



RAÚL ALBERTO RICO MOLINA

**POTENCIAL DE ESTABELECIMENTO DE
ESPÉCIES ARBÓREAS IMPLANTADAS EM
RENQUES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO ESTADO DO QUINDÍO, COLÔMBIA**

LAVRAS – MG

2016

RAÚL ALBERTO RICO MOLINA

**POTENCIAL DE ESTABELECIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS
IMPLANTADAS EM RENQUES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO ESTADO DO QUINDÍO, COLÔMBIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo

LAVRAS – MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Molina, Raúl Alberto Rico.

Potencial de estabelecimento de espécies arbóreas implantadas em renques em sistemas agroflorestais no estado do Quindío, Colômbia / Raúl Alberto Rico Molina. – Lavras : UFLA, 2016.

150 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador: Renato Luiz Grisi Macedo.

Bibliografia.

1. Sistemas agroflorestais. 2. Consórcio de espécies. 3. Potencial de crescimento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

RAÚL ALBERTO RICO MOLINA

**POTENCIAL DE ESTABELECIMENTO DE ESPÉCIES ARBÓREAS
IMPLANTADAS EM RENQUES EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS
NO ESTADO DO QUINDÍO, COLÔMBIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, área de concentração em Silvicultura e Genética Florestal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de Novembro de 2015.

Dr. Regis Pereira Venturin

EPAMIG

Dr. Nelson Venturin

UFLA

Dr. Renato Luiz Grisi Macedo
Orientador

LAVRAS – MG

2015

Aos meus pais Mireya Molina e Alvaro Rico
Aos meus irmãos Alejandro, Alvaro e Leonardo
A minha sobrinha Luciana Rico Carreño
Toda minha família em geral

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Esse trabalho foi realizado graças à contribuição de muitas pessoas. Foi de grande orgulho para mim cursar e concluir o mestrado no Brasil, na Universidade Federal de Lavras. Tem sido um caminho longo até aqui, desde a minha amada Colômbia, afastado de minha família e de meus costumes, mas com alegria de conhecer uma nova cultura no lindo estado de Minas Gerais, Brasil. Foram muitas aprendizagens acadêmicas, sociais e culturais inesquecíveis para minha formação profissional e pessoal. Algumas vezes sentindo saudades de minha família e região, mas sendo sempre positivo e aproveitando a grande oportunidade que tive em minha vida aqui no Brasil. Minha família sempre ficou presente em cada momento que precisei, me apoiando e acreditando que tudo seria possível a mim, com responsabilidade e com amor ao que você faz.

Aos meus pais e irmãos que são os pilares da minha vida, minha mãe que sempre foi e que sempre será a pessoa mais importante da minha vida, sua forma de viver e encarar a vida é um verdadeiro exemplo para guiar meus passos em cada momento.

À Universidade do Tolima, pela formação em Engenharia Florestal, à Corporação Autônoma Regional do Quindío por me permitir trabalhar e utilizar os meus conhecimentos no reflorestamento para a conservação dos recursos naturais do paraíso chamado Departamento do Quindío. À toda a equipe de trabalho por me dar a confiança e apoio para desenvolver minha competência como engenheiro florestal em minha região.

Ao Professor Renato Grisi, meu orientador, por seu apoio acadêmico e profissional para a realização deste trabalho e a conclusão do mestrado e aos companheiros das avaliações de campo, Professor Renato Grisi, Jaydílvia Suarez da Corporação Autônoma Regional do Quindío (CRQ), Txell Arandes da

Catalunha e ao meu pai Alvaro Rico, que participaram ativamente das avaliações de campo na Colômbia.

Aos membros da banca de defesa dessa dissertação, Prof. Grisi, Nelson Venturin e Regis Pereira Venturin pela disponibilidade, vontade e apoio nestes dois anos do mestrado.

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, ao Departamento de Ciências Florestais (DCF), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) e ao Laboratório de silvicultura, pela oportunidade concedida para minha formação.

Ao Governo Brasileiro, através do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À Organização dos Estados Americanos (OEA) pela oportunidade de realizar os meus estudos de mestrado no Brasil através do programa de alianças para a educação e a capacitação de latinos em Universidades Brasileiras, meu muito obrigado.

Aos professores do mestrado, e da silvicultura por compartilhar os seus conhecimentos comigo, pelo apoio e disposição para me ajudar quando precisei. Aos meus amigos de pós-graduação, e da sala de estudos de florestas de produção e sistemas agroflorestais, pela amizade e acompanhamento no dia a dia, e por compartilhar os seus conhecimentos comigo, sempre com disposição para me ajudar na realização de trabalhos e execução dos experimentos.

Aos amigos brasileiros, colombianos e todo o pessoal estrangeiro que fizeram com que eu nunca me sentisse sozinho, pelas reuniões, passeios, comidas, churrascos, festas, jogos de futebol, por estes dois anos de convivência que me proporcionaram grande aprendizado cultural, e me possibilitaram conhecer o amor e a amizade de muitas pessoas.

Muito obrigado Brasil, e em especial a fantástica Minas Gerais, foi um prazer te conhecer, e suas pessoas que tiveram grande amabilidade comigo.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de estabelecimento de espécies arbóreas plantadas em renques em consórcio com cultivos agrícolas, em sistema agroflorestal. Avaliaram-se sistemas com espécies arbóreas de interesse comercial e ambiental, plantadas em renques, em linhas simples, com espaçamentos de quatro metros entre árvores. O experimento foi implantado no ano 2013 no estado do Quindío, Colômbia. Foram utilizadas as espécies *Jacaranda caucana*, *Tecoma stans*, *Handroanthus chrysanthus*, *Spathodea campanulata*, *Trichanthera gigantea*, *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Lafoensia speciosa*, *Cupania americana*, *Inga edulis*, *Erythrina edulis*, *Schizolobium parahyba*, *Tabebuia rosea* e *Cordia alliodora*. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, onde as espécies arbóreas foram os tratamentos. O estudo foi realizado na propriedade La Perla com oito tratamentos e quatro repetições, com parcelas amostrais de três plantas úteis. Na propriedade El Oasis foram cinco tratamentos com quatro repetições e parcelas amostrais de três plantas úteis. Na propriedade Cristales foram utilizados cinco tratamentos, com cinco repetições e parcelas amostrais de cinco plantas úteis e na propriedade La Bretanha foram cinco tratamentos, com cinco repetições e parcelas amostrais de quatro plantas úteis. Os parâmetros avaliados foram a sobrevivência das espécies, as variáveis dendrométricas de diâmetro do colo (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H), área de projeção da copa (APC), forma do fuste, índice de doenças (ID), índice de ataque de pragas (IAP), deficiência nutricional (DN) e vigor vegetativo (VV). As avaliações ocorreram aos 16 meses após o plantio para El Oasis, Cristales La Bretanha e aos 18 meses em La Perla. A análise de variância e o teste de médias das variáveis dos dados coletados foram feitas com auxílio dos programas computacionais Sisvar e Asistat. Neste estudo, após a avaliação das quatorze espécies arbóreas plantadas em arranjo de renques em linhas simples consorciado com cafeeiros (*Coffea arabica*) e banana da terra (*Musa paradisiaca*), constatou-se que as espécies avaliadas que apresentaram maior potencial de estabelecimento foram *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora*, *Jacaranda caucana*, *Cupania americana*, *Trichanthera gigantea* e *Tecoma stans*. As espécies apresentaram taxas de sobrevivência superior a 66%, desenvolvimento inicial adequado, resistência a pragas e doenças, portanto, evidenciaram boa adaptação às condições edafoclimáticas nesta região da Colômbia.

Palavras-chave: Sistemas agroflorestais. Consórcio de espécies. Potencial de crescimento.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the establishment potential of commercially and environmentally important tree species. These trees were grown in a intercropping agroforestry system with coffee (*Coffea arabica*) and plantain (*Musa paradisiaca*), in simple planting lines at spacing of 4 meters between trees. The experiment was established in completely randomized design, in the State of Quindio, Colombia, in 2013. The following forestry species were assessed as treatments: *Jacaranda caucana*, *Tecoma stans*, *Handroanthus chrysanthus*, *Spathodea campanulata*, *Trichanthera gigantea*, *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Lafoensia speciosa*, *Cupania americana*, *Inga edulis*, *Erythrina edulis*, *Schizolobium parahyba*, *Tabebuia rosea* and *Cordia alliodora*. Four forest ownerships were involved in the study, which occurred 16 months after planting in El Oasis, Cristales and La Bretanha ownerships; and 18 months after planting in the La Perla ownership. Eight treatments with four replications, and sample plots consisting of three plants in the stand were assessed in La Perla ownership; five treatments with four replicates, and sample plots consisting of three plants in the stand were assessed in El Oasis ownership; five treatments with five replicates, and sample plots consisting of five plants in the stand were assessed in Cristales ownership; and five treatments with five replicates, and sample plots consisting of four plants in the stand were assessed in La Bretanha ownership. The following parameters were evaluated: species survival, trunk diameter, diameter at breast height, total height, crown projection area, trunk form, disease index, pest attack index, nutritional deficiency, and vegetative vigor. The Sisvar and Asistat statistical packages were used for the Analysis of Variance and means test. The species *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora*, *Jacaranda caucana*, *Cupania americana*, *Trichanthera gigantea*, and *Tecoma stans* showed the greatest establishment potential, survival rates greater than 66%, rapid development, and resistance to pests and diseases. In addition, they were found to be well-adapted to soil and climatic conditions of the Region under study.

Key-words: Agroforestry systems. Row planting. Species intercropping. Growth potential.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização do Estado do Quindío, Colômbia.....	52
Figura 2	Cultivos de cafeeiros no Estado do Quindio	53
Figura 3	Balanço hídrico do Estado do Quindío.....	59
Figura 4	Zonas de vida do Estado do Quindío.....	62
Figura 5	Arranjo do plantio em renques	64
Figura 6	Condições físicas e químicas de solos aptos para cafeeiros.....	76
Figura 7	Precipitação mensal do primeiro ano do plantio no Estado do Quindío	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Espécies arbóreas plantadas nos renques.....	37
Tabela 2	Propriedades onde foi avaliado o potencial de estabelecimento de espécies arbóreas em renques no Estado do Quindío, Colômbia	54
Tabela 3	Precipitação no Estado do Quindío entre os anos 2011 e 2015.....	60
Tabela 4	Descrição quantitativa das espécies avaliadas nas propriedades do Estado do Quindío	65
Tabela 5	Análise química e física dos solos das propriedades avaliadas.....	75
Tabela 6	Resumo da análise de variância com os Quadrados Médios para sobrevivência (%) aos 18 meses do plantio na propriedade La Perla.....	80
Tabela 7	Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia. 2015.....	81
Tabela 8	Resultado de análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	83
Tabela 9	Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	84
Tabela 10	Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	85

Tabela 11	Comparações entre as médias de altura (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	87
Tabela 12	Comparações entre as médias de área de projeção da copa das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	88
Tabela 13	Análise de variância das médias de forma do fuste (%) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	90
Tabela 14	Comparações entre as médias de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	91
Tabela 15	Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	92
Tabela 16	Comparações entre as médias da deficiência nutricional das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	94
Tabela 17	Comparações entre as médias do vigor vegetativo das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	95

Tabela 18	Resumo da análise de variância com os Quadrados médios para sobrevivência (%) aos 16 meses do plantio na propriedade Oasis.....	96
Tabela 19	Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	97
Tabela 20	Resultado de análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	98
Tabela 21	Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015	99
Tabela 22	Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	100
Tabela 23	Comparações entre as médias de altura das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	102
Tabela 24	Comparações entre as médias de área de projeção de copa das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015 ..	103
Tabela 25	Análise porcentual da forma de fuste (%) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia 2015	105

Tabela 26	Comparações entre as médias de índice de doenças das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015 ..	106
Tabela 27	Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015 ..	107
Tabela 28	Comparações entre as médias de deficiência nutricional das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015 ..	108
Tabela 29	Comparações entre as médias de vigor vegetativo das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015 ..	109
Tabela 30	Resumo da análise de variância com os Quadrados Médios para sobrevivência (%) aos 16 meses do plantio na propriedade Cristales	111
Tabela 31	Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015	111
Tabela 32	Resultado da análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade Cristales do município de Armênia no Estado do Quindío, Colômbia, 2015	113
Tabela 33	Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015 ...	113

Tabela 34	Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	114
Tabela 35	Comparações entre as médias da altura (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	116
Tabela 36	Comparações entre as médias da área de projeção de copa (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015...	117
Tabela 37	Análise porcentual da forma de fuste (%) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no Estado do Quindío, Colômbia, 2015	119
Tabela 38	Comparações entre as médias de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015...	120
Tabela 39	Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	121
Tabela 40	Comparações entre as médias de notas de deficiência nutricional (DN), das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	122
Tabela 41	Comparações entre as médias do vigor vegetativo (V.V) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015...	123

Tabela 42	Análise de variância com os Quadrados Médios para sobrevivência (%) aos 16 meses do plantio na propriedade La Bretanha.....	124
Tabela 43	Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia 2015.....	125
Tabela 44	Resultado da análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade La Bretanha do município de Armênia no Estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	126
Tabela 45	Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	127
Tabela 46	Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	128
Tabela 47	Comparações entre as médias da altura (m) das espécies arbóreas da propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015	130
Tabela 48	Comparações entre as médias de projeção de copa (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	131
Tabela 49	Análise porcentual da forma de fuste (%) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015	133

Tabela 50	Comparações entre as médias de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	134
Tabela 51	Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	135
Tabela 52	Comparações entre as médias de deficiência nutricional (DN) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	137
Tabela 53	Comparações entre as médias de vigor vegetativo (VV) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015.....	138

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
1.1	Justificativa.....	23
1.2	Objetivo geral	24
1.3	Hipótese	24
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	Modelos de renques	25
2.2	Técnicas de implantação de renques e/ou barreiras vivas.....	26
2.3	Vantagens da implantação	27
2.4	Desvantagens da implantação	28
2.5	Potencial de estabelecimento de espécies arbóreas plantadas em renques.....	29
2.6	Introdução de espécies arbóreas	33
2.7	Influência dos fatores climáticos	34
2.8	Influência de fatores edáficos	35
2.9	Projeto de renques no estado de Quindío, Colômbia	36
2.10	Descrição das espécies	37
2.10.1	Espécies agrícolas consorciadas com espécies arbóreas	49
2.10.1.1	Café (<i>Coffea arabica</i>) variedade Castillo	49
2.10.1.2	Banana da terra (<i>Musa paradisiaca</i>)	50
3	MATERIAL E MÉTODOS	52
3.1	Localização do experimento	52
3.2	Descrição das propriedades	54
3.2.1	Propriedade La Perla	54
3.2.2	Propriedade El Oasis.....	55
3.2.3	Propriedade Cristales.....	56
3.2.4	Propriedade La Bretanha	57
3.3	Climatologia	59
3.4	Solos	62
3.5	Instalação do experimento	64
3.5.1	Avaliações dos experimentos	66
3.5.1.1	Porcentagem de sobrevivência (PS)	66
3.5.1.2	Altura da planta (H).....	66
3.5.1.3	Diâmetro do fuste	66
3.5.1.4	Área de projeção da copa (APC).....	67
3.5.1.5	Forma do fuste.....	67
3.5.1.6	Estado fitossanitário.....	67
3.5.1.7	Índice de doenças (ID).....	68
3.5.1.8	Índice de ataque de pragas (IAP).....	68
3.5.1.9	Nível de deficiência nutricional (DN).....	69

3.5.1.10	Vigor vegetativo (VV).....	70
3.5.2	Delineamento estatístico.....	71
3.5.3	Transformação dos dados.....	72
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
4.1	Análise química e física do solo.....	74
4.2	Análise física do solo.....	74
4.3	Condições climáticas.....	78
4.4	Avaliações após o plantio na propriedade La Perla.....	80
4.4.1	Sobrevivência.....	80
4.4.2	Avaliações dendrométricas.....	83
4.4.2.1	Diâmetro do coleto (DC).....	84
4.4.2.2	Diâmetro à altura do peito (DAP).....	85
4.4.2.3	Altura da planta (H).....	86
4.4.2.4	Área de projeção da copa (APC).....	88
4.4.3	Forma do fuste.....	90
4.4.4	Índice de doenças (ID).....	91
4.4.5	Índice de ataque de pragas (IAP).....	92
4.4.6	Deficiência nutricional (DN).....	94
4.4.7	Vigor vegetativo (VV).....	95
4.5	Avaliações após o plantio na propriedade El Oasis.....	96
4.5.1	Sobrevivência.....	96
4.5.2	Avaliações dendrométricas.....	98
4.5.2.1	Diâmetro do coleto (DC).....	99
4.5.2.2	Diâmetro à altura do peito (DAP).....	100
4.5.2.3	Altura (H).....	101
4.5.2.4	Área de projeção da copa (APC).....	103
4.5.3	Forma do fuste.....	104
4.5.4	Índice de doenças (ID).....	106
4.5.5	Índice de ataque de pragas (IAP).....	107
4.5.6	Deficiência nutricional (DN).....	108
4.5.7	Vigor vegetativo (VV).....	109
4.6	Avaliações após o plantio da propriedade Cristales.....	110
4.6.1	Sobrevivência.....	110
4.6.2	Avaliações dendrométricas.....	112
4.6.2.1	Diâmetro do coleto (DC).....	113
4.6.2.2	Diâmetro à altura do peito (DAP).....	114
4.6.2.3	Altura (H).....	115
4.6.2.4	Área de projeção de copa (APC).....	117
4.6.3	Forma do fuste.....	118
4.6.4	Índice de doenças (ID).....	120
4.6.5	Índice de ataque de pragas (IAP).....	121
4.6.6	Deficiência nutricional (DN).....	121

4.6.7	Vigor vegetativo (VV).....	123
4.7	Avaliações após o plantio da propriedade La Bretanha.....	124
4.7.1	Sobrevivência.....	124
4.7.2	Avaliações dendrométricas	126
4.7.2.1	Diâmetro do coleto (DC)	127
4.7.2.2	Diâmetro à altura do peito (DAP).....	128
4.7.2.3	Altura (H)	129
4.7.2.4	Área de projeção da copa (APC).....	131
4.7.3	Forma do fuste.....	133
4.7.4	Índice de doenças (ID).....	134
4.7.5	Índice de ataque de pragas (IAP).....	135
4.7.6	Deficiência nutricional (DN)	137
4.7.7	Vigor vegetativo (VV).....	138
5	CONCLUSÕES GERAIS.....	140
	REFERÊNCIAS	142

1 INTRODUÇÃO

A diminuição das florestas andinas e das espécies arbóreas dentro dos ecossistemas por causa do estabelecimento de sistemas produtivos agrícolas e pecuários do Estado do Quindío, na Colômbia, pode causar desequilíbrios ambientais e ecológicos na fauna e flora nativa presentes na região, além de gerar mudanças no ciclo hidrológico nas bacias hidrográficas do estado.

Nesse cenário, é muito importante a recuperação das coberturas florestais em ecossistemas dedicados à produção agrícola, representados atualmente com cultivos homogêneos de cafeeiros e banana sem cobertura florestal.

A implantação de plantios florestais em arranjos de sistemas agroflorestais apresenta-se como uma alternativa inovadora para diminuir a descaracterização ambiental das paisagens rurais. No Estado do Quindío as instituições ambientais e agrícolas estabeleceram plantios para a conservação da biodiversidade com arranjos florestais em renques em propriedades rurais para conciliar os modelos de produção juntamente com modelos de conservação.

O consórcio de árvores e cultivos é uma combinação entre espécies diferentes que coexistem e diferem em rendimentos econômicos. No caso do plantio de renques em sistemas agroflorestais as árvores apresentam uma menor utilidade econômica que as outras culturas (FARFAN, 2014), mas geram outros benefícios e serviços ambientais muito importantes. Assim o plantio de espécies arbóreas em culturas agrícolas tem potencial na geração de serviços ecossistêmicos e econômicos ao meio ambiente e ao ser humano por meio da conservação do solo, aumento da biodiversidade, regulação hidrológica, sequestro de carbono e a geração de produtos madeireiros e não madeireiros.

A agrossilvicultura pode ser considerada como a ciência que estuda os sistemas agroflorestais descrevendo o crescimento de árvores perenes na mesma

unidade de área simultaneamente com cultivos agrícolas, pastos e/ou animais (MACEDO; VALE; VENTURIN, 2010), de uma forma espacial ou sequencial, na qual se tem interação significativa (positiva ou negativa) entre os componentes arbóreos madeiráveis e não madeiráveis do sistema.

As pesquisas e estudos de sistemas agroflorestais apresentam interesse ecológico e econômico, principalmente por utilizarem sistemas e tecnologias sustentáveis do uso do solo, que combinam árvores com cultivos agrícolas e/ou pastagem em função do tempo e espaço, para incrementar e otimizar a produção de forma sustentável (COMBE; BUDOWSKI, 1979; FASSBENDER, 1993; ICRAF, 1983; NAIR, 1993; RAIN TREE; YOUNG, 1983 citados por FARFAN, 2014).

No Estado do Quindío o uso do solo na agricultura é basicamente representado por culturas de cafeeiros, banana, cítricos, mandioca e cana-de-açúcar, e em proporção menor de algumas culturas frutíferas como abacate e cacau, apresentando conflito de uso em áreas de relevo montanhoso por causa da eliminação das árvores para implantá-las.

Por essa razão a Corporação Autônoma Regional do Quindío (CRQ), instituição ambiental do Estado realizou plantios de espécies arbóreas em arranjo de renques nas margens de cultivos agrícolas em propriedades privadas no Estado do Quindío com objetivo geral de conservação da biodiversidade e produção de serviços ecossistêmicos que fornecem as árvores das espécies florestais, com potencial de adaptação nos locais e aceitação por parte dos proprietários sem alterar seu modelo produtivo.

1.1 Justificativa

Na Colômbia a mudança de milhares de hectares de coberturas florestais nativas por sistemas de produção e infraestrutura têm originado mosaicos onde convergem processos ecológicos e culturais pela manutenção da biodiversidade (LOZANO, 2009). Este processo de transformação têm originado paisagens rurais constituídas pela ação antrópica em sistemas produtivos com características socioeconômicas e biológicas próprias.

A evolução na implantação de sistemas agroflorestais em arranjos de renques ou cercas vivas no mundo tem aumentado de forma exponencial. No entanto, há pouca informação sobre seus papéis funcionais dentro de paisagens agrícolas, necessitando estudos de espécies potenciais, taxas de sobrevivência, taxas de crescimento, capacidade de enraizamento, além dos serviços ambientais e funções ecológicas que fornecem (HARVEY et al., 2003). Nesse sentido a informação de espécies florestais utilizadas para implantar renques em sistemas agrícolas ainda é insuficiente.

A escolha das espécies adequadas, a definição dos arranjos estruturais dos componentes do sistema agroflorestal, o uso de material genético adequado e a intensidade de sombreamento são determinantes para o sucesso e viabilização técnica-científica-econômica dos sistemas agroflorestais de caráter permanente nos cultivos agrícolas com espécies arbóreas de usos múltiplos e de valor econômico (MACEDO, 1991).

O principal objetivo de indicação das espécies florestais é colocar cada uma nos lugares mais apropriados, por isso é necessário trabalhar com muita cautela, evitando colocá-las em situações marginais ou inadequadas para evitar baixa sobrevivência das espécies, ocorrência de doenças e ataque de insetos. Além disso, é muito importante conhecer as condições ambientais para determinar o grau de adaptabilidade das espécies envolvidas.

O Estado do Quindío possui grandes extensões de terra com plantios de cafeeiros a pleno sol. A espécie *Coffea sp.* tinha sua origem na selva tropical da Etiópia, África, é considerada uma espécie adaptada à sombra (ESKES; LEROY, 2004), sendo que as plantas sombreadas apresentam taxas fotossintéticas superiores àquelas mantidas à plena luz solar.

Com a realização do presente trabalho, espera-se determinar o potencial de estabelecimento das espécies florestais implantadas em renques em sistemas agrícolas, considerando-se diferentes condições ecológicas, edáficas e de manejo silvicultural realizado nas propriedades, visando conhecer e analisar o sucesso ou não na fase de estabelecimento dos plantios feitos pelos órgãos ambientais e agrícolas do estado colombiano para a recuperação de áreas degradadas pela agricultura.

1.2 Objetivo geral

Avaliar o potencial de estabelecimento de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais implantados em renques com cultivos de cafeeiros e banana da terra, no estado do Quindío, Colômbia.

1.3 Hipótese

Existem espécies arbóreas com potencial de estabelecimento para utilização em sistemas agroflorestais implantados em renques com cultivos de cafeeiros e banana da terra, no estado do Quindío, Colômbia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O consórcio de espécies arbóreas com culturas agrícolas constitui uma modalidade de sistema agroflorestal, que segundo a classificação atual quanto aos tipos de cultivos associados, se enquadra como um modelo silviagrícola, também chamado de sistemas agrossilvícolas ou agrossilviculturais (MACEDO, 2000). São sistemas de manejo do solo para produção simultânea de culturas agrícolas e florestais, onde o componente florestal poderá ter como função principal a produção e/ou a proteção e serviços ecossistêmicos e a cultura agrícola é somente produtivo.

No Brasil, têm-se utilizado o modelo produtivo chamado integração lavoura, pecuária e floresta (ILPF), desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Os modelos implantados são estratégias que visam à produção sustentável, pois integram atividades agrícolas, pecuárias e florestais realizadas na mesma área, em cultivos consorciados, em sucessão ou rotação, e busca efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema, contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011).

2.1 Modelos de renques

Um renque é uma ou algumas linhas de espécies lenhosas ou não lenhosas plantadas em uma propriedade ou parte dela, geralmente associada com ecossistemas, cultivos agrícolas, pastagens, e outras tecnologias agroflorestais (OSPINA, 2003). No caso da cerca viva, as espécies lenhosas atuam como poste vivo para o manejo de gado e outros animais, fazendo a proteção de cultivos e dividindo locais de pastagens em rotação, também conhecida na língua inglesa como *living fence*.

