

ROZIMEIRY GOMES BEZERRA

**CONSÓRCIOS DE CLONES DE EUCALIPTO COM SOJA E MILHO NA REGIÃO DE
CERRADO NO NOROESTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS: UM ESTUDO DE
CASO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Produção Florestal, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Renato Luiz Grisi Macedo

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997

ROZIMEIRY GOMES BEZERRA

**CONSÓRCIOS DE CLONES DE EUCALIPTO COM SOJA E MILHO NA REGIÃO DE
CERRADO NO NOROESTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS: UM ESTUDO DE
CASO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Produção Florestal, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Renato Luiz Grisi Macedo

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
1997

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da
Biblioteca Central de UFLA

Bezerra, Rozimeiry Gomes

Consortiação de clones de eucalipto com soja e milho na região de cerrado no noroeste do Estado de Minas Gerais: um estudo de caso / Rozimeiry Gomes Bezerra. -- Lavras: UFLA, 1997. 91p.: il.

Orientador: Renato Luiz Grisi Macedo
Dissertação (Mestrado) - UFLA.
Bibliografia.

1. Eucalipto - Clone. 2. Consórcio. 3. Soja. 4. Milho.
5. Sistema agroflorestal. 6. *Eucalyptus camaldulensis*.
7. *Eucalyptus urophylla*. I. Universidade Federal de Lavras.

II. Título.

CDD-634.97342

ROZIMEIRY GOMES BEZERRA

**CONSÓRCIOS DE CLONES DE EUCALIPTO COM SOJA E MILHO NA REGIÃO DE
CERRADO NO NOROESTE DO ESTADO DE MINAS GERAIS: UM ESTUDO DE
CASO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Produção Florestal, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 19 de agosto de 1997


Prof. Augusto Ramalho de Moraes


Prof. Maria Madalena Ferreira Chaves


Prof. Nelson Venturin


Prof. Renato Luiz Grisi Macedo
(Orientador)

À Deus, pela presença constante, pela vida e por ter canalizado a minha fé e perseverança.

À minha amada mãe, Antonia, pelo carinho, apoio e dedicação demonstrado em todos os momentos.

Ao meu amado pai, Benedito (in memorian), por todos os momentos felizes.

Ao meu amado esposo, Osvaldo, pela confiança, estímulo e amor.

DEDICO

Aos meus irmãos, Pedro, Benedito, Ivan, Ivana e Adriani, pelo incentivo.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas, pela alegria.

À todas as pessoas que acreditam e lutam por um BRASIL melhor

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida, por todas as graças alcançadas;

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade concedida;

Ao Centro Nacional de Pesquisa (CNPq) e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado;

Ao Programa CNPq/PADCT/CIAMB financiador do Projeto Cerrado, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho;

À Companhia Mineira de Metais (CMM), Grupo Votorantim, pela concessão da área de estudo e apoio oferecido no desenvolvimento deste trabalho e em particular aos engenheiros florestais Luciano, Vicente e Raul, pela valiosa contribuição;

Ao professor Renato Luiz Grisi Macedo pela orientação e ensinamentos transmitidos durante todo o mestrado;

Aos membros da banca, professores Augusto Ramalho Morais, Nelson Venturin, Maria Madalena Ferreira Chaves, pela orientação e apoio prestados durante o desenvolvimento deste trabalho;

Ao Professor José Roberto Scolforo, por ter acreditado em minha pessoa e decidido apoio;

Aos professores e funcionários de Departamento de Ciências Florestais, Biblioteca Central e APG;

A todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica, pelos ensinamentos transmitidos;

Aos professores José Márcio (DCF) Luiz Gonzaga (DEG) e ao engenheiro florestal Sérgio (DCF) pelo apoio e esclarecimentos prestados;

Às alunas de graduação em engenharia florestal Lilian e Brigida e ao engenheiro florestal Ciriqui, pela ajuda prestada na coleta de dados;

Aos colegas de curso de mestrado em Engenharia Florestal, Ana Paula, Fisher, Luciana, Luciane, José Roberto, Marcílio, Robério, Tabai, pela amizade;

Aos amigos de todos os momentos Ademir e Elô, pela amizade e grande ajuda;

Aos amigos Othon e Marilda, pela amizade, inestimável apoio e pelos bons momentos;

Aos amigos Marcos e Mara, pelo incentivo, solidariedade e amizade;

Às amigas Laura, Ana Paula, Rísia, Vera, Jussara, Táta, pela amizade, sugestões, incentivo e bons momentos;

À minha mãezinha motivo do meu viver, pelo carinho, modelo de vida, esperança e alegria;

Ao meu amado esposo, Osvaldo, pelo incentivo, dedicação, compreensão e presença em todos os momentos da realização deste trabalho;

À toda a minha família pelo apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida;

À todas as pessoas que ajudaram anonimamente, a fim que chegasse ao término deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xvi
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1	
COMPETIÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO CONSORCIADO COM SOJA IMPLANTADOS NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS.....	3
1.1 INTRODUÇÃO	4
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	7
1.2.1 Caracterização da região.....	7
1.2.2 Plantio e condução	8
1.2.3 Instalação do experimento	9
1.2.4 Avaliações realizadas	10
1.2.4.1 Porcentagem de sobrevivência	10
1.2.4.2 Altura	11
1.2.4.3 Diâmetro	11
1.2.4.4 Volume	11
1.2.4.5 Análise estatística	12
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
1.3.1 Porcentagem de sobrevivência.....	14
1.3.2 Altura	15

1.3.3 Diâmetro	16	
1.3.4 Volume	17	
1.4 CONCLUSÕES	18	
1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19	
CAPÍTULO 2		
COMPETIÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO CONSORCIADO COM MILHO IMPLANTADOS NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS.....		22
2.1 INTRODUÇÃO	23	
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	27	
2.2.1 Avaliações realizadas.....	27	
2.2.1.1 Porcentagem de sobrevivência	27	
2.2.1.2 Altura	28	
2.2.1.3 Diâmetro	28	
2.2.1.4 Volume	28	
2.2.1.5 Área de projeção da copa	29	
2.2.1.6 Forma retilínea do fuste	29	
2.2.1.7 Análise estatística	29	
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30	
2.3.1 Porcentagem de sobrevivência	31	
2.3.2 Altura	31	
2.3.3 Diâmetro	32	
2.3.4 Volume	32	
2.3.5 Área de projeção da copa	32	
2.3.6 Forma retilínea do fuste	33	
2.4 CONCLUSÕES	34	
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35	

