 16 - Aleatorização dos tratamentos nas unidades experimentais



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Figura 17 - Desenho esquemático das unidades experimentais nos blocos



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

O conteúdo da área amostral representa a proporção do número de plantas e a distribuição espacial das olerícolas do respectivo tratamento experimental. O restante da área das unidades experimentais constitui a bordadura, que foi estabelecida para evitar que os dados amostrais expressassem influências de um tratamento sobre outros, já que não houve espaçamento entre as unidades experimentais (Figura 17).

As bordas foram alocadas apenas no sentido transversal às linhas de árvores. A ausência de bordas paralelamente às linhas de árvores foi assim concebida para permitir a expressão do efeito da sombra e do sistema radicular das árvores sobre as plantas mais próximas a elas. A bordadura de cada unidade experimental foi composta por dois compartimentos de 1,95 m de comprimento por 1,10 m de largura, um de cada lado da área amostral (Figura 17).

2.3.2 Variável independente

A variável independente do experimento foi o “**tipo de consórcio olerícola**”, para isso em um determinado bloco, em cada unidade

experimental foi plantada uma combinação de olerícolas diferente, ou seja, um tipo de consórcio com número progressivo de espécies.

2.3.3 Desenho dos consórcios olerícolas testados

Foi elencado um conjunto de critérios para escolher as espécies olerícolas que constituíram os consórcios testados no experimento. A reunião de determinadas espécies com características complementares de nicho, sobretudo no aspecto da sucessionalidade deveria configurar consórcios passíveis de gerar resposta à pergunta de pesquisa. Então as espécies escolhidas atenderam aos seguintes critérios em ordem decrescente de prioridade:

I) A longevidade do ciclo de produção das espécies consorciadas deveria variar pelo menos 20 dias entre elas.

II) A altura das espécies no ponto de colheita deveria variar pelo menos 20 cm entre elas.

III) A parte aérea das espécies deveria ser diferente quanto à sua arquitetura e diâmetro.

IV) O sistema radicular das espécies deveria ser diferente quanto à sua arquitetura e profundidade.

V) As espécies deveriam pertencer a famílias botânicas diferentes.

VI) Cada espécie deveria ter o encerramento de seu ciclo produtivo em um estágio fenológico diferente (máximo crescimento das folhas; máximo crescimento da raiz; florescimento; e maturação dos frutos).

VII) As espécies deveriam pertencer à distintas categorias de hortaliças (folhosa; tubérculo; condimento; e fruto).

Diante das informações coletadas na bibliografia, as espécies e variedades que atenderam simultaneamente aos critérios foram *Lactuca sativa* (alface, variedade crespa), *Daucus carota* (cenoura do grupo Brasília de verão), *Ocimum basilicum* (manjeriçao, cultivar basilicão) e *Solanum lycopersicum* (tomate, rasteiro, de hábito determinado, variedade Caline IPA 07) (Figura 18).

Figura 18 - Esquema de dupla entrada para planejamento de consórcios

Degrau ALTURA	Tempo - CICLO DE PRODUÇÃO			
	Curto	Médio	Longo	Estendido
4º degrau				
3º degrau				
2º degrau				LEGENDA  Tomate  Manjerição  Cenoura  Alface
1º degrau				

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Como *L. sativa* é a cultura que completa o ciclo de produção mais precocemente dentre as escolhidas, ela foi aqui classificada como de ciclo curto. Também é a espécie que apresenta menor altura, constituindo o primeiro degrau dos três consórcios testados. Seguem no Quadro 1 algumas informações apresentadas por Filgueira (2006).

Quadro 1 - Características das plantas de *Lactuca sativa* experimentadas

Nome Popular	Alface
Varietade	Crespa, cultivar Vanda
Família Botânica	Asterácea
Origem	Sul da Europa e Ásia Ocidental
Raízes	Ramificadas à 20 cm de profundidade
Altura	20 a 30 cm
Diâmetro da parte aérea	20 a 30 cm
Dias até a colheita	35 a 50 dias
Espaçamento recomendado	25 a 40 x 25 a 40 cm
Nutriente mais extraído	Potássio
Responde mais a	Nitrogênio e Fósforo

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Daucus carota, por ser, em relação às outras espécies escolhidas, a segunda cultura a ser retirada do canteiro, fica aqui classificada como de ciclo médio. Forma o segundo degrau dos consórcios, já que é mais alta que alface (quando em ponto de colheita que ocorre antes de sua fase reprodutiva). De acordo com informações obtidas em Filgueira (2006), no Quadro 2 estão apresentadas informações sobre *D. carota*.

Quadro 2 - Características das plantas de *Daucus carota* experimentadas

Nome Popular	Cenoura
Varietade	Grupo Brasília de verão, cultivar Carandaí
Família Botânica	Apiácea
Origem	Afganistão
Raízes	Tuberosa/pivotante, 16 a 22cm de profundidade
Altura	30 a 50 cm
Diâmetro da parte aérea	10 cm
Dias até a colheita	120
Espaçamento recomendado	15 cm entre fileiras e 5cm entre plantas
Nutriente mais extraído	Potássio
Responde mais a	Fósforo e Potássio

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Ocimum basilicum seria colhido parceladamente (já em fase reprodutiva) até meados da colheita dos frutos de *Solanum lycopersicum*, por isso, neste trabalho entra na classe de ciclo longo de produção. Por ter porte superior ao de *Daucus carota* em ponto de colheita (que ocorre antes de sua fase reprodutiva) constitui o terceiro degrau dos consórcios C2 e C3. No Quadro 3 constam informações atribuídas a *Ocimum basilicum* (BLANK et al., 2004; PEREIRA; MOREIRA, 2011; FAVORITO et al., 2011; CARVALHO; CAMPOS, 2012).

Quadro 3 - Características das plantas de *Ocimum basilicum* experimentadas

Nome popular	Manjeriçã
Cultivar	Basilicã
Família Botânica	Lamiaceae
Origem	Ásia e África
Raízes	30 cm de profundidade
Altura	30 cm a 1m
Diâmetro da parte aérea	50 cm a 1m, caule ereto e ramificado
Colheita	Corte a 40 cm de altura aos 90 dias, após a cada 60 dias.
Espaçamento recomendado	40 cm x 60 cm

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Dentre as quatro espécies que foram utilizadas para compor os consórcios testados, a cultura de *Solanum lycopersicum* foi a mais longeva, por isso foi denominada como de ciclo estendido. Ela é também a que pode atingir maior altura quando tutorada, e foi a que constituiu o quarto degrau do consórcio C3. Conforme Filgueira (2006) e Horticeres (2016), cujas informações estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 - Características das plantas de *Solanum lycopersicum* experimentadas

Nome popular	Tomateiro
Variedade	Rasteiro (hábito determinado), cv Caline IPA 07
Família Botânica	Solanacea
Origem	Equador / Chile – 1000 m de altitude
Raízes	Ramificadas/Adventícias, 60% a 10cm de profundidade
Altura	1,20m (hábito indeterminado > 1,5m)
Diâmetro da parte aérea	1m
Colheita	4 a 7 meses (1 a 3 meses de colheita contínua)
Espaçamento recomendado	1 a 1,2m entre fileiras e 40 a 70 cm entre plantas
Nutriente mais extraído	Potássio; Nitrogênio e Cálcio
Responde mais a	Fósforo

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

2.3.4 Tratamentos experimentais

Os tratamentos experimentais foram C1; C2 e C3. Onde a letra “C” é a abreviatura da palavra “Consórcio” e os números 1; 2; e 3 indicam a quantidade de espécies que acompanha a cultura de *Lactuca sativa* nos consórcios. Os três tipos de consórcios foram projetados para que os espaçamentos e a distribuição espacial das 4 espécies cultivadas no experimento fossem idênticos em todos tratamentos aos quais fizeram parte.

Os cultivos consorciados foram implantados simultaneamente, sendo que as mudas utilizadas foram produzidas em sistema convencional no viveiro da Chácara Morada do Sol em Ribeirão Preto SP.

As mudas de *Lactuca sativa* cultivar Vanda (alface crespa), tiveram suas sementes procedentes da empresa Sakata em Bragança Paulista - SP, Brasil. Já as sementes de *Ocimum basilicum* (manjeriçã) cultivar Basilicão foram produzidas pela empresa Isla em Candiota - RS, Brasil. E as mudas de *Solanum lycopersicum* (tomate) cultivar Kaline IPA 07, tiveram sementes provenientes da Hortivale em Pombos - PE, Brasil. *Daucus carota* (cenoura), do grupo Brasília, cultivar Carandaí, por sua vez, foi propagada por semeadura direta manualmente nas unidades experimentais. Tais sementes foram produzidas pela empresa Horticeres em Indaiatuba - SP, Brasil.

Tabela 3 - Histórico do plantio dos consórcios nos Blocos 1 e 2

Ipê Amarelo	Semeadura	Dias	Transplante	Dias	Colheita
Alface	07/06/2016	31	08/07/2016	46	24/08/2016
Cenoura	08/07/2016	0			
Manjeriçã	17/05/2016	52	08/07/2016		
Tomate	17/05/2016	52	08/07/2016		

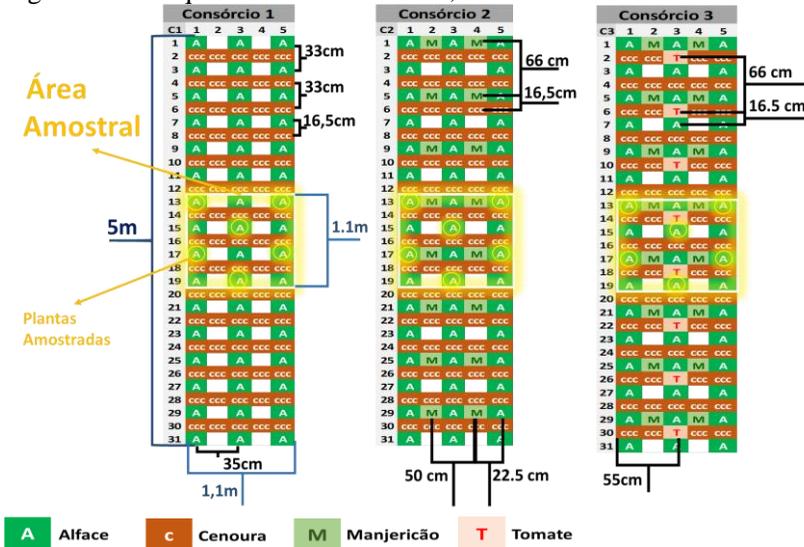
Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Tabela 4 - Histórico do plantio dos consórcios nos Blocos 3 e 4.

Sta. Bárbara	Semeadura	Dias	Transplante	Dias	Colheita
Alface	16/07/2016	30	15/08/2016	46	30/09/2016
Cenoura	15/08/2016	0			
Manjeriçã	27/06/2016	50	15/08/2016		
Tomate	27/06/2016	50	15/08/2016		

Fonte: Elaborado pela autora (2016).

Figura 19 - Croquis dos tratamentos C1; C2 e C3 em UEs



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

As plantas de *Lactuca sativa* foram identificadas individualmente de acordo com sua posição nas linhas e nas colunas de plantio dentro de cada unidade experimental. Pode ser observado, por exemplo, na Figura 19 que no croqui do Consórcio 1 a primeira planta localiza-se na linha 1 e na coluna 1 por isso é identificada pelo código 1.1. Portanto, *Lactuca sativa* e *Daucus carota* participaram em todos os consórcios experimentados; *Ocimum basilicum* em C2 e C3; e *Solanum lycopersicum* participou apenas em C3. Sendo que no C1 *L. sativa* foi combinada com apenas uma espécie vizinha; no C2 com duas; e no C3 o cultivo de *L. sativa* foi consorciado com três espécies.

Em cada área amostral foram plantadas doze mudas de *L. sativa* (além das plantas das demais espécies que fizeram parte da composição dos tratamentos experimentais) e coletadas seis amostras em posições previamente definidas (13.1, 13.5, 15.3, 17.1, 17.5, e 19.3) (Figura 19).

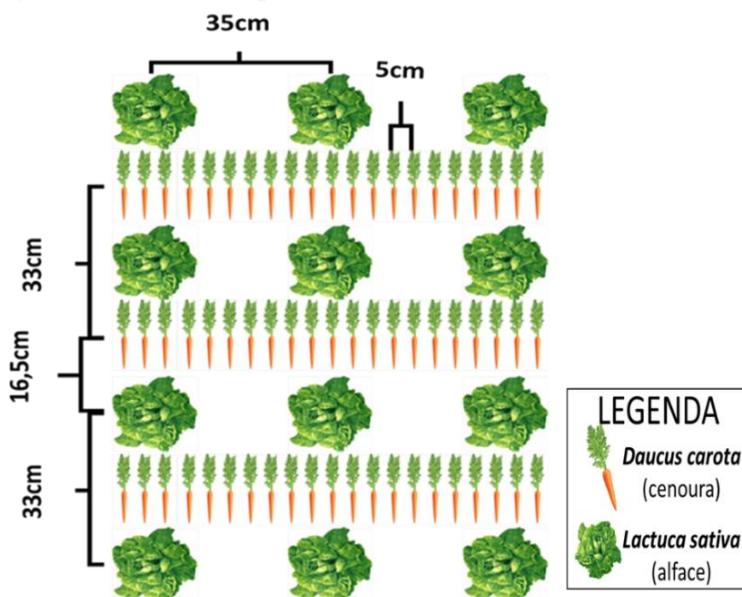
Os números 13, 17, e 19 se referem às linhas transversais (localizadas dentro das áreas amostrais) e os números 1; 3; e 5 às colunas longitudinais traçadas nos canteiros onde foram instaladas as unidades experimentais (Figura 19). Esse conjunto de posições foi escolhido pois é o que expressa melhor a variedade de possíveis influências das plantas adjacentes às alfaves nos três tipos de consórcios testados em cada unidade experimental.

2.3.4.1 Consórcio 1 – C1

O Consórcio 1 consiste da combinação da cultura de *Lactuca sativa* com a de *Daucus carota*. O primeiro componente deste consórcio é o conjunto de três fileiras longitudinais de *Lactuca sativa* distantes 35 cm entre si, com espaçamento dentro de cada fileira de 33 cm, totalizando 48 plantas de *Lactuca sativa* por unidade experimental (UE) e 12 em cada área amostral (AA). As fileiras de *Lactuca sativa* foram transpostas por linhas de *Daucus carota*, também espaçadas a cada 35 cm. As plantas de *Lactuca sativa* ficaram distantes 16,5 cm das linhas transversais das de *Daucus carota*. *Daucus carota* foi propagada por sementeira direta manual em linhas paralelas no sentido da largura do canteiro para serem posteriormente desbastadas até que cada uma ficasse 5 cm afastada das adjacentes (Figura 20). O Consórcio 1 apresenta densidade de 145% em relação aos monocultivos das espécies que o compõem, e a relação entre o número de plantas de cada espécie foi de:

1 *Lactuca sativa*: 7 *Daucus carota*

Figura 20 - Desenho esquemático do Consórcio 1 - C1

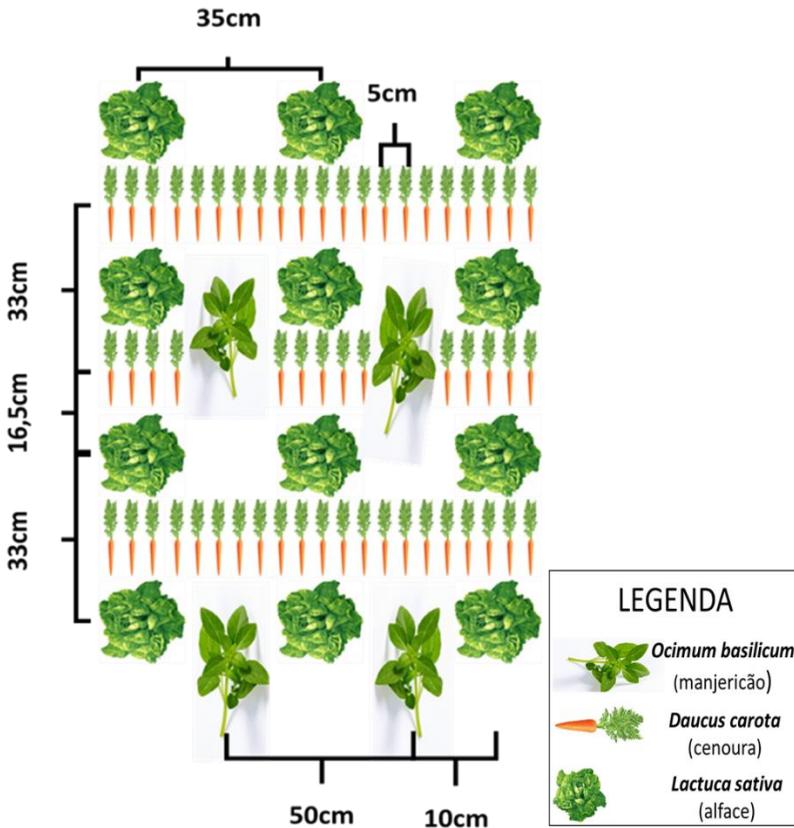


Fonte: Elaborada pela autora (2016).