Segundo Farfan (2014), também são usadas para incorporar árvores a paisagens agrícolas, sendo que as árvores podem ser exploradas com fins comerciais, além dos serviços ambientais que fornecem para o ambiente.

2.2 Técnicas de implantação de renques e/ou barreiras vivas

Existe no mundo muitas formas de implantar plantios em renques ou barreiras vivas que variam de acordo com o conhecimento das espécies florestais e dos modelos agrícolas desenvolvidos nas diferentes regiões. Segundo Ospina (2003), as barreiras vivas podem ser classificadas de acordo a sua composição vegetal e propósitos da seguinte forma:

- a) **Plantio forrageiro:** Folhas, galhos e flores para alimentação animal;
- b) **Plantio de lenha:** Galhos e caule para combustível;
- c) **Plantio para madeira:** Madeira roliça, serragem, construção ou peças de carpintaria;
- d) **Plantio para adubo orgânico:** para fazer adubação verde;
- e) **Plantio de árvores frutíferas:** frutos comestíveis;
- f) **Plantio de fibras:** Com espécies para obter fibras vegetais (Ex. gênero *Agave sp.*);
- g) **Plantio misto:** com dominância de árvores de uso múltiplo;
- h) **Plantio paisagista ou ornamental:** para o embelezamento da paisagem local;
- i) **Plantio de conservação da biodiversidade:** conservação *in situ* da vegetação natural e fauna nativa;
- j) **Plantio de conservação do solo:** proteger o solo de erosão hídrica, eólica e compactação por pisoteio.

Também pode ser classificado de acordo com a quantidade de espécies e a altura das copas. Os renques podem ser denominados simples ou estratificadas. Os simples são aqueles que têm uma ou duas espécies dominantes, como por exemplo, leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricidia (*Gliricidia sepium*) ou as espécies do gênero *Erythrina sp.* Estas geralmente têm poda a cada dois anos e têm alta capacidade de gerar brotos.

Os estratificados têm mais de duas espécies de diferentes alturas e usos (madeiráveis, frutíferas, forrageiras, medicinais e ornamentais). No geral, algumas destas espécies não têm poda e geram maior cobertura durante todo o ano, a qual é importante para os animais silvestres que vivem ou refugiam-se nestas árvores (VILLANUEVA et al., 2005).

A implantação de renques em cafezais ou em outras culturas é de grande importância para reduzir o efeito dos ventos e para a conservação do solo. É altamente recomendável para minimizar o desmatamento da vegetação nativa, uma vez que pode proporcionar madeira de diversos usos nas propriedades rurais.

2.3 Vantagens da implantação

Os plantios em renques oferecem vários benefícios dentro da propriedade gerando serviços ambientais e econômicos importantes para o produtor rural. Na propriedade rural gera benefícios tais como, divisão de cultivos e pastagens, com plantios de longa duração, os quais marcam os limites da propriedade, fornecem sombreamento para os cultivos e gado, melhora da renda econômica na produção de madeira, frutos, látex etc.

Além de fornecer alimentos para as pessoas ou animais, permitem manter ou melhorar a capacidade produtiva da terra (DUBOUIS et al., 1996 citados por MACEDO, 2000), acrescentam serapilheira e ciclagem de nutrientes

no solo, provável redução de pragas e doenças, pelo equilíbrio biológico entre populações (YARED et al., 1992 citados por MACEDO, 2000), gera maior eficiência do uso da terra, aumentando a produtividade na propriedade.

Por causa do sombreamento das copas das árvores, há diminuição da radiação solar e o crescimento de plantas invasoras, aumento de benefícios ambientais tais como, servir como barreiras corta fogo, reduzir a pressão sobre as florestas, despoluição do ar atmosférico, sequestro de carbono, aumento da presença de diferentes tipos de vida selvagem, além de melhorar a beleza local (VILLANUEVA et al., 2005).

Na associação de espécies arbóreas com cafeeiros podem-se melhorar as condições microclimáticas, especialmente pela redução dos eventos extremos da temperatura, redução da velocidade dos ventos, manutenção da umidade relativa (HR) e aumento da disponibilidade hídrica no solo (CARAMORI et al., 2004), manutenção da fertilidade e estabilidade na temperatura do solo que proporciona menores perdas por volatilização do nitrogênio (MATTA; RODRIGUEZ, 2007).

O plantio de árvores em cafeeiros gera redução na aplicação de insumos agrícolas em comparação com cafezais estabelecidos em pleno sol, também reduz a incidência de pragas e doenças dos cafeeiros, tais como, chasparria ou cercosporiosis (*Cercospora coffeicola*), o minador da folha (*Leucoptera coffeella*) e de plantas daninhas, especialmente gramíneas (MATTA; RENA, 2002).

2.4 Desvantagens da implantação

Os conhecimentos dos agricultores e até dos técnicos e pesquisadores sobre sistemas agroflorestais (SAF's) (DUBOUIS et al., 1996 citados por MACEDO, 2000), são ainda muito limitados, principalmente sobre informações de espaçamento ou de espécies a serem utilizadas. Segundo Galvão (2000) os

sistemas agroflorestais se constituem numa alternativa interessante para implantação nas regiões, embora sejam escassos os conhecimentos sobre sua utilização atual e potencial.

A evolução na implantação de renques e cercas vivas no mundo tem aumentado de forma exponencial. No entanto, segundo Harvey et al. (2003), há pouca informação sobre seus papéis funcionais dentro de paisagens agrícolas, além de algumas descrições gerais de cercas vivas e manejo e pouca informação sobre a sua abundância, densidade ou distribuição e sua variação em fazendas e paisagens.

Os papéis ecológicos como habitats potenciais, recursos e corredores para animais selvagens têm sido particularmente pouco abordados, com a exceção de alguns estudos realizados no México (COATÉS-ESTRADA, 2001; ESTRADA, 2000; ESTRADA et al., 1993 citados por HARVEY et al., 2003).

O componente florestal pode diminuir o rendimento dos cultivos agrícolas dentro dos SAF's, dependendo do manejo silvicultural pode definir o desenvolvimento dos cultivos de menor porte (DUBOIS et al., 1996 citados por MACEDO, 2000).

No consórcio de árvores com cafeeiros segundo Matta e Rodriguez (2007), as principais desvantagens da arborização estão intimamente associadas com o uso de espécies inadequadas que competem significativamente com as plantas de café, com o sombreamento excessivo e as dificuldades nas operações da colheita.

2.5 Potencial de estabelecimento de espécies arbóreas plantadas em renques

A fase de estabelecimento das espécies arbóreas é considerada a mais importante no desenvolvimento das árvores devido ao seu crescimento lento, a competição com as plantas daninhas por luz e nutrientes do solo, a

susceptibilidade das mudas às mudanças climáticas como a seca ou o excesso de precipitação. Além disso, as plantas jovens apresentam menor resistência às pragas e doenças por causa do seu pouco desenvolvimento.

Também necessitam de manutenção criteriosa para garantir a sobrevivência. Por esta razão, as plantas em estágios jovens precisam de um acompanhamento e aplicação de práticas silviculturais por parte dos proprietários dos plantios e de assistência técnica por parte dos profissionais florestais. Segundo Ribeiro (2004) pode-se determinar o potencial de estabelecimento de uma espécie arbórea através da obtenção de porcentagem de sobrevivência.

O conhecimento das diferentes espécies selecionadas neste estudo permitirá conhecer quais espécies são mais adaptadas e têm melhor rendimento nas condições particulares de cada propriedade, permitindo fazer comparações entre locais diferentes, a fim de poder recomendar as espécies mais adequadas para plantio em renques e cercas vivas no estado do Quindío, Colômbia.

Na Colômbia o plantio em renques é definido como uma ferramenta de manejo da paisagem denominada cerca viva que utiliza espécies arbóreas, recomendando-se a combinação de espécies nativas e exóticas de diversos usos, incluindo madeiráveis, para lenha e forragem para o gado e produtoras de grandes quantidades de flores ou frutos para alimentação da fauna nativa (LOZANO, 2009).

São determinantes as espécies arbóreas com alta capacidade de brotação tanto no estabelecimento e também a partir de estacas de podas de árvores da propriedade, tais como espécies forrageiras como o nacedero (*Trichanthera gigantea*), chachafruto (*Erythrina edulis*), glirícidia (*Gliricidia sepium*), e outras espécies madeiráveis como o cedro (*Cedrela montana*, *C. odorata*), nogal (*Cordia alliodora*), eucalipto (*Eucalyptus spp.*), entre outras.

Devido à carência de estudos e pesquisas de implantação de plantio em linhas ou renques, constata-se um alto desconhecimento dos melhores sistemas de implantação, justificando-se a utilização de estudos de caso para o monitoramento dos plantios e avaliação do potencial de implantação de diferentes espécies arbóreas e arbustos que possam ser utilizadas nas diferentes regiões, e melhorar condições ambientais, ecológicas e socioeconômicas, e que contribuam ao desenvolvimento e uso sustentável dos agroecossistemas rurais (HARVEY et al., 2003).

Os arranjos em renques atuam no ambiente como habitats potenciais para a fauna, corredores biológicos em uma paisagem rural facilitando a conectividade e a movimentação dos animais através do incremento da cobertura arbórea, aumentando o número de sítios de descanso e de alimentação. Nas aves diminui a energia que devem consumir durante o voo, através da diminuição das distâncias entre os fragmentos de floresta e plantios em linhas (HARVEY et al., 2003).

Para a seleção de espécies arbóreas para plantios em renques com espécies de usos múltiplos, Macedo (2000) relata que é importante plantar espécies com ciclos de vida diferenciados para garantir linhas estratificadas de ciclo curto, médio e longo, procurando aproveitar melhor os recursos disponíveis (água, luz e nutrientes).

É conveniente plantar espécies de usos múltiplos que forneçam diferentes produtos em diferentes épocas do ano para melhorar a economia da propriedade, que apresentem baixa susceptibilidade a pragas e doenças, que sejam fixadoras de nitrogênio, que forneçam nutrientes para as outras plantas consorciadas nos SAF's, não mostrarem efeitos alelopáticos negativo para o desenvolvimento das outras plantas do sistema.

Em consórcio de espécies arbóreas com lavouras de cafeeiros na Costa Rica, Somarriba e Beer (1987) estimaram que a produção de madeira a partir de

100 árvores de *Cordia alliodora*, oscilava entre 4 e 6 m³.ha⁻¹.ano⁻¹. O valor agregado derivado desta produção de madeira poderia compensar a redução da produtividade do cultivo de cafeeiros causada pelo sombreamento e/ou pela redução no número de mudas de café por hectare.

No Brasil a instalação de plantios em renques em arranjo de quebra ventos em cafezais poderia ser importante para reduzir o efeito prejudicial de ventos frios, principalmente em regiões de altitudes elevadas. Um estudo de Matiello et al. (2015) recomenda o uso de eucalipto nas lavouras de cafeeiros, pois é uma espécie de rápido crescimento e não gera sombreamento excessivo. Portanto, recomenda-se plantar os renques nos carregadores/estradas, nas margens superiores das estradas para evitar a competição do sistema radicular das árvores com as plantas de café.

Quando planta-se árvores para se obter uma cortina florestal, deve-se usar espécies de alto valor econômico (MACEDO; FISHER; LEITE, 1997), para se alcançar duas finalidades, cortar a velocidade do vento e ter uma fonte de renda alternativa, sendo que é possível utilizar diferentes espécies no mesmo local.

A espécie grevílea (*Grevillea robusta* A.Cunn.) é uma espécie muito comum no Sul e Sudeste brasileiro, poderia ser usada como quebra ventos, sendo que o espaçamento ideal é de linhas de árvores, seja de 5m entre si dentro da linha, sem desrama. A distância máxima entre barreiras não deve ultrapassar a 200m. No caso de quebra ventos em cafezais, a indicação é o plantio em renques, distanciados de 100m, com espaçamento entre as árvores de 4m (FERREIRA; MARTINS, 1998).

No Brasil, na associação de cafezais com seringueira (*Hevea brasiliensis*), estas devem ser plantadas em linhas duplas nos espaçamentos de 4 a 6 m entre linhas e 2 a 3 metros entre plantas nas linhas, visando a obter maior densidade do plantio. Caso o cafeeiro seja plantado adensado, deve-se manter

um afastamento mínimo de 2 metros entre seringueiras e cafeeiros; os renques de seringueira devem ser espaçados entre si de 20 a 25 m ou até 100 m (PEREIRA et al., 1998).

2.6 Introdução de espécies arbóreas

Segundo Ventorim (1971) o conceito comum de introdução de espécie introduzida é quando ela provém de um país estrangeiro. Entretanto, considera-se como espécie introduzida aquela que se cultiva fora de seus limites naturais, ainda que dentro de um mesmo país, estado ou município.

A informação de espécies florestais utilizadas na implantação de renques ainda é insuficiente, devido á falta de estudos de caso nesta área de sistemas agroflorestais. Segundo Macedo (1991) o ideal na indicação das espécies, é colocar cada uma nos lugares mais apropriados, por isto é necessário trabalhar com mais cautela, evitando colocá-las em situações marginais ou inadequadas para evitar baixa sobrevivência das espécies, a ocorrência de doenças e ataque de insetos. Além disso, é muito importante conhecer as condições ambientais para determinar o grau de adaptabilidade das espécies envolvidas.

Para os estudos de introdução de espécies é comum fazer provas de espécies através de testes onde as árvores são submetidas a verificar o seu comportamento no sítio onde se deseja reflorestar tendo com objetivo principal, encontrar espécies florestais que ofereçam o máximo benefício para o país ou região de introdução (VENTORIM, 1971).

Segundo Vasquez (2001) a seleção de espécies para programas de reflorestamento exige observar o comportamento das diferentes espécies de interesse com o fim de selecionar as melhores plantas para os objetivos propostos. Por tanto, os ensaios de adaptabilidade de espécies têm como fim

apresentar informação sobre espécies a plantar, sítios adequados, espaçamento de plantio e manutenção para se obter os produtos desejados.

Os ensaios de adaptação consistem em colocar as espécies em um sítio com condições similares ou parecidas com o seu local de origem, com manejo artificial para conhecer sua resposta a essas condições e mediante um processo sequencial, eliminando aquelas espécies que não proporcionem bons resultados.

Estes ensaios iniciam com um número grande de espécies possíveis colocadas em parcelas pequenas, até obter por seleção um número de espécies prováveis com uma máxima capacidade de adaptabilidade às condições do sítio e manejo silvicultural aplicado. O processo de seleção contém uma série de fases chamadas e/ou denominadas fase arvoreto (plantio a estudar), fase eliminatória, fase de prova, fase de comprovação e fase piloto.

2.7 Influência dos fatores climáticos

A maioria dos ecossistemas tropicais apresenta grande heterogeneidade de fatores ecológicos, desde margens dos cursos de água até as áreas altas nos topos de morros e montanhas. A grande variação topográfica e altitudinal no território, com as mais variadas extensões e sob influência de uma ampla gama de variáveis ambientais, resultando em ecossistemas com flora muito variada quanto à composição e estrutura (MARTINS, 2010), razão pela qual a escolha de espécies arbóreas regionais é importante, pois tais espécies já estão adaptadas às condições ecológicas locais.

A distribuição das espécies vegetais na terra esta condicionada, em primeiro lugar, aos fatores climáticos e, em segundo, aos edáficos, visto que as precipitações anuais e amplitudes térmicas determinam esta distribuição (MACEDO, 1991).

Da temperatura dependem todos os processos biológicos e bioquímicos, a temperatura média anual, e os limites de variação no ciclo anual representam importantes fatores para a precipitação. Existem espécies que requerem grandes variações térmicas entre as estações opostas, ou seja, invernos frios e verões quentes, outras preferem temperaturas elevadas tanto nos invernos como nos verões. Introduções de espécies podem ser feitas através de vários sistemas de classificação, como as zonas de vida proposta por Holdridge (1967).

2.8 Influência de fatores edáficos

Na fase inicial de desenvolvimento das espécies selecionadas, a estrutura do solo afeta a retenção e circulação da água, aeração, fertilidade e a penetração das raízes. As texturas dos solos variam entre argilas duras e areias grossas; as argilas intermédias são geralmente mais favoráveis ao crescimento das árvores. Os solos com alto conteúdo de areia são normalmente inférteis e muito drenados. As espécies utilizadas neste caso correspondem as que crescem em terras baixas da faixa tropical na Colômbia, onde crescem espécies como *Pinus caribea* (VASQUEZ, 2001).

Em contraste com solos argilosos, que são mais férteis, frequentemente tem uma drenagem mais pobre, em que muitas vezes inundam-se, embora os melhores solos sejam argilosos com boa drenagem interna.

A fertilidade de solos com altos níveis de nutrientes no campo florestal não têm tanta importância, como na agricultura, pois as demandas nutricionais da maioria das espécies florestais são moderadas, embora existam algumas diferenças, por exemplo, as araucárias necessitam de solos mais férteis que os pinus. Da mesma forma a teca (*Tectona grandis*) precisa de mais nutrientes que a *Gmelina arborea* (VASQUEZ, 2001).

2.9 Projeto de renques no estado de Quindío, Colômbia

A corporação Autônoma Regional do Estado do Quindío (CRQ), autoridade ambiental, realizou a implantação de renques em diferentes propriedades do estado, visando à incorporação do componente florestal aos sistemas agrícolas e pecuários, por meio de plantios diversificados em linhas usando espécies arbóreas de adaptação na região, para o projeto denominado “Recuperação de coberturas vegetais em ecossistemas prioritários pela regulação hídrica no Estado do Quindío” (CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO - CRQ, 2013).

A implantação das espécies foi realizada de acordo as experiências do órgão ambiental da região, baseado em projetos de implantação realizados anteriormente. Portanto, torna-se necessário que se conheça o desenvolvimento das espécies arbóreas em consórcio com cultivos agrícolas após o plantio nas propriedades rurais do Estado do Quindío.

Segundo Galvão (2000) o sistema agroflorestal implantado nas propriedades avaliadas neste experimento, pode ser tipificado como um plantio de proteção em cercas vivas, quebra-ventos ou barreiras vivas, o que vai depender do objetivo do consórcio das árvores com a cultura agrícola.

As espécies plantadas foram selecionadas segundo a experiência dos engenheiros florestais da Corporação Autônoma Regional do Quindio (CRQ), técnicos de campo dos projetos florestais da CRQ e da federação de cafeicultores da Colômbia, e revisão dos documentos de projetos anteriores executados na região por instituições do governo do Quindio.

Foi feita também uma pesquisa dos inventários das mudas dos viveiros florestais públicos e privados que produzem mudas de espécies nativas e introduzidas de ocorrência na região, e também se considerou que as espécies deveriam ser conhecidas dos agricultores e proprietários das fazendas (Tabela

1). Pois, nesse caso, estariam mais familiarizados com o manejo das mesmas. Considerando-se esses critérios, selecionaram-se para a implantação nas propriedades rurais as seguintes espécies:

Tabela 1 Espécies arbóreas plantadas nos renques

Nome Comum (Brasil)	Nome Comum (Colômbia)	Nome científico
Jacaranda	Gualanday	<i>Jacaranda caucana</i> (Pittier)
Amarelinho	Chicala	<i>Tecoma stans</i> (Juss.)
Ipê-amarelo	Guyacan amarillo	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.)
Tulipeira	Tulipan africano	<i>Spathodea campanulata</i> (P. Beauv)
Pau santo	Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.)
Mogno	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> (King)
Cedro rosa	Cedro rosado	<i>Cedrela odorata</i> (Ruiz & Pav.)
NE	Guayacan de manizales	<i>Lafoensia speciosa</i> (Kunth)
Não conhecido	Mestizo	<i>Cupania americana</i> (Gaertn.)
Inga	Guamo	<i>Inga edulis</i> (Mart.)
NE	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i> (Triana ex Micheli)
Paricá	Tambor	<i>Schizolobium parahyba</i> (Linn.)
Ipê-roxo	Guayacan rosado	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.)
Louro	Nogal cafeiteiro	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)

NE = Não existe

Fonte: CRQ (2013).

2.10 Descrição das espécies

a) JACARANDA - GUALANDAY (*Jacaranda caucana* Pittier)

Família: Bignoniaceae

Descrição: árvore que pode chegar até 20 metros de altura e 60 centímetros de diâmetro, pode se adaptar a altitudes de 0 a 1.500 metros, habita em locais onde a temperatura média gira em torno 21 °C e precipitação de 1000 a 2000 mm.ano⁻¹. Podem tolerar secas, exigem bastante luz, se desenvolvem em solos preferivelmente profundos, drenados, tolera sítios úmidos, requer solos de textura franca argilosa ou argilosa. Suporta solos ácidos e pobres. Além disso, não tem reportado pragas ou doenças que causam danos econômicos, forma da copa rala.

Ocorrência: o gênero jacaranda têm muitas espécies de ocorrência nativa das Américas desde o México até Argentina.

Usos: sua madeira possui densidade de 0.58 g.cm⁻³, madeira medianamente pesada e muito durável, usada para construções, postes, elaboração de chapas decorativas, ornamental e controle de erosão (TRUJILLO, 2014a).

b) AMARELINHO - CHICALA (*Tecoma stans* Juss.)

Família: Bignoniaceae

Descrição: é uma árvore ornamental de cinco a sete metros de altura, adequada para o plantio em parques e jardins, além disso, é também uma espécie subespontânea em algumas regiões do Brasil, onde é considerada planta daninha de pastagem (LORENZI et al., 2003).

Ocorrência: nativa das Américas e Antilhas, no Brasil foi introduzida para fins ornamentais, mas tornou-se uma espécie invasora de áreas degradadas e pastagens na região sul.

A árvore *Tecoma stans* apresenta rápida disseminação espontânea, produz anualmente grande quantidade de sementes, facilitando sua multiplicação. Mudanças espontâneas são encontradas nas proximidades de plantas adultas (LORENZI et al., 2003). Sua reprodução se dá por sementes e por

pedaços de caules e raízes, apresentando crescimento vigoroso e brotação rápida e intensa, é uma árvore de fácil cultivo. Além disso, pode-se adaptar a diferentes climas e requer exposição direta ao sol.

Usos: Ornamental, cercas vivas (estratificadas) e de conservação.

c) IPÊ AMARELO - GUAYACAN AMARILLO (*Handroanthus chrysanthus* Jacq.)

Família: Bignoniaceae

Descrição: pode atingir de 4 a 10 metros de altura, possui tronco de 30 a 40 cm de diâmetro, ramos novos e pecíolos cobertos por densa pubescência ferrugínea, folhas compostas latifoliadas. É uma planta decídua, heliófila, produz anualmente grande quantidade de sementes, amplamente disseminadas pelo vento.

Ocorrência: é amplamente distribuída nos trópicos americanos, desde México até Argentina. Na Colômbia foi registrada nos estados de Amazonas, Bolívar, Cesar, Chocó, Córdoba, Guaviare, Magdalena e Tolima.

Usos: madeira para obras externas, como postes, construção civil, a árvore é ornamental, principalmente quando tem flor, muito plantada nas cidades em praças e ruas (FARFAN, 2012).

d) TULIPEIRA – TULIPAN AFRICANO (*Spathodea campanulata* P. Beauv)

Família: Bignoniácea

Descrição: é uma árvore de rápido crescimento, e que possui efeito ornamental. Seu porte é médio, podendo atingir 24 metros. O seu local de origem é a África, pode-se observar indivíduos isolados com até 30 metros de altura. O tronco apresenta um diâmetro de 30 a 50 cm, a madeira é clara e mole

e a casca fina e suberosa. As folhas são grandes, opostas e são compostas por numerosos folíolos (4 a 19) alongados e oval-lanceolados.

Ocorrência: árvore tipicamente tropical, não se adapta a países de clima frio, se encontra na África e introduzida nas Américas.

Usos: é uma árvore de copa densa e muito rústica, indicada para espaços que requerem árvores de rápido crescimento, como em locais erodidos, parques e jardins públicos, não devem ser plantadas em calçadas ou próximas às construções e tubulações, pois suas raízes são muito agressivas. Sua beleza é evidenciada quando plantada isolada em extensos gramados bem cuidados, apesar de as flores atraírem abelhas e beija-flores, elas são consideradas venenosas para estes e outros animais, por ter compostos tóxicos (FRANCIS, 1990).

e) **PAU SANTO - NACEDERO** (*Trichanthera gigantea* Humb. & Bonpl.)

Família: Acantaceae

Descrição: atinge até 12 m de altura, o caule é ramificado em forma de coroa, seus ramos são claros, quadrados, e seus nós são arredondados. As inflorescências na árvore ficam com tom vermelho escuro; após meio-dia ficam abertas e produzem néctar no período da tarde e noite, atraindo diferentes espécies de morcegos, pássaros e insetos. Os frutos são alongados, de até 2 cm de comprimento, e possuem frutos rígidos, contendo em média duas sementes de até 5 mm de diâmetro.

Ocorrência: conhecido também como cajeto, é uma espécie arbórea natural na América Central, Panamá, Colômbia, Equador, Peru, Venezuela e Guianas e Brasil (SAVON et al., 2006). No Brasil se encontra no estado do Amapá, Pará e Roraima (PROFICE et al., 2015).

Usos: pode ser usada como uma forragem altamente nutritiva para muitas espécies de gado e aves. É comumente usada como cerca viva e, especialmente, para a manutenção e conservação das fontes de água, além de ajudar a recuperar áreas degradadas.

f) MOGNO – CAOBA (*Swietenia macrophylla* King)

Família: Meliaceae

Descrição: altura de 25 a 30 m, com tronco de 50–80 cm de diâmetro. As folhas compostas têm 8 a 10 folíolos, com 8 a 15 cm de comprimento. O fruto é uma cápsula lenhosa deiscente, com sementes aladas, é uma árvore decídua ou semidecídua, heliófila, habita a floresta clímax de terra firme e argilosa. Produz grande número de sementes viáveis. Um quilograma de sementes contém cerca de 2.300 unidades, de viabilidade curta. O crescimento da planta é rápido, podendo atingir 4 m aos 2 anos de idade.