CAPÍTULO 3	
AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA CONSORCIAÇÃO DE SOJA COM CLONES DE EUCALIPTO NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS.....	37
3.1 INTRODUÇÃO	38
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	42
3.2.1 Descrição do experimento	43
3.2.2 Preparo da área	44
3.2.3 Cultura da soja	44
3.2.4 Avaliações realizadas	45
3.2.4.1 Estande final	45
3.2.4.2 Altura da planta	45
3.2.4.3 Inserção da primeira vagem	46
3.2.4.4 Número de vagens por planta	46
3.2.4.5 Número de grãos por planta	46
3.2.4.6 Produção de grãos	46
3.2.4.7 Análise estatística	47
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.3.1 Estande final	49
3.3.2 Altura da planta	49
3.3.3 Inserção da primeira vagem	53
3.3.4 Número de vagens por planta	54
3.3.5 Número de grãos por planta	55
3.3.6 Produção de grãos	56
3.4 CONCLUSÕES	60
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXO	64

CAPÍTULO 4	
AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA CONSORCIAÇÃO DE MILHO COM CLONES DE EUCALIPTO NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS.....	
	66
4.1 INTRODUÇÃO	67
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	70
4.2.1 Descrição do experimento	71
4.2.2 Preparo da área	72
4.2.3 Cultura do milho	72
4.2.4 Avaliações realizadas	73
4.2.4.1 Estande final	73
4.2.4.2 Altura da planta	73
4.2.4.3 Altura da espiga	74
4.2.4.4 Número de espigas	74
4.2.4.5 Peso de espiga	74
4.2.4.6 Produção de grãos	74
4.2.4.7 Análise estatística	75
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	76
4.3.1 Estande final	77
4.3.2 Altura da planta	77
4.3.3 Altura da espiga	81
4.3.4 Número de espigas	82
4.3.5 Peso de espiga	82
4.3.6 Produção de grãos	85
4.4 CONCLUSÕES	86
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXO	90

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1.1 Resultados da análise química de amostra de solo coletado no perfil de 0-20 cm de profundidade, na área experimental.	8
1.2 Resumo da análise de variância para porcentagem de sobrevivência e para as características dendrométricas dos clones de eucalipto, aos 17 meses de idade	13
1.3 Valores médios de porcentagem de sobrevivência, altura, diâmetro à altura do peito, volume por árvore e por hectare, avaliados aos 17 meses de idade, para os clones de <i>E. camaldulensis</i> (códigos 137 e 180) e <i>E. urophylla</i> (códigos 44 e 13)	14
2.1 Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência, características dendrométricas, área de projeção da copa e forma retilínea do fuste dos clones de eucalipto, aos 28 meses de idade.....	30
2.2 Valores médios de porcentagem de sobrevivência, altura, diâmetro à altura do peito, volume por árvore e por hectare, área de projeção da copa, forma retilínea do fuste, avaliados aos 28 meses de idade, para os clones de <i>E. camaldulensis</i> (códigos 137 e 180) e <i>E. urophylla</i> (códigos 44 e 13)	31
3.1 Resumo da análise de variância para as características agronômicas da soja, avaliadas na época de colheita, na Fazenda Riacho, município de Paracatu, MG	48
3.2 Valores médios de estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [<i>Glycine max</i> (L.) Merrill] consorciada com clones de <i>Eucalyptus</i> e em monocultivo	49

- 3.3 Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto 50
- 3.4 Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para a distância de 3 metros da linha da cultura de soja em relação à linha do eucalipto 50
- 3.5 Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para a distância de 5 metros da linha da cultura de soja em relação à linha do eucalipto 51
- 3.6 Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 137 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto 51
- 3.7 Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 44 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto 52
- 3.8 Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 13 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto 52
- 3.9 Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção, para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 180 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto 53
- 3.1A Balanço hídrico climatológico segundo Thorthwaite e Mater para a área experimental em Paracatu, Minas Gerais 65

4.1	Resumo da análise de variância para as características agronômicas do milho, avaliados na época de colheita, na Fazenda Riacho, município de Paracatu - MG	76
4.2	Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clones de <i>Eucalyptus</i> e em monocultivo	77
4.3	Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clones de <i>Eucalyptus</i> e em monocultivo, em função das distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto	78
4.4	Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clones de <i>Eucalyptus</i> e em monocultivo, para as distâncias de 1,8-2,7 metros da cultura do milho em relação as linhas de plantio do eucalipto	79
4.5	Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clones de <i>Eucalyptus</i> e em monocultivo, para as distâncias de 4,5-5,4 metros da cultura do milho em relação as linhas de plantio do eucalipto	79
4.6	Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clone 44 de <i>Eucalyptus</i> , para duas distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto	80
4.7	Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clone 13 de <i>Eucalyptus</i> , para duas distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto	80
4.8	Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clone 180 de <i>Eucalyptus</i> , para duas distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto	80

4.9 Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (<i>Zea mays</i> L.) consorciada com clone 137 de <i>Eucalyptus</i> , para duas distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto	81
4.1A Balanço hídrico segundo Thorthwaite e Mater para a área experimental em Paracatu, Minas Gerais	91

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.1 Localização geográfica da área em estudo	7
1.2 Desenho esquemático da área útil da parcela experimental	10
3.1 Curso anual médio do balanço hídrico climático de Paracatu, MG, calculado pelo método de Thornthwaite e Mater (1955), para 75 mm da capacidade de armazenamento	42
3.2 Dados diários de precipitação no período de 01 de dezembro de 1995 a 30 de abril de 1996, Paracatu - MG	43
3.3 Desenho esquemático da disposição das subparcelas de soja, consorciadas com clones de eucalipto	44
4.1 Curso anual médio do balanço hídrico climático de Paracatu, MG, calculado pelo método de Thornthwaite e Mater (1955), para 150 mm da capacidade de armazenamento	70
3.2 Dados diários de precipitação no período de 01 de dezembro de 1996 a 30 de abril de 1997, Paracatu, MG	71
3.3 Desenho esquemático da disposição das subparcelas de milho, consorciados com clones de eucalipto	72

tratamentos (consórcio de soja com 4 clones de eucalipto e pelo monocultivo da cultura de soja) e 2 distâncias, onde os tratamentos secundários foram dispostos em faixas. Os resultados encontrados revelaram que o sistema de consórcio de soja com clone de *E. urophylla* 44, juntamente com o monocultivo, foram os que apresentaram maiores produções de soja. As características agronômicas da soja tanto nos sistemas de consórcios quanto em monocultivo foram influenciadas negativamente, devido a ocorrência de um déficit hídrico no período reprodutivo da cultura agrícola, causando uma diminuição de produção. O capítulo 4 teve por objetivo avaliar a viabilidade da cultura de milho em consorciação com 4 clones de eucalipto. Neste caso, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com 6 repetições, sendo os tratamentos dispostos num esquema de parcela subdividida, compostos por 5 tratamentos (consórcio de milho com 4 clones de eucalipto e pelo monocultivo da cultura de milho) e 2 distâncias, com os tratamentos secundários dispostos em faixas. Os resultados do presente estudo mostraram que a produção de milho em monocultivo, sob o aspecto da produtividade, foi superior ao sistema consorciado. As maiores produções de milho para o sistema consorciado foram observadas quando associado aos clones de *E. camaldulensis* 180 e *E. urophylla* 44.