2.3.4.2 Consórcio 2 – C2

O Consórcio 2 foi o resultado da introdução ao Consórcio 1 de duas fileiras de *Ocimum basilicum*, alinhadas às de *Lactuca sativa*, distantes 10 cm das fileiras externas de *Lactuca sativa* e espaçadas 50 cm entre si. O espaçamento entre as plantas de *Ocimum basilicum* em cada fileira foi de 66 cm. Assim como as plantas de *Lactuca sativa* ficaram a 16,5 cm das linhas de *Daucus carota* (Figura 21). O Consórcio 2 apresenta densidade de 245% em relação aos monocultivos das espécies que o compõem, e a relação entre o número de plantas de cada espécie foi de: 4 *Lactuca sativa*: 20 *Daucus carota*: 1 *Ocimum basilicum*

Figura 21 - Desenho esquemático do Consórcio 2 – C2

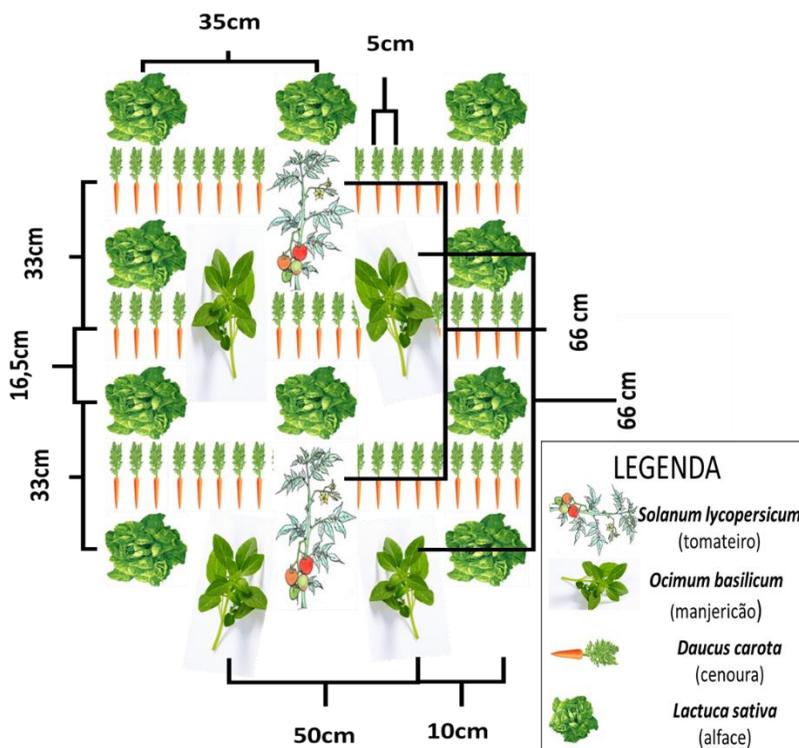


Fonte: Elaborada pela autora (2016).

2.3.4.3 Consórcio 3 – C3

Para o desenho do Consórcio 3 foi preservada a configuração do Consórcio 2 e adicionada uma fileira central com 8 plantas tutoradas de *Solanum lycopersicum*, onde cada muda foi plantada dentro das linhas de *Daucus carota* alternadamente. O espaçamento entre as plantas de *Solanum lycopersicum* foi de 66 cm, ficando a 16,5 cm das de *Lactuca sativa* também situadas na fileira central (Figura 22). O Consórcio 3 apresenta densidade de 345% em relação aos monocultivos das espécies que o compõem, e a relação entre o número de plantas de cada espécie foi de: 6 *Lactuca sativa*: 40 *Daucus carota*: 2 *Ocimum basilicum*: 1 *Solanum lycopersicum*.

Figura 22 - Desenho esquemático do Consórcio 3 – C3



Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Nas Tabelas 5, 6, 7 e 8 pode-se comparar a densidade dos consórcios C1, C2 e C3 em relação a densidade das monoculturas das espécies consorciadas no experimento.

Tabela 5 - Densidade dos monocultivos

Espécie	Espaçamento entre Linhas	Espaçamento entre Plantas	Plantas/m²	Densidade
Alface	25 a 40cm	25 a 40cm	9/m ²	100%
Cenoura	15cm	5cm	132/m ²	100%
Manjeriço	50 a 70cm	40cm	4/m ²	100%
Tomate	100 a 120cm	40 a 70cm	2/m ²	100%

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Tabela 6 - Densidade dos cultivos e densidade total no Consórcio 1 – C1

Espécie	Espaçamento entre Linhas	Espaçamento entre Plantas	Plantas/m²	Densidade
Alface	35cm	33cm	9/m ²	100%
Cenoura	33cm	5cm	66/m ²	45,45%
Densidade total do C1				145 %

Fonte: Modificado de Corrêa et al. (2016).

Tabela 7 - Densidade dos cultivos e densidade total no Consórcio 2 – C2

Espécie	Espaçamento entre Linhas	Espaçamento entre Plantas	Plantas/m²	Densidade
Alface	35cm	33cm	9/m ²	100%
Cenoura	33cm	5cm	66/m ²	45,45%
Manjeriço	66cm	40cm	4/m ²	100%
Densidade total do C2				245 %

Fonte: Modificado de Corrêa et al. (2016).

Tabela 8 - Densidade dos cultivos e densidade total no Consórcio 3 – C3

Espécie	Espaçamento entre Linhas	Espaçamento entre Plantas	Plantas /m²	Densidade
Alface	35cm	33cm	9/m ²	100%
Cenoura	33cm	5cm	66/m ²	45,45%
Manjeriçã	66cm	40cm	4/m ²	100%
Tomate	120cm	66cm	2/m ²	100%
Densidade total do C3				345 %

Fonte: Modificado de Corrêa et al. (2016).

2.3.5 Condução do experimento

A mestranda foi protagonista das ações, desde a instalação do experimento até a avaliação dos resultados, sendo que os canteiros onde os blocos experimentais foram instalados estavam em pousio pelo tempo informado na Tabela 9.

Tabela 9 - Histórico dos módulos dos sítios Ipê Amarelo e Santa Bárbara

Características dos pares de Blocos Experimentais	Bloco 1 e Bloco 2 Sítio Ipê Amarelo	Bloco 3 e Bloco 4 Sítio Santa Bárbara
Data da implantação do módulo	Julho de 2014	Agosto de 2014
Período de manejo do módulo	12 a 21/04/2016	04/05 a 02/06/2016
Tempo de pousio dos canteiros de árvores	20 meses	19 meses
Tempo de pousio dos canteiros de entrelinha	4 meses	12 meses

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

2.3.5.1 Manejo de reativação dos módulos

Antes e durante a instalação do experimento, foi necessário realizar um manejo de reativação dos módulos (Figura 23) para que o ambiente se tornasse propício para o cultivo de olerícolas. O manejo se deu primeiramente pela retirada de plantas espontâneas dos canteiros de

árvores; canteiros de entrelinha; corredores e adjacências por capina com enxada e manual. Depois, foi realizada a capina mecanizada, o ajuste e o nivelamento dos canteiros de entrelinha com ancinho.

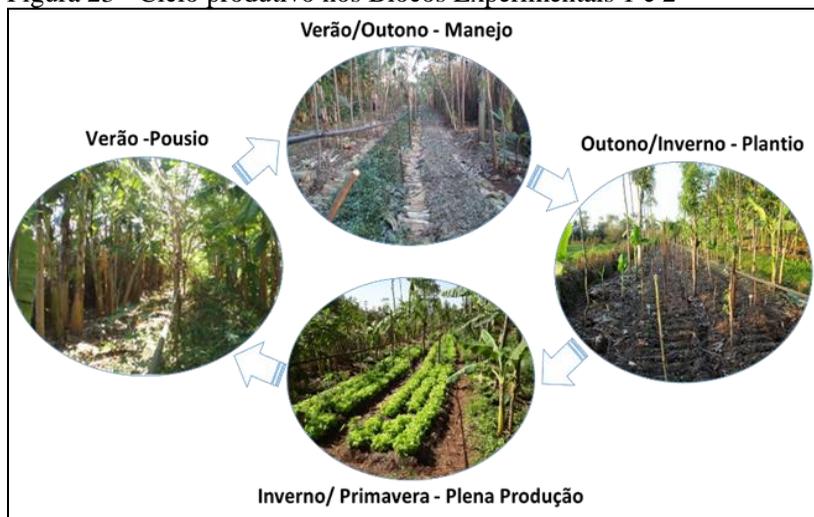
A poda das árvores foi realizada com auxílio de cordas, escada de alumínio, e de um gancho de metal soldado a um cano de ferro de aproximadamente 4 m de comprimento. As plantas de *Gliricidia sepium* (gliricídias) localizadas nos canteiros de árvores e nos corredores centrais tiveram aproximadamente 80% de suas copas podadas com tesourão dotado de cabo telescópico e com auxílio de um gancho. Os ramos finos e folhas de *Gliricidia sepium* foram fragmentados com tesoura de mão e distribuídos uniformemente sobre os canteiros recém nivelados. As touceiras de *Musa sp.* (bananeira) foram desbastadas com facão, poupando-se apenas um afilho tipo chifre (Figura 23), e, em casos isolados, plantas com cacho em maturação. As folhas de *Musa sp.* foram colocadas transversalmente nos canteiros sobre a camada de fragmentos de copa de *Gliricidia sepium* (Figura 24) e os pseudocaulis foram rachados longitudinalmente e cortados com facão em fatias usadas para cobertura dos corredores laterais e centrais. Nas plantas da espécie *Eucalyptus sp.* (eucalipto), primeiramente, foi realizada uma poda chamada de levantamento da saia, que consiste em cortar ou serrar rente ao fuste, os ramos baixeiros e intermediários. Esta operação se deu com tesoura de mão; tesourão munido de cabo telescópico; gancho; e por vezes também foram usadas escada de alumínio e cordas. Também foi realizada em *Eucalyptus sp.* a poda denominada de “detopagem”, que é a retirada do topo da copa na altura em que se deseja obter o fuste na colheita da madeira. Os topos dessas árvores foram removidos com tesourão poupando de 2 a 6 ramos. Então os ramos finos e folhas de *Eucalyptus sp.* foram fragmentados com tesoura de mão e distribuídos uniformemente nos canteiros sobre as folhas de bananeira e nas laterais (Figura 24) com a finalidade de evitar a desidratação excessiva do solo

No Sítio Ipê Amarelo uma barreira formada de *Pennisetum purpureum* cv Napier (capim elefante cultivar Napier) de aproximadamente 60 m de comprimento, localizada no lado Noroeste a 2 m do Canteiro de Árvores 2, foi cortada com facão e triturada em triturador de forragem. O material triturado foi usado para cobrir os canteiros dos Blocos 1 e 2 após a adubação de base. Essa roçada também foi importante para o aumento da iluminação do módulo agroflorestal em questão (Figura 23). No Sítio Santa Bárbara, 50 m² de *Megathyrus maximus* (capim Mombaça) (localizado fora da horta sintrópica) foram cortados com facão. Os feixes secos de capim foram usados dois meses depois para cobrir os canteiros dos Blocos 3 e 4 após a adubação de base.

Os canteiros foram deixados em pousio por aproximadamente 80 dias no Sítio Ipê Amarelo e 60 dias no Sítio Santa Bárbara para que o plantio não coincidisse com o início da decomposição da adubação verde em cobertura.

Esse período também foi estratégico para observar o aparecimento de plantas espontâneas, sobretudo de ciperáceas no Sítio Ipê Amarelo, já que se esperava emergência agressiva de ervas pelo aumento da iluminação provocado pela poda. Após o pousio foi realizado o remanejamento dos módulos agroflorestais, quando foram retiradas as plantas espontâneas emergentes e alguns rebrotes de cultivos remanescentes. Foram podadas as brotações de ramos laterais nas árvores de *Eucalyptus sp.* e retiradas com alavanca as mudas de *Musa sp.*, que nasceram nas touceiras desbastadas durante o manejo. Além dessas operações, foram realizadas no remanejamento algumas atividades de organização do espaço circundante aos módulos trabalhados (Figura 23), tais como a preparação para o início do experimento com os consórcios olerícolas.

Figura 23 - Ciclo produtivo nos Blocos Experimentais 1 e 2



Fonte: Elaborada pela autora (2016). S. Ipê Amarelo, Ribeirão Preto SP (2016).

De acordo com as recomendações de Miccolis et al. (2016) as atividades para reativação dos módulos agroflorestais onde foram instalados os blocos experimentais foram mensuradas e registradas em planilhas de campo e poderão ser analisadas em pesquisas futuras para a determinação de coeficientes técnicos e outros indicadores para verificar

a viabilidade das hortas sintrópicas, já que estas ferramentas permitem prever despesas necessárias para o manejo. Na Tabela 10, constam dados aproximados de rendimento em minutos por metro quadrado (min./m²) da mão de obra empregada nas operações realizadas para o manejo de reativação dos módulos agroflorestais.

Tabela 10 - Estimativa da velocidade das operações de manejo dos blocos

Operação (minutos/m²)	Sítio Ipê Amarelo	Sítio Sta. Bárbara	Media da Operações
Retirada de plantas espontâneas	0.74	8.156	4.45
Capina mecânica de canteiro	0.54	1.82	1.18
Ajuste e nivelamento de canteiro	4.8	10.64	7.72
Manejo de gliricídia	9.7	7.14	8.42
Manejo de bananeira	8.4	2.64	5.52
Manejo de eucalipto	13.8	12.51	13.15
Cobertura de corredores com pseudocaulis de bananeira	14.92	15.60	15.26
Manutenção da irrigação	1.31	2.28	1.80
Remanejo	6.29	2.16	4.23
Total	60.50	62.90	61.72

Fonte: Elaborado pela autora (2017).

2.3.5.2 Instalação do experimento

Durante a instalação do experimento foram coletadas amostras de solo para análise laboratorial nos módulos agroflorestais ainda em pousio de 0 até 20 cm de profundidade, obedecendo a metodologia de Raij et al. (1997). A adubação foi exclusivamente orgânica e quantificada de acordo com resultados da análise de solo realizada pelo Laboratório Ribersolo, que é credenciado ao Programa de Análises do Sistema do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC, de modo que foi realizada a determinação de Cu, Fe, Mn e Zn por extração em DTPA; pH em CaCl₂; MO; P em resina; K; Ca; Mg; H + Al; S e B por metodologias segundo “Análise química para avaliação de Fertilidade de Solos Tropicais” (ANDRADE et al, 2001). Já o Na foi determinado pela metodologia do “Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes” (SILVA, 2009). Os laudos das análises de solo constam nos ANEXOS A e B.