Ocorrência: é nativo de Belize, Bolívia, Brasil, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guiana Francesa, Guatemala, Guiana, Honduras, México, Nicarágua, Panamá, Peru e Venezuela. Cultivada com sucesso no centro-sul do Brasil e no Caribe. A espécie não pode ser plantada em larga escala em monocultura, por serem atacadas pela lagarta *Hypsipyla grandella* Zeller, 1848 (Lepidóptera: Pyralidae), também conhecida como "broca das meliáceas". Lagarta da mariposa *Hypsipyla grandella* que destrói a gema apical do mogno. A extração clandestina do mogno é um importante fator de devastação da floresta amazônica, dado o valor e a demanda pela sua madeira. Atualmente o seu corte é proibido no Brasil, e a tendência em longo prazo é que o seu comércio seja substituído por outras essências, notadamente as que podem ser plantadas.

Usos: a madeira é muito usada e apreciada na produção de móveis pela facilidade com que é trabalhada, pela sua estabilidade e duração, além do seu

aspecto, castanho-avermelhado brilhante depois de polida; é também utilizado na produção de instrumentos musicais pelo seu timbre característico e ressonância sonora, que tendem ao médio-grave, notadamente guitarras e violões, mas, ainda, em alguns tambores percussivos (CARVALHO, 2007b).

g) CEDRO ROSA – CEDRO ROSADO (*Cedrela odorata* Ruiz & Pav)

Família: Meliaceae

Descrição: é uma árvore de grande porte (30-35 m de altura), de crescimento rápido, propagada tanto por semente como por estaca e com belíssima folhagem, distinta das demais árvores quando observada à distância.

Ocorrência: em toda Amazônia (Colômbia, Equador, Peru, Bolívia, Brasil, Venezuela). A espécie prefere solos profundos e úmidos. Na Amazônia encontra-se em solos argilosos nas terras firmes e também em solos arenosos. A semente pode ser viável até seis meses e a germinação ocorre no período de 5 a 20 dias. Como espécie heliófila tardia, a planta necessita de luz, e deve ser plantada em pleno sol.

Usos: possui madeira muito resistente, moderadamente pesada (0,40 g/cm³ a 0,60 g/cm³); cerne variando do castanho-claro ao bege-rosado-escuro e ao castanho-avermelhado, um tanto demarcado do alburno róseo-pálido; lustre mediano a elevado, com reflexos dourados. Por ser uma madeira que possui diversas cores, é muito utilizada em marcenaria, caixotaria, compensados, esquadrias, obras internas, carpintaria, caixas de charutos, tabuados e embarcações leves (LOCATÉLLI; MACEDO; VIEIRA, 2006).

h) GUAYACAN DE MANIZALES (*Lafoensia speciosa* Kunth)**Família:** Lythraceae

Descrição: é uma árvore de crescimento lento, chegando a 15 m de altura e 20 cm de DAP, têm uma coroa oval e folhagem verde brilhante. As folhas possuem 10 centímetros de comprimento; suas folhas são vermelhas quando murcham e apresentam bordas lisas, pecíolo curto, nervuras ligeiramente marcadas. Os frutos são arredondados, cápsulas avermelhadas de 4 cm de diâmetro, com várias sementes aladas (NIETO; RODRIGUEZ, 2014).

Ocorrência: cresce em altitudes entre 1.300 e 2.900 m, com uma temperatura média de 12 a 24 °C e precipitação anual de 500-2.000 mm. A espécie exige solos férteis, bem drenados e úmidos. Ela cresce em zonas de floresta tropical seca (bs-T), floresta úmida pré-montanhosa (bh-PM), e floresta úmida montanhosa baixa (bh-MB) (TRUJILLO, 2014b).

Usos: principalmente usada como planta ornamental. Por outro lado, também ajuda a proteger as margens de rios. As árvores quando jovens são sensíveis a geadas; em épocas de seca, as árvores jovens se desfolham. É muito exigente em cuidados em zonas urbanas, pois sofre ataques de ácaros, que sugam a seiva (NIETO; RODRIGUEZ, 2014).

i) MESTIZO (*Cupania americana* Gaertn.)**Família:** Sapindaceae

Descrição: árvore de até 20 m, casca de cor vermelha, madeira leve, com folhas e raques pubescentes no início do seu desenvolvimento, possui inflorescência em cápsula; folhas de 20-40 cm e pecíolos grossos com 2-6 cm; folhas coriáceas de borda ovalado, arredondado no ápice, serrilhado, piloso na superfície inferior, possui flores brancas de 3 mm de largura e suas sementes são de cor preta.

Ocorrência: Têm-se documentado em Cuba, Jamaica, Porto Rico, Martinica, Barbados, Trinidad e Tobago, Venezuela, Colômbia e Brasil. Não são documentados plantios fora da sua distribuição natural. No Brasil tem ocorrência só no estado de Roraima (SOMER; FERRUCCI; RODRIGUEZ, 2015).

Usos: a madeira é atraente e parece ser muito forte. Embora o tamanho médio das árvores seja menor, a madeira pode ser usada para a fabricação de móveis e artesanato; tem sido sugerido o seu uso como uma árvore ornamental e de sombra. As folhas são usadas em fitoterapia para controlar a dor, e as sementes são usadas para tratar diarreia (FRANCIS, 1991).

j) INGÁ-CIPÓ - GUAMO (*Inga edulis* Mart.)

Família: Mimosaceae

Descrição: é uma leguminosa arbórea da subfamília mimosóidea, nativa da América Tropical, e amplamente cultivada pela população local.

Usos: é plantado pelo seu fruto comestível, dá boa lenha e produz sombra e recentemente vem sendo usado como componente agroflorestal (CALLE; SADEGHIAN; SIAVOSH, 2005).

Ocorrência: amplamente distribuída e cultivada na América do Sul e América Central. A espécie possui muitos nomes vulgares mostrando a sua importância para a população.

k) CHACHAFRUTO (*Erythrina edulis* Triana ex Micheli)

Família: Fabaceae

Descrição: a árvore chachafruto tem altura média de 8 metros e um diâmetro de caule de 24 cm, tem espinhos nas ramas, em árvores jovens, também no caule.

Folhas são compostas, têm espinhos nos pecíolos e nervura, sua flor possui cor vermelha em inflorescências de até 45 cm de comprimento. Cada

racimo pode ter até 190 flores visitadas comumente por aves e abelhas. Os frutos são legumes de 32 cm, com média de 6 sementes, o número de frutos por quilograma é de 7 a 8. Em relação ao fruto total, a casca representa a metade do peso. O número de sementes por quilograma é de até 62.

Ocorrência: a árvore de chachafruto cresce bem e produz frutos em climas temperados e temperados-frios. Pode ser localizado na América Central, Colômbia, Venezuela, Equador, Peru e Bolívia. No Peru cresce em altitudes de 1.500 a 3.000 m, na Colômbia de 1.400 a 2.400, é uma árvore de preferência em áreas úmidas com precipitações superiores a 1.400 mm por ano. Quando é plantado em solos ácidos, deve-se aplicar calcário. A reprodução pode ser feita por semente ou vegetativa por estaca.

Usos: a semente da árvore é muito utilizada para alimentação de humanos e animais, e culturalmente têm muito valor nas comunidades ancestrais (DUARTE, 2002).

D) PARICÁ - TAMBOR (*Schizolobium parahyba* Linn.)

Família: Fabaceae

Descrição: a espécie *S. parahyba* var. *amazonicum* é uma árvore caducifólia de grande porte que ocorre na mata primária de terra firme e várzea alta, e também em florestas secundárias, podendo formar, em algumas regiões, capoeiras com grande dominância mono específica. Na mata, as árvores alcançam 20 a 30 m de altura e diâmetro de até 1,2 m (ROSSI et al., 2001 citados por SOUZA et al., 2003). Possui copa pouco densa com ramificação cimosa, tronco cilíndrico e reto, presença de sapopemas desde a fase jovem, podendo alcançar até 1,5 m de altura em árvores mais velhas. A casca externa é lisa e verde quando jovem, tornando-se cinza-amarelada com manchas brancas quando adulta, com lenticelas e marcas anulares provenientes da cicatriz das folhas.

Ocorrência: a espécie *S. parahyba* têm sua área de ocorrência desde o norte do México até o sul do Brasil, sendo que no Brasil ocorre na Mata Atlântica (floresta pluvial da encosta atlântica) desde a Bahia até o norte do Rio Grande do Sul. Já a *S. parahyba var. amazonicum* têm sua ocorrência restrita à Bacia Amazônica, no Brasil, Bolívia e Venezuela. No Brasil os nomes comuns são: bandarra e pinho-cuiabano (Rondônia e Mato Grosso), paricá (Amazonas e Pará) e paricá-grande (Pará). No restante da América do Sul e América Central, o *Schizolobium sp.* é chamado de pachaco e masachi (Equador), serebo (Bolívia), tambor (Colômbia e Honduras), pachaco e pino blanco de pampa (Peru), judío (México), entre outras denominações locais (CARVALHO, 1994; DUCKE, 1949; GEILFUS, 1989; INIA, 1996; OIMT, 1990; RECORD; HESS, 1943 citados por SOUZA et al., 2003).

Usos: a madeira é leve, com peso úmido de 650 kg/m e peso específico básico a 12% de umidade entre 320 e 400 kg/m (ROSSI et al., 2001 citados por Souza et al., 2003). A cor é branco-palha ou amarelo-pálido com manchas amareladas e rosadas, não havendo distinção entre o alburno e o cerne. A madeira apresenta uso potencial para a fabricação de brinquedos, saltos para calçados, embalagens leves, aerodelismo, pranchetas, caixotaria leve e pesada, embalagens de frutas, obras civis internas como forros e tabuados, palitos de fósforo, lápis e chapas de compensado (SOUZA et al., 2003).

m) IPÊ- ROXO - GUYACAN ROSADO (*Tabebuia rosea* Bertol)

Família: Bignoniaceae

Descrição: árvore de folha caduca de altura entre os 28 e 37 m, de 50 e 100 cm de diâmetro, a árvore têm copa ampla, pode ser cônica ou irregular com folhagem aberta, casca cinzenta escura, escamosa com fissuras verticais, suas folhas são compostas, opostas com cinco folhas, as flores de cor roxa a quase branco, até 8 cm de comprimento e hermafrodita, frutos deiscentes linear

contendo muitas sementes, cor verde escuro quando maduro, têm entre 240 a 300 sementes aladas por vagem.

Ocorrência: é nativa do México, América Central e norte da América do Sul (Brasil, Colômbia, Equador, Peru, Venezuela). Ela cresce em uma variedade de habitats, o que tende a dominar em baixa floresta úmida, mata ciliar e áreas inundadas sazonalmente. Terras agrícolas abandonadas e também ocorrem em floresta seca tropical e floresta de montanha.

Usos: é uma espécie muito importante na América Central cuja madeira possui boa qualidade e alto valor. A madeira é excelente para trabalhar com um acabamento atraente e tem grande variedade de utilizações. Na América do Sul a madeira e casca de *Tabebuia rosea*, juntamente com outras espécies de *Tabebuia sp.*, são usadas em certo número de formulações medicinais como agentes anticâncer, antifúngica e antiviral. Os extratos da casca do caule de *Tabebuia rosea* são utilizados contra os efeitos do veneno de cobra por curandeiros tradicionais. A espécie mostra bom desempenho em plantações e testes de enriquecimento. A espécie é usada em sistemas agroflorestais como sombra e para ornamentação. Além de ter grande potencial para uso em projetos de restauração ecológica em áreas secas (SALAZAR, 1997).

n) LOURO - NOGAL CAFETERO (*Cordia alliodora* Ruiz & Pav)

Família: Boraginaceae

Descrição: árvore decídua na estação seca, embora em algumas localidades as folhas velhas persistam até o lançamento das folhas novas. As árvores maiores atingem dimensões próximas de 45 m de altura e 100 cm de diâmetro na idade adulta. Tronco geralmente cilíndrico, reto e frequentemente desprovido de ramos em 50 % a 60 % da altura total da árvore, mesmo em indivíduos que crescem isolados a céu aberto. Possui raízes tabulares pequenas, embora elas possam alcançar até 1 m a 1,5 m do tronco em solos superficiais. O

sistema radical consiste de raízes longas superficiais espalhando-se lateralmente e, quando as condições são favoráveis, a raiz principal é profunda. As folhas são simples, alternas, elípticas, apresentam pecíolos pilosos de 1 a 2 cm de comprimento, flores hermafroditas, brancas e fortemente perfumadas. Possuem inflorescências em panículas axilares ou terminais vistosas, de 5 a 30 cm de comprimento, fruto de 5 mm de comprimento, com o cálice e corola de cor marrom, as sementes são elipsoides, de 6 mm de comprimento por 2 mm de diâmetro.

Ocorrência: no centro do México, no Estado de Sinaloa. Em Brasil, no estado de Minas Gerais, no Pará até 800 m de altitude, na Chapada Diamantina, na Bahia. Fora do Brasil, atinge 1.400 m na Bolívia, 1.500 m no Equador e até 2.000 m de altitude e na Colômbia (KILLEEN et al., 1993; RANGEL, 1949; ZAPPI et al., 2003 citados por CARVALHO, 2007a).

Usos: usado em sistemas agroflorestais em toda a sua zona de ocorrência, *Cordia alliodora* é muito utilizada em várias modalidades de consórcios agroflorestais, sendo estimado como espécie de sombra em plantações de cafeeiros, chá, cacau e em zonas de pastoreio. Segundo Johnson e Morales (1972), há 1 milhão de hectares com essa espécie, na América tropical, em consórcios agroflorestais que aproveitam árvores de regeneração natural. Podem ter diferentes e variados usos, sendo utilizada na fabricação de papel, e lenha para energia. Sua madeira, depois de serrada, possui muito valor, sendo extensamente utilizada nos trópicos americanos para móveis, marcenaria, em construção civil, naval, interiores, assoalho, laminação, compensado, etc. Outros usos em outros países incluem pontes, pisos, carrocerias de caminhões, remos, dormentes e madeiras para barcos, e chapas decorativas (CARVALHO, 2007a).

2.10.1 Espécies agrícolas consorciadas com espécies arbóreas

Espécies agrícolas que foram consorciadas com os renques de espécies arbóreas implantadas nas propriedades no Estado do Quindío, Colombia

2.10.1.1 Café (*Coffea arabica*) variedade Castillo

O cultivo de cafeeiro no Estado do Quindio se apresenta como a cultura agrícola mais antiga e de maior tradição na região devido às condições edáficas e climáticas que permitem e garantem o desenvolvimento apropriado da espécie nestes agroecossistemas de montanha.

Ao longo dos anos e depois da aparição da doença da roya (*Hemileia vastatrix*) que ameaçou os cultivos de cafeeiros nas Américas, foi criada a variedade Colômbia, resultado do cruzamento da variedade Caturra e do Híbrido de Timor que garantiu uma planta com a capacidade de resistir a esta praga por muitos anos.

Porém, depois apareceu um problema de sanidade nas culturas decorrente de uma doença no fruto do café (DFC) causada pelo fungo *Colletotrichum coffeanum*, o qual gerou incrementos nos custos de manutenção dos cafeeiros pelo uso de produtos químicos no controle de doenças, afetando a sustentabilidade econômica da cultura e causando prejuízos ambientais.

A federação nacional de produtores de café, através do centro nacional de investigações de café (CENICAFE), tem feito estudos de melhoramento genético fazendo o cruzamento do café caturra e do híbrido de Timor – usando a metodologia de seleção em linhas das gerações separadas e subsequentes da progênie (F3, F4, F5). Assim, foram usadas muitas variedades de café chamado Castillo para se adaptarem as diferentes regiões e condições climáticas do país.

A variedade de café Castillo ganhou grande aceitação dos produtores de café na Colômbia por sua grande produtividade e resistência a pragas e doenças, no entanto, é uma variedade que foi recomendada para ser plantado sem sombreamento, o que tem causado a eliminação das árvores dentro das culturas de cafeeiros nos últimos anos.

Neste momento os pesquisadores estudam diferentes arranjos para fazer incorporação de árvores dentro da cultura de cafeeiros aplicando o princípio dos sistemas agroflorestais. Para o caso deste estudo foi utilizado o estabelecimento de plantios em renques em consórcio com o cultivo de cafeeiros (ALVARADO; SUAREZ; GUERRERO, 2005).

2.10.1.2 Banana da terra (*Musa paradisiaca*)

A banana da terra (*Musa paradisiaca*) é uma planta herbácea descrita por Linneo no ano de 1753, pertence à família das Musáceas. A taxonomia do gênero *Musa sp.* é complexa e inclui híbridos que tem originado denominações genéticas muito particulares, normalmente se indicam como *Musa paradisiaca*, há muitas variedades de banana da terra conhecidas, contudo na Colômbia os gêneros mais comuns são o *Horton sp.* e o *Dominico sp.*

O pseudocaule da banana da terra pode medir de 2-5 m, e sua altura pode atingir 8 m com as folhas que são persistentes ou caducas, a forma de suas folhas são oblongo-lanceoladas ou oblongo-ovadas, com flores brancas ou cremosas de 3 a 5 cm de largura. Os frutos são bagas falsas sem sementes, cilíndricos, distribuídos em racimos com 30-70 bananas podem medir de 20-40 cm de comprimento e 4-7 cm de diâmetro (HERNADEZ; VIT, 2009).

A banana da terra é uma planta originária da Ásia e foi levada para América no ano 1516 a partir das ilhas Canarias (INFOAGRO, 2015). Na Colômbia a banana da terra é considerada indispensável nas refeições diárias e

como componente da cultura do cafeeiro. A planta se adapta muito bem nas condições climáticas da região cafeeira, por isto é muito comum haver cultivos de banana da terra em consórcio com cultivos de cafeeiros.

Estabelece-se em plantios homogêneos e também em consórcio em arranjo de renques simples ou duplos, com espaçamentos maiores que 10 metros entre renques. É considerado um cultivo que busca a sustentabilidade economicamente da fazenda, devido que os períodos entre colheitas dos frutos da cultura da banana da terra são curtos e geram um maior fluxo de caixa ao produtor para manter a cultura dos cafeeiros até o momento da colheita, que só acontece duas vezes por ano.

A inclusão de árvores com cultivos de banana da terra é muito usada como quebra ventos para a proteção dos cultivos de banana. Sendo que o vento da região no Estado do Quindío produz danos mecânicos às plantas de banana por queda e retirada ou arrancamento das plantas do solo.

Os plantios de árvores são feitos em fileiras no sentido de cortar a direção dos ventos dominantes para diminuir a sua velocidade ou modificar sua direção, recomenda-se plantar árvores de valor econômico como renda alternativa, além de fornecer condições ecológicas para o fluxo da biodiversidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento está localizado no Estado do Quindío, Colômbia, ao oeste da cordilheira central dos Andes, nos extremos meridional e setentrional a $4^{\circ} 04'$ e $4^{\circ} 44'$ de longitude norte respectivamente, os extremos oriental e ocidental localizam-se a $75^{\circ} 52'$ e $75^{\circ} 24'$. A pesquisa foi realizada em quatro propriedades particulares (Tabela 2), localizadas nos municípios de Armênia, Quimbaya e Córdoba, nas quais foi desenvolvido o projeto denominado “Recuperação de coberturas vegetais em ecossistemas prioritários pela regulação hídrica no Estado do Quindío” (Figura 1).

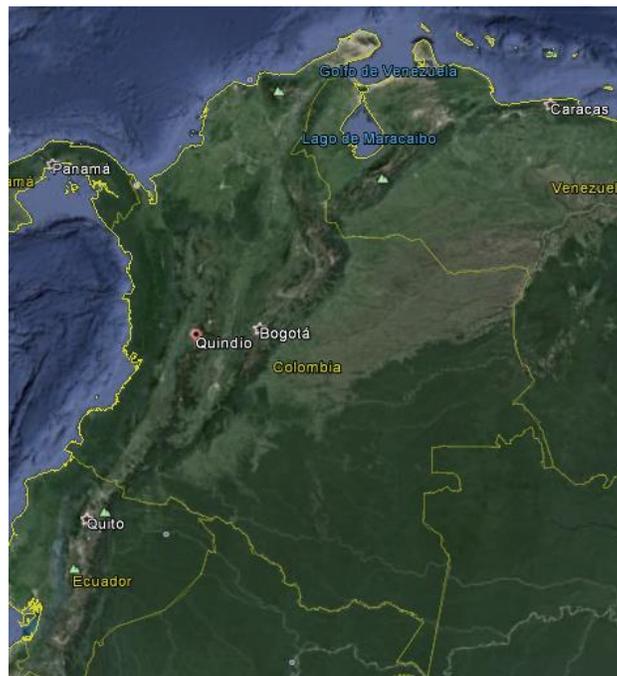


Figura 1 Localização do Estado do Quindío, Colômbia

Fonte: United States of America - USA (2015).

O Estado do Quindío tem 12 municípios nos quais a cultura dos cafeeiros apresenta-se como a principal atividade agrícola. O cultivo de cafeeiros é implantado em regiões de relevo ondulado e de montanha, com condições climáticas temperadas entre 900 a 1800 metros de altitude, conforme a Figura 2.

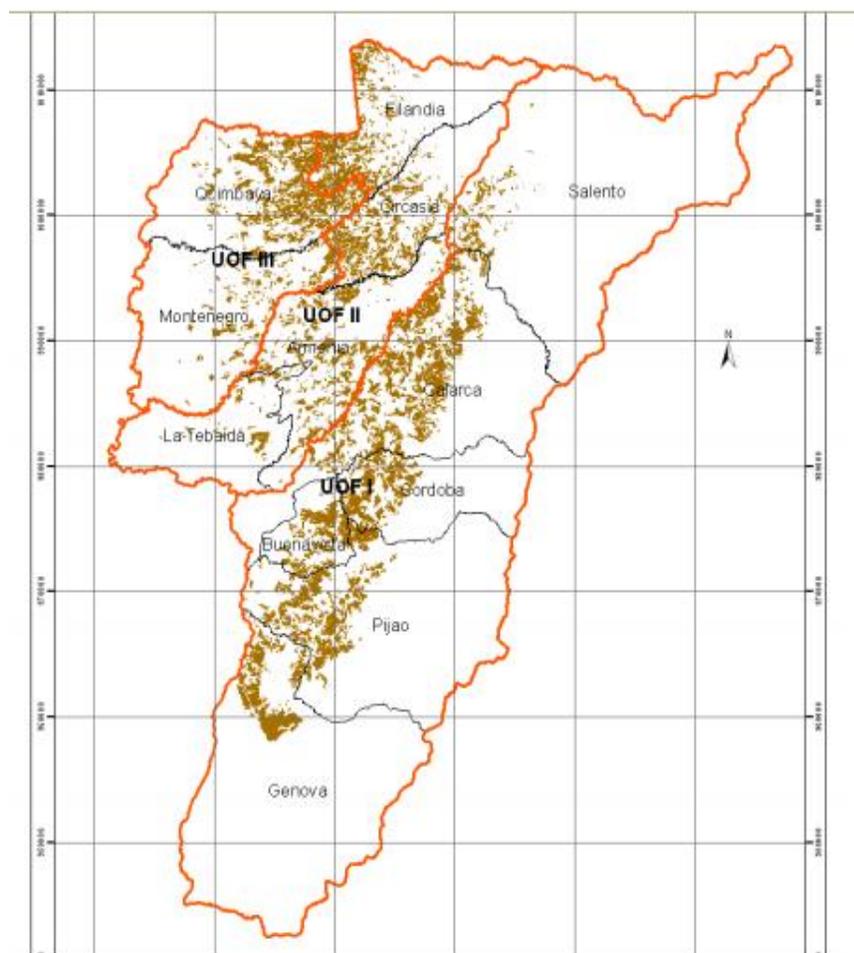


Figura 2 Cultivos de cafeeiros no Estado do Quindío

Fonte: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal - CONIF (2011).

As propriedades onde foram implantados os renques com espécies arbóreas são caracterizados (Tabela 2), segundo sua localização dentro do estado do Quindío, Colômbia.

Tabela 2 Propriedades onde foi avaliado o potencial de estabelecimento de espécies arbóreas em renques no Estado do Quindío, Colômbia

Município	Nome propriedade	Área implantada (ha)	Coordenadas	Altitude
Armênia	Cristales	5,0	N4°27'53" W75°44'96"	1290
Córdoba	El Oasis	4,0	N4°24'30" W75°40'29"	1594
Quimbaya	La Bretanha	9,1	N4°35'52" W75°46'7"	1316
Quimbaya	La perla	5,0	N4°35'13" W75°46'39"	1285
Total		23,1		

Fonte: Localidades do projeto CRQ (2013).

3.2 Descrição das propriedades

Descrição geral do manejo das propriedades onde foram implantados os renques de espécies arbóreas consórciadas com cultivos agrícolas

3.2.1 Propriedade La Perla

Localizada na área rural do município de Quimbaya a 1.285 metros acima do nível do mar, em uma região com relevo ondulado e áreas planas, em área de cultivo de sete hectares de cafeeiros, com nove anos de idade da variedade *Caturra sp.* Foi realizada a reposição gradual com cafeeiro da variedade *Castillo sp.* com espaçamento de 1 x 1 m entre plantas.

No cultivo de cafeeiro *Caturra sp.* é feita poda de renovação (recepa) a cada 3 anos a partir do plantio, sendo que a última poda foi feita no mês de dezembro de 2014. Esta atividade trata-se de poda drástica e objetiva renovar totalmente os ramos da planta, interrompendo a produção da cultura por um ano.

Para os tratos culturais na cultura do cafeeiro e no plantio de renques, realizou-se a roçada com facão e com roçadeira duas vezes por ano, além de uma capina química com herbicida sistêmico a cada ano, e uma limpa manual das plantas trepadeiras dos cafeeiros.

A fertilização foi feita a lanço na área plana, com uma mistura de NPK do produto 17-6-18 na época de chuvas, com uma dose de 70 a 80 gramas por planta a cada quatro meses. No verão, usou-se uma mistura de uréia com água que é aplicado a lanço em toda a área. Para o controle da broca (*Hypothenemus hampei*), foi aplicado o produto Baileton ou Altocien entre os 120 e 180 dias após da floração principal do cafeeiro no ano. Segundo o proprietário a produção de café da fazenda é de 1.725 e 2.070 Kg por hectare.