ABSTRACT

At Fazenda Riacho, owned by 'Companhia Mineira de Metais', in the municipality of Paracatu-MG, a case study was carried out involving an intercrop of 4 eucalyptus clones (2 clones of *E. camaldulensis*, codes 137 and 180; and 2 clones of *E. urophylla*, codes 13 and 44) planted in December of 1994, arranged in 10m x 4m spacing, having agricultural cultures planted in between. Chapter 1 of this study had as an objective, to evaluate the initial behavior of 4 eucalyptus clones intercropped with soybean culture [*Glycine max* (L.) Merrill], using randomized blocks statistical design (DBC) with 6 repetitions and 4 treatments. The results found revealed that all tested clones presented themselves with adaptation, establishment and growth potential satisfactory for use in agroforestry systems in the region. The *E. camaldulensis* clones presented survival and dendometric characteristics higher than the *E. urophylla*. Chapter 2 had as an objective to evaluate the initial behavior of 4 eucalyptus clones intercropped with corn culture [*Zea mays* (L.)], using randomized blocks statistical design (DBC) with 6 repetitions and 4 treatments. The results found revealed that the performance of the eucalyptus clones intercropped with corn was considered satisfactory. The *E. camaldulensis* 137 clone presented itself superior to the other clones for the survival, stem form and dendometric characteristics. In chapter 3, an evaluation was done as to the technical viability of soybean culture intercropped with 4 eucalyptus clones, in which the randomized blocks statistical design (DBC) was used with 6 repetitions. The treatments on the latter were arranged in a scheme of subdivided parcels, consisting of 5 treatments and 2 distances in which the secondary treatments were arranged in rows. The results found revealed that the intercropping system of soybean with *E. urophylla* 44 clone, together with the monoculture, were the ones which presented greater soybean production. The soybean

agronomical characteristics, in intercropping systems as in monoculture, were negatively influenced, due to the occurrence of a water deficit during the reproductive period of the agricultural culture, causing a production decrease. Chapter 4 had as objective to evaluate the viability of corn culture intercropped with 4 eucalyptus clones. In this case, the statistical design used was also randomized blocks (DBC) with 6 repetitions, the treatments arranged in a scheme of subdivided parcels, consisting of 5 treatments and 2 distances, with secondary treatments arranged in rows. The results of the current study showed that in monoculture corn production, the productivity aspect was superior to the intercropped system. The greater corn production for the intercropped system was observed when associated with the *E. camaldulensis* 180 and *E. urophylla* 44 clones.

INTRODUÇÃO GERAL

Novos modelos de gerenciamento da produção e da gestão tecnológica para as atividades florestais estão sendo repensados, para se alcançar maior produtividade a custos menores, de forma competitiva e sustentada.

Uma das alternativas é o direcionamento de parte dos reflorestamentos à produção de madeira em ciclos longos, que permite o uso do ambiente florestal com outras atividades. Isso possibilita a exploração adequada desses recursos, cria novas e valiosas opções de mercado; diversifica e aumenta a receita, conciliando também a produção florestal com as restrições de uso por motivos ambientais. Com essa otimização eficiente e harmônica entre a produção florestal e a conservação do ambiente, os multiprodutos e os benefícios indiretos da floresta em pé conseguem conjugar lucro e benefícios sociais.

A valorização da produção de madeira como produto final é crescente, principalmente madeira serrada de eucalipto para fins mais nobres em mobiliário e construção.

Compatibilizando a produção florestal com a produção agropecuária, os sistemas agroflorestais despertam interesse, devido principalmente aos altos custos envolvidos na implantação e manutenção de florestas; e a crescente pressão quanto a necessidade de conduzir empreendimentos de modo mais harmônico com o ambiente.

Nos sistemas agroflorestais, espécies lenhosas são utilizadas em associações deliberadas com cultivos agrícolas e/ou animais na mesma área, de forma simultânea ou seqüencial, otimizando a terra e a rentabilidade do empreendimento.

O presente estudo é composto por dois clones de *Eucalyptus camaldulensis* (códigos 137 e 180) e dois clones de *Eucalyptus urophylla* (códigos 13 e 44), plantados no espaçamento 10m x 4m, consorciados com culturas de soja e milho, nas suas entrelinhas.

Este trabalho é um estudo de caso, onde foram avaliados o desenvolvimento das espécies florestais e o das culturas agrícolas. O estudo de caso examina um conjunto de ações em desenvolvimento e mostra como os princípios teóricos se manifestam nessas ações, Guimarães (1990).

O presente trabalho foi dividido em quatro capítulos, sendo o primeiro, referente a competição de clones de eucalipto consorciado com soja implantados na região de cerrado no noroeste de Minas Gerais; o segundo, referente a competição de clones de eucalipto consorciado com milho implantados na região de cerrado no noroeste de Minas Gerais; o terceiro, referente a avaliação da viabilidade técnica da consorciação de soja com clones de eucalipto na região de cerrado no noroeste de Minas Gerais; e o quarto, referente a avaliação da viabilidade técnica da consorciação de milho com clones de eucalipto na região de cerrado no noroeste de Minas Gerais.

CAPÍTULO 1

COMPETIÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO CONSORCIADO COM SOJA IMPLANTADOS NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o país que possui a maior área reflorestada com a cultura de eucalipto em todo o mundo. O estado de Minas Gerais é o maior reflorestador do gênero *Eucalyptus* sendo grande a demanda por este gênero tanto pela indústria siderúrgica, a produção de celulose, entre outros produtos e subprodutos derivados desta cultura.

A região do cerrado em Minas Gerais é a área com maior concentração de reflorestamento com espécies de rápido crescimento, em função, principalmente, do baixo preço da terra e de sua topografia plana que favorece a mecanização. No entanto, existem também alguns fatores considerados limitantes, tais como a deficiência nutricional de seus solos, com alta concentração de acidez e déficit hídrico acentuado, concentrado de 4 a 7 meses, durante o ano. Nestas condições de escassez dos recursos do meio, espaçamentos adensados podem gerar intensa competição intra e interespecífica. Deste modo, a seleção de materiais genéticos deve ser feita em função de características fisiológicas que regulem a eficiência do uso de água e de nutrientes que são condicionantes da produção florestal. É também importante a determinação de técnicas silviculturais mais adequadas, destacando-se a escolha do espaçamento e da fertilização.

A Companhia Mineira de Metais é uma das empresas detentoras de conhecimento tecnológico em reflorestamentos com espécies de rápido crescimento que ciente destas limitações, vêm selecionando em seus plantios no decorrer desses anos, clones de eucalipto que forneçam madeira para fins de usos múltiplos de qualidade superior e bem adaptados às condições edafoclimáticas locais. Procurando diversificação na atividade florestal, a Companhia Mineira de Metais vem utilizando em seus reflorestamentos os sistemas agroflorestais com eucalipto para a produção de madeira para serraria, obtendo uma melhor otimização da área. O espaçamento adotado é 10 m x 4 m, mais amplo do que os convencionais, e que produzem na mesma área e na mesma unidade de tempo, produtos florestais, agrícolas e/ou pecuárias.