Vista a semelhança dos resultados das análises de solo para os dois módulos agroflorestais, a adubação adequada para cada consórcio foi replicada nos 4 blocos experimentais. O cálculo para determinação da quantidade de cada tipo de fertilizante orgânico que foi administrado nas unidades experimentais se baseou na média de dados da composição química dos ingredientes obtidos na bibliografia. A fertilização foi quantificada de modo a aplicar doses ajustadas para cada cultivo dos consórcios e dividida em 3 categorias: adubação verde com material arbóreo em cobertura (Tabela 11); adubação de base em cobertura (Tabela 11); e adubação parcelada em cobertura (Tabela 13). Como o experimento foi encerrado logo após o término da colheita de *L. sativa*, a adubação fornecida para os Consórcios 2 e 3 foram idênticas àquela que fora planejada para o C1. Deste modo para C1; C2 e C3 foram fornecidas, além da adubação verde com material arbóreo, a adubação de base e uma dose de adubação parcelada 20 dias após o transplante das mudas. Para o C2 havia sido planejada a aplicação de uma parcela em cobertura logo após a colheita de *D. carota*. E para o C3, além dessa, seria aplicada mais uma parcela ao se eliminar as plantas de *O. basilicum* das unidades experimentais.

2.3.5.2.1 Adubação verde com material arbóreo em cobertura

A adubação verde com material arbóreo (Figura 24) foi uma consequência do manejo de reativação dos módulos agroflorestais (Figura 23) e consistiu na adição do material podado nos canteiros de entrelinha de modo a sobrepor três camadas homogêneas (Tabela 11). Foi depositada uma camada com 2 kg de matéria fresca por m² de ramos finos e folhas fragmentados de *Gliricidia sepium* (gliricídia); sobre ela foram distribuídos 2 kg de matéria fresca por m² de folhas de *Musa sp.* (bananeira); a terceira e última camada foi de ramos finos e folhas fragmentados de *Eucalyptus sp.* (eucalipto).

Tabela 11 - Composição da adubação verde de material arbóreo

Função	Fertilizantes	Quantidade	Época de aplicação
Fonte de Matéria Orgânica	Folhas e ramos de gliricídia	2 kg matéria fresca/m ²	Aproximadamente 100 dias antes do plantio
	Folhas de bananeira	2 kg matéria fresca/m ²	Aproximadamente 110 dias antes do plantio
	Folhas e ramos de eucalipto	2 kg matéria fresca/m ²	Aproximadamente 108 dias antes do plantio

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Figura 24 - Camadas da adubação verde com material arbóreo



Fonte: Elaborada pela autora (2017). A. Mário Lago, Ribeirão Preto SP (2016).

2.3.7.2.2 Adubações de base e parcelada

As adubações de base (Tabela 12) e parcelada (Tabela 13) foram fornecidas uniformemente e com doses idênticas para todos os tratamentos em todas as unidades experimentais. A adubação de base foi realizada um dia antes do plantio e a parcela única aos 20 dias após o plantio (Figura 25). Elas foram compostas pelos mesmos tipos de fertilizantes orgânicos.

O composto orgânico (Figura 25) foi produzido pela própria pesquisadora através da combinação de esterco de galinhas poedeiras e palha de *Panicum maximum* (capim colônia) disponíveis dentro do assentamento. O esterco de galinhas poedeiras foi comprado de um atravessador, já a palha de *Panicum maximum* (capim colônia) roçado com roçadeira de arrasto acoplada a um trator foi coletada com garfo pela pesquisadora na área do Centro de Formação Sócio Agrícola Dom Helder Câmara, onde também foi conduzida a compostagem. As cinzas utilizadas na fertilização das unidades experimentais foram coletadas pela pesquisadora dentro do fogão a lenha do Centro de Formação Sócio Agrícola Dom Helder Câmara. Logo após a aplicação da adubação de base, os canteiros dos Blocos 1 e 2 foram cobertos com palha de *Pennisetum purpureum cv Napier* triturado. Nos Blocos 3 e 4, feixes secos de *Megathyrus maximus* (capim Mombaça) foram usados para a cobertura final dos canteiros.

Tabela 12 - Composição da adubação de base

Função na Adubação	Fertilizantes	Quantidade	Aplicação
Fonte de Nitrogênio	Esterco de aves compostado	2.20 kg/m ²	1 dia antes do plantio
Fonte de Potássio	Cinzas de fogueira	0.20 kg/m ²	1 dia antes do plantio

Elaborada pela autora (2016).

Tabela 13 - Composição da dose única da adubação parcelada.

Função na Adubação	Fertilizantes	Quantidade	Aplicação
Fonte de Nitrogênio	Composto de esterco de galinha	0.45 kg/m ²	20 dias após plantio
Fonte de Potássio	Cinzas de fogueira	0.20 kg/m ²	20 dias após plantio

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

Figura 25 - Distribuição da adubação de base em cobertura nos BPs



Fonte: Elaborada pela autora (2017). Sítio Deus Fiel, Ribeirão Preto SP (2016).

2.3.5.2.3 Plantio

O plantio dos consórcios olerícolas (tratamentos experimentais) nos Blocos 1 e 2 foi realizado manualmente pela pesquisadora juntamente com a assentada Jesuíta C. B. Pereira no dia 08 de julho de 2016. Já nos

Blocos 3 e 4, o plantio foi realizado no dia 15 de agosto de 2016 com ajuda da assentada Zilda Aparecida Jardini (Tabela 14). *Lactuca sativa*; *Ocimum basilicum*; e *Solanum lycopersicum* foram propagadas por mudas e *Daucus carota* por sementes. Na ocasião do plantio do Consórcio 3, no Bloco 3, ocorreu um acidente na tubulação do sistema de irrigação que atrasou a hidratação das mudas recém transplantadas na unidade experimental 3a, ocasionando um ressecamento excessivo das mesmas. Tal evento comprometeu drasticamente o desenvolvimento das plantas na unidade experimental 3a, de modo que esta foi considerada como parcela perdida.

Tabela 14 - Datas das principais operações nos blocos experimentais

Operação	Blocos 1 e 2	Blocos 3 e 4
Manejo e Adubação verde	13 a 17/04/2016	17 a 31/05/2016
Adubação de base	03/07/2016	04/08/2016
Plantio	08/07/2016	15/08/2016
1ª adubação parcelada	05/07/2016	15/09/2016
Colheita de alface	24/08/2016	30/09/2016

Fonte: Elaborada pela autora (2016).

2.3.5.2.4 Tratos culturais

As unidades experimentais foram irrigadas de maneira uniforme duas vezes por dia, com aproximadamente 2 mm de água por volta das 8:00 horas e mais 2 mm entre 16:00 e 18:00 horas, exceto em dias chuvosos. Além da dose única de adubação parcelada em cobertura, os tratos culturais realizados entre o plantio e a colheita de *Lactuca sativa*, foram: tutoramento e desrama das plantas de *Solanum lycopersicum* (quando necessário) nas unidades experimentais tratadas com o consórcio C3; remoção das inflorescências das plantas de *Ocimum basilicum* nas unidades experimentais tratadas com os consórcio C2 e C3; e eliminação de todas as plantas de *Lactuca sativa* comprometidas pela doença virótica mosaico da alface nas unidades experimentais onde foram observadas plantas doentes. No período que antecedeu a colheita de *Lactuca sativa* não foi realizada a remoção de plantas espontâneas.

2.3.6 Variável de resposta

A produção de matéria seca - MS em gramas (g) do conjunto de plantas de *Lactuca sativa* amostradas em cada unidade experimental se trata de uma variável quantitativa contínua e foi escolhida para expressar

se houve interferência por parte dos cultivos consorciados sobre *Lactuca sativa*.

2.3.6.1 Amostragem e obtenção dos dados

O único tipo de amostra coletada foi a parte aérea de *Lactuca sativa*. Nas unidades experimentais, as áreas amostrais foram demarcadas com um quadrado de madeira montável contornado por fita de sinalização zebraada com 1,10 m x 1,10 m, de onde foram coletadas as amostras, exclusivamente pela mestranda aos 47 dias após o transplante das mudas.

Para obtenção dos dados, foi realizada colheita das plantas de *Lactuca sativa* em uma área amostral de cada vez. As amostras foram cortadas com faca a 1 cm da superfície do solo e as folhas externas impróprias ao consumo foram descartadas manualmente. Logo após, as folhas de cada planta foram destacadas uma a uma e embrulhadas conjuntamente em papel absorvente onde foram submetidas a uma pré-secagem à sombra.

No dia seguinte, as amostras foram embaladas em sacos de papel pardo e levadas ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da Faculdade de Agronomia da Universidade Moura Lacerda de Ribeirão Preto SP, onde foram submetidas à secagem em estufa, fabricada pela empresa FANEM modelo 330, com ar forçado à 75°C até as amostras apresentarem peso estável. No mesmo laboratório, as amostras já secas foram pesadas individualmente em balança com 0,1 g de precisão fabricada por BEL Equipamentos série 00587884, resultando na obtenção do peso da matéria seca de cada planta amostrada. Os dados brutos obtidos neste experimento constam no APÊNDICE C.

2.3.7 Análises estatísticas empregadas

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o Ambiente Estatístico R (R Core Team, 2016). Primeiramente foi realizada análise exploratória dos dados através das estatísticas descritivas (script apresentado no APÊNDICE D). Gráficos de caixas acinturadas mostraram a comparação do resultado para os tratamentos, sítios; blocos; e unidades experimentais. Na sequência foi realizada a Análise de Variâncias - ANOVA apropriada para Delineamento em Blocos Casualizados - DBC com $\alpha = 0,05$ de significância com uma parcela perdida, referente à unidade experimental 3a.

Nos casos em que fossem detectadas diferenças significativas, empregar-se-ia o Teste Tukey, escolhido a priori, por ser considerado

rigoroso, já que ele reduz o risco de se cometer Erro do Tipo I, ou seja, aceitar que médias sejam diferentes quando na verdade elas são iguais. A normalidade foi verificada através de gráficos de dispersão dos resíduos; bem como pelo Teste de Shapiro-Wilk sobre os resíduos. Como todos os métodos empregados informaram que existe normalidade no conjunto de dados, para verificar se as variâncias são homogêneas foi realizado manualmente o Teste do F Máximo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Optou-se por uma avaliação fenomenológica superficial a partir dos efeitos quantitativos, sejam positivos (+), negativos (-) ou neutros (0) de espécies consorciadas sobre a cultura de *Lactuca sativa* (alface) resultantes das possíveis relações interespecíficas que poderiam ocorrer nas combinações testadas, e não no desempenho dos consórcios como um todo. O Consórcio 1 - C1 que consiste de uma combinação entre as culturas de *Lactuca sativa* (alface) e *Daucus carota* (cenoura) foi a base de comparação com os outros dois tratamentos: Consórcio 2 - C2 e Consórcio 3 - C3.

Apesar da densidade dos consórcios em relação às respectivas monoculturas variarem desde 145% em C1; passando a 245% em C2; chegando até 345% em C3, de acordo com a Análise de Variâncias para Delineamento em Blocos Casualizados - ANOVA com $\alpha = 0,05$ (Tabela 15), não foram detectadas diferenças significativas na produção de matéria seca de *L. sativa* entre os tratamentos C1, C2 e C3.

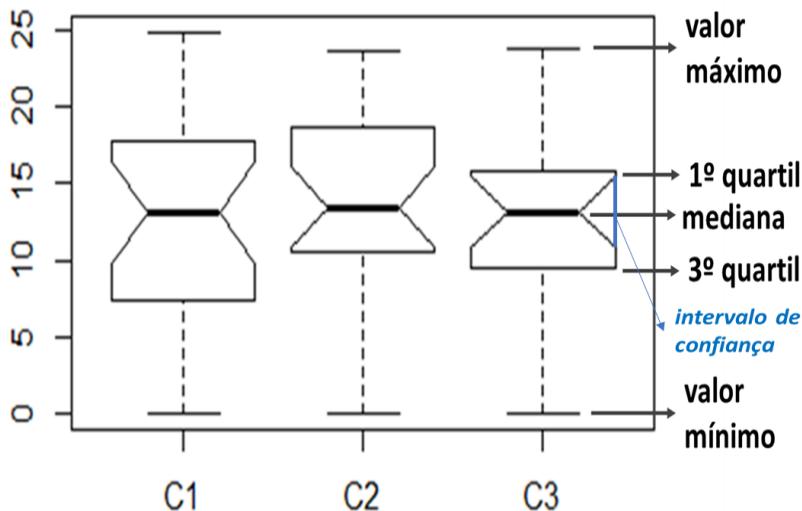
Tabela 15 - Resumo da ANOVA para DBC da MS de *Lactuca sativa*

Fonte da Variação	Graus de Liberdade	Soma de Quadrados	Quadrados Médios	F calculado	P valor (>F)
Tratamento	2	12.8	6.41	1.146	0.86
Blocos	3	331.0	110.32	2.504	0.06
Resíduo	60	2643.2	44.05		

*6 dados foram excluídos → UE 3a = parcela perdida

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

O resultado expresso na Tabela 15 pode levar a duas interpretações quanto ao estabelecimento de relações ecológicas em nível de comunidade biótica: a) de que não houve interação de *Lactuca sativa* com *Ocimum basilicum* (manjeriçom) e *Solanum lycopersicum* (tomate); ou b) caso tenha ocorrido interação entre elas, o efeito foi neutro (0). No Consórcio 2, as plantas de *O. basilicum* não teriam provocado interferências positivas (por exemplo: de facilitação) ou negativas (por exemplo: competitiva) no ambiente ao ponto de provocar aumento ou redução da produção de matéria seca de *L. sativa*. Do mesmo modo que no Consórcio 3, a presença das culturas de *O. basilicum* e *S. lycopersicum* em conjunto, associadas à combinação de *L. sativa* com *D. carota*, também não teria interferido no desempenho da cultura de *L. sativa* (Figura 26).

Figura 26 - Produção de MS de *Lactuca sativa* nos tratamentos

Fonte: Elaborada pela autora (2017).

Se nos tratamentos C2 e C3 a produção de matéria seca da cultura de *L. sativa* tivesse sido maior do que em C1, *O. basilicum* isoladamente no C2 e em conjunto com *S. lycopersicum* no C3 teriam causado efeito de facilitação na cultura de *L. sativa*. De outro modo, se a cultura de *L. sativa* tivesse sucumbido antes da colheita, provavelmente teria ocorrido uma sobreposição de nichos acentuada, em que a cultura de *L. sativa* teria sido dominada pela de *O. basilicum* em C2 e pela combinação de *O. basilicum* com *S. lycopersicum* em C3, evidenciando o fenômeno da exclusão competitiva. Portanto, a ausência de efeito significativo dos tratamentos sobre a produção de matéria seca de *L. sativa* no presente experimento provavelmente é resultado do fenômeno da produção competitiva, na qual os efeitos depressores interespecíficos de *O. basilicum* isoladamente no C2 e em conjunto com *S. lycopersicum* no C3 não teriam sido fortes o suficiente para ocasionar redução do peso seco de *L. sativa*. Contudo, a ausência de efeito da introdução de um número crescente de cultivos nestes consórcios pode estar indicando que o critério de combinar espécies que ocupem o espaço ao longo do tempo de forma complementar, não ocasionou competição entre diferentes cultivos, mesmo com o aumento da densidade de plantas. Assim sendo, entende-se

que os nichos ocupados pelas espécies consorciadas nos tratamentos experimentados não se sobrepuseram a ponto de gerar interferências competitivas interespecíficas. Muito embora, aparentemente, a competição interespecífica tenha sido evitada, tampouco foram observados ganhos produtivos na cultura de *L. sativa* decorrentes do acréscimo de mais cultivos aos consórcios. Moura, Penereiro e Watanabe (2006) e Souza (2012) também obtiveram resultados positivos em experimentos realizados com produção de olerícolas consorciadas em hortas agroflorestais.