O plantio das árvores em renques foi estabelecido em duas áreas com diferentes condições. O primeiro renque foi implantado em ladeiras, e o segundo, em uma área plana com as espécies Jacaranda (*Jacaranda caucana*), ipê-amarelo (*Handroanthus chrysanthus*), amarelinho (*Tecoma stans*), cedro rosa (*Cedrela odorata*) guyacan de manizales (*Lafoensia speciosa*), chachafruto (*Erythrina edulis*), paricá (*Schizolobium parahyba*) e louro (*Cordia alliodora*).

3.2.2 Propriedade El Oasis

Localizada na área rural do município de Córdoba, em uma região montanhosa dos Andes a 1594 metros acima do nível do mar, com relevo apresentando áreas íngremes, com quatro hectares de cultivo de cafeeiros da variedade *Castillo sp.* e espaçamentos de 1 x 1,5 metros entre plantas. Os

renques foram plantados em um mesmo local com duas condições diferentes sendo que, uma parte foi plantada juntamente com as plantas de cafeeiro e outra parte, em consórcio de cafeeiro com banana da terra.

Os tratos culturais na cultura de cafeeiros e plantio de renques foram feitos de maneira manual, a roçada foi feita com facão, fazendo-se o coroamento quatro vezes por ano. A capina química com herbicida sistêmico é realizada a cada ano. A fertilização de cobertura nos cafeeiros e foi aplicando o produto com a formulação 25-4-24 com uma dose de 50 gramas por planta com frequência de três vezes ao ano.

O plantio das árvores em renques foi estabelecido em um local cuja topografia contempla apenas áreas de ladeiras. As linhas de plantio foram feitas plantando-se as espécies de forma aleatória, para garantir a heterogeneidade do arranjo, utilizando-se as seguintes espécies: amarelinho (*Tecoma stans*), ipê-amarelo (*Handroanthus chrysanthus*), guayacan de manizales (*Lafoensia speciosa*), mestizo (*Cupania americana*), inga (*Inga edulis*) e louro (*Cordia alliodora*).

3.2.3 Propriedade Cristales

Localizada na área rural do município de Armênia, aos 1.290 metros acima do nível do mar, em uma região com relevo ondulante, mas com áreas planas e íngremes, possui 18 hectares de cultivo de cafeeiro da variedade *Castillo sp.* consorciado com renques de banana da terra (*Mussa spp.*). Os espaçamentos dos cafeeiros são de 1,3 metros entre plantas e 1,5 metros entre as linhas e os renques de banana da terra a cada 12 metros.

No cultivo de cafeeiro foi feita uma poda de renovação (recepa), aos dois anos anteriores ao do estudo. A poda drástica objetivo renovar totalmente os ramos da planta, interrompendo a produção da cultura por um ano. Os tratos

culturais na cultura de cafeeiros e no plantio dos renques, em alguns casos, foram feitos de maneira manual com facão e roçadeira, e realiza-se capina química com herbicida sistêmico a cada dois anos.

A fertilização é feita aplicando-se uma mistura de cloreto de potássio (KCl), fosfato diamônico (DAP) em dose de 100 gramas por planta com uma frequência de quatro vezes por ano. Para o controle da broca (*Hypothenemus hampei*), foi feita aplicação de fentopen e clorpirigos, aos 90 dias após da floração do café.

A produção de café nesta propriedade é de 2.875 Kg por hectare com uma condução adequada do cultivo.

O plantio das árvores em renques foi estabelecido em duas áreas com diferentes condições. O primeiro renque foi implantado na margem de uma estrada de chão, à margem da cultura dos cafeeiros, em uma área relativamente plana, com espécies arbóreas que apresentassem flores mais vistosas como: jacaranda (*Jacaranda caucana*), ipê-amarelo (*Handroanthus chrysanthus*), ipê-roxo (*Tabebuia rosea*) e amarelinho (*Tecoma stans*).

O outro renque foi implantado à margem de um córrego e da cultura dos cafeeiros, cujo solo apresenta alta umidade, plantaram-se as seguintes espécies arbóreas: tulipeira (*Spathodea campanulata*), nacedero (*Trichanthera gigantea*) e algumas plantas de jacaranda (*Jacaranda caucana*).

3.2.4 Propriedade La Bretanha

Localizada na área rural do município de Quimbaya, a 1.316 metros acima do nível do mar, em uma região com relevo ondulado apresentando áreas planas e íngremes. Possui 12 hectares de cultivo de cafeeiros com plantas de quatro meses até 20 anos de idade com diferentes arranjos. As variedades

utilizadas são *Colômbia sp.*, *Caturro sp.* e *Castillo sp.* consorciados com renques de banana da terra (*Mussa spp.*).

Os espaçamentos do cafeeiro são de 1 metro entre plantas x 1,5 metros entre as linhas da variedade *Castillo sp.*, 1 metro entre plantas x 1,8 metros entre linhas da variedade *Caturro sp.* e 1 metro entre plantas x 1 metro entre linhas da variedade *Colômbia sp.* Os espaçamentos dos renques duplos de banana da terra são de 2 metros entre plantas e 10 metros entre os renques.

No cultivo de cafeeiros foram feitas podas de renovação (recepta), a partir de quatro anos após plantio. Esta objetivava renovar totalmente os ramos da planta, interrompendo a produção da cultura por um ano.

Os tratamentos silviculturais na cultura de cafeeiros e no plantio dos renques, em alguns casos, foram feitos de maneira manual, no entanto, na propriedade a roçada é com facão e roçadeira três vezes ao ano, além uma capina química com herbicida sistêmico a cada ano.

A fertilização foi feita aplicando-se uma mistura de quatro partes de ureia para uma parte de fosfato diamônico (DAP) e duas partes de cloreto de potássio (KCl), em dose de 50 gramas por planta com uma frequência de três vezes por ano, segundo as recomendações do estudo de solo e pela assistência técnica do Comitê Departamental de cafeicultores de café.

Para o controle da broca do café (*Hypothenemus hampei*), foram aplicados os produtos fentopen e clorpirigos aos 90 dias após da floração dos cafeeiros. A média da produção de café na fazenda oscila entre 2.855 e 3.220 Kg por hectare com uma condução adequada do cultivo.

O plantio das árvores em renques foi estabelecido em toda a fazenda, em áreas com diferentes condições topográficas. Plantou-se nas margens das estradas que percorrem a propriedade e que servem de limite para o cultivo de cafeeiros e banana da terra, em áreas planas e declivosas, além do plantio nas margens dos leitos de dois córregos que passam pela propriedade.

As espécies plantadas foram: jacaranda (*Jacaranda caucana*), ipê-amarelo (*Handroanthus chrysanthus*), tulipeira (*Spathodea campanulata*), mogno (*Swietenia macrophylla*), guayacan de manizales (*Lafoensia speciosa*) e ipê-roxo (*Tabebuia rosea*).

3.3 Climatologia

O clima do Estado do Quindío é muito variável devido a fatores de latitude, altitude e relevo montanhoso. A distribuição das precipitações é condicionada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), relevo e circulação atmosférica. Os meses de máxima quantidade de precipitação apresentam-se em duas épocas compreendidas entre março e maio, e setembro e novembro conforme com a Figura 3.

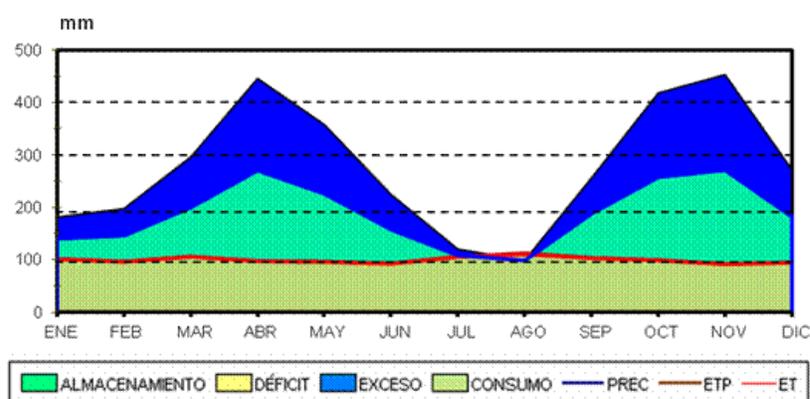


Figura 3 Balanço hídrico do Estado do Quindío

Fonte: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM (2015a).

A temperatura média oscila entre os 18 e 21°C. A região do experimento fica na faixa do clima médio úmido, localizado na área central do Estado, nos municípios de Quimbaya, Montenegro, Circasia, Calarcá, Pijáo e Armênia, ou

seja, a área tipicamente cafeeira. As zonas de altitudes variam de 1.000 a 2.000 m, e ocupam a maior parte do Estado com 56% da área total, com precipitações anuais variáveis apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 Precipitação no Estado do Quindío entre os anos 2011 e 2015

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Anual
2011	78,3	231,7	157,6	448,8	142,8	221,4	201	99,9	199,2	379,3	376,2	423,7	2959,9
2012	356,4	122,4	181,8	313,3	273,4	97,2	72	73,3	68,6	315,3	255,3	176,5	2305,5
2013	41,5	194	238,3	194,1	314,4	78,9	29,1	97,1	162,9	277,7	296	208,9	2132,9
2014	101,1	170,7	223,5	265,7	136,5	80,3	12,3	53,2	119,4	234,7	163,8	129	1690,2
2015	112,9	77,2	286	225,3	73,7	10,6	92,9	93,2	173,1				1144,9
Média	117	135,9	201,7	306,5	198,5	107,5	129,2	108	165,3	298,6	324,6	243,1	2335,8

Fonte: Precipitação da estação do aeroporto de Armênia (IDEAM, 2015b).

O clima do município de Armênia é o temperado-úmido. A média de precipitação anual é de 2.163 mm. Durante o ano as chuvas distribuem-se em dois períodos de seca e duas temporadas chuvosas. Os meses de julho e agosto são os mais secos do ano. As temporadas de chuvas se estendem de março até o início de junho, e a segunda temporada inicia-se no final de setembro até o início de dezembro.

O início do ano apresenta diminuição das chuvas (janeiro e fevereiro), os quais constituem a primeira temporada seca. Nos meses secos, de junho a agosto, em torno 10 dias/mês; nos meses de maiores chuvas pode chover de 18 a 20 dias/mês. A temperatura média é de 21.8 °C. A umidade relativa do ar varia durante o ano entre 76 e 81%, sendo maior na época chuvosa do segundo semestre e menor no meio do ano (IDEAM, 2015a).

No município de Quimbaya, localizado na região oeste do Estado do Quindío, há dois períodos de chuvas bem definidos, um período com menos dias de chuva entre janeiro e fevereiro (10-15 dias/mês), e um segundo período entre

julho e agosto (15-20 dias/mês), os outros meses apresentam mais de 20 dias de chuva, de acordo com relatórios do IDEAM, a variação da precipitação total do município se encontra entre 2.000 e 2.500 mm, tendo assim uma média de 1.770 mm, com 226 dias de chuva por ano (ROMERO, et al., 2006). A temperatura média que se apresenta no município ao longo de todos os meses do ano é devida as diferenças de altitude do departamento, os valores médios variam entre 24–28°C.

Segundo a classificação de zonas de vida de Holdridge (1947) no plano de ordenação e manejo da bacia do rio La Vieja, apresentado na Figura 4, as propriedades denominadas La Bretanha e La perla do município da Quimbaya pertencem á zona de vida floresta úmida pre montana (fh-PM), a propriedade Cristales do município do Armênia pertence a zona de vida floresta muito úmida pre montana (fmu-PM) e Oasis do município de Córdoba pertence a floresta úmida montana baixa (fu-MB) (POMCH Rio La Vieja, CR8-2008).

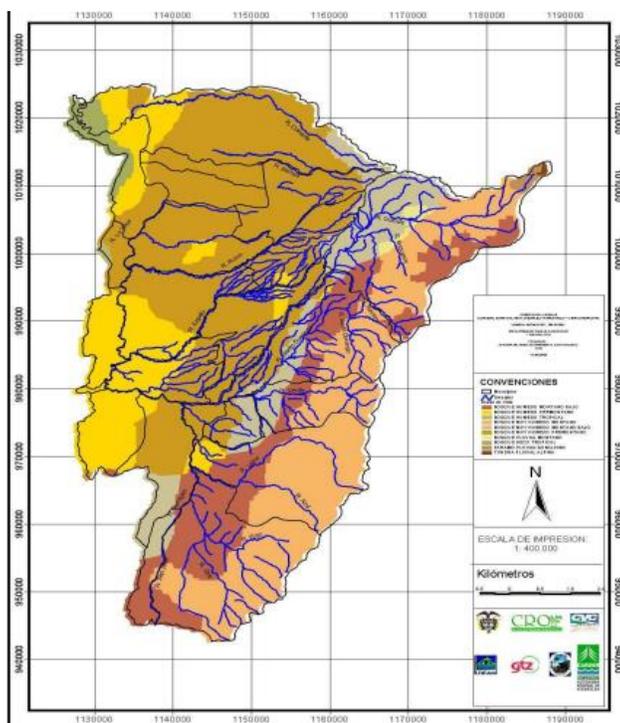


Figura 4 Zonas de vida do Estado do Quindío

Fonte: CRQ (2008).

3.4 Solos

Os solos do Estado do Quindío evoluíram a partir de cinzas vulcânicas. O horizonte A é profundo de cor escuro e textura franca arenosa que descansa sobre o horizonte B, de textura franca arenosa de cor marrom amarelado. São profundos, bem drenados, de moderada fertilidade natural e pH é de forte a moderadamente ácido (DUQUE, 2008).

Os solos derivados de cinzas vulcânicas na Colômbia ocupam quase 10% do território. Estes solos localizam-se nos Estados de Antioquia, Caldas, Risaralda e Quindío no centro do país até os Estados de Tolima, Cauca e Nariño a oeste sul do país (CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION EN CAFÉ -

CENICAFE, 2010). As cinzas vulcânicas são responsáveis pela produção agrícola e riqueza da biodiversidade em ecossistemas terrestres nos plantios de cafeeiros na região andina da Colômbia.

De acordo com a taxonomia USDA (SOIL SURVEY STAFF, 1994 citado por CENICAFE, 2010), os Andisoles constituem solos de propriedades únicas, associados com o tipo de material parental. Uma avaliação geral identifica quatro Andisoles (unidade Chinchiná em Caldas, Fresno, Líbano e Montenegro), um Inceptisol ándico (unidade Chinchiná em Quindío) e um Alfisol (unidade Malabar), da região central da Colômbia.

As propriedades avaliadas neste experimento ficam nos municípios de Armênia, Córdoba e Quimbaya, apresentam solos caracterizados como andisolos localizados na unidade de solo Montenegro.

a) Unidade Montenegro

Material de origem: Cinza vulcânica

Conteúdo pedológico: Typic Hapludands 45% Typic Fulvudands 30%
Typic Melanudands 15% Outros 10%.

O material de origem desses solos é uma cinza vulcânica com um grau médio de evolução, apresenta um horizonte A escuro cuja espessura é superior a 20 cm, que pode ser detectado a olho nu, apresenta minerais de mica branca (moscovita) constituindo uma fonte natural de potássio. São solos pouco estruturados com texturas franco a franco-arenosa, de média a baixa retenção de umidade e suscetíveis à erosão. Abaixo do horizonte A apresenta o horizonte codificado como Bw, no qual se destaca a presença de krotovinas. Em relação às características químicas são detectadas as seguintes tendências:

pH entre 5,5 e 5,8, com tendência a aumentar com a profundidade; conteúdo de matéria orgânica inferior a 7%; baixo teor de potássio (0,6 a 0,27

mg/kg⁻¹ do solo) e níveis intermediários de cálcio (0,9 a 1,4 mg/kg⁻¹) e magnésio (0,2 mg/kg⁻¹).

Ocupa a maior parte dos municípios de Montenegro, Quimbaya, o Tebaida e Arménia entre 1.200 e 1.700 metros acima do nível do mar, apresenta menor extensão nos municípios de Circásia, Filandia, Calarcá, Córdoba e Buenavista.

3.5 Instalação do experimento

Os plantios foram realizados entre abril e julho de 2013, no Estado do Quindío, em quatro propriedades registradas em um projeto da Corporação Autônoma Regional do Quindío. O plantio foi realizado em renques de linhas de árvores nas margens e dentro de cultivos agrícolas de cafeeiros e banana da terra, com espaçamento de 4 x 4 m, conforme é apresentado na Figura 5.

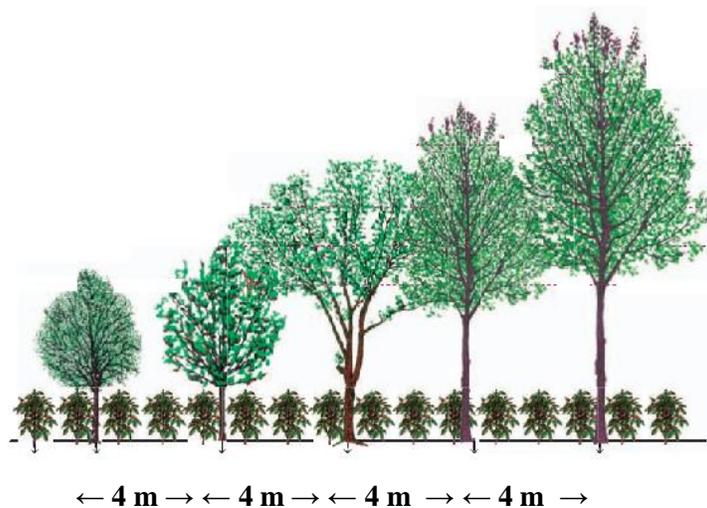


Figura 5 Arranjo do plantio em renques

O plantio foi realizado manualmente com ajuda de ferramentas que são utilizadas normalmente na propriedade, tais como facão, enxada e pá cortadeira. As covas utilizadas foram de 40 cm de profundidade, seguida com plantio das mudas, coroamento, e após um mês do plantio, realizou-se uma adubação de cobertura utilizando NPK (10-30-10), empregando em cada planta 30 g do fertilizante. O replantio foi realizado aos dois meses após o plantio. O coroamento das plantas e aplicação de 40 g de NPK (10-30-10). Também foi realizada aos dois meses após o plantio.

Na Tabela 4, está apresentada a relação das espécies arbóreas e quantidade de mudas plantadas nas quatro propriedades avaliadas neste experimento.

Tabela 4 Descrição quantitativa das espécies avaliadas nas propriedades do Estado do Quindío

Nome Científico	Cristales (CR)	La Bretanha (BR)	El Oasis (OAS)	La Perla (PE)	Total
<i>Jacaranda caucana</i>	35	70		45	150
<i>Tecoma stans</i>	50		30	60	140
<i>Handroanthus chrysanthus</i>	100	200	50	45	395
<i>Spathodea campanulata</i>		60			60
<i>Trichanthera gigantea</i>	50				50
<i>Swietenia macrophylla</i>		70			70
<i>Cedrela odorata</i>		40		30	70
<i>Lafoensia speciosa</i>			30	30	60
<i>Cupania americana</i>			30		30
<i>Inga edulis</i>			40		40
<i>Erythrina edulis</i>				30	30
<i>Schizolobium parahyba</i>				30	30
<i>Tabebuia rósea</i>	75	70			145
<i>Cordia alliodora</i>			50	45	95
TOTAL	310	510	230	315	1365

Fonte: CRQ (2013)

3.5.1 Avaliações dos experimentos

O experimento foi mensurado aos 16 meses após o plantio nas propriedades El Oasis, La Bretanha e Cristales e aos 18 meses na propriedade La Perla, sendo realizadas as avaliações entre os meses de janeiro e fevereiro de 2015.

Nas espécies florestais plantadas avaliou-se a porcentagem de sobrevivência, diâmetro do coleto (DC), diâmetro na altura do peito (DAP), altura das plantas (HT), área de projeção da copa (APC), forma do fuste, índice de doenças (ID), índice de ataque de pragas (IAP), deficiência nutricional (DN) e vigor vegetativo (VV).

3.5.1.1 Porcentagem de sobrevivência (PS)

Para avaliar a sobrevivência foram contadas as plantas vivas e determinada a porcentagem de sobrevivência em relação ao total de plantas de cada espécie nos renques.

3.5.1.2 Altura da planta (H)

A determinação das alturas das plantas nos plantios de renques foi aferida com régua telescópica da base até a parte mais alta da copa da árvore.

3.5.1.3 Diâmetro do fuste

Foram medidos o diâmetro do coleto (DC) e o diâmetro à altura do peito (DAP). Avaliou-se a circunferência com fita métrica com precisão em milímetros, posteriormente transformada a diâmetro.

3.5.1.4 Área de projeção da copa (APC)

Com uma régua graduada em cm, foi medida a projeção média de copa entre plantas na linha de plantio (PCEP), e a sua projeção de copa ortogonalmente a linha de plantio (PECL), e a área de projeção da copa (APC) foi calculada através da fórmula:

$$APC = \frac{(PCEP) \times (PECL) \times \pi}{4}$$

**Nota:* Por se tratarem das primeiras avaliações, não se contemplaram avaliações de volume por planta (m³) e por hectare (m³), área basal por planta (m²) e por hectare (m²), o incremento médio anual do volume por hectare (m³) e o incremento corrente anual do volume por hectare (m³).

3.5.1.5 Forma do fuste

A forma de fuste das espécies se apresenta como uma característica modificável com o crescimento das mesmas, segundo o hábito de crescimento mais definidos em função do grau de adaptabilidade ao ambiente de introdução.

Esta variável foi obtida através da diagnose visual comparativa das árvores segundo o seu desenvolvimento após 16 meses de idade, esta classificação foi realizada qualitativamente da seguinte maneira: fuste reto (R), Bifurcado (B), Quebrado (Q), e inclinado (I).

3.5.1.6 Estado fitossanitário

O levantamento foi avaliado a partir das observações de campo e analisado através do índice de doenças (ID), índice de ataque de pragas (IAP),

deficiência nutricional (DN) e vigor vegetativo (VV) utilizado por Macedo (1991).

3.5.1.7 Índice de doenças (ID)

Através da constatação dos sintomas visuais de manifestação de doenças foliares, como inóculo natural do campo, foi quantificado pelo índice de severidade proposto por Zadoks e Schein (1987), através de notas, dividindo-se em classes de amplitude entre nenhuma doença e máxima quantidade de doença:

- a) **Nota 1** - Muitos sintomas visuais, > que 60% da área foliar;
- b) **Nota 2** - Ocorrência média de sintomas visuais, de 31 a 60 % da área foliar;
- c) **Nota 3** - Poucos sintomas visuais, < 30 % da área foliar;
- d) **Nota 4** - Ausência de doenças.

Quanto maior a nota, menor será a severidade das doenças.

3.5.1.8 Índice de ataque de pragas (IAP)

O índice de ataque de pragas foi quantificado de maneira subjetiva através de notas correspondentes aos graus de resistências proposto por Painter (1951).

- a) **Nota 1** - Alta susceptibilidade. Dano sofrido maior do que a média geral do grupo;
- b) **Nota 2** - Susceptibilidade. Dano igual ao dano médio sofrido pelas demais espécies em confronto;

- c) **Nota 3** - Resistência moderada. Dano um pouco menor que o dano médio sofrido pelas demais espécies em confronto;
- d) **Nota 4** - Alta resistência. Pouco dano comparado com o dano médio sofrido pelas espécies em geral, em igualdade de condições;
- e) **Nota 5** – Imunidade. Considera-se imune quando nunca são consumidos ou injuriados por um determinado inseto.

3.5.1.9 Nível de deficiência nutricional (DN)

O nível de deficiência nutricional foi avaliado pela diagnose visual comparativa. A análise visual subjetiva não tem a preocupação de individualizar e caracterizar os sintomas da deficiência nutricional por elemento mineral, mas sim, diferenciá-los de problemas fitossanitários e, classificá-los segundo o grau de severidade em relação a plantas sem sintomas característicos.

Por tanto adotou-se o critério de notas, correspondentes ao intervalo de variação entre os extremos (máximos e mínimos) da manifestação dos sintomas de deficiências, em relação a plantas sadias.

O quadro sintomatológico comparativo de deficiências de elementos minerais associado a notas foi definido da seguinte maneira:

- a) **Nota 1** - Sintomas muito acentuados caracterizando desnutrição geral.
- b) **Nota 2** - Sintomas acentuados;
- c) **Nota 3** - Sintomas médios;
- d) **Nota 4** - Poucos sintomas;
- e) **Nota 5** - Ausência de sintomas.

Quanto maior a nota, menor a intensidade de sintoma que caracterizara deficiências nutricionais.

3.5.1.10 Vigor vegetativo (VV)

O vigor vegetativo pode ser definido como a soma de todos os atributos das plantas que favorecem o estabelecimento rápido e uniforme de uma população inicial no campo, mesmo sob condições desfavoráveis (MACEDO, 1991).

O vigor vegetativo é determinado pelo genótipo e modificado pelo ambiente, esta relacionado com a capacidade de uma planta para estabelecer-se eficientemente e alcançar um nível de crescimento e desenvolvimento suficientes para manter uma produtividade adequada. É o limite no qual a planta tolera satisfatoriamente uma gama de fatores ambientais. O estudo do vigor representa a relação das espécies frente às interações de genótipo e ambiente.

Foram definidas como o protótipo ideal de máximo vigor aquelas árvores que apresentaram, na media, as seguintes características: altura superior á média da parcela, distribuição e conformação de copa adequada, resistência ao ataque de pragas e doenças, e ausência de sintomas de deficiências nutricionais.

O vigor vegetativo foi definido como a soma dos atributos das plantas avaliados pela diagnose visual neste experimento, índice de doenças (ID), índice de ataque de pragas (IAP) e deficiência nutricional (DN), as quais favorecem ou afetam o desenvolvimento das espécies no estabelecimento de uma população inicial no campo.

$$\text{Vigor vegetativo (VV)} = \sum (\text{IAP}) + (\text{DN}) + (\text{ID})$$

Os resultados estão no intervalo entre 10 e 15, sendo assim quanto maior a nota, maior também foi o vigor da planta.