Em regiões sujeitas à seca e com solos de baixa fertilidade, melhores produções são verificadas com menor número de plantas por área. Portanto, a densidade ótima, definida como o máximo de plantas capazes de explorar o ambiente adequadamente, varia em função do nível de fertilidade e de umidade do solo (Guimarães et al., 1993). Sendo assim, técnicas de manejo como espaçamentos mais amplos, podem ser utilizadas em sítios com deficiência hídricas e nutricionais para reduzir a competição.

Eucalyptus camaldulensis

O *Eucalyptus camaldulensis* dentro do gênero *Eucalyptus* é a espécie de mais ampla distribuição geográfica, estando dispersa por quase todo o continente australiano entre 14° e 38° de latitude Sul e 114° e 152° de longitude Oeste, por conseguinte em ambientes ecológicos muito variados. No Brasil pode ser cultivada desde o Rio Grande do Sul até o Nordeste e também na Amazônia, utilizando semente de procedências geográficas de latitudes e climas análogos. Suas principais características são: tolerância a inundações temporárias e, ao mesmo tempo, resistência a temperaturas elevadas e períodos secos prolongados (Golfari, Caser e Moura, 1978).

Eucalyptus camaldulensis fornece madeira de cor avermelhada e de densidade entre mediana e elevada, sendo apta para serraria, postes, dormentes e carvão. Em Israel, Itália e Marrocos é também utilizada para produção de celulose (Golfari, Caser e Moura, 1978). Adapta-se bem em solos secos, particularmente em terreno com lençol freático muito variável, e nos vales de baixa altitude das regiões áridas ou semi-áridas ocorrem em povoamentos puros, com o sub-bosque limitado a algumas ervas. Fora dos vales, especialmente na parte meridional da Austrália, a espécie forma florestas abertas baixas, conhecidas pela denominação de “woodlands”, extensiva e intensivamente exploradas (Castro, 1988). De acordo com Lama Gutierrez (1976), sua localização é preponderantemente costeira, penetrando no interior sempre à margem dos rios, comumente associada a *Acacia mollossina* e *Pheris aquilina*.

Sua principal característica é a rusticidade. Possui capacidade de crescer e produzir madeira em solos relativamente pobres com estação seca prolongada; resiste a inundações periódicas e apresenta vigorosa rebrota (FAO, 1981).

Eucalyptus urophylla

O *Eucalyptus urophylla* é nativo de algumas ilhas orientais do arquipélago da Sonda, Timor, Flores, Adonara, Lomblem, Patar, Alor Wetar, situadas ao norte da Austrália, entre 7° e 10° de latitude sul e 119° e 127° de longitude leste. Em Timor, onde tem sua maior distribuição altitudinal, ocorre em colinas e montanhas entre 550 e 2940m, com clima que varia desde o tropical subúmido a montano úmido. *E. urophylla* apresenta também grandes variações morfológicas e fenológicas, de acordo com sua distribuição altitudinal. Nas baixas altitudes, entre 800 e 1200m, é uma árvore de grande porte e tronco reto, atingindo até 50m de altura; nas altitudes elevadas, acima de 1600m, apresenta-se como árvore pequena de forma às vezes tortuosa, chegando a ter forma arbustiva no cume da mais alta montanha do Timor. Variações de crescimento desta espécie são também observadas em trabalhos experimentais de viveiro e de campo, onde as procedências de baixa altitude são nitidamente superiores (Golfari, Caser e Moura, 1978).

O interesse pelo *E. urophylla* surgiu no Brasil depois de comprovada sua alta resistência ao cancro do eucalipto provocado pelo fungo *Diaporthe cubensis*. Esta característica, como também as propriedades de sua madeira, ótima para celulose, indicam que o *E. urophylla* pode ser um bom substituto do *E. grandis* nas localidades onde este mostra-se susceptível àquele fungo (Golfari, Caser e Moura, 1978).

Moura (1987) considera a espécie *E. urophylla* potencial para as diversas regiões brasileiras onde tem sido testada. Juntamente com *E. camaldulensis*, é considerada como uma das espécies de maior plasticidade, podendo crescer satisfatoriamente em quase todas as regiões testadas. Nesta pesquisa, as procedências de baixa e média altitude chegaram a render 29 a 35 m³/ha/ano, tendo-se destacado a procedência de Timor. Considerandose que o autor observou diferenças significativas no ritmo de crescimento das procedências em função da altitude.

Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento inicial de quatro clones de eucalipto em plantio consorciado com a cultura de soja, na região de Paracatu, Minas Gerais.

1.2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é um estudo de caso, conduzido em uma área experimental de 37,5 ha na fazenda Riacho, pertencente à Companhia Mineira de Metais S.A. (CMM) Grupo Votorantim. Neste capítulo são apresentados dados referentes à cultura do eucalipto aos 17 meses de idade, consorciado com a cultura de soja.

1.2.1 Caracterização da região

O experimento está localizado no município de Paracatu, Minas Gerais, a 17° 36' de latitude sul e 46° 42' de longitude oeste, com altitude de 550 metros (Figura 1.1).



FIGURA 1.1 - Localização geográfica da área em estudo.

Segundo a classificação climática de Köppen, a região de Paracatu é do tipo Aw - clima tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 22,6°C, sendo a média do mês mais frio superior a 18°C e a média do mês mais quente de 29,1°C. A precipitação média anual é de 1400 mm, sendo que no mês mais seco é inferior a 60 mm (Antunes, 1986; BRASIL, 1992).

A vegetação é constituída por cerrados representados por seus vários tipos, desde campos a cerradões e florestas ciliares subperenifólias, principalmente, nas proximidades dos rios, desenvolvida sobre solos derivados de basalto (Golfari, 1975). O solo é classificado como latossolo vermelho-amarelo distrófico. Os resultados da análise de solo da área experimental encontram-se na Tabela 1.1.

TABELA 1.1 - Resultados da análise química de amostra de solo coletada no perfil de 0-20 cm de profundidade, na área experimental.

Matéria	pH	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	P
Orgânica	(H ₂ O)	_____	meq/100cc	_____	_____ ppm	_____
2,4	5,2	0,44	1,3	0,96	38,0	1,0

1.2.2 Plantio e condução

As mudas clonais de eucalipto foram produzidas no ano de 1994, no viveiro florestal da Companhia Mineira de Metais, localizado na Fazenda Bom Sucesso, próximo à área do experimento. Em dezembro daquele ano realizou-se o plantio das mudas de clones de *Eucalyptus camaldulensis* (códigos 137 e 180) e de *Eucalyptus urophylla* (códigos 44 e 13) provenientes de matrizes remanescentes de áreas produtivas da própria Companhia Mineira de Metais, adotando-se o espaçamento de 10m x 4m. O eucalipto foi plantado e adubado nas covas utilizando-se 100 g da fórmula NPK 10-28-06, por cova.