Ademais é levantado aqui o questionamento de que a possível ausência de interação positiva entre as culturas consorciadas possa ser devida ao fato de as variedades usadas não terem sido submetidas à seleção dirigida para a coexistência, que promoveria propriedades emergentes decorrentes de interações positivas entre as espécies conforme apontado por Gliessman (2009) em relação a Milpa. Fica também a indagação de quantas gerações seriam necessárias para o desenvolvimento de adaptações que proporcionem a complementariedade de nichos entre as culturas nos consórcios testados. Por outro lado, divergindo do que foi exposto por Odum (1988), mesmo sendo associações novas, não foram obtidas evidências de que as culturas consorciadas tenham competido fortemente. Nesse contexto, aponta-se aqui que a intensificação de pesquisas em recursos genéticos dirigida para coexistência e estabelecimento de sinergias entre espécies em combinações complexas poderia vir a contribuir no desenvolvimento de consórcios sucessionais, de modo a preencher uma lacuna apontada por Jose, Gillespie e Pallardy (2004) que denunciaram a carência de programas de seleção genética de características para reduzir a competição interespecífica e maximizar os benefícios ambientais em cultivos mistos. Recentemente, Litrico & Violle (2015), apontaram que foram raras as tentativas de seleção de espécies para o desenvolvimento da capacidade de conviver bem com outras espécies, já que as misturas com mais de dois componentes parecem bastante ineficientes para responder às necessidades agroecológicas reais, para eles, esta é a pedra angular do desafio para o melhoramento vegetal, que deverá se concentrar em atributos de interação identificados nos estudos ecológicos, com destaque aos ritmos de crescimento das espécies (VASSEUR et al., 2012; WOLKOVICH; COOK; DAVIES, 2014), além de outras características que contribuem para o uso complementar dos recursos.

Embora tenhamos analisado consorciações sucessionais pela ótica da produção, não está sendo considerado que ela englobe todos os outros indicadores de desempenho de consórcios. Nem mesmo que a produção

isoladamente justifique a relevância ou não da associação de cultivos. Devido ao envolvimento desta pesquisa na promoção de processos biológicos, a busca não está focada apenas no aumento da produtividade das culturas, à exemplo da pesquisa agrônômica tradicional, mas sim na sustentabilidade e resiliência dos agroecossistemas a longo prazo, aliadas a uma melhor performance na prestação de serviços ecossistêmicos de regulação.

Apesar de que em muitos experimentos com populações e comunidades naturais a competição interespecífica tenha reduzido mais a produtividade do que a competição intraespecífica (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007), é importante ressaltar que dentro de um consórcio, mesmo quando sucessional, as perdas e ganhos são relativas. Como exemplos, Amador (1980) e Veiga Silva (2008), ao testarem o tradicional consórcio Milpa entre milho, feijão e abóbora, verificaram uma perda da produtividade no feijão em detrimento de um maior rendimento de milho. Logo, a participação do feijão no consórcio teria um carácter de facilitador do milho, enquanto o próprio feijão estaria sofrendo por interferência competitiva por uma ou mais espécies associadas a ele, mesmo assim, o consórcio como um todo apresentou um melhor desempenho do que as respectivas monoculturas separadamente. Além disso, teoricamente, cultivos consorciados podem reduzir a incidência de pragas e doenças, proporcionando maior produtividade e tornando desnecessário o uso de pesticidas. Por outro lado, em algumas associações de culturas a competição entre as plantas de espécies diferentes pode ser maior que a competição entre as plantas da mesma espécie, fazendo com que um ou mais dos cultivos consorciados produzam menos do que em monocultura (VANDERMER, 1989; GLIESSMAN, 2009; ALTIERI, 2012). No entanto, apesar do grande número de estudos que documentam menor abundância de pragas em consórcios, poucos examinaram se a redução de pragas está correlacionada com a produtividade (ALTIERI, 2012). Mas, embora um consórcio realize um uso menos eficiente da terra do que as monoculturas das espécies que o compõem, essa perda de produtividade, devido a competição interespecífica, pode ser entendida como que neutralizada pelas possíveis perdas por ataques de pragas e doenças. Já que, como comentado por Altieri (2012), geralmente acometem mais drasticamente as monoculturas do que os cultivos consorciados. Então, haveria um equilíbrio perde – perde, entre consórcio e monoculturas, ou seja, em vez de perder produtividade pelos ataques de predadores e parasitas, se perderia produtividade pela competição interespecífica.

Outra consideração pertinente a se fazer é que nos consórcios onde a competição interespecífica prejudica a produtividade total, a dispensa da necessidade de pesticidas, promove a oferta de alimentos isentos de resíduos nocivos, fato que de determinado ponto de vista pode ser entendido como uma compensação à redução da produção. Portanto, o presente experimento traz à tona uma vantagem cultural conferida pelo sistema sintrópico, uma vez que nos consórcios sucessionais testados, que foram conduzidos sem a presença de insumos sintéticos e tóxicos, além de lograr de uma produção de alimentos de qualidade supostamente superior aos convencionais e prestar serviços ecossistêmicos de regulação, não houveram perdas produtivas para *Lactuca sativa* decorrentes de uma maior densidade de cultivo característica de consórcios de adição.

4 CONCLUSÕES

A promoção da diversidade temporal na distribuição espacial das plantas em um consórcio contínuo é estratégica em agroecossistemas, uma vez que se tome a natureza efêmera dos ecossistemas como modelo de gestão produtiva.

A introdução do cultivo de *Ocimum basilicum* (manjeriçã) a um consórcio de *Lactuca sativa* (alface) e *Daucus carota* (cenoura) não causou efeito sobre a produção de matéria seca de *Lactuca sativa* (alface) em hortas sintrópicas.

A introdução do cultivo de *Solanum lycopersicum* (tomate) tutorado a um consórcio de *Lactuca sativa* (alface), *Daucus carota* (cenoura) e *Ocimum basilicum* (manjeriçã) não causou efeito sobre a produção de matéria seca de *Lactuca sativa* (alface) em hortas sintrópicas.

A combinação de cultivos olerícolas de acordo com a lógica da sucessão no espaço ao longo do tempo, não aumentou nem reduziu a produtividade de *Lactuca sativa* (alface) em hortas sintrópicas.

A intensificação de pesquisas em recursos genéticos vegetais, dirigida para coexistência e o estabelecimento de sinergias entre plantas em combinações complexas, com base na complementariedade do ritmo de crescimento das espécies, parece ser a pedra angular para o desenvolvimento de consórcios sucessionais.

O presente experimento traz a tona uma vantagem cultural conferida pelo sistema sintrópico, uma vez que nos consórcios sucessionais testados, que foram conduzidos sem a presença de insumos sintéticos e tóxicos, além de lograr uma produção de alimentos de qualidade supostamente superior aos convencionais e prestar serviços ecossistêmicos de regulação, não houveram perdas produtivas para *Lactuca sativa* decorrentes de um maior adensamento no plantio, característico de consórcios de adição.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOVAY, R. Alimentos versus população: está ressurgindo o fantasma malthusiano? **Cienc. Culto**, São Paulo, v. 62, n. 4, p. 38-42, out. 2010.
- ADLER, P. B. et al. Productivity is a poor predictor of plant species richness. **Science**, v. 333, n. 6050, p. 1750-1753, 2011.
- AGENDA GÖTSCH. Disponível em: <<http://agendagotsch.com>>. Acesso em: 14 jan. 2016.
- AGUIAR-MENEZES, E. L. **Diversidade vegetal**: uma estratégia para o manejo de pragas em sistemas sustentáveis de produção agrícola. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2004.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. Rio de Janeiro: Expressão Popular, 2012.
- AMADOR, M. F. **Comportamento de três espécies (Maiz, Frijol, Calabaza) em policultivos na Chontalpa, Tabasco, México**. Tesis Profesional, CSAT, Cárdenas, Tabasco, México, 1980.
- ANDRADE, D. V. P.; PASINI, F. S. Implantação e Manejo de Agroecossistema Segundo os Métodos da Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch. **Cadernos de Agroecologia**, v. 9, n. 4, fev. 2015.
- ANDRADE, J. C. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001.
- AURÉLIO, B. H. F. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- BALASUBRAMANIAN, V.; SEKAYANGE, L. Area harvests equivalency ratio for measuring efficiency in multiseasoncropping. **Agronomy Journal**, v. 82, p. 519-522, 1990.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia**: de indivíduos a ecossistemas. Porto Alegre: Artmed, 2007.

- BELLO, F. et al. Towards an assessment of multiple ecosystem processes and services via functional traits. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 10, p. 2873-2893, 2010.
- BERTSCH, A. Indigenous successional agroforestry: integrating the old and new to address food insecurity and deforestation. In: MONTAGNINI, F. (Ed.). **Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty**. Springer, 2017. p. 165-178.
- BLANK, A. F. et al. Caracterização morfológica e agrônômica de acessos de manjeriço e alfavaca. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 113-116, jan./mar. 2004.
- BOMMARCO, R.; KLEIJN, D.; POTTS, S. G. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. **Trends in ecology & evolution**, v. 28, n. 4, p. 230-238, 2013.
- BRASIL - Ministério do Meio Ambiente. Instrução Normativa n. 4, de 8 de setembro de 2009. **Diário Oficial da União**, 10 set. 2009.
- BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, 2000.
- CAIN, M. L.; BOWMAN, D. W.; HACKER, S. D. **Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- CALLAWAY, R. M. Positive interactions among plants. **The Botanical Review**, v. 61, n. 4, p. 306-349, 1995.
- CALLAWAY, R. M. et al. Positive interactions among alpine plants increase with stress. **Nature**, v. 417, n. 6891, p. 844-848, 2002.
- CARDINALE, B. J. et al. Impacts of plant diversity on biomass production increase through time because of species complementarity. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 104, n. 46, p. 18123-18128, 2007.
- CARVALHO, L. M.; CAMPOS E. D. **Cultivo consorciado do manjeriço em sistema de produção orgânico**. EMBRAPA - Comunicado Técnico, Aracaju SE, 2012.

CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura. **A classificação climática de koeppen para o Estado de São Paulo**. Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Campinas/SP, 2011. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br>>. Acesso em: 20 maio 2015.

CIIAGRO - Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. **Monitoramento Climatológico**. Município: Ribeirão Preto – SP. Portal do Governo do Estado de São Paulo. 2014. Disponível em: <http://www.udop.com.br/download/estatistica/economia_chuvas/1991a_2014_historico_ribeirao_preto.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016.

CHAZDON, R. L. Regeneração de florestas tropicais. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.

CHAZDON, R. L. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. **Perspectives in Plant Ecology, evolution and systematics**, v. 6, n. 1-2, p. 51-71, 2003.

CHESSON, P. Mechanisms of maintenance of species diversity. **Annual review of Ecology and Systematics**, v. 31, n. 1, p. 343-366, 2000.

CLEMENTS, F. E. Plant succession: an analysis of the development of vegetation. **The Carnegie Institute**, Publication 242, Washington D.C., 1916.

CONNELL, J. H.; SLATYER, R. O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **American naturalist**, p. 1119-1144, 1977.

CONNOLLY, J.; GOMA, H. C.; RAHIM, K. The information content of indicators in intercropping research. **Agriculture, Ecosystems and Environment, Amsterdam**, v. 87, n. 2, p. 191-207, 2001.

CORRÊA N. E. N. et al. **Agroflorestando o mundo de facão a trator**. COOPERAFLORESTA, Barra do Turvo SP, 2016.

COUTO, A., V. **Desempenho de consórcios olerícolas em módulos agroflorestais**: uma pesquisa experimental participativa. Projeto de pesquisa (Mestrado em Agroecossistemas)- UFSC, Florianópolis, 2016.

CREWS, T. E. et al. Going where no grains have gone before: From early to mid-succession. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 223, p. 223-238, 2016.

CREWS, T. E.; RUMSEY, B. E. What agriculture can learn from native ecosystems in building soil organic matter: a review. **Sustainability**, v. 9, n. 4, p. 578, 2017.

DAVIS, J. H. C.; WOOLLEY, J. N. **Genotypic requirement for intercropping**. *Field Crops Research*, v. 34, n. 3-4, p. 407-430, 1993.
EWEL, J. J. Natural systems as models for the design of sustainable systems of land use. **Agroforestry systems**, v. 45, n. 1-3, p. 1-21, 1999.
8, 2016.

FAO. **The future of food and agriculture: Trends and challenges**. Rome, 2017.

FAVORITO, P. A. et al. Características produtivas do manjeriço (*Ocimum basilicum L.*) em função do espaçamento entre plantas e entre linhas. **Revista brasileira de plantas medicinais**, v. 13, p. 582-586, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV- Universidade Federal de Viçosa, 2006.

FINEGAN, Bryan. Forest succession. **Nature**, v. 312, n. 5990, p. 109, 1984.

FRIKEL, P. Áreas de arboricultura pré-agrícola na Amazônia: notas preliminares. **Revista Antropológica**, v. 21, p. 45-52, 1978.

GABA, S. et al. Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 2, p. 29, 2014.

GABA, S. et al. Multiple cropping systems as drivers for providing multiple ecosystem services: from concepts to design. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 35, n. 2, p. 607-623, 2015.

GAUSE, G. F. Experimental analysis of Vito Volterra's mathematical theory of the struggle for existence. **Science**, v. 79, n. 2036, p. 16-17, 1934.

GLEASON, H. A. The individualistic concept of the plant association. **Bulletin of the Torrey botanical club**, p. 7-26, 1926.

GLEASON, H. A. The structure and development of the plant association. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v. 44, n. 10, p. 463-481, 1917.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. 4. Ed. Porto Alegre RS: Editora da UFRGS, 2009.

GONSALVEZ, J. **Integrated Community Food Production**. A Compendium of Climate-resilient Agriculture Options, 2016.

GOOGLE. Google Earth. Version 7.1.5.1557. Ano 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

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

GÖTSCH, E. **Homem e natureza**: cultura na agricultura. Recife: Centro Sabiá, 1997.

GÖTSCH, E. **O renascer da agricultura**. Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1996.

GÖTSCH, E. **Vídeo**: Fundamentos. 2013. Disponível em: <<http://agendagotsch.com>>. Acesso em: 10 maio 2015.

GREENPEACE BRASIL. **Agricultura tóxica**: um olhar sobre o modelo agrícola brasileiro. W5 Publicidade, 2017.

GRIME, J. P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. **The American Naturalist**, v. 111, 1977.

GUARIN, N. A restauração ecológica por meio da semeadura direta em larga escala no Xingu. In. In: X Congresso de Ecologia do Brasil.

Anais... São Lourenço–MG, 2011. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/xceb/palestrantes/71.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

HAYES, R. C. et al. Perennial cereal crops: An initial evaluation of wheat derivatives grown in mixtures with a regenerating annual legume.

Renewable Agriculture and Food Systems, v. 32, n. 3, p. 276-290, 2017.

HENRIQUES, O. K. **Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP**: bases para conservação. Tese (Doutorado)- Universidade de São Paulo, 2003.

HENRIQUES, O. K.; JOLY, C. A.; BERNACCI, L. C. Relação entre o solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 3, p. 541-562, 2005.