3.5.2 Delineamento estatístico

Os experimentos para avaliar o potencial de estabelecimento de espécies arbóreas em renques foram implantados em quatro (4) propriedades denominadas El Oasis (OAS), La Perla (PE) Cristales (CR) e La Bretanha (BR), e foram avaliados separadamente conforme os seguintes delineamentos experimentais:

- a) Na propriedade **La Perla (PE)**, delineamento estatístico inteiramente casualizado, composto por oito tratamentos de oito (8) espécies florestais (*Jacaranda caucana*, *Tecoma stans*, *Handroanthus chrysanthus*, *Cedrela odorata*, *Lafoensia speciosa*, *Erythrina edulis*, *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora*), com quatro repetições, com parcelas amostrais constituídas por três plantas uteis.
- b) Na propriedade **El Oasis (OAS)**, delineamento estatístico inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos de cinco (5) espécies florestais (*Handroanthus chrysanthus*, *Lafoensia speciosa*, *Cupania americana*, *Inga edulis* e *Cordia alliodora*), com quatro repetições, com parcelas amostrais constituídas por três plantas uteis.
- c) Na propriedade **Cristales (CR)**, delineamento estatístico inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos de cinco (5) espécies florestais (*Jacaranda caucana*, *Tecoma stans*, *Handroanthus chrysanthus*, *Trichanthera gigantea* e *Tabebuia*

rosea), com cinco repetições, com parcelas amostrais constituídas por cinco plantas uteis.

- d) Na propriedade **La Bretanha (BR)**, delineamento estatístico inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos de cinco (5) espécies florestais (*Jacaranda caucana*, *Handroanthus chrysanthus*, *Spathodea campanulata*, *Swietenia macrophylla* e *Tabebuia rosea*), com cinco repetições, com parcelas amostrais constituídas por quatro plantas uteis.

As parcelas foram compostas pelas linhas de plantio em espaçamento de 4 x 4 metros entre árvores, dispostas no arranjo estrutural de renques.

As espécies florestais foram implantadas nas margens e dentro de cultivos agrícolas de cafeeiros, banana da terra, em uma linha.

Os dados obtidos para a todas as variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância, aplicando-se às médias dos tratamentos os testes de Scott - Knott e Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Foi utilizado o software estatístico de sistema de análise de variância SISVAR (FERREIRA, 2003) e ASISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

3.5.3 Transformação dos dados

Todos os dados experimentais foram submetidos previamente ao teste de Shapiro-Wilk, para se verificar se os erros experimentais apresentavam uma distribuição normal. Para aqueles dados que não atenderam às exigências dos respectivos testes foram testadas transformações de dados adequadas à sua natureza. Para aqueles cujas transformações não foram eficientes, foram analisados por método não paramétrico pelo teste de Kruskal - Wallis.

Foram avaliadas pelo teste de Scott-Knot, as variáveis dendrométricas, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H) e área de projeção da copa (APC), e a sobrevivência.

Na variável de forma de fuste (FF), os dados foram transformados para \sqrt{x} .

Os referentes às variáveis fitossanitárias, índice de doenças (ID), índice de ataque de pragas (IAP), deficiência nutricional (DN) e vigor vegetativo (VV) foram avaliadas pelo teste não paramétrico Kruskal-Wallis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise química e física do solo

As análises químicas dos solos foram realizadas na profundidade de 0-20 cm para verificar a quantidade de nutrientes presentes no solo e observar se interferiram no desenvolvimento dos indivíduos implantados.

A amostragem foi realizada de modo aleatório, tendo uma (1) amostra por propriedade, sendo obrigatoriamente uma amostra composta na profundidade de 0-20 cm na camada superficial. As análises do solo foram feitas pelo Comitê Departamental de Cafeicultores do Quindío e pelo o Laboratório de Solos da Universidade do Quindío.

Foram determinados os teores de potássio, fósforo, alumínio, cálcio, magnésio, teor de matéria orgânica e pH, ou seja, macro nutrientes e micronutrientes mais importantes encontrados no solo (Tabela 5).

4.2 Análise física do solo

A análise física do solo foi realizada unicamente para avaliar a textura do solo em cada uma das propriedades. Os resultados dos estudos do solo das quatro propriedades são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 Análise química e física dos solos das propriedades avaliadas

Prop.	PH	Matéria Orgânica (MO) %	P Ppm	K Meq/100	Ca Meq/100	Mg Meq/100	Al Meq/100	Text.
Cristales	5,6	5,4	46	0,43	4,5	0,50	0,0	Franco arenoso (F, A)
Perla	4,7	6,8	47	0,56	2,84	0,41	1,3	Franco arenoso (F, A)
Oasis	5,5	7,9	33	0,29	6,0	0,8	0,0	Franco arenoso (F, A)
Bretanha	5,4	6,6	24	0,30	2,7	0,3	0,0	Franco (F)
Nível Ideal	4,9-5,6	11,4 -12,6 %	6 -14	0,29-0,41	1,6-2,6	0,5-1,4	<1,1	Franca

Fonte: Laboratório de solos da Universidade do Quindío e laboratório de solos do comitê departamental de cafeicultores do Quindío.

Para interpretar os resultados das análises do solo das propriedades onde foram implantados os plantios do experimento, utilizou-se o guia de interpretação de solos para cafeeiros (ARISTIZABAL; PACHON, 1983), de acordo com a Figura 4. Vale destacar que as recomendações deste guia são para que os proprietários das fazendas usem para corrigir as condições físico-químicas dos solos dos cafezais no Estado do Quindío.

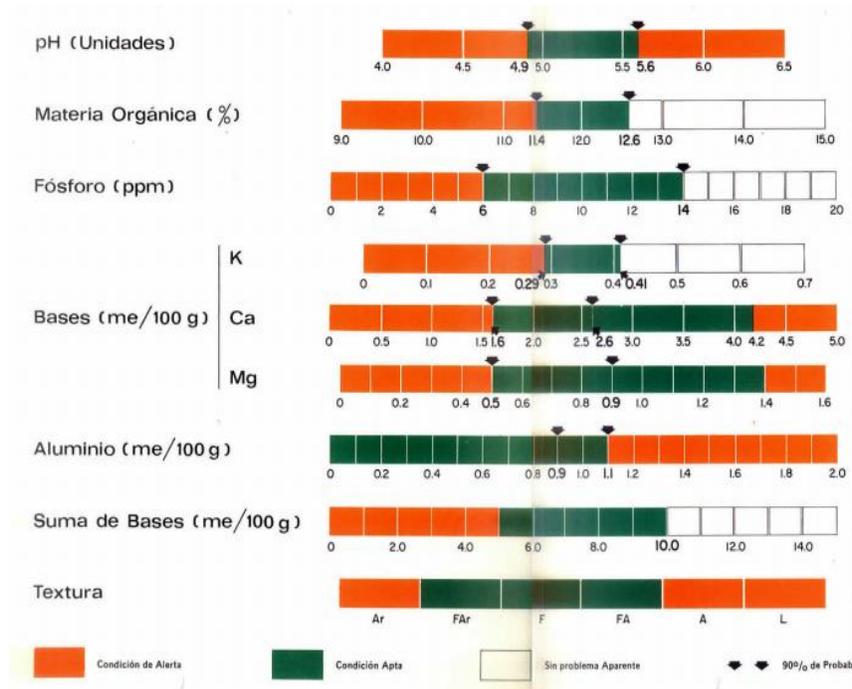


Figura 6 Condições físicas e químicas de solos aptos para cafeeiros
 Fonte: Aristizabal e Pachon (1983) e CENICAFE (2010).

Realizou-se a análise de fertilidade, considerando as propriedades físicas e químicas dos solos para as quatro propriedades, onde se constatou os seguintes resultados:

pH: segundo a classificação o pH ideal no solo está entre 4,9 e 5,6; os resultados das propriedades El Oasis, La Bretanha, e Cristales apresentam pH entre esta variação, o qual é considerado ótimo para o desenvolvimento inicial das mudas. A propriedade La Perla, obteve um valor baixo (4,7), recomendando-se corrigir a acidez do solo com calagem.

Matéria orgânica (MO): segundo a classificação, o nível ideal no solo está entre 11,4 e 12,6%. Todas as propriedades apresentam níveis baixos de matéria orgânica, com valores entre 5,4 e 7,9%. No entanto, para o plantio de

florestas os resultados são razoáveis, pode-se melhorar esta condição aumentando a produção da serapilheira com o plantio das árvores e seu aporte de biomassa, por meio de ciclagem de nutrientes.

P (Fósforo): segundo a classificação, o nível ideal deste macro nutriente no solo está entre 6 e 14 ppm. Todas as propriedades apresentaram bons teores de fósforo no solo, inclusive até acima do nível crítico, exibindo valores entre 24 e 46 ppm, não necessitando de fosfatagem.

K (Potássio): segundo a classificação, o nível ideal deste macro nutriente no solo está entre 0,29 e 0,41 (me/100 gr). Todas as propriedades apresentam teores de potássio suficientes no solo, atingindo valores entre 0,29 e 0,56 (me/100 gr).

Ca (Cálcio): conforme a Figura 6, o nível ideal deste macronutriente no solo está entre 1,6 e 2,6 (me/100 gr). As propriedades apresentaram teores deste mineral com valores entre 2,7 e 6,0 (me/100 gr), disponibilizando teores de cálcio suficientes ao solo, os quais melhoram a absorção de nutrientes das plantas do solo.

Mg (Magnésio): conforme a Figura 6, o nível ideal deste macro nutriente no solo está entre 0,5 e 1,4 (me/100 gr), desta forma as propriedades El Oasis e Cristales apresentaram teores considerados bons de magnésio para ser disponibilizado as plantas, atingindo valores entre 0,5 e 0,8 (me/100 gr). Entretanto, as propriedades La Perla e La Bretanha, apresentaram teores de magnésio abaixo do nível crítico com valores entre 0,3 e 0,41 (me/100 gr), o que indica a necessidade de adição deste mineral para favorecer o desenvolvimento das plantas.

Alumínio (Al): conforme a Figura 6, o teor deste mineral no solo deve ser menor a 1,1 (me/100 gr), de forma que teores maiores são prejudiciais ao crescimento da raiz das mudas e esta definido pelo pH. Nas análises do solo, a propriedade La Perla apresentou um teor de 1,3 (me/100 gr) e um pH baixo, o

que pode ser prejudicial para as plantas, justificando a calagem para diminuir a acidez e melhorar a absorção de nutrientes do solo. As propriedades El Oasis, Cristales e La Bretanha não mostraram a presença deste mineral no solo.

Textura: de modo geral os solos das propriedades El Oasis, Cristales e La Perla apresentaram textura franca arenosa. Na propriedade La Bretanha os solos apresentaram textura franca. De acordo com a Tabela do CENICAFE, as melhores condições físicas do solo encontram-se nos solos francos (franco argiloso, francos, franco arenoso, franco siltosa). Com isso constatou-se que as propriedades avaliadas apresentaram boas condições físicas de solo.

Considerando-se os valores dos níveis críticos proposto por Aristizabal e Pachon (1983), de modo geral, os solos de todas as propriedades aportam boas propriedades químicas e físicas para o desenvolvimento do consórcio de cafeeiros, banana da terra e plantio de árvores em renques.

4.3 Condições climáticas

A análise das condições climáticas do experimento foi realizada tomando como base os dados de precipitação da estação climatológica do aeroporto da cidade de Armênia, no estado do Quindío. Esses dados são referentes ao primeiro ano do plantio, conforme é apresentado na Figura 7.

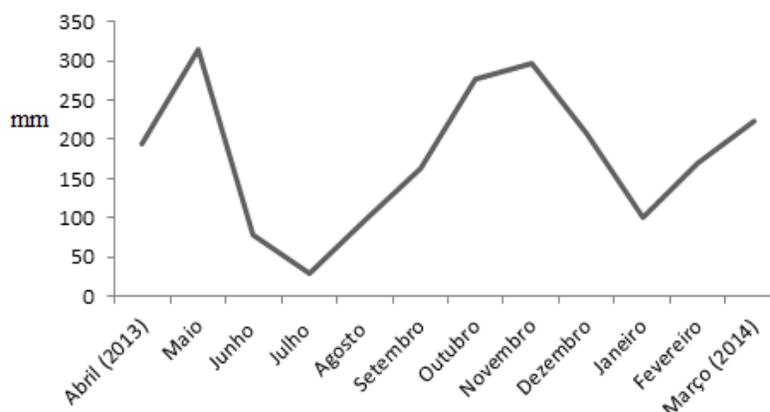


Figura 7 Precipitação mensal do primeiro ano do plantio no Estado do Quindío
 Fonte: Instituto de Hidrologia e estudos ambientais (IDEAM, 2015b).

Comparando-se a precipitação média anual da cidade de Armênia (2.445 mm/ano) e a precipitação apresentada no primeiro ano do experimento (2.154 mm), observa-se que houve diminuição das precipitações no estado do Quindío neste período.

A baixa precipitação apresentada nos primeiros meses após a implantação possivelmente influenciou negativamente o experimento devido ao maior déficit hídrico para o período. Sendo esta fase mais importante para sobrevivência, estabelecimento, crescimento, e desenvolvimento inicial das espécies arbóreas implantadas.

No período em questão, provavelmente, as espécies plantadas tiveram que manifestar, já nos estágios iniciais pós-plantio, as suas máximas potencialidades adaptativas e diferenciativas para enfrentar as condições climáticas adversas, que predominaram na região.

Este período inicial sujeito a deficiência hídrica, provavelmente afetou a disponibilidade de água e nutrientes no perfil do solo, o que pode ter causado baixa sobrevivência em espécies não tolerantes a períodos de seca.

4.4 Avaliações após o plantio na propriedade La Perla

Na propriedade La Perla foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, as variáveis dendrométricas e estado fitossanitário das árvores implantadas.

4.4.1 Sobrevivência

Na Tabela 6 é apresentada a análise de variância da sobrevivência das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Perla, revelando diferença significativa entre os tratamentos da avaliação realizada aos 18 meses de idade do plantio. O resumo da análise do teste Scott-Knott é apresentado na Tabela 7.

Tabela 6 Resumo da análise de variância com os Quadrados Médios para sobrevivência (%) aos 18 meses do plantio na propriedade La Perla

Quadrados médios sobrevivência		
FV	GL	QM
Tratamento	7	45892.290 *
Erro	307	
CV (%)	63.20	
Média geral	59.68	

GL = Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação em % *Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 7 Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia. 2015

Tratamentos	Nome científico	Sobrevivência (%)
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	100 c
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	100 c
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	97,70 c
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	43,30 b
Guayacan de M.	<i>Lafoensia speciosa</i>	46,60 b
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	43,30 b
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	35,50 b
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	21,60 a
Média Geral		59,6

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

De modo geral, as porcentagens de sobrevivência obtidas na propriedade La perla, expressa que as espécies apresentaram comportamento diferenciado às condições edafoclimáticas do local.

Analisando-se a Tabela 7, verifica-se que após 18 meses do plantio, as espécies de crescimento rápido e fuste reto como *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora* e *Jacaranda caucana* apresentaram maior taxa de sobrevivência (100, 100 e 97,7 %, respectivamente). Constatou-se que estas espécies ultrapassaram a altura das plantas de cafeeiros antes que as outras espécies plantadas, diminuindo assim a competição por luz e conferindo rapidamente um sombreamento inicial para os cafeeiros.

Provavelmente é um indicativo que estas espécies apresentam potencialidades de estabelecimento e característica genética específica para adaptação nesta região do Estado do Quindío.

Em um estudo de plantio em renques feito na Costa Rica, Montenegro, Ramirez e Metzler (1997), constataram que a espécie *Cordia alliodora*, obteve 97% de sobrevivência aos 12 meses após do plantio. Na propriedade La Perla a

mesma espécie atingiu 100 % aos 18 meses, constituindo-se em um ótimo resultado para esta espécie.

Os mesmos autores encontraram que *Cedrela odorata*, obteve 100% de sobrevivência aos 12 meses após do plantio, sendo que na região do Quindío o resultado foi de 43,3 % aos 18 meses de idade das árvores. A baixa sobrevivência de espécie *Cedrela odorata* poder ter sido causado pela incidência da praga *Hypsipyla grandella*. Na propriedade, a lagarta foi encontrada em quase todas as árvores plantadas desta espécie.

A espécie *Tecoma stans* apresentou a menor taxa de sobrevivência, provavelmente devido ao sombreamento proporcionado pelas plantas de café à mesma. Sendo que esta espécie é classificada como heliófila e requer exposição direta ao sol (LORENZI et al., 2003).

De modo geral, as porcentagens médias obtidas na propriedade La Perla para todas as espécies foram muito variáveis, sendo que as mudas foram plantadas em consórcio com a cultura de café que apresentavam plantas de dois metros de altura sombreando as árvores plantadas. Isto pode ter causado menores taxas de sobrevivência principalmente em espécies pouco tolerantes ao sombreamento (*Tecoma stans* e *Lafoensia speciosa*).

Segundo Ribeiro (2004) pode-se determinar o potencial de estabelecimento de uma espécie arbórea através da obtenção de porcentagem de sobrevivência.

Na propriedade observou-se infestação de formigas cortadeiras o que pode ter causado baixa sobrevivência da espécie *Lafoensia speciosa* e *Handroanthus chrysanthus*, que são susceptíveis a esta praga e não se recuperam bem após a ocorrência de ataques sucessivos, em curtos períodos de tempo.

Segundo Martins (2010) deve-se realizar uma seleção de espécies que tenham capacidade de sobrevivência em diferentes condições ecológicas,

principalmente quanto ao clima, topografia, o solo do local e a ocorrência de pragas e doenças.

Tabela 8 Resultado de análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		DC	DAP	H	APC	FF (R)	FF (B)
Tratamento	7	202.098*	257.641*	58.949*	300.881*	6294,64	4285,71
Erro	88						
Média	--	9,30	6,79	4,79	6,99	76,04	20,83
CV(%)	--	24,16	26,65	14,62	55,04	50,71	70,3

GL = Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H), área de projeção da copa (APC) e Forma de Fuste (FF) reto (R) e bifurcado (B) (“*” = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F).

4.4.2 Avaliações dendrométricas

O resumo das análises de variância dos dados referentes às variáveis dendrométricas, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H) e área de projeção da copa (APC) e forma de fuste (FF), das espécies arbóreas avaliadas em plantios em renques encontram-se na Tabela 8. Verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as características dendrométricas avaliadas.

4.4.2.1 Diâmetro do coleto (DC)

Os resultados da análise dos dados do teste de médias de diâmetro do coleto (DC) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La perla, são apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Diâmetro do coleto (cm)
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	18,50 c
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	11,67 b
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	8,68 a
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	8,06 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	7,71 a
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	7,16 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	6,92 a
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	5,70 a
Média Geral		9,30

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Observa-se que o crescimento em diâmetro do coleto foi maior nas espécies *Schizolobium parahyba* (18,50 cm), seguidos por *Cordia alliodora* (11,67cm), *Erythrina edulis* (8,68 cm), *Tecoma stans* (8,06 cm), *Cedrela odorata* (7,71 cm), *Jacaranda caucana* (7,16 cm), *Handroanthus chrysanthus* (6,92 cm) e *Lafoensia speciosa* (5,70 cm), respectivamente.

Analisando-se os dados de diâmetro do coleto (Tabela 9), nota-se que as espécies *Schizolobium parahyba* e *Cordia alliodora*, obtiveram elevados valores de crescimento em DC, em relação às outras espécies. Sendo que a espécie *S. parahyba* obteve 9,2 cm acima da média de todas as espécies nesta propriedade.

O desenvolvimento maior de diâmetro do coleto das espécies de rápido crescimento como *S. parahyba* e *C. alliodora*, pode ser explicado devido o local

de plantio das mesmas, ser de solos bons e profundos, propícios para estas espécies de desenvolvimento rápido.

4.4.2.2 Diâmetro à altura do peito (DAP)

Os resultados da análise do teste de médias dos dados de DAP das espécies arbóreas plantadas na propriedade La perla, são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	DAP (cm)
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	17,21 c
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	9,86 b
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	5,30 a
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	5,05 a
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,49 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	4,66 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,16 a
Guayacan M.	<i>Lafoensia speciosa</i>	3,60 a
Média Geral		6,79

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Nota-se que *Schizolobium parahyba* e *Cordia alliodora*, se destacaram com os maiores valores de DAP, enquanto *Handroanthus chrysanthus* e *Lafoensia speciosa* apresentaram menor crescimento.

Os resultados de DAP das espécies *Schizolobium parahyba* e *Cordia alliodora*, comprovam as suas características de espécie florestal de rápido crescimento inicial na fase de estabelecimento do plantio.

Observa-se que a espécie *Schizolobium parahyba* apresentou diferença significativa, com um crescimento do DAP aos 18 meses de 10,42 (cm) superior à média de todas as espécies.

As espécies *Jacaranda caucana*, *Tecoma stans*, *Handroanthus chrysanthus*, *Cedrela odorata*, *Lafoensia speciosa*, *Erythrina edulis* apresentaram crescimento semelhante de DAP, porém, apresentaram diferenças estatísticas com as espécies *S. parahyba* e *C. alliodora*.

Em um estudo, Leles et al. (2003), avaliaram o crescimento e a qualidade do fuste de paricá, aos sete anos de idade, sob três consórcios florestais no Município de Igarapé-Açu (PA), com espaçamento de 4,0 x 1,5 m entre plantas, em três consórcios da seguinte forma: 1) paricá x mogno x breu sucuruba; 2) paricá x teca x jatobá; 3) paricá x sumaúma x pau de balsa.

Os mesmos autores observaram que em todos os consórcios, o paricá foi a espécie que apresentou maior crescimento.

Em um plantio de 2,5 anos de idade em solos com pH entre 7,2 e 7,5, Rossi et al. (2003 citados por SOUZA et al., 2003), obtiveram um DAP médio de 12,3 cm para a espécie paricá.

As análises de fertilidade dos solos da propriedade La Perla demonstraram que a disponibilidade de nutrientes é suficiente para o desenvolvimento das árvores, além da aplicação de fertilizantes feita pelo proprietário na condução do plantio.

4.4.2.3 Altura da planta (H)

Os resultados da análise de teste de médias dos dados de altura (H) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La perla, são apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 Comparações entre as médias de altura (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Altura (m)
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	9,88 e
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	5,64 d
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	4,74 c
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	4,22 b
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,87 b
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	3,58 a
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	3,45 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	2,96 a
Média Geral		4,79

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Nota-se que *Schizolobium parahyba* se destacou com o valor superior de altura, seguido de *Jacaranda caucana*, *Cordia alliodora*, *Tecoma stans* e *Handroanthus chrysanthus* com valores intermediários. Enquanto *Cedrela odorata* e *Erythrina edulis* apresentaram os menores valores de crescimento.

Observa-se que a espécie *Schizolobium parahyba* cresceu 4,99 m a mais da média das outras espécies, o que comprova que na fase de estabelecimento do plantio, esta espécie conseguiu superar rapidamente a competição por luz no consórcio com o cultivo de cafeeiros, garantindo sua sobrevivência.

Verifica-se que a espécie, *Jacaranda caucana* apresentou o segundo valor médio em altura, comparando-se com as outras espécies. O desenvolvimento rápido em altura dessa espécie melhora suas possibilidades de sobrevivência no consórcio.

As espécies *Cedrela odorata*, *Lafoensia speciosa*, *Erythrina edulis*, não apresentaram diferença significativa, porém apresentaram diferenças estatísticas com *Handroanthus chrysanthus* e *Tecoma stans*.

Na avaliação a espécie *Cordia alliodora* atingiu 4,74 m de altura após 18 meses do plantio. Na Costa Rica, Somarriba, Dominguez e Lucas (1996),

observaram que a espécie *Cordia alliodora* em um SAF com cacau, atingiu 6,4 metros de altura total aos dois anos de idade do plantio.

4.4.2.4 Área de projeção da copa (APC)

Os resultados da análise de teste de médias dos dados de projeção de copa (APC) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La perla, são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 Comparações entre as médias de área de projeção da copa das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Área de projeção de copa (m ²)
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	14,48 b
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	13,15 b
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	9,53 b
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	5,08 a
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	3,66 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,30 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	2,89 a
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	1,46 a
Média Geral		6,89

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

A análise de variância de APC revelou diferenças significativas entre as espécies arbóreas plantada na propriedade La Perla (Tabela 12). Nota-se que *Cordia alliodora*, *Schizolobium parahyba* e *Tecoma stans*, se destacaram com os maiores valores respectivamente, e as demais espécies apresentaram os menores valores de área de projeção de copa.

Os resultados de APC da espécie *Cordia alliodora*, indicam que a espécie teria que ser conduzida com formação da copa, para diminuir o

sombreamento aos cafeeiros, no entanto, a espécie possui características de desrama natural, proporcionando menor sombreamento na cultura de cafeeiros.

A espécie *Tecoma stans* apresentou grande desenvolvimento de APC, sendo que esta espécie possui características de bifurcação natural, com copa rala e menor desenvolvimento em altura, e se apresenta como uma espécie de porte médio, formando assim um SAF estratificado com árvores da mesma idade dentro do consórcio com o cultivo de cafeeiros.

Analisando os resultados de APC da para *S. parahyba*, nota-se que esta espécie poderia fornecer sombreamento no cultivo de cafeeiros. Todavia Segundo Botero (2007), *S. parahyba* em espaçamentos menores a sete metros das plantas de cafeeiro causa queda na produção. É uma espécie pioneira típica de Mata Atlântica, que devido ao seu rápido crescimento, pode ser altamente competitiva durante a fase inicial de crescimento.

Verifica-se que a espécie, *J. caucana* apresentou o menor valor de APC e o segundo valor médio. As suas características de crescimento em altura são boas e os resultados de APC foram menores, fornecendo sombreamento moderado no cultivo de cafeeiros. Estas características são ótimas na implantação de SAF's estratificados com diferentes espécies da mesma idade.

Considerando-se o espaçamento inicialmente adotado, com uma área útil de 16 m² por árvore, constatou-se que aos 18 meses, nenhuma das espécies atingiu este limite, o que leva a crer que até esta idade, as espécies ainda não estão sujeitas à máxima competição.