A área foi preparada para o plantio do eucalipto e do arroz utilizando-se uma aração profunda e duas gradagens niveladoras. Nesta mesma ocasião, fez-se uma aplicação de calcário zinal MMA 85% de PRNT, à razão de 2,5 ton/ha. As entrelinhas de eucalipto foram consorciadas com arroz, plantado no espaçamento de 0,45 m.

Em dezembro de 1995, nas mesmas entrelinhas do eucalipto, plantou-se a soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cultivar Doko.

1.2.3 Instalação do experimento

Em janeiro de 1996, as parcelas experimentais foram lançadas dentro desta área produtiva, respeitando-se um delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com seis repetições e quatro tratamentos constituídos pelos clones de *Eucalyptus camaldulensis* (137 e 180) e *Eucalyptus urophylla* (44 e 13). As parcelas experimentais foram formadas por 6 linhas de 12 árvores (72 árvores), em espaçamento de 10 metros nas entrelinhas e 4 metros entre árvores. As 32 árvores externas foram consideradas como bordadura, sendo a área útil de cada parcela constituída de 1600 m², ocupada por 40 árvores de eucalipto dispostas em 4 linhas de 10 plantas cada. As linhas de plantio estão orientadas no sentido leste-oeste, para permitir maior insolação às culturas consorciadas nas estrelinhas (Figura 1.2).

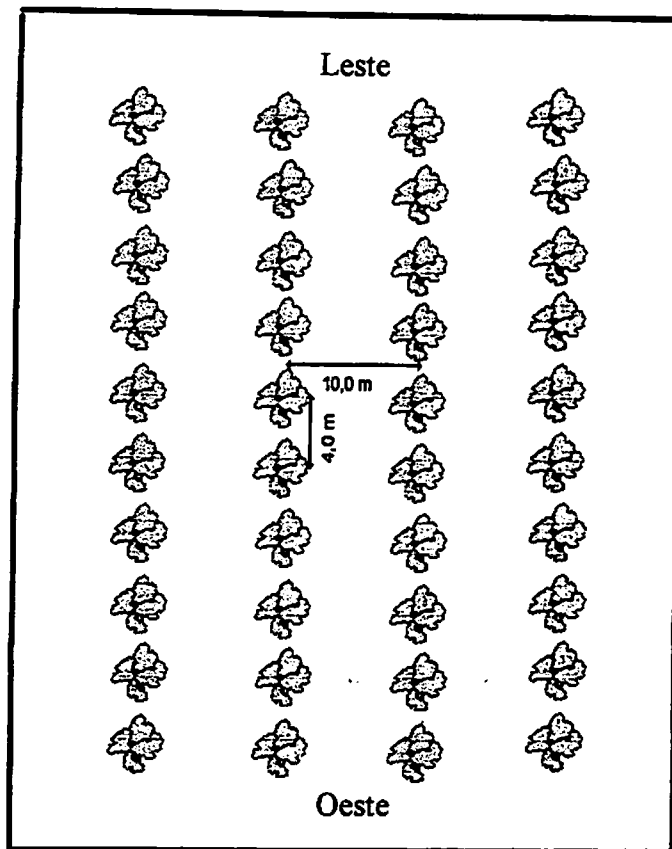


FIGURA 1.2 - Desenho esquemático da área útil da parcela experimental.

1.2.4 Avaliações realizadas

Na área útil de cada parcela experimental foram medidos, aos 17 meses de idade, a sobrevivência, a altura total e o diâmetro à altura do peito (DAP) dos clones de eucalipto. O volume por árvore foi estimado com o fator de forma 0,43, e o volume de madeira por hectare foi calculado com ajuste de acordo com a sobrevivência de cada tratamento.

1.2.4.1 Porcentagem de sobrevivência

A porcentagem de sobrevivência dos clones de eucalipto foi obtida contando-se o número de árvores vivas da área útil da parcela e determinando-se o percentual de sobrevivência em relação às 40 árvores da área útil de cada parcela.

1.2.4.2 Altura

A altura das plantas foi determinada em todas as árvores encontradas na área útil da parcela, com o auxílio de um Suunto. A altura média das plantas foi calculada através da média aritmética das observações de cada parcela.

1.2.4.3 Diâmetro

Foi medido o DAP de todas as árvores encontradas na área útil de cada parcela, com o auxílio de uma fita diamétrica com precisão em milímetros. O DAP médio das plantas de cada parcela foi calculado através da média aritmética destas observações.

1.2.4.4 Volume

O volume de cada árvore foi obtido através da expressão:

$$V = \frac{\pi \cdot \text{DAP}^2}{4} \cdot H \cdot f$$

onde:

DAP = diâmetro à altura do peito;

H = altura das árvores;

f = fator de forma (0,43).

O volume de madeira por parcela foi calculado somando-se o volume das árvores existentes na parcela e expresso em m³/parcela. Para a análise de variância e comparação das médias de tratamentos, estes valores foram transformados em metros cúbicos por hectare (m³/ha).

1.2.4.5 Análise estatística

Os valores obtidos de todas as características avaliadas foram submetidos à análise de variância, de acordo com o modelo linear do delineamento em blocos casualizados, que pode ser visto em Gomes (1990). Quando os efeitos dos tratamentos se mostraram significativos pelo teste de F, ao nível de 5% de probabilidade, foram realizadas comparações de médias através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a análise de variância da característica porcentagem de sobrevivência, os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$, sendo x a porcentagem de sobrevivência.

1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1.2 apresenta resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência e para as características dendrométricas dos clones de eucalipto aos 17 meses de idade.

TABELA 1,2 - Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência e para as características dendrométricas dos clones de eucalipto, aos 17 meses de idade.

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		Porcentagem de sobrevivência	Altura (m)	DAP (cm)	Volume/árv. (m ³)	Volume/ha (m ³)
Clones	3	60,84*	12,91*	1,58655*	0,000323*	21,15499*
Blocos	5	17,16	0,02	0,06431	0,0000022	0,10469
Residuo	15	11,35	0,04	0,03667	0,0000025	0,14220
C.V. (%)		3,84	2,26	2,002	5,289	5,095

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

A análise de variância para a porcentagem de sobrevivência, altura, DAP, volume/árvore e volume/hectare revelou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os clones de eucalipto testados. Na Tabela 1.3 são apresentados os valores médios para a porcentagem de sobrevivência, altura das árvores, DAP e volume (m³/árvore e m³/ha) aos 17 meses de idade, para os 4 clones de eucalipto testados na fazenda Riacho, da Companhia Mineira de Metais.

TABELA 1.3 - Valores médios de porcentagem de sobrevivência, altura, diâmetro à altura do peito, volume cilíndrico por árvore e por hectare, avaliados aos 17 meses de idade, para os clones de *E. camaldulensis* (código 137 e 180) e *E. urophylla* (código 44 e 13).