HOBBS, R. J. et al. Managing the whole landscape: historical, hybrid, and novel ecosystems. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 10, p. 557-564, 2014.

HORTICERES. Disponível em: <<http://www.horticeres.com.br>>. Acesso em: 20 maio 2016.

HUTCHINSON, G. E. **Population studies**: animal ecology and demography. New York: Cold Spring Harbor Laboratory, 1957.

ISBELL, F. et al. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. **Nature**, v. 477, n. 7363, p. 199-202, 2011.

JONER, F. **Padrões de organização em comunidades de plantas herbáceas**. Tese (Doutorado)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

JOSE, S.; GILLESPIE, A.,R.; PALLARDY, S. G. Interspecific interactions in temperate agroforestry. **Agroforestry Systems**, v. 61, n. 1-3, p. 237-255, 2004.

KANG, B. T.; WILSON, G. F.; SIPKENS, L. Alley cropping maize (*zea mays* l.) and leucaena (*leucaena leucocephala* lam) in southern nigeria. **Plant and Soil**, p. 165-179, 1981.

KEDDY, P. A. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. **Journal of Vegetation Science**, v. 3, n. 2, p. 157-164, 1992.

KÖRNER, C. et al. Small differences in arrival time influence composition and productivity of plant communities. **New Phytologist**, v. 177, n. 3, p. 698-705, 2008.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas-possibilidades e métodos do aproveitamento sustentado. GTZ, 1990.

LAURETO, L. M. O.; CIANCIARUSO, M. V.; SAMIA, D. S. M. Functional diversity: an overview of its history and applicability. **Natureza & Conservação**, v. 13, n. 2, p. 112-116, 2015.

LETCHER, S. G.; CHAZDON, R. L. Rapid recovery of biomass, species richness, and species composition in a forest chronosequence in northeastern Costa Rica. **Biotropica**, v. 41, n. 5, p. 608-617, 2009.

LETOURNEAU, D. K. The enemies hypothesis: tritrophic interactions and vegetational diversity in tropical agroecosystems. **Ecology**, v. 68, n. 6, p. 1616-1622, 1987.

LEVIS, C. et al. Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. **Science**, Washington, DC, v. 355, p. 925-931, 2017.

LIEBMAN, M.; DYCK, E. Crop Rotation and Intercropping Strategies for Weed Management. **Ecological Applications**, v. 3, n. 1, p. 92-122, 1993.

LIMA DE, R. A. F. Estrutura e regeneração de clareiras em Florestas Pluviais Tropicais. **Revista Brasil. Bot**, v. 28, n. 4, p. 651-670, 2005.

LIN, B. B. Resilience in agriculture through crop diversification: adaptive management for environmental change. **BioScience**, v. 61, n. 3, p. 183-193, 2011.

LITRICO, I.; VIOLLE, C. Diversity in plant breeding: a new conceptual framework. **Trends in plant science**, v. 20, n. 10, p. 604-613, 2015.

LOVELOCK, J. E. **As eras de Gaia**: a biografia da nossa terra viva. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1991.

MAY, P. H. et al. **Manual agroflorestal para a Mata Atlântica**. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Agrário, Secretaria de Agricultura Familiar, 2008.

MARTINS, P. S. Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. In: VIEIRA, I.C.G. et al. **Diversidade biológica e cultural da Amazônia**. Belém: Museu Emilio Goeldi, 2001. p. 369-384.

MARTINS, T. P.; RANIERI, V. E. L. Sistemas agroflorestais como alternativa para as reservas legais. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 3, p. 79-96, 2014.

MEAD, R.; CURNOW, R. N. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. New York: Chapman and Hall, 1983.

MEDRADO, M. J. S. **Pesquisa Agroflorestal**: Diálogo entre o campo experimental e a pesquisa participativa em direção à sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.mcagroflorestal.com.br/>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

MICCOLIS, A. et al. **Restauração ecológica com sistemas agroflorestais**: como conciliar conservação com produção opções para cerrado e caatinga. Guia Técnico. 266p. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRAF, 2016.

MICHON, G.; FORESTA, H. Agroforests: pre-domestication of forest trees or true domestication of forest ecosystems? **NJAS wageningen journal of life sciences**, v. 45, n. 4, p. 451-462, 1997.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Vivendo além dos nossos meios**. O capital natural e o bem-estar humano. Junta Coordenadora da Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2010.

MILLER, R. P.; NAIR, P. K. R. Indigenous agroforestry systems in Amazonia: from prehistory to today. **Agroforestry Systems**, v. 66, p. 151–164, 2006.

MITSCH, W. J.; JØRGENSEN, S. E. Ecological engineering: a field whose time has come. **Ecological engineering**, v. 20, n. 5, p. 363-377, 2003.

MONTE, A. L. Z. **Sintropia em agroecossistemas**: subsídios para uma análise bioeconômica. Brasília: UNB, 2013.

MOURA, M. R. H.; PENEREIRO, F. M.; WATANABE, M. **Pesquisa participativa em sistemas agroflorestais sucessionais com hortaliças**: o desenvolvimento das culturas, a viabilidade econômica, e o potencial para reflorestamento. 2006. Disponível em: <<http://www.sct.embrapa.br>>. Acesso em: 10 mar. 2017.

NASCIMENTO, S. R.; NERY, J. T. Variabilidade da precipitação pluvial e da temperatura do ar em Ribeirão Preto (SP). In: X Encontro de Geógrafos da América Latina– Universidade de São Paulo. **Anais...** São Paulo, 20 a 26 de março de 2005.

ODUM, E. P. The strategy of ecosystem development. **Science**, v. 164, n. 3877, p. 262-270, 1969.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentals of ecology**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1971.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage, 2008.

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

OLDEMAN, R. A. A. Forests: elements of silvology. **Springer Science & Business Media**, 2012.

OLIVEIRA, G. et al. Energy, water and carbon exchange over a perennial Kernza wheatgrass crop. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 249, p. 120-137, 2018.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999.

OLIVEIRA, M. F.; DAMASCENO, G. F.; BUENO, C. R., P. Análise temporal do uso e ocupação do solo na Bacia do Córrego das Palmeiras em Ribeirão Preto - SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, 2013.

ONG, C. Palestra, 1997, PATE, J. **Agriculture in nature's image**. Williams - Austrália, 1998.

PAFUNDA, R. A. **As novas ruralidades no debate paradigmático: estudo de caso sobre os neo-rurais em Jquitiba, São Paulo**. São Paulo: UNESP, 2016.

PALLARÈS-BLANCH, M.; VELASCO, M. J. P.; PUJOL, A. F. T. Naturbanization and urban-rural dynamics in Spain: case study of new rural landscapes in Andalusia and Catalonia. **European Countryside**, v. 6, n. 2, p. 118-160, 2014.

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

PELACANII, J. L. et al. Níveis de nitrogênio e a taxa fotossintética do mamoeiro "golden". **Ciência Rural**, v. 37, n. 1, 2007.

PATE, J. **Agriculture in nature's image**. Williams - Austrália, 1998.

PENEIREIRO, F. M. **Sistemas agroflorestais dirigidos pela sucessão natural: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

PENEIREIRO, F. M. et al. **Apostila do Educador Agroflorestal: Introdução aos sistemas agroflorestais, um guia técnico**. Projeto

Arboreto/Parque Zoobotânico/ Universidade Federal do Acre. Brasil, 2001.

PENEIREIRO, F. M. Fundamentos da agrofloresta sucessional. In: II Simpósio sobre Agroflorestas Sucessionais. **Anais...** Embrapa/Petrobrás. Sergipe, 2002.

PENEIREIRO, F. M. et al. **Liberdade e vida com agrofloresta**. Superintendência Regional do INCRA em São Paulo. São Paulo, 2008.

PENEIREIRO, F. M.; BRILHANTE, M. O. **Proposta de classificação em grupos sucessionais para espécies agroflorestais**. 2003. Disponível em: <<http://tctp.cpatu.embrapa.br/>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

PEREIRA, J. **Informação pessoal**. Sítio Semente, Brasília DF. julho de 2015.

PEREIRA, R. C. A.; MOREIRA, A. L. M. **Manjeriço: cultivo e utilização**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2011.

PICASSO, V. D. et al. Diverse perennial crop mixtures sustain higher productivity over time based on ecological complementarity. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 26, n. 04, p. 317–327, abr. 2011.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 467p.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C.; ROSSELLO, R. D. Ecologia das plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: ROSSELLO, R. D. **Siembra directa en el cono sur**. Montevideo: PROCISUR, 2001. p. 203-210.

POSEY, D. A. Manejo da floresta secundária, capoeiras, campos e cerrados (Kayapó). In: RIBEIRO, B. **Suma Etnológica Brasileira**, v. 2. Etnobiologia. Petrópolis: Vozes/Finep, 1987.

POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences**, v. 365, n. 1554, p. 2959-2971, 2010.

PRETTY, J. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 363, n. 1491, p. 447-465, 2008.

RAIJ, V. B. et al. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo: **Boletim técnico**, Campinas SP. v. 100, 1997.

RIBEIRO, D. et al. **Suma Etnológica Brasileira**, v. 2. Etnobiologia. Petrópolis: Vozes/Finep, 1987.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Koogan – Rio de Janeiro: Guanabara, 2010.

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

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Orgs.). **Cerrado: Ecologia e Flora**, v. 1. Brasília-DF: Ed. Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

SANTOS, L. **A permacultura como dispositivo de ressignificação do espaço geográfico**. Monografia (Trabalho de conclusão de curso)- Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. **Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso**. 2002.

SEOANE, C. E. S. et al. Agroflorestas e serviços ambientais: espécies para aumento do ciclo sucessional e para facilitação de fluxo gênico. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 2, n. 2, p. 183-188, 2012.

SILVA, F. C. (Ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

SILVA, F. P. et al. Arcabouço geológico e hidrofácies do Sistema Aquífero Guarani, no município de Ribeirão Preto (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 38, n. 1, p. 56-67, 2008.

SOUZA, E. S. H. **Estrutura da comunidade de insetos (Arthropoda, Insecta) em sistemas de produção de hortaliças e agrofloresta no Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado)- UNB, 2012.

SMITH, R. G. A succession-energy framework for reducing non-target impacts of annual crop production. **Agricultural Systems**, v. 133, p. 14-21, 2015.

STEENBOCK, W.; VEZZANI, F. M. **Agrofloresta: aprendendo a produzir com a natureza**. Curitiba: Fabiane Machado Vezzani, 2013.

SWAINE, M. D.; WHITMORE, T. C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. **Vegetatio**, v. 75, n. 1-2, p. 81-86, 1988.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. A regeneração de uma floresta tropical montana após corte e queima. **Revista Brasileira de Biologia**, São Paulo, v. 59, n. 2, p. 239-250, 1999.

TAWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. Consórcio de hortaliças. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 4, p. 507-514, 2005.

TILMAN, D. Mechanisms of plant competition for nutrients: the elements of a predictive theory of competition. In: GRACE, J. B.; TILMAN, D. (Eds.) **Perspectives on plant competition**. New York: Academic, 1990. P. 117-141.

TILMAN, D. et al. Agricultural sustainability and intensive production practices. **Nature**, v. 418, n. 6898, p. 671, 2002.

TILMAN, D. et al. Forecasting agriculturally driven global environmental change. **Science**, v. 292, n. 5515, p. 281-284, 2001.

VANNETTE, R. L.; FUKAMI, T. Historical contingency in species interactions: towards niche-based predictions. **Ecology Letters**, v. 17, n. 1, p. 115-124, 2014.

VANDERMEER, J. **The ecology of intercropping**. Cambridge: Cambridge University Press, 1989.

VANDERMEER, J. **The Ecology of Agroecosystems**. Sudbury, MA: Jones & Bartlett. 2011.

VASSEUR, F. et al. A common genetic basis to the origin of the leaf economics spectrum and metabolic scaling allometry. **Ecology Letters**, v. 15, n. 10, p. 1149-1157, 2012.

VAZ DA SILVA, P. P. **Sistemas Agroflorestais para recuperação de mata ciliar em Piracicaba, SP**. Dissertação (Mestrado)- Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

VEIGA-SILVA, K. C. B. **Avaliação do desempenho de mono e policultivos orgânicos no rendimento das culturas e nos aspectos operacional e econômico**. Dissertação (Mestrado)- UFSC, Florianópolis, 2008.

VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULAJÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão: aspectos gerais cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998. p. 523-558.

VIEIRA, D. L. M.; HOLL, K. D.; PENEIREIRO, F. M. Agro-Successional Restoration as a Strategy to Facilitate Tropical Forest Recovery. **Restoration Ecology**, v. 17, n. 4, p. 451-459, 2009.

VIELCAHUAMAN, L. J. M.; DOSSA, D.; MEDRADO, M. J. Estratégia da Embrapa Florestas para trabalhos em pesquisa participativa. **Revista brasileira de agroecologia**, v. 1, n. 1, 2006.

VIOLLE, C.; et al. Let the concept of trait be functional!. **Oikos**, v. 116, n. 5, p. 882-892, 2007.

VIOLLE, C. et al. The return of the variance: intraspecific variability in community ecology. **Trends in ecology & evolution**, v. 27, n. 4, p. 244-252, 2012.

VITOUSEK, P. M. et al. Terrestrial phosphorus limitation: mechanisms, implications, and nitrogen-phosphorus interactions. **Ecological applications**, v. 20, n. 1, p. 5-15, 2010.

VIVAN, J. L. **Agricultura & florestas**: princípios de uma integração vital. Guaíba: Editora Agropecuária, 1998.

VIVAN, J. L. **Diagnóstico & Desenho Participativo de Sistemas Agroflorestais**. Manual de Campo para Extensionistas. Emater-RS. WWF. Caxias do Sul, 2000.

WALKER, B. et al. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. **Ecology and society**, v. 9, n. 2, p. 5, 2004.

WOLKOVICH, E. M.; COOK, B. I.; DAVIES, T. J. Progress towards an interdisciplinary science of plant phenology: building predictions across space, time and species diversity. **New Phytologist**, v. 201, n. 4, p. 1156-1162, 2014.

ZUPPINGER-DINGLEY, D. et al. Selection for niche differentiation in plant communities increases biodiversity effects. **Nature**, v. 515, n. 7525, p. 108, 2014.