4.4.3 Forma do fuste

Na Tabela 13 são apresentados os resultados do teste Scott-Knott de forma de fuste (FF) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Perla.

Tabela 13 Análise de variância das médias de forma do fuste (%) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamento	Nome científico	Reto (R)	Bifurcado	Quebrada	Inclinado
			(B)	(Q)	(I)
Jacaranda	<i>Jacaranda c.</i>	83,33 b	16,66 a	0,0 a	0,0 a
Amarelinho	<i>Tecoma s.</i>	41,66 a	50,00 b	0,0 a	8,33 ^a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus c.</i>	58,33 a	41,66 b	0,0 a	0,0 a
Cedro rosa	<i>Cedrela o.</i>	83,33 b	8,33 a	8,33 a	0,0 a
Guayacan	<i>Lafoensia s.</i>	83,33 b	16,66 a	0,0 a	0,0 a
Chachafruto	<i>Erythrina e.</i>	50,00 a	33,33 b	0,0 a	16,66 a
Parica	<i>Schizolobium p.</i>	100 b	0,00 a	0,0 a	0,0 a
Louro	<i>Cordia a.</i>	100 b	0,00 a	0,0 a	0,0 a
Médias		74,99	20,83	1,04	3,12

Médias seguidas pelas letras minúsculas nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

Os fustes assumem dimensões e formas diversas, conforme a espécie e o conjunto de ramificações que constituem a copa. É considerada a parte mais valiosa da árvore em relação à madeira que produz, conforme Costa (1980).

Observa-se na Tabela 13, que a característica de forma de fuste reto (R) foi a mais apresentada nas árvores da propriedade La Perla com (74,99 %), seguido da característica de árvores bifurcadas (B) com (20,83 %).

As espécies *Schizolobium parahyba*, *Cordia alliodora*, *Jacaranda caucana*, *Cedrela odorata* e *Lafoensia speciosa* apresentaram valores médios acima de 83,33 % de fuste reto (R). Estas características permitem um desenvolvimento maior da árvore em altura, diminuindo a formação de copas

amplas nas árvores e o sombreamento excessivo no cultivo de cafeeiros, sendo uma característica ótima na implantação de SAF's.

As espécies *Tecoma stans*, *Handroanthus chrysanthus* e *Erythrina edulis* apresentaram valores entre 33,33 e 50,00% de árvores bifurcadas (B), podendo gerar árvores com copas amplas que forneceriam sombreamento no cultivo de cafeeiros. No entanto, é importante conhecer o grau de tolerância ao sombreamento da espécie de cafeeiro plantado e planejar as podas que devem ser feitas nas árvores dentro do consórcio.

4.4.4 Índice de doenças (ID)

Os resultados na análise não paramétrica pelo teste Kruskal-Wallis das médias de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Perla, são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14 Comparações entre as médias de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,00 a
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	4,00 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,00 a
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	4,00 a
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	4,00 a
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	4,00 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	3,91 a
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	3,91 a
Média Geral		3,97

Médias seguidas pelas letras na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% probabilidade.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade não apresentaram diferenças entre as espécies. De um modo geral, a ausência de

sintomas de doenças foliares, demonstra que o estado fitossanitário das espécies avaliadas foi ótimo.

4.4.5 Índice de ataque de pragas (IAP)

Os resultados da análise não paramétrica pelo teste Kruskal-Wallis das médias de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Perla, são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15 Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	4,91 b
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	4,66 b
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	4,58 ab
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,16 ab
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	4,00 ab
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,25 ab
Guayacan M.	<i>Lafoensia speciosa</i>	2,91 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	2,83 a
Média Geral		3,91

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% probabilidade.

As espécies *Cedrela odorata* e *Lafoensia speciosa* demonstraram menor índice de resistência ao ataque de pragas florestais. Na época de avaliação no campo constatou-se a presença ou a evidencia de ataques de formigas cortadeiras e de *Hypsipyla grandella*, que provavelmente gerou a variabilidade estatística dentro dos tratamentos, conseqüentemente no desenvolvimento das espécies plantadas.

A espécie *Cedrela odorata* obteve o menor valor de resistência a insetos (2,83) devido à alta incidência da praga *Hypsipyla grandella*, que é um inseto

que em estado de larva causa dano no broto terminal da planta interrompendo o crescimento e deformando a arquitetura da planta.

Em um estudo desenvolvido na Costa Rica, Nehring (2012), demonstrou que 99% dos produtores de café entrevistados disseram que seu maior problema com cedro e mogno, ocorreram na fase inicial de crescimento das mudas, as quais foram fortemente atacadas por *Hypsipyla grandella*.

O mesmo autor calculou que o potencial produtivo do *Cedrela odorata* em cultura de cafeeiros, poderia alcançar mais de $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ($3,33 \text{ m}^3 / \text{ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), aos 30 anos de idade, dependendo da densidade de plantio e o manejo silvicultural, demonstrando ser uma espécie florestal com elevado potencial de utilização em SAF com cafeeiros.

As observações em campo revelaram às espécies *Lafoensia speciosa*, *Cordia alliodora*, *Schizolobium parahyba*, *Jacaranda caucana*, *Handroanthus chrysanthus* sofreram ataques de formigas cortadeiras, porém apresentaram diferença nos índices de resistência aos ataques.

As espécies *Lafoensia speciosa* (2,91) e *Handroanthus chrysanthus* (3,21), foram as espécies que apresentaram maior susceptibilidade ao ataque da formiga cortadeira, apresentando baixa resistência a esta praga.

As espécies *Schizolobium parahyba* (4,0) e *Jacaranda caucana* (4,16), apresentaram evidências de ataque da formiga cortadeira, porém as árvores apresentaram resistência a esta praga demonstrado no ótimo desenvolvimento em altura, DAP e sobrevivência.

As espécies *Tecoma stans* (4,91) *Cordia alliodora* (4,66) e *Erythrina edulis* (4,58), obtiveram os escores mais altos da análise de (IAP) sendo que no campo, constatou-se pouco ou nenhum ataque de pragas nas árvores plantadas, evidenciando-se resistência às pragas florestais nesta propriedade.

4.4.6 Deficiência nutricional (DN)

Os resultados da análise não paramétrica pelo teste Kruskal-Wallis das médias de deficiência nutricional (DN) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Perla, são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 Comparações entre as médias da deficiência nutricional das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	5,00 a
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,91 a
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	4,91 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,91 a
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	4,91 a
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	4,83 a
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	4,83 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	4,75 a
Média Geral		4,88

Médias seguidas pelas letras na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% probabilidade.

Na época de avaliação, os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, revelaram efeitos não significativos para os índices da deficiência nutricional das espécies arbóreas da propriedade La Perla, conforme apresentado na Tabela 16.

De um modo geral, a ausência de sintomas da deficiência nutricional observado no campo, demonstrou que as espécies avaliadas apresentavam vigor característico do seu estágio de crescimento, após da avaliação aos 18 meses do plantio.

Considerando-se os valores dos níveis críticos proposto por Aristizabal e Pachon (1983), pode-se considerar que os valores encontrados para fósforo e potássio na propriedade La Perla são adequados e suficientes para a implantação

e condução do consórcio de cafeeiros, banana da terra e o plantio de árvores em renques.

Entretanto o pH obteve um valor menor (4,7), caracterizando solos com características ácidas, e a presença de alumínio, com teor de 1,3 alumínio (me/100 gr), que pode ser prejudicial para o crescimento das árvores, recomenda-se corrigir esta constatação, com aplicação de calcário.

4.4.7 Vigor vegetativo (VV)

Os resultados da análise não paramétrica pelo teste Kruskal-Wallis das médias de vigor vegetativo (VV) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Perla, são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 Comparações entre as médias do vigor vegetativo das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La perla do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia. 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	13,83 c
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	13,50 bc
Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>	13,41 abc
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	13,08 abc
Parica	<i>Schizolobium parahyba</i>	13,00 abc
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	12,16 abc
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	11,75 ab
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	11,50 a
Média Geral		12,78

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% probabilidade.

A análise do vigor vegetativo acusou diferenças significativas entre as espécies *Tecoma stans* e *Cedrela odorata* unicamente.

Considerando-se a escala de índices de vigor vegetativo proposta, espécie *T. stans*, se destacou com “ Bom vigor ”, enquanto as espécies *C.*

alliodora e *S. parahyba*, *H. chrysanthus*, *L. speciosa* e *J. caucana*, *E.edulis*, apresentaram-se com “vigor médio” e a espécie *C. odorata*, apresentou-se com “vigor baixo”.

4.5 Avaliações após o plantio na propriedade El Oasis

Na propriedade Oasis foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, as variáveis dendrométricas e estado fitossanitário das árvores implantadas.

4.5.1 Sobrevivência

Na Tabela 18 é apresentada a análise de variância da sobrevivência das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, revelando diferença significativa entre os tratamentos da avaliação realizada aos 16 meses de idade do plantio. O resumo da análise do teste Scott-Knott é apresentado na Tabela 19.

Tabela 18 Resumo da análise de variância com os Quadrados médios para sobrevivência (%) aos 16 meses do plantio na propriedade Oasis

Quadrados médios sobrevivência		
FV	GL	QM
Tratamento	5	9776.811*
Erro	224	
CV (%) = 85,65		
Média geral = 53,47	Número de observações	230

GL = Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação em % *Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 19 Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Sobrevivência (%)
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	73,30 b
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	72,00 b
Guayacan de M.	<i>Lafoensia speciosa</i>	50,00 a
Inga	<i>Inga edulis</i>	45,00 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	44,00 a
Média Geral		53,47

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

De modo geral, as porcentagens de sobrevivência obtidas na propriedade El Oasis, expressa que as espécies apresentaram comportamento diferenciado às condições edafoclimáticas do local.

Após 16 meses do plantio as espécies *Cupania americana* (73,3%) e *Cordia alliodora* (72%) apresentaram maior taxa de sobrevivência, demonstrando boa adaptação às condições de competição com as culturas agrícolas, demonstrando potencialidades genéticas específicas para adaptação nesta região do Estado do Quindío.

Na avaliação a espécie *C. alliodora* obteve, 72% de sobrevivência, em um estudo feito na Costa Rica, Somarriba, Dominguez e Lucas (1996), para a mesma espécie em um SAF com cacau, obtiveram como resultado uma sobrevivência de 59 % aos dois anos de idade do plantio.

Em um estudo feito no Equador por Torres (2005), a espécie *C. alliodora* estava presente em 82% das propriedades agrícolas com uma média de 190 árvores/ha. A espécie é dominante e espontânea, formando um estrato visível no sistema, favorecido por seu rápido crescimento.

As espécies *Handroanthus chrysanthus* e *Lafoensia speciosa* apresentaram baixa sobrevivência, possivelmente devido à incidência da formiga

cortadeira e ainda possivelmente porque algumas árvores foram cortadas na limpeza dos cafeeiros.

Observaram-se alguns indivíduos de *Inga edulis* cortadas com facão por parte dos trabalhadores na capina no cafeeiro, constituindo uma condução inadequada do consórcio das árvores com a cultura agrícola.

4.5.2 Avaliações dendrométricas

O resumo das análises de variância dos dados referentes às variáveis dendrométricas, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H) e área de projeção da copa (APC) e forma de fuste (FF), das espécies arbóreas avaliadas em plantios em renques na propriedade El Oasis, encontram-se na Tabela 20. Verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as características dendrométricas avaliadas.

Tabela 20 Resultado de análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		DC	DAP	H	APC	FF (R)	FF (B)
Tratamento	4	256,948*	15,048*	6,954*	59,511*	4833,33	4416,66
Erro	55						
Média	--	4,56	2,52	2,73	3,09	78,33	20
CV(%)	--	27,68	37,60	23,03	62,20	49,44	78,90

GL = Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H), área de projeção da copa (APC) e Forma de fuste (FF) reto (R) e bifurcado (B) (“*” = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F).

4.5.2.1 Diâmetro do coleto (DC)

Os resultados da análise de médias dos dados de diâmetro do coleto (DC) das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados na Tabela 21.

Tabela 21 Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Diâmetro do coleto (cm)
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	6,35 c
Inga	<i>Inga edulis</i>	5,52 c
Guayacan de m.	<i>Lafoensia speciosa</i>	4,36 b
Ipê amarelo	<i>Handroanthus c.</i>	4,08 b
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	2,49 a
Média Geral		4,56

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

O coeficiente de variação (27,68 %) para a avaliação feita para a variável de diâmetro do coleto está dentro da normalidade para experimentos realizados em campo.

Verificou-se que o crescimento em diâmetro do coleto foi maior em *Cordia alliodora* (6,35 cm), e *Inga edulis* (5,52 cm), *Lafoensia speciosa* (4,36 cm) e *Handroanthus chrysanthus* (4,08 cm) obtiveram crescimento intermediário, a espécie *Cupania americana* apresentou o menor valor (2,49 cm).

Analisando-se o quadro de médias do diâmetro do coleto, nota-se que as espécies *Cordia alliodora* (6,35 cm) e *Inga edulis* (5,52 cm), obtiveram valores de crescimento superiores comparado com as outras espécies. Destaca-se que estas duas espécies são as mais utilizadas em sistemas agroflorestais na região.

A espécie *Cupania americana* apresentou o valor menor de diâmetro do coleto, o que pode ter sido causado pelo fato que esta espécie tem características de crescimento lento (FRANCIS, 1991).

4.5.2.2 Diâmetro à altura do peito (DAP)

Os resultados do teste de médias dos dados de diâmetro à altura do peito das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Diâmetro à altura do peito (cm)
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	3,94 c
Inga	<i>Inga edulis</i>	3,36 c
Guayacan de M.	<i>Lafoensia speciosa</i>	2,30 b
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1,81 b
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	1,20 a
Média Geral		2,52

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade

Nota-se que *Cordia alliodora* e *Inga edulis*, se destacaram com os maiores valores, enquanto *Cupania americana* apresentou o menor valor da propriedade.

De acordo com a Tabela 22, as espécies *Cordia alliodora* e *Inga edulis* estatisticamente não apresentaram diferença significativa, porem apresentaram diferença com as espécies *Handroanthus chrysanthus*, *Lafoensia speciosa* que apresentam valores menores no desenvolvimento em DAP.

O resultado de DAP da espécie *Cordia alliodora*, comprova as suas características de espécie florestal de rápido crescimento inicial na fase de

estabelecimento no campo. A referida espécie é de grande utilização em sistemas agroflorestais na região.

Na avaliação da espécie *I. edulis*, o alto valor encontrado para o seu DAP demonstra sua adaptação ao sombreamento proporcionado pelas árvores de café e as condições edáficas locais, comprovando as suas características de grande utilização em sistemas agroflorestais na região. A espécie *Cupania americana* apresentou o valor menor de DAP, o que pode ter sido causado pelo fato que esta espécie tem características de crescimento lento (FRANCIS, 1991).

Observa-se que a espécie *Cordia alliodora* apresentou um crescimento do DAP aos 16 meses de 1,42 (cm), superior à média de todas as espécies.

De modo geral, os valores de DAP das espécies arbóreas em comum da propriedade El Oasis foram menores que os da propriedade Cristales. Vale destacar que a topografia de Oasis é de ladeira e de Cristales é plana e as condições edafoclimáticas são diferentes.

4.5.2.3 Altura (H)

Os resultados da análise de teste de médias dos dados de Altura (H) das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 Comparações entre as médias de altura das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Altura (m)
Inga	<i>Inga edulis</i>	3,44 c
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	3,42 c
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	2,96 c
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	2,30 b
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	1,68 a
Média geral		2,73

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% probabilidade.

Nota-se que *Inga edulis*, *Cordia alliodora* e *Lafoensia speciosa*, se destacaram com os maiores valores, enquanto *Cupania americana* apresentou o menor valor da propriedade.

Os resultados superiores de altura das espécies *Inga edulis*, *Cordia alliodora* e *Lafoensia speciosa*, comprovam que na fase de estabelecimento do plantio estas espécies superam rapidamente a competição por luz no consórcio com o cultivo de cafeeiro.

A espécie *Cupania americana* apresentou o menor resultado de altura na propriedade El Oasis. No entanto, apresentou o maior valor para sobrevivência da propriedade. Segundo Francis (1991) o crescimento desta espécie é um tanto lento, as mudas no viveiro sombreado têm em média 16 cm de altura em seis meses.

Na Tabela 23, observa-se que a espécie *Inga edulis* que apresentou o maior valor médio dentro da propriedade após 16 meses, cresceu 0,71 (m) a mais que a média de todas as espécies.

Em um estudo realizado na Costa Rica, o crescimento em diâmetro, altura e volume de *C. alliodora*, foi 4,36 vezes maior em sistemas agroflorestais comparado com um plantio homogêneo (SOMARRIBA et al., 2001).

4.5.2.4 Área de projeção da copa (APC)

Os resultados da análise do teste de médias dos dados de APC das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados nas Tabelas 24.

Tabela 24 Comparações entre as médias de área de projeção de copa das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	APC (m ²)
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	6,24 d
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	4,17 c
Inga	<i>Inga edulis</i>	3,02 b
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	1,09 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0,92 a
Média geral		3,09

Médias seguidas pelas letras nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

A análise de variância revelou diferenças significativas entre as espécies, sendo que *Cordia alliodora*, se destaca com o maior valor, enquanto *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor da propriedade.

A espécie *C. alliodora* apresentou o maior desenvolvimento de APC aos 16 meses, indicando possivelmente necessidade de poda de formação da copa para diminuir o sombreamento aos cafeeiros. No entanto, a espécie possui características de desrama natural, garantindo menor sombreamento na cultura de cafeeiros e banana da terra.

A espécie *Lafoensia speciosa* apresentou bom desenvolvimento de APC, devido a suas características de bifurcação do caule, e essa espécie apresenta porte médio, formando assim um SAF estratificado com árvores da mesma idade dentro do consórcio com o cultivo de cafeeiros.

A espécie *Inga edulis* apresentou o terceiro valor de APC, e apresenta características de forma de copa umbeliforme pouco densa que proporciona sombreamento aos cultivos. É a espécie mais utilizada em sistemas agroflorestais com cafeeiros. É muito indicada para consórcios com *Coffea arabica*, pois a árvore fixa nitrogênio no solo diminuindo a aplicação de fertilizantes.

A espécie *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor de APC da propriedade, possivelmente devido aos ataques sucessivos de formiga cortadeira e que algumas árvores foram plantadas em condições de sombreamento pela banana da terra e cafeeiros, causando o menor desenvolvimento da espécie.

Considerando-se o espaçamento inicialmente adotado, com uma área útil de 16 m² por árvore, constatou-se que aos 16 meses, nenhuma das espécies atingiu este limite, o que leva a crer que até esta idade, as espécies ainda não estão sujeitas à máxima competição.

4.5.3 Forma do fuste

Na Tabela 25 são apresentados os resultados do teste Scott-Knott de forma de fuste (FF) das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis.

Tabela 25 Análise porcentual da forma de fuste (%) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia 2015

Tratamentos	Nome científico	Reto (R)	Bifurcado (B)	Quebrada (Q)	Inclinado (I)
Ipê amarelo	<i>Handroanthus c.</i>	83,3 b	16,67 a	0,0 a	0,0 a
Guayacan	<i>Lafoensia s.</i>	66,6 a	25,00 a	0,0 a	8,34 a
Mestizo	<i>Cupania a</i>	91,6 b	8,40 a	0,0 a	0,0 a
Inga	<i>Inga e.</i>	50,0 a	50,00 b	0,0 a	0,0 a
Louro	<i>Cordia a.</i>	91,6 b	8,40 a	0,0 a	0,0 a
Média		76,6	21,68	0,0	1,69

Médias seguidas pelas letras diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

Observa-se na Tabela 25, que a característica de forma de fuste reto (R) foi a característica mais comum com (76,63 %) das espécies avaliadas, seguido de forma de fuste bifurcadas com (21,68 %).

As espécies *Cordia alliodora*, *Cupania americana* e *Handroanthus chrysanthus* obtiveram valores acima de 83,33 % das árvores com forma de fuste reto (R), comprovando boas características para usos madeiráveis, fato importante na inclusão das espécies em sistemas agroflorestais na região.

A espécie *Lafoensia s.* obteve o valor de 66,66 % das árvores com características de forma de fuste reto (R), sendo um valor intermediário nessa avaliação. Essa espécie é considerada de uso múltiplo devido às boas características de sua madeira e por ser ornamental na paisagem rural.

A espécie *Inga edulis* obteve o maior valor de árvores bifurcadas (B) com 50 % dos indivíduos, sendo uma característica normal desta espécie que é muito utilizada nos consórcios para sombreamentos de sistemas agroflorestais de *coffea arabica*.

4.5.4 Índice de doenças (ID)

Os resultados da análise do teste de médias de índice de doenças das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados na Tabela 26.

Tabela 26 Comparações entre as médias de índice de doenças das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,0 a
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	4,0 a
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	4,0 a
Inga	<i>Inga edulis</i>	4,0 a
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	4,0 a
Média geral		4,0

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% probabilidade.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade revelaram efeitos não significativos. De um modo geral, a ausência de sintomas de doenças foliares demonstra que as espécies avaliadas encontraram-se sadias.

4.5.5 Índice de ataque de pragas (IAP)

Tabela 27 Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Inga	<i>Inga edulis</i>	4,91 c
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	4,58 bc
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	4,25 abc
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,66 ab
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	3,25 a
Média geral		4,13

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% probabilidade.

Os resultados da análise do teste das médias dos dados de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados na Tabela 27.

A espécie *Cupania americana* (3,25) obteve o menor escore da análise (IAP), devido aos ataques de pragas florestais, principalmente evidenciado por ataques de lagartas que se alimentam da face abaxial das folhas. No entanto, a espécie demonstrou ter boa resistência às pragas, fato evidenciado na sobrevivência após 16 meses do plantio (Tabela 27).

Em Puerto Rico, Francis (1991), observou três homópteros alimentando-se de *C. americana*, resultando algumas vezes na mortalidade de galhos, as lagartas lepidópteras muitas vezes se alimentam da folhagem, mas raramente causam danos sérios.

Nas observações em campo às espécies *Cupania americana*, *Lafoensia speciosa*, *Cordia alliodora*, e *Handroanthus chrysanthus* sofreram a incidência da formiga cortadeira, apresentando-se diferença entre a incidência do ataque e resistência de cada espécie.

A espécie *Handroanthus chrysanthus* (3,66), foi a mais atrativa para o ataque das formigas cortadeiras, apresentando baixa resistência a esta praga, fato evidenciado pela alta mortalidade da espécie na propriedade.

Na época da avaliação a espécie *Lafoensia speciosa* (4,58), evidenciou baixa incidência de formigas cortadeiras, porém a taxa de sobrevivência foi baixa (50%). As árvores vivas apresentaram pouco desenvolvimento, demonstrando que a espécie é susceptível a esta praga.

A espécie *Inga edulis* (4,91) obteve o melhor resultado da análise de (IAP) sendo que as árvores plantadas sofreram pouco ou nenhum ataque de pragas, evidenciando pouca susceptibilidade e alta resistência as pragas florestais nesta propriedade.

4.5.6 Deficiência nutricional (DN)

Os resultados da análise do teste de médias dos dados de deficiência nutricional (DN) das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados na Tabela 28.

Tabela 28 Comparações entre as médias de deficiência nutricional das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,41 a
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	4,75 a
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	4,58 a
Inga	<i>Inga edulis</i>	4,50 a
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	4,66 a
Média geral		4,58

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% probabilidade.

O teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade não apresentou diferença entre as espécies para os índices da deficiência nutricional na propriedade El Oasis, conforme apresentado na Tabela 28.

De um modo geral a ausência de sintomas de deficiências nutricionais em campo demonstra que as espécies avaliadas se encontraram sadias, após da avaliação aos 16 meses do plantio, sendo que não se constatou nenhum sintoma que afetou significativamente o desenvolvimento das árvores.

Segundo o resultado do estudo do solo da propriedade El Oasis, conforme os valores dos níveis críticos proposto por Aristizabal e Pachon (1983), pode-se considerar que os valores encontrados para fósforo e potássio são adequados e suficientes para a implantação e desenvolvimento do consórcio de cafeeiros, banana da terra e o plantio de árvores em renques.

4.5.7 Vigor vegetativo (VV)

Os resultados da análise dos dados das médias de vigor vegetativo (VV) das espécies arbóreas plantadas na propriedade El Oasis, são apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 Comparações entre as médias de vigor vegetativo das espécies arbóreas avaliadas na propriedade El Oasis do município de Córdoba no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Nota
Inga	<i>Inga edulis</i>	13,41 b
Guayacan de Manizales	<i>Lafoensia speciosa</i>	13,33 b
Louro	<i>Cordia alliodora</i>	12,91 ab
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	12,08 ab
Mestizo	<i>Cupania americana</i>	11,83 a
Média geral		12,71

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% probabilidade.

As espécies *Ingá edulis*, *Lafoensia speciosa*, *Cordia alliodora* e *Handroanthus chrysanthus* não apresentaram diferença significativa, porém *Cupania americana* teve diferença estatística com *Lafoensia speciosa* e *Ingá edulis*.

Nas observações em campo, às espécies *Ingá edulis* (13,41), *Lafoensia speciosa* (13,33) e *Cordia alliodora* (12,91) obtiveram os escores mais altos para vigor vegetativo (VV), fato evidenciado no fenótipo das árvores e na adaptabilidade as condições edafoclimáticas.

A espécie *Ingá edulis* (13,41) obteve o maior valor para vigor vegetativo. Esta espécie tem sido a mais utilizada para SAF's com cafeeiros, o que reflete suas boas características de crescimento adequado para utilização neste tipo de consórcio.

Considerando-se a escala de índices de vigor vegetativo proposta, *I. edulis* e *Lafoensia speciosa* se destacaram com “Bom vigor”, enquanto as espécies, *Handroanthus chrysanthus* e *Cordia alliodora* apresentaram-se com “vigor médio” e *Cupania americana* com “vigor baixo” fato evidenciado por esta espécie ser mais susceptível a incidência de ataque de pragas.