Tratamentos	Porcentagem de sobrevivência	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /árvore)	Volume (m ³ /ha)
Clone 137	100.00 a	10.89 a	10.307 a	0.0393 a	9.829 a
Clone 180	100.00 a	10.37 b	9.470 b	0.0317 b	7.936 b
Clone 44	98.64 b	8.15 c	9.336 bc	0.0241 c	5.997 c
Clone 13	99.72 ab	8.08 c	9.139 c	0.0235 c	5.843 c

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

1.3.1 Porcentagem de sobrevivência

Observa-se uma alta porcentagem de sobrevivência no campo, o que denota que as espécies ali implantadas apresentaram uma excelente capacidade adaptativa e de estabelecimento nas condições edafoclimáticas do sítio em questão. Macedo (1991) realça que a capacidade potencial de estabelecimento das espécies de rápido crescimento, normalmente pode ser observada no campo, nos primeiros períodos pós-plantio e avaliada através da sua porcentagem de sobrevivência. Sob estas condições de campo, normalmente, as mudas de diferentes espécies florestais se diferem em suas expressões fenotípicas de adaptação e de vigor.

As porcentagens de sobrevivência apresentadas pelos clones de *E. camaldulensis* foram superiores às observadas para os clones de *E. urophylla* (Tabela 1.3). Dentre os clones testados, o clone 44 apresentou a menor porcentagem de sobrevivência (98,6%). Vale ressaltar que, apesar da taxa de mortalidade observada ser inferior à recomendada para a realização das práticas de replantio, no caso específico em questão o replantio é recomendado em função dos amplos espaçamentos adotados, onde apenas algumas falhas podem provocar efeitos de clareiras acentuados, podendo levar a uma maior competição com plantas invasoras.

A prática de replantio para espécies de rápido crescimento implantadas sob espaçamentos convencionais de 3m x 2m, segundo Simões et al. (1981), é recomendada quando a porcentagem de mortalidade for superior a 5%. A taxa de sobrevivência é um parâmetro que

assume importância relevante na avaliação da adaptação de determinada espécie ou procedência florestal. De acordo com Golfari (1975), quando uma espécie é plantada em lugar inadequado, observa-se geralmente uma elevada mortalidade de plantas, devido aos fatores ambientais adversos. Entretanto, o estabelecimento e a sobrevivência das plantas podem ser prejudicados por falhas técnicas na produção e no plantio das mudas, ou por ataque localizado de pragas, incluindo formigas e doenças (Andrade, 1991).

Parvianen (1981) cita que a sobrevivência das mudas no local definitivo depende principalmente da rapidez de enraizamento e da capacidade do sistema radicial para o fornecimento de água e nutrientes à parte aérea. A resistência à seca das plantas jovens de eucalipto é quantificada principalmente pela porcentagem de sobrevivência durante os anos iniciais da sua implantação no campo (FAO, 1981).

1.3.2 Altura

De um modo geral, os clones de *E. urophylla* (44 e 13) apresentaram-se com altura média inferiores às obtidas para os clones de *E. camaldulensis* (137 e 180). Dentre estes, a maior altura foi obtida para o clone 137 (Tabela 1.3).

As diferenças observadas entre as alturas médias dos clones evidenciam que os mesmos apresentam diferentes capacidades genéticas de exploração do potencial produtivo do habitat de introdução, estando provavelmente relacionadas às suas plasticidades fenotípicas. De um modo geral, os valores médios de altura observados para os clones de eucalipto neste trabalho foram superiores aos observados por Ferreira e Couto (1981); Moura e Costa (1985); Albino e Tomazello Filho (1985); Ferreira et al. (1987) e Araújo (1993), para essas mesmas espécies em condições edafoclimáticas semelhantes.

Essa superioridade no crescimento em altura pode estar relacionada à utilização de espaçamentos mais amplos (10m x 4m) e à menor competição por água no solo, pois, de acordo com Kramer e Kozlowski (1960), o crescimento em altura completa-se logo no início do período vegetativo quando as condições climáticas são favoráveis, antes mesmo que a umidade do solo seja reduzida a um nível limitante.

O crescimento em altura é um dos parâmetros mais importantes para a sobrevivência das árvores em competição, sendo um dos índices mais seguros para determinar se a espécie foi ou não plantada em local apropriado (Golfari, 1972, citado por Araújo, 1993). Por outro lado, Spurr (1964) relatou que a altura das plantas está mais relacionada à capacidade produtiva do local onde cresce do que qualquer outro parâmetro e, por essa razão, pode ser usada como índice de qualidade local num povoamento equiano. Por estar menos sujeita às variações ambientais, a altura é uma característica mais precisa do que o diâmetro, na escolha de uma espécie. Assis (1996) observou um aumento na altura média do *E. urophylla* com a redução do espaçamento, tanto aos 37 quanto aos 49 meses de idade, o que já havia sido verificado por Bernardo (1995) para a mesma espécie entre 15 e 41 meses de idade enquanto que o *E. camaldulensis* apresentou resultado reverso. Porém, em seu trabalho, Leles (1995) relata que a altura das árvores de *E. camaldulensis* não foi influenciada pelo espaçamento.

1.3.3 Diâmetro

Para os valores médios de DAP, os clones de *Eucalyptus camaldulensis* apresentaram-se com os maiores valores (sendo o clone 137 significativamente superior ao 180) e os de *Eucalyptus urophylla* com valores menores, não ocorrendo diferença entre si (Tabela 1.3).

Os valores médios de DAP obtidos neste trabalho para todas as espécies de *Eucalyptus* foram superiores aos encontrados por Moura e Costa (1985); Albino e Tomazello Filho (1985) e Ferreira et al. (1987), para as mesmas espécies em região de cerrado.

De acordo com Paula Lima (1975), a medida que o solo se torna seco aumentam as restrições de água à planta, reduz-se a absorção de nutrientes, surgem déficits hídricos nas folhas e o processo da fotossíntese é prejudicado. O crescimento em diâmetro parece ser mais sensível à precipitação anual e mais dependente da fotossíntese que o alongamento (Kramer e Kozlowski, 1960). Sendo assim, é o clima com seus múltiplos fatores que condiciona a possibilidade de cultivo de uma espécie, enquanto o solo regula o seu nível de produção (Golfari, 1975).

Isto indica também que o crescimento é dinâmico e está relacionado a evolução da capacidade diferenciadora das espécies para superar condições ambientais adversas e, ainda, manter o ritmo de crescimento (Macedo, 1991).

Estudando cinco espaçamentos diferentes para *E. urophylla* até 93 meses de idade, Couto (1977) verificou que a altura e o diâmetro médio das plantas aumentaram com aumento do espaçamento. Vários autores como Vale et al. (1982) e Patiño-Valera (1986), Campos et al. (1990); Silva (1990); Gomes (1994); Leles (1995) e Bernardo (1995), consideraram que, geralmente, as maiores respostas em crescimento de diâmetro das plantas ocorrem em função do aumento do espaçamento.