APÊNDICE A - Lista de características de plantas para subsidiar o planejamento de “consórcios sucessionais”

CARACTERÍSTICAS DA ESPÉCIE VEGETAL	DESCRIÇÃO
Nome Popular	
Nome Científico	
Família botânica (características da família)	
Origem geográfica (aspectos geoclimáticos)	
Espécie ancestral	
Clima favorável (temperatura mínima e máxima)	
Umidade favorável (mm)	
Tipo de solo (textura, profundidade e drenagem)	
Faixa de pH ideal	
Hábito de crescimento (rasteira, basal, ereta)	
Tipo de folha (simples, composta) e formato	
Tipo de raiz e profundidade (cm)	
Forma de propagação	
Altura no ponto de colheita	
Diâmetro da parte aérea no ponto de colheita	
Densidade recomendada para monocultura	
Espaçamento recomendado para monocultura	
Dias entre semeadura e germinação	
Dias entre semeadura e transplante	
Dias entre plantio e colheita	
Nutriente mais extraído	
Responde mais ao nutriente	
Taxas de crescimento	
Estágio crítico de demandas por recursos	
Principais pragas	
Principais doenças	
Aplicações, benefícios e advertências	
Curiosidades	
Referências	

APÊNDICE B - Registro dos dados da colheita de *Lactuca sativa*

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE															
BLOCO:		1		U.E.:		1a		TRATAMENTO: C1							
DATA:		28.08.2016		Pessoas: Aruana								h Início: 09:10h		h Final: 11:14h	
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA								AMOSTRAGEM DESTRUTIVA			
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFersco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas	Descarte	PesoSeco
1	13	1	1	s	25	40	310	1.5	1	4	P	2	23>8+5p	5	18.20
2	13	3	13	s	25	34	275	1.5	1	4.5	4.4	14			
3	13	5	3	s	23	41	270	i	i	4.5	P	4	22>8+5p	3	14.52
4	15	1	15	s	22	29	175	i	30	4.5	3.8	16			
5	15	3	5	s	26	39	260	i	i	4.3	P	6	18>9,5+7p	3	13.82
6	15	5	17	s	25	34	285	i	i	4.7	P	18			
7	17	1	7	s	23	31	175	i	i	4.2	P	8	22>9,5+7p	3	16.70
8	17	3	19	s	23	32	220	i	5	4.5	4	20			
9	17	5	9	s	25	37	280	i	i	4.6	P	10	22>9,5+5p	1	11.26
10	19	1	21	s	19	26	88	i	i	4.5	3	28			
11	19	3	11	s	27	43	425	1.3	1.3	4.4	4.8	12	28>9,5+7p	4	21.95
12	19	5	29	s	23	29	200	1	2	4.5	3.8	30			

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE															
BLOCO:		1		U.E.:		2b		TRATAMENTO: C3							
DATA:		28.08.2016		Pessoas: Aruana								h Início: 14:00h		h Final:	
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA								AMOSTRAGEM DESTRUTIVA			
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFersco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas	Descarte	PesoSeco
1	13	1	1	s	27	42	245	i	i	P	P	2	23>10+7p	3	16.67
2	13	3	13	s	25.5	36	180	2	i	4.6	4.5	14			
3	13	5	3	s	29	47	365	i	1.5	P	P	4	32>10+7p	5	23.75
4	15	1	15	s	24	36	310	i	i	4.8	P	16			
5	15	3	5	s	24	29	145	i	i	4.5	4.5	6	21>10+70	4	11.41
6	15	5	17	s	27	38	355	i	3	P	P	18			
7	17	1	7	s	23	29	145	i	i	4.5	4.5	8	19>9+7p	3	11.06
8	17	3	19	s	25	33	195	i	2	P	P	20			
9	17	5	9	s	25	35	230	i	i	4.5	4.3	10	22>9+7p	4	15.75
10	19	1	21	s	26	37	355	i	1.5	P	P	22			
11	19	3	11	s	25.5	32	205	i	i	P	P	12	23>10+7p	4	14.45
12	19	5	23	s	25.5	37	360	i	1.5	P	P	24			

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE															
BLOCO:		1		U.E.:		1c		TRATAMENTO: C2							
DATA:		28.08.2016		Pessoas: Aru								h Início: 11:25		h Final:	
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA								AMOSTRAGEM DESTRUTIVA			
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFersco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas	Descarte	PesoSeco
1	13	1	1	s	25	28	140	i	i	4	4	2	17>1,5+7p	3	9.42
2	13	3	12	s	23	32	150	i	i	4	4	13			
3	13	5	3	s	26.5	38	205	i	i	4	4	3	23>10+7p	3	13.92
4	15	1	14	s	23	29	120	i	i	4.5	4.5	15			
5	15	3	4	s	23	33	205	i	i	4	4	5	21>10+7p	2	12.92
6	15	5	16	s	23	32	195	i	4	4	4	17			
7	17	1	6	s	24.5	31	180	i	i	4.5	4.5	7	26>10,5+7p	3	12.35
8	17	3	18	s	23	32	160	i	i	4.5	4.5	19			
9	17	5	8	s	24	32	180	i	i	4.2	4.3	9	20>8+7p	3	12.31
10	19	1	20	s	23	33	215	i	i	4.5	4.5	24			
11	19	3	10	s	24.5	28	165	i	i	4.5	4.5	11	22>9,5+7p	3	11.7
12	19	5	25	s	25	38	280	i	i	P	P	26			

Legenda

p → folhas pequenas
P → vigor PADRÃO = 4,8
i → dano irrelevante

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE															
BLOCO: B2		U.E.: 2a		TRATAMENTO: C3											
DATA: 29.08.2016		Pessoas: Aruana								h Início: 14:00h		h Final:			
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA				
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFersco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas	Descarte	PesoSeco
1	13	1	1	s	22	31	170	i	2	P	4,5	2	20>10+7p	2	10,34
2	13	3													
3	13	5	3	s	26	44	345	i	i	P	P	4	33>10+9p	4	21,56
4	15	1													
5	15	3	5	s	27	37	220	i	i	P	P	6	23>10+5p	3	13,14
6	15	5													
7	17	1	7	s	22	38	310	i	2	P	P	8	26>10+7p	3	17,25
8	17	3													
9	17	5	9	s	23	33	200	i	i	P	P	10	19>10+5p	3	13,27
10	19	1													
11	19	3	11	s	NA	32	205	i	i	P	P	12	25>10+7p	2	13,15
12	19	5													

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE															
BLOCO: B2		U.E.: 2b		TRATAMENTO: C2											
DATA: 29.08.2016		Pessoas: Aruana								h Início: 11:40h		h Final:			
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA				
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFersco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas	Descarte	PesoSeco
1	13	1	1	s	28	42	395	i	i	P	P	2	31>10+7p	5	12,82
2	13	3													
3	13	5	3	s	26	40	340	i	i	P	P	4	29>10+7p	4	18,92
4	15	1													
5	15	3	5	s	28	38	350	i	i	P	P	6	26>10+7p	5	19,31
6	15	5													
7	17	1	7	s	25	40	325	i	i	P	P	8	24>10+11p	3	17,45
8	17	3													
9	17	5	9	s	21,5	27	80	i	i	4	P	10	13>10+5p	2	4,90
10	19	1													
11	19	3	11	s	30	45	445	i	i	P	P	12	25>10+7p	3	23,66
12	19	5													

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE															
BLOCO: B2		U.E.: 2e		TRATAMENTO: C1											
DATA: 28.08.2016		Pessoas: Aruana								h Início:		h Final:			
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA				
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFersco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas	Descarte	PesoSeco
1	13	1	1	s	20	26	115	i	i	P	P	2	15>9+5P	1	6,15
2	13	3													
3	13	5	3	s	25	34	385	i	i	4	P	4	25>8+5p	4	21,44
4	15	1													
5	15	3	5	s	22	32	255	i	i	P	4,5	6	22>10+7p	3	15,85
6	15	5													
7	17	1	7	s	22,5	28	185	i	i	P	P	8	25>10+4p	1	12,36
8	17	3													
9	17	5	9	s	24,5	32	230	i	i	P	P	10	23>10+4p	2	15,04
10	19	1													
11	19	3	11	s	20	28	160	i	i	P	P	12	19>9+7p	3	10,77
12	19	5													

Legenda

p → folhas pequenas
P → vigor PADRÃO = 4,8
i → dano irrelevante

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE																
BLOCO:		3		U.E.:		3a		TRATAMENTO: C3								
DATA:		05.10.2016		Pessoas: Aruana					h Início: 12:20		h Final:					
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA					
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFresco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas>10cm	Descarte	PesoSeco	
1	13	1	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	20	5	6.64	
2	13	3	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	20	2	9.95	
3	13	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
4	15	1	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	10	2	9.92	
5	15	3	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	16	1	5.82	
6	15	5	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	12	2	4.45	
7	17	1	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	21	2	10.04	
8	17	3	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	17	1	8.38	
9	17	5	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	14	0	4.61	
10	19	1	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	25	1	11.36	
11	19	3	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	15	0	2.78	
12	19	5	NA	Sim	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	20	3	12.64	

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE																
BLOCO:		3		U.E.:		3f		TRATAMENTO: C1								
DATA:		05.10.2016		Pessoas: Aruana					h Início: 11:00		h Final:					
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA					
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFresco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas>10	Descarte	PesoSeco	
1	13	1	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2	13	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	22	1	13.55	
3	13	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	19	2	10.15	
4	15	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	10	2	4.98	
5	15	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	30%	P	3	NA	9	5	5.58	
6	15	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	33	2	21.55	
7	17	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	16	3	10.94	
8	17	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	26	3	10.5	
9	17	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	3	NA	7	NA	2.56	
10	19	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	22	1	14.06	
11	19	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	18	1	8.58	
12	19	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	20	2	16.17	

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE																
BLOCO:		B3		U.E.:		3g		TRATAMENTO: C2								
DATA:		05.10.2016		Pessoas: Aruana					h Início:		09:20 h Final:					
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA					
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFresco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas>10cm	Descarte	PesoSeco	
1	13	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	24	3	14.4	
2	13	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	22	3	12.08	
3	13	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	28	3	23.51	
4	15	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	4	P	NA	12	1	4.88	
5	15	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	23	5	15.69	
6	15	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
7	17	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	24	4	12.4	
8	17	3	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
9	17	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
10	19	1	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
11	19	3	1	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	22	0	9.42	
12	19	5	2	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	27	4	17.47	

Legenda

p → folhas pequenas

P → vigor PADRÃO = 4,8

i → dano irrelevante

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE															
BLOCO:		B4		U.E.:		4b		TRATAMENTO: C2							
DATA:		Pessoas:						h Início:			h Final:				
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA				
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFresco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas>10cm	Descarte	PesoSeco
1	13	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	28	1	21.21
2	13	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	21	1	11.1
3	13	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	30	1	21.85
4	15	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	10	0	7.8
5	15	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	31	1	18.4
6	15	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
7	17	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	26	2	16.2
8	17	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	24	1	18.85
9	17	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
10	19	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	21	1	14.55
11	19	3	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
12	19	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	31	0	31.34

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE																
BLOCO:		B4		U.E.:		4c		TRATAMENTO: C3								
DATA:		05.10.2016						Pessoas: Aruana			h Início:			h Final:		
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA					
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFresco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas>10cm	Descarte	PesoSeco	
1	13	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	18	0	9.12	
2	13	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	10	0	2.3	
3	13	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
4	15	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	2%	P	P	NA	23	0	9.45	
5	15	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	11	2	4.25	
6	15	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	27	2	15.92	
7	17	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	27	0	14.94	
8	17	3	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
9	17	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	19	0	9.42	
10	19	1	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
11	19	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	15	0	5.3	
12	19	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	19	1	10.4	

COLETA DE DADOS DE COLHEITA DO ALFACE																
BLOCO:		B4		U.E.:		4g		TRATAMENTO: C1								
DATA:		05.10.2016						Pessoas: Aruana			h Início: 15:20			h Final:		
IDENTIFICAÇÃO				AMOSTRAGEM NÃO DESTRUTIVA							AMOSTRAGEM DESTRUTIVA					
nº	PL	PC	Nºfoto	Viva	Altura	ØCopa	PesoFresco	% DnHerb.	%DnPat.	Cor	Vigor	nº foto	NºFolhas>10cm	Descarte	PesoSeco	
1	13	1	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
2	13	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	23	1	15.8	
3	13	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
4	15	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	16	3	7.48	
5	15	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	25	2	24.42	
6	15	5	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
7	17	1	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	25	1	24.86	
8	17	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	27	3	20.48	
9	17	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	27	2	17.3	
10	19	1	NA	Não	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
11	19	3	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	P	NA	27	1	19.15	
12	19	5	NA	SIM	NA	NA	NA	i	i	P	3.8	NA	10	2	4.13	

Legenda

p → folhas pequenas

P → vigor PADRÃO = 4,8

i → dano irrelevante

APÊNDICE C - Banco de dados de Matéria Seca de *Lactuca sativa*

UE 3a → Parcela Perdida

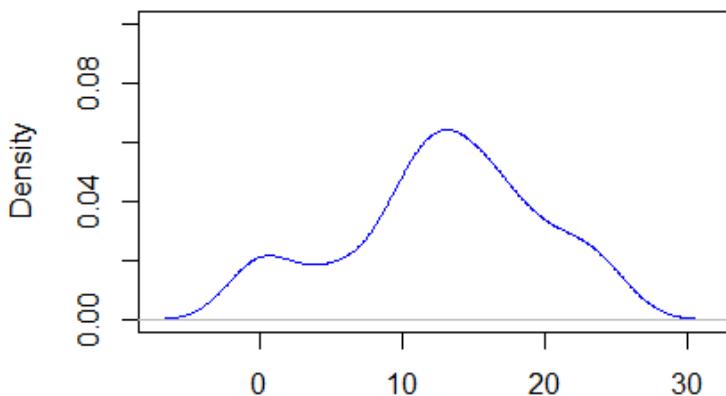
ID	Sítio	Bloco	U.E. Tratamento		Posição	MS
1	Ipê Amarelo	1	1a	C1	13.1	18.2
3	Ipê Amarelo	1	1a	C1	13.5	14.52
5	Ipê Amarelo	1	1a	C1	15.3	13.82
7	Ipê Amarelo	1	1a	C1	17.1	16.7
9	Ipê Amarelo	1	1a	C1	17.5	11.26
11	Ipê Amarelo	1	1a	C1	19.3	21.95
13	Ipê Amarelo	1	1b	C3	13.1	16.67
15	Ipê Amarelo	1	1b	C3	13.5	23.75
17	Ipê Amarelo	1	1b	C3	15.3	11.41
19	Ipê Amarelo	1	1b	C3	17.1	11.06
21	Ipê Amarelo	1	1b	C3	17.5	15.75
23	Ipê Amarelo	1	1b	C3	19.3	14.45
25	Ipê Amarelo	1	1c	C2	13.1	9.42
27	Ipê Amarelo	1	1c	C2	13.5	13.92
29	Ipê Amarelo	1	1c	C2	15.3	12.92
31	Ipê Amarelo	1	1c	C2	17.1	12.35
33	Ipê Amarelo	1	1c	C2	17.5	12.31
35	Ipê Amarelo	1	1c	C2	19.3	11.7
37	Ipê Amarelo	2	2a	C3	13.1	10.34
39	Ipê Amarelo	2	2a	C3	13.5	21.56
41	Ipê Amarelo	2	2a	C3	15.3	13.14
43	Ipê Amarelo	2	2a	C3	17.1	17.25
45	Ipê Amarelo	2	2a	C3	17.5	13.27
47	Ipê Amarelo	2	2a	C3	19.3	13.15
49	Ipê Amarelo	2	2b	C2	13.1	12.82
51	Ipê Amarelo	2	2b	C2	13.5	18.92
53	Ipê Amarelo	2	2b	C2	15.3	19.31
55	Ipê Amarelo	2	2b	C2	17.1	17.45
57	Ipê Amarelo	2	2b	C2	17.5	4.9
59	Ipê Amarelo	2	2b	C2	19.3	23.66
61	Ipê Amarelo	2	2e	C1	13.1	6.15
63	Ipê Amarelo	2	2e	C1	13.5	21.44
65	Ipê Amarelo	2	2e	C1	15.3	15.85
67	Ipê Amarelo	2	2e	C1	17.1	12.36
69	Ipê Amarelo	2	2e	C1	17.5	15.04
71	Ipê Amarelo	2	2e	C1	19.3	10.77
73	Sta. Bárbara	3	3a	C3	13.1	NA
75	Sta. Bárbara	3	3a	C3	13.5	NA
77	Sta. Bárbara	3	3a	C3	15.3	NA
79	Sta. Bárbara	3	3a	C3	17.1	NA
81	Sta. Bárbara	3	3a	C3	17.5	NA
83	Sta. Bárbara	3	3a	C3	19.3	NA