4.6 Avaliações após o plantio da propriedade Cristales

Na propriedade Cristales foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, as variáveis dendrométricas e estado fitossanitário das árvores implantadas.

4.6.1 Sobrevivência

Na Tabela 30 é apresentada a análise de variância da sobrevivência das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, revelando diferença

significativa entre os tratamentos da avaliação realizada aos 16 meses de idade do plantio. O resumo da análise do teste Scott-Knott é apresentado na Tabela 31.

Tabela 30 Resumo da análise de variância com os Quadrados Médios para sobrevivência (%) aos 16 meses do plantio na propriedade Cristales

Quadrados médios sobrevivência		
FV	GL	QM
Tratamento	4	13370.756*
Erro	334	
CV (%)	= 86,52	
Média geral	= 55,58	Número de observações 340

GL = Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação em % *Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 31 Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Sobrevivência (%)
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	76,00 b
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	71,42 b
Nacadero	<i>Trichanthera gigantea</i>	66,00 b
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	51,00 a
Ipê roxo	<i>Tabebuia rósea</i>	36,00 a
Média geral		55,58

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade

De modo geral, as porcentagens de sobrevivência das espécies florestais na propriedade Cristales, apresentaram comportamento diferenciado ao local, e de acordo aos resultados obtidos em campo, as espécies *T. stans*, *J. caucana*, *T. gigantea*, evidenciaram maior potencial de estabelecimento.

Após 16 meses do plantio as espécies de crescimento rápido como *Tecoma stans* (76%) e *Jacaranda caucana* (71,42%) e *Trichanthera gigantea* (66 %) apresentaram as maiores taxas de sobrevivência, possivelmente devido ao local de plantio apresentar boas condições edáficas e de topografia, localizado

na margem da cultura dos cafeeiros com exposição plena ao sol, diminuindo assim, a competição por luz.

A espécie *Tabebuia rosea* apresentou a taxa menor de sobrevivência na propriedade (36%). Segundo o administrador da propriedade as mudas plantadas não apresentaram boas condições de rustificação de viveiro antes de ser levadas para o plantio, comprometendo assim, sua adaptação e desenvolvimento nas condições do local.

Em um estudo feito na Costa Rica, Somarriba, Dominguez e Lucas (1996), avaliaram a sobrevivência de *T. rosea* em um SAF com cacau, obtendo resultados de taxa de sobrevivência de 91 % no primeiro ano do plantio.

As espécie *H. chrysanthus* (51%) apresentou baixa sobrevivência nesta propriedade. No entanto, em um estudo feito no Equador por Mendoza (2007), obteve 94 % de sobrevivência para esta mesma espécie aos dois anos de idade. Porém, o plantio foi implantado entre 1.860 e 2.200 metros de altitude e a propriedade Cristales fica a 1290 metros.

4.6.2 Avaliações dendrométricas

O resumo das análises de variâncias dos dados referentes às variáveis dendrométricas, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H), área de projeção da copa (APC) e forma do fuste (FF), das espécies arbóreas avaliadas em plantios em renques na propriedade Cristales, encontram-se na Tabela 32. Verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as características avaliadas.

Tabela 32 Resultado da análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade Cristales do município de Armênia no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		DC	DAP	H	APC	FF (R)	FF (B)
Trat.	4	57.760*	30.523*	10.280*	50.650*	17880.00	1790.00
Erro	120						
Média	--	5,50	2,92	3,09	2,64	52,80	45,60
CV(%)	--	26,54	36,97	28,14	65,68	84,70	97,75

GL = Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H), área de projeção da copa (APC) e forma do fuste (FF) reto (R) e bifurcado (B) (“*” = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F)

4.6.2.1 Diâmetro do coleto (DC)

Os resultados da análise de médias dos dados de diâmetro do coleto (DC) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados na Tabela 33.

Tabela 33 Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Diâmetro do coleto (cm)
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	6,99 c
Nacadero	<i>Trichanthera gigantea</i>	6,47 c
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	6,11 c
Ipê roxo	<i>Tabebuia rósea</i>	4,65 b
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	3,27 a
Média geral		5,40

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O coeficiente de variação para a avaliação feita para a variável de diâmetro do coleto está dentro da normalidade para experimentos realizados em campo.

Verificou-se que o crescimento em diâmetro do coleto foi maior em *Handroanthus chrysanthus* (6,99 cm) seguidos de *Trichanthera gigantea* (6,47 cm), *Tecoma stans* (6,11 cm), *Tabebuia rosea* (4,65 cm) e *Jacaranda caucana* (3,27 cm), respectivamente.

Analisando-se o quadro de médias do diâmetro do coleto, nota-se que as espécies *H. chrysanthus*, *T. gigantea* e *T. stans*, obtiveram valores superiores ao valor médio.

A espécie *Jacaranda caucana* apresentou o menor desenvolvimento de diâmetro do coleto, o que pode ter sido causado pelo fato que esta espécie tem características de ter fuste afilado.

4.6.2.2 Diâmetro à altura do peito (DAP)

Os resultados da análise de médias dos dados de diâmetro à altura do peito (DAP) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados na Tabela 34.

Tabela 34 Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Diâmetro à altura do peito (cm)
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	4,28 c
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	3,38 b
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,42 b
Ipê roxo	<i>Tabebuia rosea</i>	1,82 a
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	1,76 a
Média geral		2,92

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Nota-se que *Trichanthera gigantea*, se destacou com o maior desenvolvimento em DAP, enquanto *Jacaranda caucana* apresentou o menor valor entre as espécies estudadas da propriedade.

A espécie *T. gigantea*, apresentou estatisticamente diferenças significativas com as demais espécies, se destacou crescendo em DAP 1,29 (cm) a mais que a média geral para todas as espécies.

Os resultados de maior DAP da espécie *Trichanthera gigantea* evidenciou o seu maior desenvolvimento, o que comprova suas características de rápido crescimento inicial na fase de estabelecimento após plantio. No entanto, deve-se considerar que esta árvore foi plantada na margem de um córrego da fazenda onde o solo possui umidade disponível durante todo o ano.

Observe-se que as espécies *Tecoma stans* e *Handroanthus chrysanthus* apresentaram crescimento intermediário. Vale destacar que as mesmas foram plantadas nas mesmas condições edafoclimáticas na margem de uma estrada secundária.

A espécie *Tabebuia rosea*, apresentou o menor valor de DAP na propriedade. Destaca-se, que na época da avaliação, algumas árvores ainda não atingiram a altura de 1,3 m e não foi possível medir a variável de DAP, conseqüentemente os valores baixaram em relação às outras espécies.

4.6.2.3 Altura (H)

Os resultados da análise de teste de médias dos dados de altura (H) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados nas Tabelas 35.

Tabela 35 Comparações entre as médias da altura (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Altura (m)
Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>	3,58 c
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,49 c
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	3,47 c
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	2,86 b
Ipê roxo	<i>Tabebuia rosea</i>	2,07 a
Média geral		3,09

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

A análise de variância revelou efeitos significativos para altura (H) na avaliação 16 meses após do plantio. Observa-se na Tabela 35, que as espécies *Trichanthera gigantea*, *Tecoma stans* e *Handroanthus chrysanthus* estatisticamente não apresentaram diferença significativa entre si, porém apresentaram diferenças estatísticas com as espécies *Jacaranda caucana* e *Tabebuia rosea*, que evidenciaram um desenvolvimento diferente.

Os resultados de altura das espécies *Trichanthera gigantea*, *Handroanthus chrysanthus* e *Tecoma stans*, comprovam que na fase de estabelecimento do plantio as árvores conseguiram superar a competição por luz no consórcio com o cultivo de cafeeiro, garantindo sua sobrevivência.

No presente estudo a espécie *Handroanthus chrysanthus* apresentou uma altura média de 3,49 m aos 16 meses de idade. Em um estudo feito no equador Mendoza (2007), observou para esta mesma espécie, 0,40 m de altura aos dois anos de idade, sendo que o plantio foi realizado entre 1860 e 2.200 metros de altitude. Vale destacar que a propriedade Cristales fica a 1290 metros.

Segundo Somarriba, Dominguez e Lucas (1996), na Costa Rica a espécie *Tabebuia rosea* em um SAF com cacau, atingiu 3,6 metros de altura total aos dois anos de idade do plantio. Nesse presente experimento a espécie atingiu 2,07 m em 16 meses.

As diferenças observadas entre as alturas médias das espécies evidenciam que as mesmas também apresentam diferentes capacidades genéticas de exploração do potencial produtivo do habitat de introdução e provavelmente estão relacionadas às suas plasticidades fenotípicas.

De modo geral os valores médios de altura das árvores na propriedade Cristales foram maiores, que os observados na propriedade La Bretanha.

SPURR (1964 citado por MACEDO, 1991), considera que a altura das árvores esta mais estreitamente relacionada com a capacidade produtiva do local onde cresce, que qualquer outra medida, podendo ser usada como índice de qualidade do local em um povoamento equiâneo, sendo que a altura é o fator mais crítico para a sobrevivência das árvores em competição.

4.6.2.4 Área de projeção de copa (APC)

Os resultados da análise das médias de área de projeção de copa (APC) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados na Tabela 36.

Tabela 36 Comparações entre as médias da área de projeção de copa (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	APC (m)
Nacadero	<i>Trichanthera gigantea</i>	3,99 c
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	3,71 c
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,29 c
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	1,23 b
Ipê roxo	<i>Tabebuia rósea</i>	0,98 a
Média geral		2,64

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observe-se que as espécies *Trichanthera gigantea*, *Tecoma stans* e *Handroanthus chrysanthus*, se destacaram com os maiores valores. Enquanto *Tabebuia rosea* apresentou o menor valor da propriedade e *Jacaranda caucana* apresentou-se com valor intermediário de APC.

A espécie *Tecoma stans* apresentou maior desenvolvimento de APC comparado com as outras espécies devido a suas características de bifurcação do caule, copa rala e menor desenvolvimento em altura, e se apresenta como espécie de porte médio, adequado para SAF estratificado.

Verifica-se que a espécie, *Jacaranda caucana* apresentou um valor menor de APC. Suas características de caule reto e forma de copa rala não proporcionam sombreamento excessivo no cultivo de cafeeiros, constituindo uma característica ótima na implantação de SAF's estratificados com diferentes espécies da mesma idade.

A espécie *Trichanthera gigantea* apresentou grande desenvolvimento de APC devido a suas características de bifurcação do caule. Vale destacar que a mesma árvore foi plantada fora do cultivo de cafeeiros na margem de um córrego, com intuito de aumentar a cobertura arbórea nesta área de proteção.

Considerando-se o espaçamento inicialmente adotado, com uma área útil de 16 m² por árvore, observou-se que aos 16 meses, nenhuma das espécies atingiu este limite, o que leva a crer que até esta idade, as espécies ainda não estão sujeitas à máxima competição.

4.6.3 Forma do fuste

Na Tabela 37 são apresentados os resultados do teste Scott-Knott de forma de fuste (F.F) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales.

Tabela 37 Análise porcentual da forma de fuste (%) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Reto (R)	Bifurcada (B)	Quebrada (Q)	Inclinada (I)
Jacaranda	<i>Jacaranda c.</i>	72,0 b	24,0 a	0,0 a	4,0 a
Amarelinho	<i>Tecoma s.</i>	32,0 a	64,0 b	0,0 a	4,0 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus c.</i>	20,0 a	80,0 b	0,0 a	0,0 a
Nacadero	<i>Trichanthera g.</i>	56,0 b	44,0 a	0,0 a	0,0 a
Ipê roxo	<i>Tabebuia r.</i>	84,0 b	16,0 a	0,0 a	0,0 a
Média		52,8	45,6	0,0	1,6

Médias seguidas pelas letras nas colunas diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

Nota-se na Tabela 37, que a característica de forma de fuste reto (R) foi a mais apresentada pelas árvores da propriedade Cristales com 52,8 % das espécies avaliadas, seguido da característica de árvore Bifurcado com 45,6 % e árvores inclinadas com 1,6 %.

As espécies *Tabebuia rósea*, *Jacaranda caucana* *Trichanthera gigantea* apresentaram valores médios acima de 56 % de fuste reto (R). Estas características permitem um desenvolvimento maior da árvore em altura, diminuindo a formação de copas amplas e sombreamento excessivo no cultivo de cafeeiros, constituindo uma característica ótima na implantação de SAF's.

A espécie *Handroanthus chrysanthus*, obteve um valor de 80% na característica de forma de fuste bifurcado (B), provavelmente devido ao fato de que esta espécie foi plantada em renques em pleno sol e sem competição de outras plantas, o que pode ter causado a bifurcação do fuste.

A espécie *Tecoma stans*, apresentou um valor de 64% na característica de forma de fuste bifurcado (B), sendo que esta árvore tem características naturais de se bifurcar nas primeiras fases do desenvolvimento da planta. Constatou-se que a espécie formou touceiras e fustes tortuosos. Isto pode ter

sido causado pela condição de que as árvores foram plantadas a pleno sol e sem competição com outras plantas.

A espécie, *Trichanthera gigantea* obteve um resultado de (56 %) de árvores com fustes retos (R) e (44 %) de árvores bifurcadas, no entanto, a espécie naturalmente se apresenta com características de se bifurcar rapidamente e gerar muitos galhos.

4.6.4 Índice de doenças (ID)

Os resultados da análise das médias dos dados de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 Comparações entre as médias de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Nota
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,00 a
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	3,92 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,96 a
Nacadero	<i>Trichanthera gigantea</i>	4,00 a
Ipê roxo	<i>Tabebuia rósea</i>	4,00 a
Média geral		3,97

Médias seguidas pelas letras na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade não apresentou diferença entre as espécies. De um modo geral, a ausência de sintomas de doenças foliares, demonstra que as espécies avaliadas se encontraram sadias, ou seja, não constatou-se nenhuma ocorrência de doenças que afetaram significativamente o desenvolvimento das árvores.

4.6.5 Índice de ataque de pragas (IAP)

Os resultados da análise do teste das médias dos dados de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados na Tabela 39.

Tabela 39 Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Nota
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,88 a
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	5,00 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,96 a
Nacadero	<i>Trichanthera gigantea</i>	5,00 a
Ipê roxo	<i>Tabebuia rósea</i>	4,80 a
Média geral		4,92

Médias seguidas pelas letras na coluna não diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade não apresentaram diferença para o índice de ataque de pragas (IAP) das espécies da propriedade Cristales, conforme apresentado na Tabela 39.

A ausência de sintomas de ataque de pragas nas árvores em campo demonstrou que as espécies avaliadas se encontraram sadias e foram conduzidas de maneira adequada às recomendações de manejo silvicultural.

4.6.6 Deficiência nutricional (DN)

Os resultados da análise das médias dos dados de deficiência nutricional (DN) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados na Tabela 40.

Tabela 40 Comparações entre as médias de notas de deficiência nutricional (DN), das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Nota
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	5,00 b
Ipê roxo	<i>Tabebuia rósea</i>	4,80 b
Nacederó	<i>Trichanthera gigantea</i>	4,76 b
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	4,16 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,08 a
Média geral		4,56

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade

Observando a Tabela 40, as espécies *Jacaranda caucana* e *Trichanthera gigantea*, estatisticamente não apresentaram diferenças significativas, porém apresentaram diferença estatística com as espécies *Tecoma stans* e *Handroanthus chrysanthus* que tiveram menores valores.

Nas avaliações de campo as espécies *Jacaranda caucana* (5,0), *Tabebuia rosea* (4,80) e *Trichanthera gigantea* (4,76), se destacaram com maiores notas e de modo geral apresentaram a ausência de sintomas da deficiência nutricional nas folhas.

As espécies *Tecoma stans* (4,16) e *Handroanthus chrysanthus* (4,08) de modo geral apresentaram-se como plantas saudáveis, porém, em algumas árvores observou-se o amarelecimento de algumas folhas, fato que evidenciou a existência de alguma deficiência de nutrientes na árvore.

Segundo o resultado do estudo do solo da propriedade Cristales, considerando-se os valores dos níveis críticos proposto por Aristizabal e Pachon (1983), pode-se considerar que os valores encontrados para fósforo e potássio são adequados e suficientes para a implantação e condução do consórcio de cafeeiros, banana da terra e o plantio de árvores em renques.

4.6.7 Vigor vegetativo (VV)

Os resultados da análise do teste de médias dos dados vigor vegetativo (VV) das espécies arbóreas plantadas na propriedade Cristales, são apresentados na Tabela 41.

Tabela 41 Comparações entre as médias do vigor vegetativo (V.V) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade Cristales do município de Armênia no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Nota
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	13,88 b
Nacadero	<i>Trichanthera gigantea</i>	13,76 b
Ipê roxo	<i>Tabebuia rósea</i>	13,60 b
Amarelinho	<i>Tecoma stans</i>	13,08 a
Ipê amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	13,00 a
Média geral		13,46

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

As espécies *Jacaranda caucana*, *Tabebuia rósea* e *Trichanthera gigantea*, estatisticamente não apresentaram diferença significativa, porém apresentaram diferença estatística com as espécies *Tecoma stans* e *Handroanthus chrysanthus* que apresentaram menores valores de VV.

As espécies *Jacaranda caucana* (13,88) e *Trichanthera gigantea* (13,76) obtiveram os escores mais altos para vigor vegetativo (VV), fato evidenciado pela boa adaptação destas espécies as condições edafoclimáticas nesta propriedade.

As espécies *Tecoma stans* (13,08) e *Handroanthus chrysanthus* (13,00) obtiveram os escores menores para vigor vegetativo (VV), no entanto, de modo geral as plantas se encontraram saudáveis.

Considerando-se a escala de índice de vigor vegetativo proposta, as espécies *J. caucana*, *T. gigantea* e *Tabebuia rósea*, se destacaram com “Bom vigor”, enquanto as demais espécies apresentaram-se com “vigor médio”.

4.7 Avaliações após o plantio da propriedade La Bretanha

Na propriedade La Bretanha foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, as variáveis dendrométricas e estado fitossanitário das árvores implantadas.

4.7.1 Sobrevivência

Na Tabela 42 é apresentada a análise de variância da sobrevivência das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, revelando diferença significativa entre os tratamentos da avaliação realizada aos 16 meses de idade do plantio. O resumo da análise do teste Scott-Knott é apresentado na Tabela 43.

Tabela 42 Análise de variância com os Quadrados Médios para sobrevivência (%) aos 16 meses do plantio na propriedade La Bretanha

Quadrados médios sobrevivência		
FV	GL	QM
Tratamento	4	11570,292 *
Erro	435	
CV (%)	= 85,43	
Média geral	= 44,31	Número de observações 340

GL= Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação em % *Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 43 Comparações entre as porcentagens de sobrevivência das espécies plantadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia 2015

Espécie	Nome científico	Sobrevivência (%)
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	88,57 d
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	82,50 d
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	71,42 c
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	45,00 b
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	11,50 a
Média geral		44,31

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade

De modo geral, as porcentagens de sobrevivência obtidas na propriedade La Bretanha, indicam que as espécies apresentaram comportamento diferenciado às condições edafoclimáticas do local.

Após 16 meses do plantio as espécies *Jacaranda caucana* e *Cedrela odorata* (88,57 e 82,5 % respectivamente), apresentaram maior taxa de sobrevivência. Vale destacar que no plantio em renques as mudas foram plantadas em consórcio com a cultura de cafeeiros e banana da terra, no interior dos cultivos e nas margens das estradas secundárias da propriedade.

Estas espécies apresentaram potencial de estabelecimento e características genéticas específicas de adaptação às condições de competição com as culturas agrícolas nesta região do estado do Quindío.

A espécie *Swietenia macrophylla* apresentou valores intermédios para sobrevivência, enquanto as espécies *Spathodea campanulata* e *Handroanthus chrysanthus* apresentaram valores inferiores.

Nesta propriedade encontrou-se uma infestação representativa de formigas cortadeiras, o que pode ter sido a principal causa da mortalidade das mudas no povoamento em geral, sendo que a espécie *Handroanthus chrysanthus* apresentou uma sobrevivência apenas de 11,5 %. Demonstrando ser mais susceptível.

Em um estudo de plantio em renques feito na Costa Rica, Montenegro, Ramirez e Metzler (1997), encontraram que *Swietenia macrophylla*, obteve 57% de sobrevivência aos 12 meses após do plantio, comparando com a região do Quindío o resultado foi de 71,42% aos 18 meses de idade.

4.7.2 Avaliações dendrométricas

O resumo das análises de variância dos dados referentes às variáveis dendrométricas, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H), área de projeção da copa (APC) e forma do Fuste (FF), das espécies arbóreas avaliadas em plantios em renques na propriedade La Bretanha, encontram-se na Tabela 44. Verifica-se que houve diferença significativa entre os tratamentos para todas as características avaliadas.

Tabela 44 Resultado da análise de variância para as características dendrométricas das espécies plantadas na propriedade La Bretanha do município de Armênia no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		DC	DAP	H	APC	FF (R)	FF (B)
Trat.	4	19.840*	12.740*	17.853*	2.490*	4400.00 *	4400.00 *
Erro	95						
Média	--	4,62	1,88	2,18	0,92	83,00	90,00
CV(%)	--	31,07	63,03	28,47	66,04	43	13,00

GL = Grau de Liberdade CV= Coeficiente de Variação, diâmetro do coleto (DC), diâmetro à altura do peito (DAP), Altura (H), área de projeção da copa (APC) e forma de fuste (FF) reto (R) e bifurcado (B) (“*” = significativo a 5% de probabilidade pelo teste F).

4.7.2.1 Diâmetro do coleto (DC)

Os resultados da análise do teste de médias dos dados de diâmetro do coleto (DC) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, são apresentados nas Tabelas 45.

Tabela 45 Comparações entre as médias de diâmetro do coleto (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Diâmetro do coleto (cm)
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	5,71 c
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	5,31 c
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,67 c
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	4,27 b
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	3,15 a
Média geral		4,62

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

O coeficiente de variação está dentro da normalidade para experimentos realizados em campo.

Apresentaram os maiores valores para o crescimento em diâmetro do coleto as espécies *Cedrela odorata*, *Spathodea campanulata* e *Jacaranda caucana*.

A espécie *S. macrophylla* apresentou crescimento intermediário de diâmetro de coleto e *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor entre as espécies florestais da propriedade.

Analisando-se a Tabela de médias nota-se que a espécie *Cedrela odorata* (5,71 cm) obteve valores de crescimento acima das outras espécies avaliadas. Em um estudo feito na Costa Rica, Montenegro, Ramirez e Metzler (1997), constataram que *C.odorata*, foi à espécie com maior desenvolvimento

com (9,8 cm) aos 12 meses do plantio, acima de (*C.alliodora*, *E. deglupta*, *E. saligna*, *J. oleancheana* e *S. macrophylla*).

A espécie *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor de diâmetro do coleto (3,15 cm), o que pode ter sido causado pela infestação representativa de formigas cortadeiras que comprometeram o crescimento das árvores.

4.7.2.2 Diâmetro à altura do peito (DAP)

Os resultados da análise das médias dos dados de diâmetro à altura do peito das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, são apresentados nas Tabelas 46.

Tabela 46 Comparações entre as médias de diâmetro à altura do peito (cm) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Diâmetro à altura do peito (cm)
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	2,93 c
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	2,14 b
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,86 b
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	1,77 b
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0,71 a
Média geral		1,88

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Nota-se que *Jacaranda caucana*, se destacou com os maiores valores, enquanto *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor da propriedade, e as demais espécies apresentaram valores intermediários.

Os resultados de DAP da espécie *Jacaranda caucana*, comprova as suas características de rápido crescimento inicial na fase de estabelecimento de plantio, sendo que esta espécie obteve a maior taxa de sobrevivência dentro da

propriedade. Esta espécie cresceu 1,06 (cm) a mais que a média geral para todas as espécies aos 16 meses após o plantio.

Segundo Gonzáles (1980), a espécie *Jacaranda copaia*, na Costa Rica obteve os melhores resultados de desenvolvimento em DAP comparando-se com as outras espécies, obtendo um crescimento de 6,0 cm de DAP aos 20 meses após o plantio.

A espécie *Swietenia macrophylla* obteve (1,86 cm) de DAP após 16 meses do plantio, comportamento semelhante foi observado em um estudo feito na Costa Rica, Montenegro, Ramirez e Metzler (1997), que obtiveram resultados de (1,3 cm) aos 12 meses.

Nota-se que a espécie *Handroanthus chrysanthus* obteve o menor valor para DAP, pois muitas árvores não atingiram altura acima de 1,30 metros para medir o DAP, o que condicionou menores valores nesta característica dendrométrica.

4.7.2.3 Altura (H)

Os resultados da análise do teste de médias dos dados de altura (H) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, são apresentados na Tabela 47.

Tabela 47 Comparações entre as médias da altura (m) das espécies arbóreas da propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Altura (m)
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	3,78 c
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	2,16 b
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	1,98 b
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	1,54 a
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	1,43 a
Média geral		2,53

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Nota-se que *Jacaranda caucana* se destacou com os maiores valores de altura, enquanto *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor.

Os resultados de altura das espécies *Jacaranda caucana*, *Spathodea campanulata* e *Swietenia macrophylla*, comprovam que na fase de estabelecimento do plantio as árvores conseguiram superar a competição por luz no consórcio com o cultivo de cafeeiro.

As espécies *Handroanthus chrysanthus*, *Cedrela odorata* estatisticamente não apresentaram diferença significativa, atingindo os menores valores de altura na propriedade, provavelmente devido à competição por luz com a cultura de cafeeiros na época da avaliação.

A espécie *Jacaranda caucana* destacou-se com maior crescimento em altura, com uma média de 3,78 m aos 16 meses. Em um estudo na Costa Rica, Gonzáles (1980), constatou que a espécie (*Jacaranda copaia*), obteve resultados semelhantes, com altura média de 3,0 m aos 18 meses do plantio.

Observando a Tabela 47, as espécies *Spathodea campanulata*, e *Swietenia macrophylla* estatisticamente não apresentaram diferença significativa, evidenciando valores intermediários de altura comparados às outras espécies.

Cedrela odorata evidenciou menor desenvolvimento em altura, possivelmente devido à incidência de *H. grandella*, o que pode ter causado danos no broto apical da árvore.