1.3.4 Volume

Os valores de volume por árvore e por hectare avaliados aos 17 meses de idade, apresentaram a seguinte ordem decrescente de produção: *E. camaldulensis* (clone 137 e 180), *E. urophylla* (clone 44 e 13) (Tabela 1.3). Diferenças significativas de volume foram verificadas para *E. camaldulensis* com 9,829 m³/ha e 7,936 m³/ha para os clones 137 e 180, respectivamente. Os volumes cilíndricos para os clones de *E. urophylla* não apresentaram diferenças significativas entre si, 5,997 m³/ha (clone 44) e 5,843 m³/ha (clone 13).

Os valores médios de volume cilíndrico por hectare (m³/ha) obtidos para todos os clones foram semelhantes ou superiores aos obtidos por Moura e Costa (1985), para as mesmas espécies de *Eucalyptus* em condições edafoclimáticas semelhantes. No entanto, comparando-se os valores médios obtidos para volume cilíndrico por hectare (m³/ha) percebe-se que estes foram inferiores aos observados pelos autores citados, provavelmente em função do espaçamento utilizado no presente trabalho, de 10m x 4m, bem maior que o convencional de 3m x 2m adotado por eles.

Esses altos valores para volume por árvore (m³/árvore) demonstram que a capacidade suporte da região de introdução foi suficiente para o estabelecimento satisfatório dos clones de eucalipto, e que os clones selecionados inicialmente se adaptaram bem às condições ecológicas da região. Considerando-se as condições edafoclimáticas da região e a idade de avaliação dos clones (apenas 17 meses), constatou-se que os elevados valores de altura e diâmetro obtidos para todos os clones de eucalipto, provavelmente, decorreram dos amplos espaçamentos adotados e da ausência de competição interespecífica pelos fatores de produção disponíveis no local. As mesmas tendências obtidas nas médias das análises de altura e DAP se confirmaram para o volume médio por árvore e por hectare (Tabela 1.3).

1.4 CONCLUSÕES

Nas condições específicas em que se desenvolveu o trabalho, pode-se concluir que:

* os clones testados apresentam-se com potencial de adaptação, de estabelecimento e crescimento satisfatório para o uso de sistemas agroflorestais na região;

* os clones de *Eucalyptus camaldulensis* apresentam sobrevivência, diâmetro, volume/árvore e volume/ha superiores aos de *Eucalyptus urophylla*;

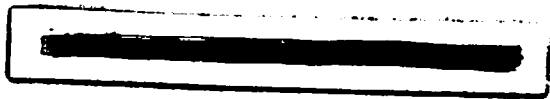
*as maiores médias de altura, DAP, volume/árvore e volume/ha são observadas no clone de *Eucalyptus camaldulensis* 137.

1.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, J.C.; TOMAZELLO FILHO, M. **Evolução de crescimento de doze espécies/procedências de *Eucalyptus* em três regiões bioclimáticas do estado de Minas Gerais.** Planaltina-DF: Ministério da Agricultura/EMBRAPA-CPAC, 1985. 46p. (Boletim de Pesquisa, 25).
- ANDRADE, H.B. **Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* nas regiões Norte e Nordeste do Estado de Minas Gerais.** Lavras: ESAL, 1991. 105p. (Dissertação - Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)
- ANTUNES, F.Z. **Caracterização climática do estado de Minas Gerais: climatologia agrícola. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.12, n. 138, p.9-13, jun. 1986.**
- ARAÚJO, M. de S. **Avaliação de espécies e procedências de eucalipto na região de Umbuzeiro - Paraíba.** Viçosa: UFV, 1993. 75p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- ASSIS, R.L. de. **Armazenamento de água no solo, produção de biomassa e avaliação do estado nutricional em plantios de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos na região de Bocaiúva - MG.** Lavras: UFLA, 1996. 72p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1995. 120p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas (1961-1990).** Brasília, 1992. 84p.
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G.; SOUZA, R.N. de; VITAL, B.R. **Relações entre espaçamento, volume e peso de madeira em plantações de eucalipto.** *Revista Árvore*, Viçosa, v. 14, n.2, p.119-133, jul./dez. 1990.
- CASTRO, A.W.V. de. **Comportamento silvicultural de procedências de *E. camaldulensis* DEHN., *E. pellita* F. v. Muell., *E. tereticornis* SM e *E. urophylla* S.T. BLAKE em duas regiões ecológicas distintas do estado de Rondônia.** Piracicaba: ESALQ, 1988. 184p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)

- COUTO, L. **Influência do espaçamento no crescimento de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano.** Viçosa: UFV, 1977. 54p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- FERREIRA, C.A.; COUTO, H.T.Z. do. **A influência de variáveis ambientais no crescimento de espécies/procedências de *Eucalyptus* spp nos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1981. (Boletim de Pesquisa Florestal, 3).
- FERREIRA, J.E.M.; KROGH, H.J.O.; MENCK, A.L. de M.; ODA, S. **Teste de procedência de eucalipto para a região subúmida do Estado do Maranhão.** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1987. p.41-48. (Boletim de Pesquisa Florestal, 15).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **El eucalipto en la repoblacion florestal.** Roma, 1981. 723p.
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento.** Belo Horizonte: PNUD/FAO/IBDF-BRA/71/545, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- GOLFARI, L.; CASER, R.L.; MOURA, V.P.G. **Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil.** Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal. Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado. Belo Horizonte: PNUD/FAO/BRA-45. 1978. 66p. (Série Técnica, 11).
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990.468p.
- GOMES, R.T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1994. 85p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- GUIMARÃES, D.P.; MOURA, V.P.G.; REZENDE, G.C. et al. **Avaliação silvicultural, dendrométrica e tecnológica de espécies de *Eucalyptus*.** Brasília: EMBRAPA-CPAC, 1993. 76p. (Boletim de Pesquisa, 20).
- GUIMARÃES, J.M.P. **Retorno de investimento da cultura do café: um estudo de caso no sul de Minas Gerais.** Lavras: ESAL, 1990. 75p. (Dissertação - Mestrado em Administração Rural)
- KRAMER, P.J; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores.** Lisboa: Fundação Calaste Gulberkian, 1960. 745p.
- LAMA GUTIERREZ, G. de la. **Atlas del eucalipto.** Sevilla: INIA-ICONA, 1976. v.1.
- LELES, P.S. dos S. **Crescimento, alocação de biomassa e distribuição de nutrientes e uso de água em *E. camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos.** Viçosa: UFV, 1995. 133p. (Dissertação - Mestrado em Nutrição de Plantas)