101	Sta. Bárbara	3	3f	C1	13.1	0
103	Sta. Bárbara	3	3f	C1	13.5	10.15
105	Sta. Bárbara	3	3f	C1	15.3	5.58
107	Sta. Bárbara	3	3f	C1	17.1	10.94
109	Sta. Bárbara	3	3f	C1	17.5	2.56
111	Sta. Bárbara	3	3f	C1	19.3	8.58
113	Sta. Bárbara	3	3g	C2	13.1	14.4
115	Sta. Bárbara	3	3g	C2	13.5	23.51
117	Sta. Bárbara	3	3g	C2	15.3	15.69
119	Sta. Bárbara	3	3g	C2	17.1	12.4
121	Sta. Bárbara	3	3g	C2	17.5	0
123	Sta. Bárbara	3	3g	C2	19.3	9.42
125	Sta. Bárbara	4	4b	C2	13.1	21.21
127	Sta. Bárbara	4	4b	C2	13.5	21.85
129	Sta. Bárbara	4	4b	C2	15.3	18.4
131	Sta. Bárbara	4	4b	C2	17.1	16.2
133	Sta. Bárbara	4	4b	C2	17.5	0
135	Sta. Bárbara	4	4b	C2	19.3	0
137	Sta. Bárbara	4	4c	C3	13.1	9.12
139	Sta. Bárbara	4	4c	C3	13.5	0
141	Sta. Bárbara	4	4c	C3	15.3	4.25
143	Sta. Bárbara	4	4c	C3	17.1	14.94
145	Sta. Bárbara	4	4c	C3	17.5	9.42
147	Sta. Bárbara	4	4c	C3	19.3	5.3
149	Sta. Bárbara	4	4g	C1	13.1	0
151	Sta. Bárbara	4	4g	C1	13.5	0
153	Sta. Bárbara	4	4g	C1	15.3	24.42
155	Sta. Bárbara	4	4g	C1	17.1	24.86
157	Sta. Bárbara	4	4g	C1	17.5	17.3
159	Sta. Bárbara	4	4g	C1	19.3	19.15

APÊNDICE D - Script operado no R Studio

```
> dados<-read.table("ppms.csv", header=T, sep=";", dec=".")
> dados$MS<-as.numeric(dados$MS)
> attach(dados)
> plot(density(dados$MS, na.rm=T),col="blue", ylim=c(0,0.1))
```

density.default(x = dados\$MS, na.rm = T)



N = 66 Bandwidth = 2.286

```
> summary(dados$MS)
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's
0.00 9.42 13.14 12.87 17.29 24.86 6
```

```
> summary(dados$MS, na.rm=T)
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's
0.00 9.42 13.14 12.87 17.29 24.86 6
```

```
> sd(dados$MS, na.rm=T)
[1] 6.778918
```

```
> var(dados$MS, na.rm=T)
[1] 45.95373
```

```

> coef_var<-(6.778918/12.87)*100
> coef_var
[1] 52.67225
> library(plyr)
> library(readxl)
> esta_desc_MS<- ddpily(dados, c("Tratamento"), summarise,
Media_MS=mean(MS, na.rm = T),
+   std= sd(MS, na.rm = T),
+   n=sum(lis.na(MS)),
+   se= std/sqrt(n),
+   cv= std/Media_MS*100)
> esta_desc_MS
Tratamento Media_MS std n se cv
1 C1 12.56667 7.484767 24 1.527822 59.56048
2 C2 13.44833 6.948056 24 1.418266 51.66481
3 C3 12.49056 5.817469 18 1.371191 46.57494

```

```

> esta_desc_MS_bloc<- ddpily(dados, c("Bloco"), summarise,
Media_MS=mean(MS, na.rm = T),
+   std= sd(MS, na.rm = T),
+   n=sum(lis.na(MS)),
+   se= std/sqrt(n),
+   cv= std/Media_MS*100)

```

```

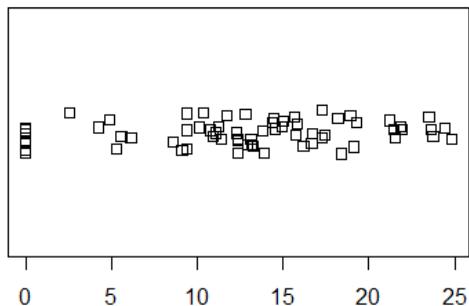
> esta_desc_MS_bloc
Bloco Media_MS std n se cv
1 B1 14.564444 3.788792 18 0.8930268 26.01398
2 B2 14.854444 5.124285 18 1.2078056 34.49665
3 B3 9.435833 6.838033 12 1.9739702 72.46878
4 B4 11.467778 9.339175 18 2.2012647 81.43840

```

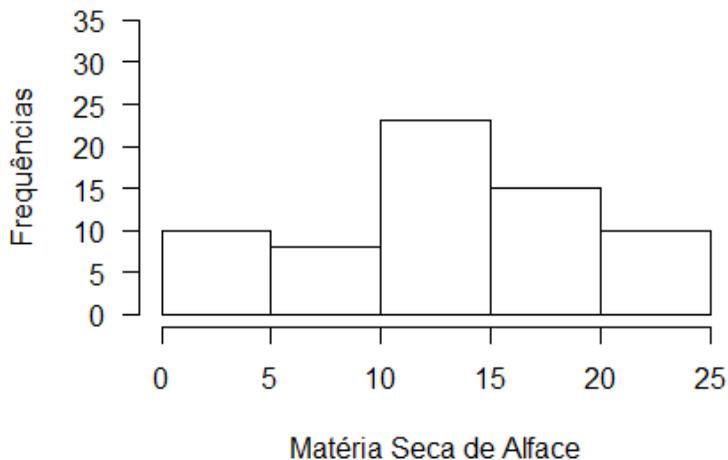
```

> stripchart(dados$MS, method="jitter")

```



```
> hist(dados$MS, main=NULL, las=1, ylim=c(0, 35), xlab="Matéria Seca de Alfaca",
ylab="Frequências")
```



```
> C1<-c(18.2,14.52,13.82,16.7,11.26,21.95,6.15,21.44,15.85,12.36,15.04,10.77,0,10.15,5.58,
10.94, 2.56, 8.58, 0, 0, 24.42, 24.86, 17.3, 19.15); C1
```

```
[1] 18.20 14.52 13.82 16.70 11.26 21.95 6.15 21.44 15.85
```

```
[10] 12.36 15.04 10.77 0.00 10.15 5.58 10.94 2.56 8.58
```

```
[19] 0.00 0.00 24.42 24.86 17.30 19.15
```

```
> mean(C1)
```

```
[1] 12.56667
```

```
> var(C1)
```

```
[1] 56.02174
```

```
> sort(C1)
```

```
[1] 0.00 0.00 0.00 2.56 5.58 6.15 8.58 10.15 10.77
```

```
[10] 10.94 11.26 12.36 13.82 14.52 15.04 15.85 16.70 17.30
```

```
[19] 18.20 19.15 21.44 21.95 24.42 24.86
```

```
> range(C1)
```

```
[1] 0.00 24.86
```

```
> summary(C1)
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
0.000 7.973 13.090 12.567 17.525 24.860
```

```
> C2<-c(9.42, 13.92, 12.92, 12.35,12.31, 11.7, 12.82, 18.92, 19.31, 17.45, 4.9, 23.66, 14.4,
23.51, 15.69, 12.4, 0, 9.42, 21.21, 21.85, 18.4, 16.2, 0, 0); C2
[1] 9.42 13.92 12.92 12.35 12.31 11.70 12.82 18.92 19.31
[10] 17.45 4.90 23.66 14.40 23.51 15.69 12.40 0.00 9.42
[19] 21.21 21.85 18.40 16.20 0.00 0.00
```

```
> mean(C2)
[1] 13.44833
```

```
> var(C2)
[1] 48.27548
```

```
> range(C2)
[1] 0.00 23.66
```

```
> summary(C2)
  Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
 0.00  11.13  13.42  13.45  18.53  23.66
```

```
> C3<-c(16.67, 23.75, 11.41, 11.06, 15.75, 14.45, 10.34, 21.56, 13.14, 17.25, 13.27, 13.15, NA,
NA, NA, NA, NA, 9.12, 0, 4.25, 14.94, 9.42, 5.3); C3
[1] 16.67 23.75 11.41 11.06 15.75 14.45 10.34 21.56 13.14
[10] 17.25 13.27 13.15 NA NA NA NA NA NA
[19] 9.12 0.00 4.25 14.94 9.42 5.30
```

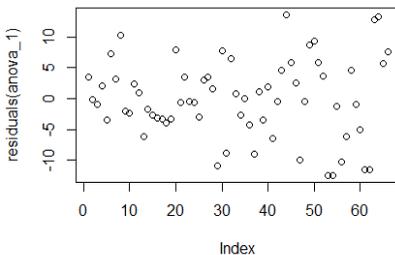
```
> mean(C3, na.rm=T)
[1] 12.49056
```

```
> var(C3, na.rm=T)
[1] 33.84295
```

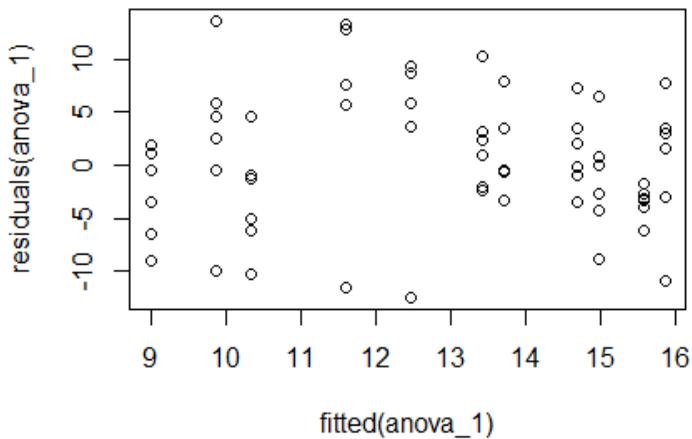
```
> range(C3, na.rm=T)
[1] 0.00 23.75
```

```
> summary(C3, na.rm=T)
  Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max. NA's
 0.00  9.65  13.14  12.49  15.55  23.75   6
```

```
> plot(residuals(anova_1))
```



```
> plot(fitted(anova_1), residuals(anova_1))
```



```
> shapiro.test(residuals(anova_1))
```

Shapiro-Wilk normality test

```
data: residuals(anova_1)
W = 0.98171, p-value = 0.4391
```

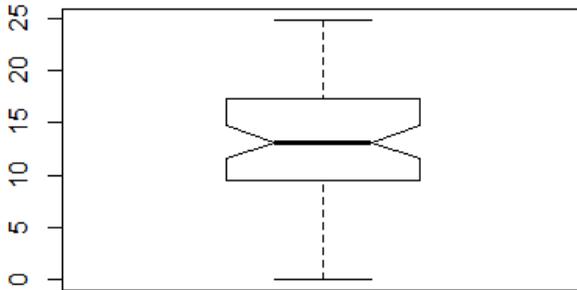
```
> table(dados$Bloco, dados$Tratamento)
```

```
  C1 C2 C3
B1 6 6 6
B2 6 6 6
B3 6 6 6
B4 6 6 6
```

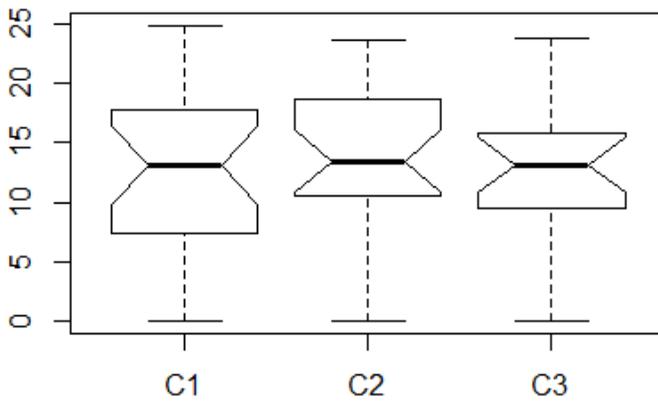
```
> table(dados$Bloco, dados$Sítio)
```

```
  Ipê Amarelo Sta. Bárbara
B1  18   0
B2  18   0
B3   0  18
B4   0  18
```

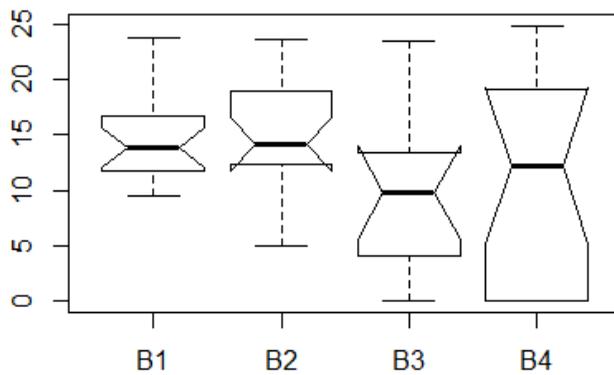
```
> boxplot(dados$MS, notch=T, na.rm=T)
```



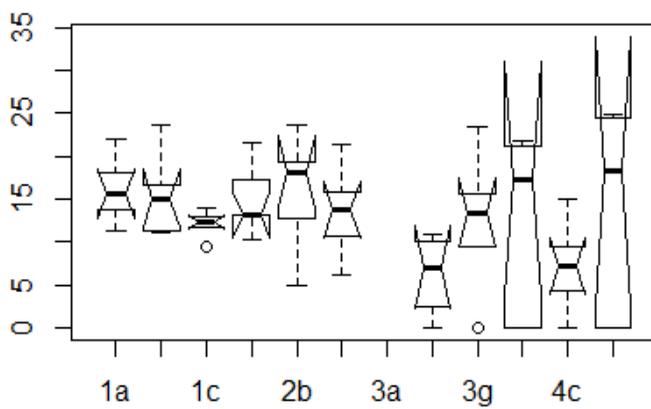
```
> boxplot(MS ~ Tratamento, data=dados, notch=T, na.rm=T)
```



```
> boxplot(MS ~ Bloco, data=dados, notch=T, na.rm=T)
```



```
> boxplot(MS ~ U.E., data=dados, notch=T, na.rm=T)
```



```
> model.tables(anova_1, "means")
```

```
Tables of means
```

```
Grand mean
```

```
12.86652
```

```
Tratamento
```

```
  C1  C2  C3
```

```
12.57 13.45 12.49
```

```
rep 24.00 24.00 18.00
```

```
Bloco
```

```
  B1  B2  B3  B4
```

```
14.6 14.89 9.295 11.5
```

```
rep 18.0 18.00 12.000 18.0
```

```
> model.tables(anova_1, "effects", se=T,na.rm=T)
```

```
Tables of effects
```

```
Tratamento
```

```
  C1  C2  C3
```

```
0.3572 1.2389 -1.5961
```

```
Bloco
```

```
  B1  B2  B3  B4
```

```
2.355 2.645 -4.258 -0.742
```

```
Standard errors of effects
```

```
  Tratamento Bloco
```

```
  1.312 1.514
```

```
replic.   24  18
```

```
> anova_1<-aov(MS ~ Tratamento + Bloco, data=dados)
```

```
> summary(anova_1)
```

```
  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
```

```
Tratamento  2  12.8   6.41  0.146 0.8648
```

```
Bloco    3 331.0 110.32  2.504 0.0677 .
```

```
Residuals 60 2643.2  44.05
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
6 observations deleted due to missingness
```

```
> TukeyHSD(anova_1)
```

```
Tukey multiple comparisons of means
95% family-wise confidence level
```

```
Fit: aov(formula = MS ~ Tratamento + Bloco, data = dados)
```