A espécie *Swietenia macrophylla*, apresentou uma média de altura de 1,98 m aos 16 meses após o plantio, entretanto, na Costa Rica, Montenegro, Ramirez e Metzler (1997) em um estudo de SAF com cafeeiros, obteve 0,98 m aos 12 meses.

4.7.2.4 Área de projeção da copa (APC)

Os resultados da análise do teste de médias dos dados de área de projeção de copa (APC) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha são apresentados na Tabela 48.

Tabela 48 Comparações entre as médias de projeção de copa (m) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Área de projeção de copa (m ²)
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	1,34 b
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	1,18 b
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	1,10 b
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	0,62 a
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	0,55 a
Média geral		0,92

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Pelas médias obtidas de APC (Tabela 51) nota-se que *Jacaranda caucana* se destacou com o maior valor, enquanto *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor da propriedade.

As espécies *Spathodea campanulata*, *Jacaranda caucana* e *Cedrela odorata* não apresentaram diferença significativa entre si, porém demonstraram

diferença estatística com as espécies e *Swietenia macrophylla* e *Handroanthus chrysanthus* que apresentaram um desenvolvimento inferior.

Verificou-se que a espécie, *Jacaranda caucana* apresentou um valor maior de APC, no entanto, suas características de espécie florestal de caule reto e copa rala, não fornecem sombreamento excessivo no cultivo de cafeeiros, sendo uma característica ótima na implantação de SAF.

A espécie *Cedrela odorata* apresentou um valor alto de APC, e constatou-se também ataques da praga *Hypsipyla grandella*, o que pode ter causado dano no broto terminal da planta, interrompendo o crescimento e provocando deformação da copa, causando a bifurcação do fuste da árvore aumentando os valores de APC para esta espécie.

Nota-se que as espécies *Handroanthus chrysanthus* apresentou o menor valor de DAP, altura, e APC, possivelmente devido ao ataque de formigas, o que pode ter causado o menor desenvolvimento da espécie.

No estudo feito por Mendonça (2014), observou-se que a espécie mogno africano (*Khaya sanegalensis* A. Chev.), apresentou APC de (0,16 m²) aos 18 meses de idade em um sistema silvipastoril na cidade de Lavras, Minas gerais, Brasil. Comparando-se com o presente estudo realizado na Colômbia, observou-se que a espécie mogno (*Swietenia macrophylla*) apresentou 0,62 m², obtendo assim, um desenvolvimento maior da APC em 0,46 m².

Considerando-se o espaçamento inicialmente adotado, com uma área útil de 16 m² por árvore, verificou-se que aos 16 meses, nenhuma das espécies atingiu este limite, o que leva a crer que até esta idade, as espécies ainda não estão sujeitas à máxima competição.

4.7.3 Forma do fuste

Na Tabela 49 são apresentados os resultados do teste Scott-Knott de forma de fuste (FF) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha.

Tabela 49 Análise porcentual da forma de fuste (%) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no Estado do Quindío, Colômbia, 2015

Tratamentos	Nome científico	Reto (R)	Bifurcado (B)	Quebrado (Q)	Inclinado (I)
Jacaranda	<i>Jacaranda c.</i>	90,0 b	10,0 a	0,0 a	0,0 a
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus c.</i>	60,0 a	35,0 b	5,0 a	0,0 a
Tulipeira	<i>Spathodea c.</i>	85,0 b	15,0 a	0,0 a	0,0 a
Mogno	<i>Swietenia m.</i>	100 b	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Cedro rosa	<i>Cedrela o.</i>	80,0 b	20,0 b	0,0 a	0,0 a
Média		83,0 b	16,0 a	1,0 a	0,0 a

Médias seguidas pelas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% probabilidade.

Na Tabela 49, nota-se que a característica de forma de fuste reto (R) foi a mais apresentada pelas árvores avaliadas na propriedade La Bretanha com (83 %), seguido de árvores bifurcadas com (16 %) e árvores quebradas com (1,0%).

As espécies *J. caucana*, *S. campanulata*, *S. macrophylla* e *C. odorata*, não revelaram diferenças significativas nas características de fuste reto (R), obtendo valores acima de 80%, porém, apresentaram diferença estatística com *Handroanthus c.*

A espécie *Swietenia macrophylla* evidenciou o valor médio de 100 % na característica de forma de fuste reto (R), o qual é um valor importante e positivo, pois é uma espécie considerada de boas características de madeira.

As espécies *Jacaranda caucana*, *Spathodea campanulata* e *Cedrela odorata*, obtiveram valores acima de 80 % na característica de forma de fuste

reto (R), comprovando características naturais de fuste único, recomendável para utilização em sistemas agroflorestais na região.

A espécie *Handroanthus chrysanthus* obteve o valor médio de 60 % na característica de forma de fuste reto (R), 35 % em fuste bifurcado (B) e 5 % em fustes quebrados (Q). Na condução dos plantios arbóreos é recomendável a prática de podas e desramas das espécies bifurcadas, com intuito de diminuir o sombreamento excessivo no consórcio agroflorestal com cultivos agrícolas.

4.7.4 Índice de doenças (ID)

Os resultados da análise das médias dos dados de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, são apresentados na Tabela 50.

Tabela 50 Comparações entre as médias de índice de doenças (ID) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Nota
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,00 a
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,00 a
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	4,00 a
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	3,85 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	4,00 a
Média geral		3,97

Médias seguidas pelas letras na coluna não diferem pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade revelaram efeitos não significativos.

De um modo geral, a ausência de sintomas de doenças foliares, expressa que o estado fitossanitário das espécies avaliadas foi ótimo, ou seja, não se

constatou nenhuma ocorrência de doenças que afetaram significativamente o desenvolvimento das árvores.

4.7.5 Índice de ataque de pragas (IAP)

Os resultados da análise das médias dos dados de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, são apresentados na Tabela 51.

Tabela 51 Comparações entre as médias de índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Nota
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,85 b
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	4,65 b
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	4,60 b
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	3,40 a
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	2,90 a
Média geral		4,08

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade.

Na época de avaliação, os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, revelaram efeitos significativos para o índice de ataque de pragas (IAP) das espécies arbóreas da propriedade (Tabela 51).

Observando-se que as espécies *Swietenia macrophylla* e *Cedrela odorata* apresentaram-se com os menores valores de IAP e diferem estatisticamente das demais espécies.

Em relação aos graus de resistência aos insetos, às espécies *Handroanthus chrysanthus*, *Jacaranda caucana* e *Spathodea campanulata*, apresentaram alta resistência, porém as demais apresentaram resistência moderada.

Na época da avaliação a espécie *Handroanthus chrysanthus* evidenciou baixa incidência da formiga cortadeira, porém a taxa de sobrevivência desta espécie foi baixa, possivelmente devido aos sucessivos ataques de formigas cortadeiras. Constatou-se que nesta propriedade o controle de formigas cortadeiras foi realizado de forma ineficiente.

A espécie *Cedrela odorata*, obteve o menor valor de índice de ataque de pragas (IAP), possivelmente devido à alta incidência da praga *Hypsipyla grandella* que causa dano no broto terminal da planta, interrompendo o crescimento e deformando a arquitetura da planta.

A espécie *Swietenia macrophylla* apresentou incidência da praga *Hypsipyla grandella*, porém em poucas árvores, e também evidenciou susceptibilidade ao ataque de formiga cortadeira.

No Brasil a ocorrência de *Hypsipyla grandella* em árvores de mogno (*Swietenia macrophylla* King), torna impraticável a sua implantação em cultivos maciços comerciais (LUNZ et al., 2009), em casos de ataques repetitivos, pode ocorrer a morte do hospedeiro.

Segundo Cornelius (2001), não existem materiais de mogno selecionado para resistência a *H. grandella*. No entanto, o melhoramento visando seleção de matérias tolerantes ou resistentes é importante para viabilizar a exploração comercial.

A espécie *Jacaranda caucana*, evidenciou a susceptibilidade à incidência da formiga cortadeira, porém as árvores apresentaram resistência a esta praga demonstrado no desenvolvimento adequado em altura, DAP e sobrevivência.

4.7.6 Deficiência nutricional (DN)

Os resultados da análise das médias dos dados de deficiência nutricional (DN) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, são apresentados na Tabela 52.

Tabela 52 Comparações entre as médias de deficiência nutricional (DN) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	Nota
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	5,0 b
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	4,90 b
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	4,80 b
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	4,75 ab
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	4,15 a
Média geral		4,72

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade.

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade (Tabela 52) revelaram diferenças entre as espécies quando se analisaram os sintomas de deficiência nutricional (DN).

De modo geral evidenciou-se a ausência de sintomas da deficiência nutricional nas espécies *Jacaranda caucana*, *Handroanthus chrysanthus*, *Cedrela odorata* e *Spathodea campanulata*.

De modo geral, a espécie *Swietenia macrophylla* apresentou plantas saudáveis, entretanto, em algumas árvores observou-se o amarelecimento de algumas folhas, fato que evidenciou a presença de deficiência de nutrientes na árvore.

Segundo o resultado do estudo do solo da propriedade Bretanha, considerando-se os valores dos níveis críticos proposto por Aristizabal e Pachon

(1983), pode-se considerar que os valores encontrados para fósforo e potássio são adequados e suficientes para a implantação e condução do consórcio de cafeeiro, banana da terra e o plantio de árvores em renques.

Segundo o estudo de solo na propriedade, constatou-se um baixo teor do Magnésio (Mg) o que indica necessidade de suplementação deste nutriente no solo.

4.7.7 Vigor vegetativo (VV)

Os resultados da análise das médias dos dados de vigor vegetativo (VV) das espécies arbóreas plantadas na propriedade La Bretanha, são apresentados na Tabela 53.

Tabela 53 Comparações entre as médias de vigor vegetativo (VV) das espécies arbóreas avaliadas na propriedade La Bretanha do município de Quimbaya no estado do Quindío, Colômbia, 2015

Espécie	Nome científico	NOTA
Ipê Amarelo	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	13,75 b
Jacaranda	<i>Jacaranda caucana</i>	13,65 b
Tulipeira	<i>Spathodea campanulata</i>	13,35 b
Cedro rosa	<i>Cedrela odorata</i>	11,70 a
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	11,40 a
Média geral		12,77

Médias seguidas pelas letras na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis 5% de probabilidade.

O vigor vegetativo foi definido como a soma dos atributos das plantas avaliados pela diagnose visual neste experimento, índice de doenças (ID), índice de ataque de pragas (IAP) e deficiência nutricional (DN), as quais favorecem ou afetam o desenvolvimento das espécies no estabelecimento de uma população inicial no campo, vale destacar que o estudo do vigor representa a relação das

espécies frente às interações de genótipo e ambiente, sendo que o valor (15) seria o mais alto para esta variável.

Observa-se na Tabela 53, que as espécies *Jacaranda caucana*, *Handroanthus chrysanthus*, *Spathodea campanulata*, estatisticamente não apresentaram diferença significativa, porém tiveram diferença estatística com as espécies *Swietenia macrophylla* e *Cedrela odorata* que apresentaram menores valores de VV.

Considerando-se a escala de índice de vigor vegetativo proposta, as espécies *J. caucana*, *H. chrysanthus* e *S. campanulata* se destacaram com “Bom vigor”, enquanto as espécies *C. odorata* e *S. macrophylla* apresentaram-se com “vigor médio”.

Constatou-se nas avaliações de campo que as espécies *C. odorata* e *S. macrophylla* foram mais susceptíveis ao ataque da formiga cortadeira e *Hypsipyla grandella* e apresentaram baixas resistências a estas pragas.

Segundo Farfan (2012), a espécie *Jacaranda caucana* apresenta características de folhagem macia, com forma de copa rala bem ramificada, o caule é comprido e possui rápida taxa de crescimento o que permite se recomendar como uma planta para sombreamento de plantações de cafeeiros ou cacau. Ela também pode estabelecer-se em cultivo em linhas.

5 CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos resultados obtidos nas quatro propriedades avaliadas nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

Nas propriedades La Perla, El Oasis, Cristales e La Bretanha localizada no Estado do Quindío, após a avaliação das quatorze espécies arbóreas plantadas em arranjo de renques em linhas simples consorciadas com cafeeiro (*Coffea arabica*) e banana da terra (*Musa paradisiaca*), as que apresentaram maior potencial de estabelecimento, foram:

Schizolobium parahyba, *Cordia alliodora*, *Jacaranda caucana*, *Cupania americana*, *Trichanthera gigantea* e *Tecoma stans*, as quais apresentaram taxas de sobrevivência superior a 66%, alto vigor vegetativo e resistência a pragas e doenças florestais.

As espécies florestais *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* e *Handroanthus chrysanthus*, poderão ter algum sucesso, desde que a condução dos plantios seja desenvolvida com controle fitossanitário eficiente da formiga cortadeira e da lagarta *Hypsipyla grandella*.

Os fatores limitantes para o máximo crescimento das espécies arbóreas plantadas nas propriedades foram à incidência da formiga cortadeira e da lagarta *Hypsipyla grandella* e a redução das precipitações após o plantio, que causou diminuição das taxas de sobrevivência.

Pode-se considerar que os valores encontrados para macro e micronutrientes nos solos dos plantios nas propriedades foram adequados e suficientes para a implantação e desenvolvimento do consórcio de cafeeiros, banana da terra e plantio de árvores em renques.

A principal função desta análise foi exploratória, portanto os resultados não podem ser considerados definitivos, sendo que as espécies possuem diferentes dinâmicas de crescimento, em função dos diferentes genótipos, do

grau de adaptabilidade ao ambiente de introdução e a condução dos plantios com manejo silvicultural diferenciado em cada propriedade.

O arranjo em renques é uma opção viável para incentivar o plantio de espécies arbóreas em propriedades particulares, consorciando espécies florestais com cultivos agrícolas, visando sustentabilidade econômica e ambiental dos agroecossistemas rurais das regiões cafeeiras do Estado do Quindío, Colômbia.

REFERÊNCIAS

ALVARADO, G. A.; SUAREZ, E. P.; GUERRERO, H. A. C. **Castillo: nueva variedad de café con resistencia a la roya**. Chinchiná: CENICAFE, 2005. 8 p. (Avances Técnicos, 337).

ARISTIZABAL, G. A.; PACHON, I. F. C. **Interpretación de análisis de suelos para café**. Chinchiná: CENICAFE, 1983. 5 p. (Avances Técnicos, 115).

BALBINO, L. C.; BARCELLO, A. O.; STONE, L. F. **Marcoreferencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: EMBRAPA, 2011. 130 p.

BOTERO, C. **Resposta de cafeeiros ao sombreamento e à dinâmica de serapilheira em condições de sistema agroflorestal**. 2007. 87 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

CALLE, D. A. C.; SADEGHIAN, K. H. **Beneficios del sombrero de guamo en suelos cafeteros**. Chinchiná: CENICAFE, 2005. 8 p. (Avances Técnicos, 335).

CARAMORI, P. H. et al. Arborização de cafezais e aspectos climatológicos. In: _____. **Arborização de cafezais no Brasil**. Vitória da Conquista: UESB, 2004. p. 19-42.

CARVALHO, P. **Louro-Freijó Cordia alliodora**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007a. 8 p. (Circular Técnica, 136).

CARVALHO, P. **Mogno Swietenia macrophylla**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2007b. 12 p. (Circular Técnica, 140).

CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACION EN CAFÉ. **Suelos de la zona cafetera colombiana**. Chinchiná, 2010. 48 p.

CORNELIUS, J. P. The effectiveness of pruning in mitigating *Hypsipyla grandella* attack on Young mahogany (*Swietenia macrophylla* King). **Trees Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 148, p. 287-289, 2001.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDIO. **Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del Río la Vieja**. Armenia, 2008. 358 p.

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL QUINDÍO. **Proyecto:** recuperación de coberturas vegetales en ecosistemas prioritarios para la regulación hídrica en el Estado do Quindío. Armenia, 2013. 18 p.

CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL. **Plan de ordenación forestal del Quindío**. Armenia, 2011. 143 p.

COSTA, M. S. da. **Silvicultura**. Lisboa: F. Franco, 1980. v. 1, 262 p. (Coleção AGROS).

DUARTE, L. **Guía para el cultivo y aprovechamiento del chachafruto o balú:** *Erythrina edulis* (Triana ex Micheli). Santafé de Bogota: Convenio Andrés Bello, 2002. 64 p.

DUQUE, A. **Plan de ordenación y manejo ambiental UMC Río Quindío**. Armenia: Corporación Autónoma Regional del Quindío, 2008. 279 p.

ESKES, A. B.; LEROY, T. Coffeeselection and breeding. In: WINTGENS, J. (Ed.). **Coffee:** growing, processing, sustainable production. Berlin: Wiley-VCH, 2004. p. 57-86.

FARFAN, F. **Agroforestería y sistemas agroforestales con café**. Caldas: Manizales, 2014. 342 p.

FARFAN, F. **Árboles con potencial para ser incorporados en sistemas agroforestales con café**. Chinchiná: Centro Nacional de Investigaciones de Café. 2012. 88 p.

FERREIRA, C. A.; MARTINS, E. G. **Potencial da grevilea (*Grevillea robusta* A.Cunn.) para reflorestamento.** [S.l.: s.n.], 1998. 9 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR software.** Versão 5.3. Lavras: UFLA, 2003.

FRANCIS, J. K. **Cupaniaamericana.** New Orleans: Department of Agriculture, Forest Service, 1991. 487 p.

FRANCIS, J. K. **Spathodea campanulata Beauv. African tulip tree.** New Orleans: Department of Agriculture, Forest Service, 1990. 487 p.

GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 351 p.

GONZALES, R. Plantacionesforestales a nivel experimental en Costa Rica. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 4, p. 99-109, 1980.

HARVEY, C. A. et al. Contribución de las Cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en America Central. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v. 10, p. 39-40, 2003.

HERNADEZ, L. M.; VIT, P. El Platano: un cultivo tradicional con importancia nutricional. **Revista del Colegio de Farmacéuticos del Estado Mérida**, Merida, v. 2, p. 1-3, sept. 2009.

HOLDRIDGE, L. R. Determination of the world plant formation from simple climatic date. **Science**, New York, v. 105, n. 2727, p. 367-368, 1947.

HOLDRIDGE, L. R. **Lifeonzone ecology.** San Jose: Tropical Science Center, 1967. 206 p.

INFOAGRO. **El cultivo del platano:** 1ª parte. Disponível em:
<http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tropicales/platano.htm>. Acesso em: 20 jul. 2015.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. **Características climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos:** cartilla informativa. Disponível em:
<<http://institucional.ideam.gov.co/jsp/1772>>. Acesso em: 8 set. 2015a.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. **Valores totales e mensuales de precipitación, aeropuerto el Edén de Armenia, Quindío, Colombia.** Disponível em:
<<http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/tramites-servicios>>. Acesso em: 10 out. 2015b.

JOHNSON, P.; MORALES, R. A review of *Cordia alliodora* (Ruiz et Pav.) Oken. **Turrialba**, Turrialba, v. 22, n. 2, p. 210-220, 1972.

LELES, P. S. et al. Crescimento e qualidade de fuste de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em diferentes consórcios florestais na Região Amazônica. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS; SBEF, 2003. 1 CD-ROM.

LOCATÉLLI, M.; MACEDO, R.; VIEIRA, A. **Caracterização de sintomas de deficiências em cedro rosa (*Cedrela odorata* L.).** Porto velho: EMBRAPA, 2006. 4 p. (Circular Técnica, 88).

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil:** madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 58 p.

LOZANO, F. H. **Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales.** Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, 2009. 238 p.

LUNZ, A. M. et al. Hypsipylagranda em Mogno (*Swietenia macrophylla*): situação atual e perspectivas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 59, p. 45-55, 2009.

MACEDO, R. L. G. **Avaliação holística de fase juvenil do teste de introdução de espécies de Eucalyptus na Baixada Cuiabana, Mato Grosso**. 1991. 231 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

MACEDO, R. L. G. **Princípios básicos para o manejo sustentável de sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 157 p.

MACEDO, R. L. G.; FISCHER, F.; LEITE, A. P. **Quebra ventos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 5 p. (Boletim Técnico, 20).

MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B. do; VENTURIN, N. **Eucalipto em sistemas agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010. 331 p.

MARTINS, S. **Recuperação de áreas degradadas, ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e mineração**. Viçosa, MG: Aprendam Fácil, 2010. 268 p.

MATIELLO, J. B. et al. **Eucaliptos no cafezal parece incrível, porém verdadeiro: folha técnica 027**. Disponível em: <<http://fundacaoprocafe.com.br/downloads/Folha027Eucalipto.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2015.

MATTA, F. M. da; RENA, A. B. Ecofisiologia de cafezais sombreados e a pleno sol. In: _____. **O estado da arte de tecnologias na produção de café**. Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 93-135.

MATTA, F. M. da; RODRIGUEZ, N. Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica. **Agronomia Colombia**, Bucaramanga, v. 25, n. 1, p. 113-123, ene./jun. 2007.

MENDONÇA, B. R. **Potencial de estabelecimento de espécies arbóreas em sistema silvipastoril na região de Lavras, sul do estado de Minas Gerais.** 2014. 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

MENDOZA, N. A. **Silvicultural contributions to there forestation with native especies in the tropical mountain rainforest region of South Ecuador.** 2007. 157 p. Thesis (Doctor in Forest Sciences) - Universidade Técnica de Munich, Munich, 2007.

MONTENEGRO, J.; RAMIREZ, G.; METZLER, H. B. Evaluación del establecimiento y crecimiento inicial de seis especies maderables asociadas con café. **Agroforestería en las Américas**, Turrialba, v. 4, n. 13, p. 4-20, ene./mar. 1997.

NEHRING, N. G. J. **Producción de madera y almacenamiento de carbono en cafetales con cedro (*Cedrelaodorata*) y caoba (*Swieteniamacrophylla*) en Honduras.** 2012. 122 p. Tesis (Magister en Agroforestería Tropical) - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, 2012.

NIETO, V. M.; RODRIGUEZ, J. **Lafoenia espiciosa Kunth.** Santafé de Bogotá: Corporación Nacional de Investigación Forestal, 2014. Disponível em: <http://www.rngr.net/publications/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales/parte-ii/especies-l/at_download/file>. Acesso em: 15 out. 2014.

OSPINA, A. **Aproximación a la construcción de la definición de agroforesteria.** Cali: Fundacion Ecovivero, 2003. 3 p.

PAINTER, R. H. **Insectresistence in croplants.** New York: The Wageningen Library, 1951. 520 p.

PEREIRA, A. V. et al. **Sistemas agroflorestais de seringueira com cafeeiro.** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 77 p.

PROFICE, S. R. et al. **Acanthaceae in lista de espécies da flora do Brasil.**
Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB79915>>.
Acesso em: 30 set. 2015.

RIBEIRO, F. A. **Potencial de estabelecimento de *Tectona grandis* L. f. (Teca) em Guapé, MG.** 2004. 57 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

ROMERO, H. et al. **Agenda ambiental del municipio de Quimbaya, Quindío.**
Quimbaya: Alcaldia de Quimbaya, 2006. 256 p.

SALAZAR, R. *Tabebuia rosea* (Bertol) DC nota técnica sobre manejo de Semillas Forestales. **CATIE**, Turrialba, n. 8, p. 919-922, 1997.

SAVON, L. et al. Valor nutritivo del follaje de tricamera (*Trichanthera gigantea*) en animales monogástricos. **Revista Computadorizada de Producción Porcina**, Bogota, v. 13, n. 1, p. 55-60, 2006.

SILVA, F. de A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SOMARRIBA, E.; BEER, J. Dimensions, volumes and growth of *Cordia alliodora*. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v. 18, p. 113-126, 1987.

SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L.; LUCAS, C. **Cacao bajo sombra de maderables en Ojo de Agua, Changuinola, Panamá:** manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. Turrialba: CATIE, 1996. 47 p. (Serie Técnica, Informe Técnico, 276).

SOMARRIBA, E. et al. Survival, growth, timber productivity and siteindex of *Cordia alliodora* in forestry and agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 111-118, 2001.

SOMER, G. V.; FERRUCCI, M. S.; ACEVEDO, P. R. **Cupania in lista de espécies da flora do Brasil**. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB87732>>. Acesso em: 30 set. 2015.

SOUZA, R. et al. **Paricá: Schizolobium parahyba var. amazonicum (Huber x Duck e) Barneby**. Manaus: EMBRAPA, 2003. 12 p. (Circular Técnica, 18).

TORRES, P. R. **Diseño de un sistema agroforestal basado en café robustaque incrementa la sustentabilidad, rentabilidad y equidad, en la amazonia ecuatoriana**. 2005. 192 p. Tesis (Magister Gestión en Desarrollo Rural y Agricultura Sustentable) - Universidad Católica de Temuco, Temuco, 2005.

TRUJILLO, E. **Adaptación, usos, madera, vivero de 95 especies, Gualanday**. Disponível em: <<http://elsemillero.net/nuevo/semillas/gualanday.html>>. Acesso em: 20 out. 2014a.

TRUJILLO, E. **Adaptación, usos, madera, vivero de 95 especies, Guayacán de Manizales**. Disponível em: <http://elsemillero.net/nuevo/semillas/guayacan_manizales.html>. Acesso em: 20 out. 2014b.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of State Geographer. **Image Landsat**. Disponível em: <<https://www.google.es/earth/index.html>>. Acesso em: 10 set. 2015.

VASQUEZ, A. **Silvicultura de plantaciones forestales en Colombia**. Tolima: Universidad del Tolima, 2001. 304 p.

VENTORIM, N. **Considerações sôbre a avaliação do sistema de introdução de espécies florestais por parcelas individuais**. 1971. 90 p. Tese (Magister Scientiae) - Instituto de Ensino e Investigação Tropical, Turrialba, 1971.

VILLANUEVA, C. et al. **Las cercas vivas en las fincas ganaderas**. Turrialba: Enmente Impresión INPASA, 2005. 20 p. (Serie Cuadernos de Campo. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas).

ZADOKS, J. C.; SCEIN, R. D. **Epidemiology and plant disease management**. New York: Oxford University, 1987. 427 p.