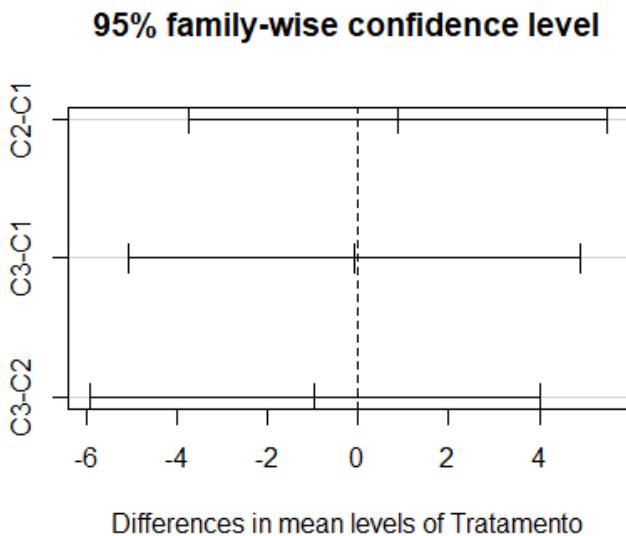
```
$Tratamento
```

```
diff lwr upr p adj
C2-C1 0.88166667 -3.722930 5.486263 0.8900651
C3-C1 -0.07611111 -5.049644 4.897422 0.9992546
C3-C2 -0.95777778 -5.931311 4.015755 0.8888748
```

```
$Bloco
```

```
diff lwr upr p adj
B2-B1 0.290000 -5.556373 6.1363734 0.9991866
B3-B1 -5.300926 -11.837370 1.2355183 0.1514287
B4-B1 -3.096667 -8.943040 2.7497068 0.5045169
B3-B2 -5.590926 -12.127370 0.9455183 0.1190827
B4-B2 -3.386667 -9.233040 2.4597068 0.4258548
B4-B3 2.204259 -4.332185 8.7407035 0.8094616
```

```
> plot(TukeyHSD(anova_1))
```

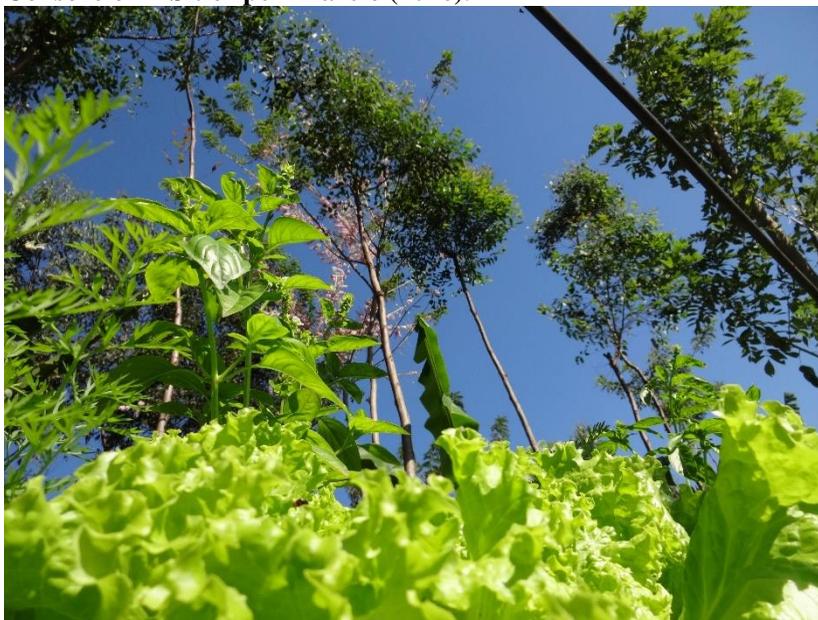


APÊNDICE E - Intimidade entre as plantas nos consórcios testados

Consorcio 1 - Sítio Ipê Amarelo (2016).



Consortio 2 - Sítio Ipê Amarelo (2016).



Consorcio 3 - Sítio Ipê Amarelo (2016).



ANEXO A - Laudo de análise de solo dos Blocos 1 e 2



ribersolo
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLO E FOLIAR

RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLO - FR.510 - REV.01
EXPRESSOS POR VOLUME DE TERRA FINA SECA AO AR

Nº RELATÓRIO DE ENSAIO (PEDIDO): 74712

AMOSTRAS DE : 20984 ATE 20984

PROPRIETÁRIO: JESUITA

PROPRIEDADE: SÍTIO IPE AMARELO

MUNICÍPIO : /

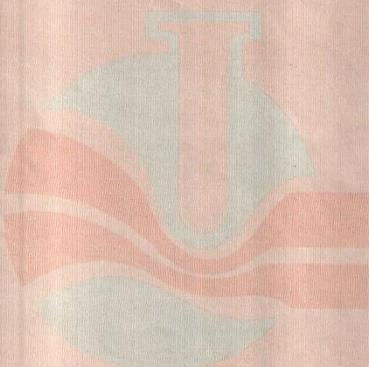
ENTRADA : 09/05/2016

CONVÊNIO: RBS



SAÍDA: 17/05/2016

AMOSTRA	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H-Al	Al	S	Na	SB	CTC	V%	m%	B	Cu	Fe	Mn	Zn
20984	6.7	24	120	1.0	56	8	10			65	75	86.7			0.23	0.8	19	3.3	2.5



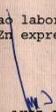
Cu, Fe, Mn, Zn em DTFA; pH em CaCl₂; MO; P em resina; K, Ca, Mg, H-Al, Al, S, e B metodologias segundo "Análise química para avaliação de Fertilidade de Solos Tropicais. Campinas. Instituto Agronômico de Campinas.2001." Sódio(Na) pela metodologia segundo "Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes.Brasília.EMBRAPA.1999." Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido na sua totalidade, a reprodução parcial requer aprovação escrita do Laboratório.

O resultado representa a amostra entregue pelo interessado ao laboratório.

pH em CaCl₂. MO em g/dm³. P RESINA, S-SO₄, B, Cu, Fe, Mn e Zn expressos em mg/dm³.

K, Ca, Mg, H-Al, Al, Na, SB e CTC em mmolc/dm³.

Cu, Fe, Mn, Zn, extração em DTFA.


LUIZ AUGUSTO DE ALMEIDA CAMPOS
 Eng. Agrônomo - CREA: 78.723/D

RIBERSOLO: TRADIÇÃO E SEGURANÇA EM ANÁLISES P/ A AGRICULTURA
 Rua Marcos Marquian Nº 395 - Jardim Nova Aliança - Fone/Fax: (16) 3911.1550 - 3911.2788 - 3911.7060
 CEP 14026-583 - Ribeirão Preto - SP - SITE: www.ribersolo.com.br - E-MAIL: ribersolo@ribersolo.com.br



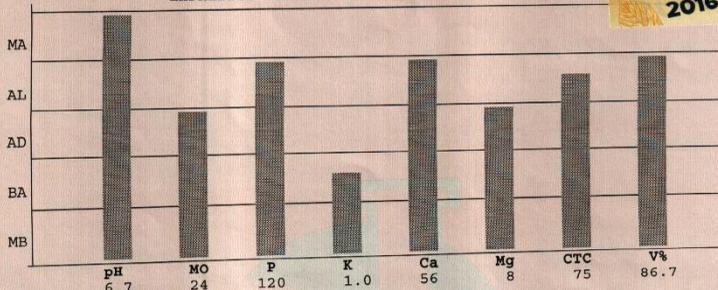
Nº DE RELATÓRIO DE ENSAIO (PEDIDO): 74712
 AMOSTRAS DE : 20984 ATE 20984
 PROPRIETÁRIO: JESUITA
 PROPRIEDADE: SÍTIO IPE AMARELO
 MUNICÍPIO : /
 ENTRADA : 09/05/2016 SAÍDA: 17/05/2016
 AMOSTRA : 20984 \ CANTEIRO 3 \ B.2 \ A.200M2 \ 20cm \ A.F.



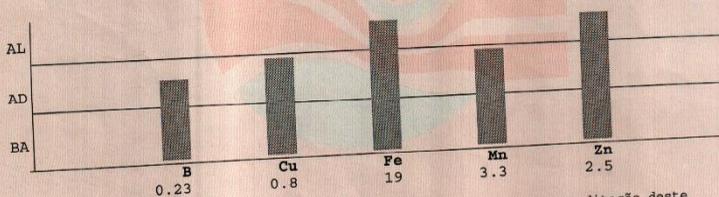
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE SOLO E FOLIAR

PROGRAMA DE QUALIDADE
 DE ANÁLISE DE SOLO IAC
 BÁSICA E MICRONUTRIENTES
 + GRANULOMETRIA
 2016 IAC

GRÁFICO DE INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO
 EXPRESSOS POR VOLUME DE TERRA FINA SECA AO AR



H+Al	Al	Na	S-SO ₄	SB	m%	Ca%	Mg%	K%	Na%	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	*C.E.	*S1
10				65		74.47	10.93	1.28		6.82	58.22	8.54		



* As opiniões, interpretações, CE e Si não fazem parte do escopo de Acreditação deste Laboratório.

Obs: O resultado representa amostra entregue pelo interessado ao laboratório.
 pH em CaCl₂ e MO em g/dm³. Cu, Fe, Mn, Zn, EXTRAÇÃO EM DTPA

P EXTRAÇÃO EM RESINA, expresso em mg/dm³ e INTERPRETADO PARA CULTURA HORTA

K, Ca, Mg, H+Al, Al, Na, SB e CTC expressos em mmolc/dm³

B, Cu, Fe, Mn, Zn e S-SO₄ expressos em mg/dm³. Si expresso em mg/kg.

CE expressa em ds/m

MA-Muito Alto AL-Alto AD-Adequado BA-Baixo MB-Muito Baixo

Tolerância dos Gráficos mais ou menos 10 %

LUÍZ AUGUSTO DE ALMEIDA CAMPOS
 Eng. Agrônomo - CREA: 78.723/D

RIBERSOLO: TRADIÇÃO E SEGURANÇA EM ANÁLISES P/ A AGRICULTURA
 Rua Marcos Marquiani Nº 395 - Jardim Nova Aliança - Fone/Fax: (16) 3911.1550 - 3911.2788 - 3911.7060
 CEP 14026-583 - Ribeirão Preto - SP - SITE: www.ribersolo.com.br - E-MAIL: ribersolo@ribersolo.com.br

DESDE 1979
 em análises agrícolas

ANEXO B - Laudo de análise de solo dos Blocos 2 e 3


RESULTADO DE ANÁLISE DE SOLO - FR.510 - REV.01
EXPRESSOS POR VOLUME DE TERRA FINA SECA AO AR


N° RELATÓRIO DE ENSAIO (PEDIDO): 74713

AMOSTRAS DE : 20985 ATE 20985

PROPRIETÁRIO: ZILDA E CADU

PROPRIEDADE :

MUNICÍPIO : /

ENTRADA : 09/05/2016

CONVÊNIO: RBS

SAÍDA: 17/05/2016

AMOSTRA	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S	Na	SB	CTC	V%	m%	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
20985	CANTEIRO 2 \ B.3 \ A.200M2																			
	7,0	19	211	1,1	60	9	9						70	79	88,5	0,20	0,7	7	2,2	3,0

Cu, Fe, Mn, Zn em DTPA; pH em CaCl₂; MO; P em resina; K; Ca; Mg; H+Al; Al; S; e B metodologias segundo "Análise química para avaliação de Fertilidade de Solos Tropicais. Campinas. Instituto Agronômico de Campinas.2001." sódio(Na) pela metodologia segundo "Manual de Análises Químicas de Solo, Plantas e Fertilizantes.Brasília.EMBRAPA.1999." Este relatório de ensaio somente pode ser reproduzido na sua totalidade, a reprodução parcial requer aprovação escrita do Laboratório.

O resultado representa a amostra entregue pelo interessado ao laboratório.

pH em CaCl₂. MO em g/dm³. P RESINA, S-SO₄, B, Cu, Fe, Mn e Zn expressos em mg/dm³.

K, Ca, Mg, H+Al, Al, Na, SB e CTC em mmolc/dm³.

Cu,Fe,Mn,Zn, extração em DTPA.

LUIZ AUGUSTO DE ALMEIDA CAMPOS
 Eng. Agrônomo - CREA: 78.723/D

RIBERSOLO: TRADIÇÃO E SEGURANÇA EM ANÁLISES P/ A AGRICULTURA
 Rua Marcos Marinho Nº 335 - Jardim Nova Aliança - Fone/Fax: (18) 3911.1550 - 3911.2788 - 3911.7060
 CEP 14026-563 - Ribeirão Preto - SP - SITE: www.ribersolo.com.br - E-MAIL: rbersolo@ribersolo.com.br

DESDE 1979
 em análises agrícolas

N° DE RELATÓRIO DE ENSAIO (PEDIDO): 74713

AMOSTRAS DE : 20985 ATE 20985

PROPRIETÁRIO: ZILDA E CADU

PROPRIEDADE :

MUNICÍPIO : /

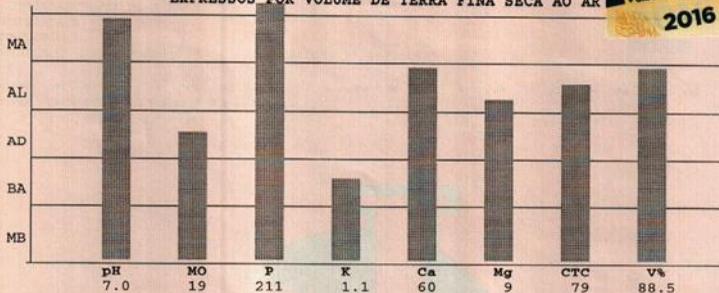
ENTRADA : 09/05/2016

SAÍDA: 17/05/2016

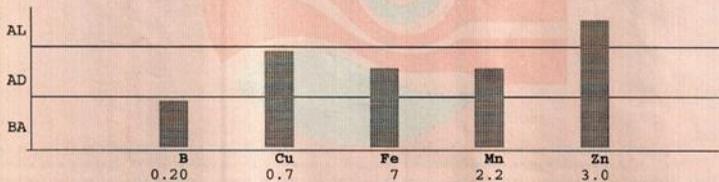
AMOSTRA : 20985 \ CANTEIRO 2 \ B.3 \ A.200M2 \ 20cm \ A.F.



GRÁFICO DE INTERPRETAÇÃO DE ANÁLISE DE SOLO
EXPRESSOS POR VOLUME DE TERRA FINA SECA AO AR



H+Al	Al	Na	S-SO4	SB	m%	Ca%	Mg%	K%	Na%	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	*C.E.	*Si
9				70		76.34	10.81	1.40		7.06	54.55	7.73		



* As opiniões, interpretações, CE e Si não fazem parte do escopo de Acreditação deste Laboratório.

Obs: O resultado representa amostra entregue pelo interessado ao laboratório.

pH em CaCl₂ e MO em g/dm³. Cu, Fe, Mn, Zn, EXTRAÇÃO EM DTPA

P EXTRAÇÃO EM RESINA, expresso em mg/dm³ e INTERPRETADO PARA CULTURA FLORESTAL

K, Ca, Mg, H+Al, Al, Na, SB e CTC expressos em mmolc/dm³

B, Cu, Fe, Mn, Zn e S-SO₄ expressos em mg/dm³. Si expresso em mg/kg.

CE expressa em dS/m

MA-Muito Alto AL-Alto AD-Adequado BA-Baixo MB-Muito Baixo

Tolerância dos Gráficos mais ou menos 10 %

LUÍZ AUGUSTO DE ALMEIDA CAMPOS

Eng. Agrônomo - CREA: 70.723/D

RIBERSOLO: TRADIÇÃO E SEGURANÇA EM ANÁLISES P/ A AGRICULTURA

Rua Marcos Marikarian Nº 395 - Jardim Nova Aliança - Fone/Fax: (16) 3911.1550 - 3911.2788 - 3911.7060
CEP 14026-583 - Ribeirão Preto - SP - SITE: www.ribersolo.com.br - E-MAIL: ribersolo@ribersolo.com.br

DESDE 1979
em análises agrícolas