- MACEDO, R. L. G. **Avaliação holística da fase juvenil do teste de introdução de espécies de *Eucalyptus* na Baixada Cuiabana, Mato Grosso.** Curitiba: UFPR, 1991. 231p. (Tese - Doutorado em Ciências Florestais)
- MOURA, V.P.G. **Introducción de especies/orígenes de *Eucalyptus* L'Her en Brasil - una revisión.** In: SYMPOSIUM SOBRE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE ESPECIES FORESTALES, Buenos Aires, 1987. **Anais...** Buenos Aires: CIEF, 1987. v.1, p.128-54.
- MOURA, V.P.G.; COSTA, S.M. de C. **Seleção de espécies e procedências de *Eucalyptus*, no eixo Campo Grande Três Lagoas - MS, Região de Cerrados.** Planaltina, DF: EMBRAPA-CPAC, 1985.33p. (Boletim de Pesquisa, 23).
- PARVIAINEN, J. **Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais.** In: SEMINÁRIO DE SEMENTES E VIVEIROS FLORESTAIS, 1, Curitiba, 1981. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1981. p.59-90.
- PATINHO-VALERA, F. **Variação genética em progênies de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com espaçamento.** Piracicaba: ESALQ, 1986. 192p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- PAULA LIMA, W. **Estudo de alguns aspectos quantitativos e qualitativos do balanço hídrico em plantações de *Eucalyptus* e *Pinus*.** Piracicaba: ESALQ, 1975. 111p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia)
- SILVA, J.F. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. e sua interação com espaçamentos.** Viçosa: UFV, 1990. 110p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- SIMÕES, J. W.; BRANDI, R. M.; LEITE, N. B.; BALLONI, E. A. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento.** Brasília: IBDF, 1981. 131p.
- SPURR, S.H. **Forest ecology.** New York: Ronald Press, 1964. 352p.
- VALE, A.B.; PAIVA, H.N.; FELFILI, J.M.; NASCIMENTO, A.G. **Influência do espaçamento e do sítio na produção florestal.** Viçosa: SIF, 1982. 20p. (Boletim Técnico, 4).



CAPÍTULO 2

COMPETIÇÃO DE CLONES DE EUCALIPTO CONSORCIADO COM MILHO IMPLANTADOS NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS

2.1 INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é considerado economicamente importante para o Brasil, pois comparado com espécies florestais nativas, apresenta alta produtividade em período relativamente curto (Albino e Tomazello Filho, 1985).

A potencialidade do *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus camaldulensis* tem sido descrita por vários autores, em diferentes países e em diversas condições de ambiente em regiões tropicais (Golfari, 1975). Tal plasticidade é função direta da amplitude de ocorrência natural e da diversidade ecotípica encontrada no habitat natural destas espécies.

A densidade populacional pode afetar a quantidade e qualidade de biomassa produzida por unidade de tempo. Espera-se que nas maiores densidades populacionais, em razão do melhor aproveitamento inicial de recursos por unidade de área, a quantidade inicial de biomassa produzida seja maior. Ao longo do ciclo de cultivo, as diferenças entre populações com diferentes densidades devem ser minimizadas ou mesmo até invertidas (Leite, 1996). Essa inversão é muitas vezes confirmada em áreas de cerrado onde o plantio adensado, com finalidade para produção de carvão vegetal, provoca a exaustão de água e nutrientes no solo, acarretando o estresse e a estagnação dos eucaliptos com 3 a 4 anos de idade. Por isso, para a região de cerrados, que apresenta solos de baixa fertilidade e menor disponibilidade hídrica, os espaçamentos a serem adotados para reflorestamento deverão ser mais amplos.

De acordo com Couto (1977), ao analisar a disponibilidade de água e nutrientes em plantios florestais, observa-se que a intensificação da competição depende da densidade populacional. Na opinião de Nambiar e Zed (1980), quando a água constitui-se no principal fator ambiental limitante, sua disponibilidade para as árvores pode ser amenizada através de ações, incluindo aquelas relacionadas com o manejo do solo e técnicas silviculturais como desbastes e adoção de espaçamentos adequados. O possível efeito da disponibilidade de água sobre a

produtividade da floresta em função das mudanças de espaçamento é deve-se, segundo Golhz, Ewel e Testkey (1990), à influência dos efeitos da área foliar sobre a transpiração e a taxa fotossintética e, conseqüentemente, sobre o seu “status” hídrico. Portanto, espaçamentos mais abertos produzem um maior volume individual devido a uma maior área para a utilização dos recursos minerais, água e luz.

Os primeiros reflorestamentos implantados no Brasil tiveram, na sua grande maioria, uma área por planta igual ou inferior a 6 m², sem levar em consideração a espécie e a qualidade do sítio. De acordo com Couto (1977), o espaçamento das plantações florestais não deve ser padronizado mas, sim, determinado para cada situação, baseando-se principalmente em fatores como: local, hábito de crescimento da espécie, sobrevivência esperada, objetivos do produto, futuros tratos culturais e tipos de equipamentos a serem empregados na exploração da madeira. Menores densidades populacionais permitem uma maior redistribuição interna dos nutrientes, uma vez que nessas condições a idade de corte é maior, aproximando-se do conceito de rotação ecológica, conforme discutido por Kimmins (1974).

Um fator limitante para o crescimento das plantas, na região de cerrado é a severidade da estação seca que, normalmente, estende-se de abril a setembro, exigindo espécies perenes bem adaptadas. Segundo Mesquita, Campinhos Jr. e Matos (1972), a existência de períodos secos prolongados é uma das principais limitações à expansão florestal. Mesmo durante os meses de maior intensidade pluviométrica (dezembro a janeiro), é comum o surgimento de veranicos caracterizados por períodos longos sem chuva, associados a uma alta radiação solar e alto potencial de evapotranspiração (Wolf, 1975, citado por Lopes, 1983). A região de cerrado é amplamente utilizada para reflorestamentos, apesar de apresentar uma elevada deficiência hídrica. Uma das espécies mais estudadas para essa finalidade tem sido o *E. camaldulensis*.

As espécies arbóreas introduzidas no cerrado devem apresentar mecanismos que garantam sua sobrevivência e crescimento naquelas condições. O *E. camaldulensis*, por exemplo, apresenta uma copa aberta e rala, com folhas pendentes, podendo apresentar acúmulo de cera e coloração clara quando expostas a deficiência hídrica acentuada (Karschon, 1974). Estas adaptações são eficientes para reduzir a temperatura das folhas. Também, em condições de solos bem drenados sem impedimento físico ao livre desenvolvimento das raízes, esta espécie apresenta

um crescimento radicular ativo em direção às camadas úmidas, de modo a manter um elevado “status” hídrico na planta (Reis e Hall, 1987).

Analisando o comportamento de diferentes espécies de eucalipto no cerrado, Gomes (1994) concluiu que o *E. camaldulensis* apresentou um controle dos estômatos mais eficiente quando comparado com o *E. urophylla* e o *E. pellita*, este último o menos eficiente entre as três espécies, mantendo os estômatos abertos mesmo nas horas mais quentes do dia. Esta característica indica a possibilidade de as duas primeiras espécies serem utilizadas em regiões de cerrado por apresentarem maior crescimento em diâmetro e altura, com menor uso de água. Trabalhando com três espécies de eucaliptos, aos 15 e aos 41 meses de idade, Bernardo (1995) observou que o *E. camaldulensis* e o *E. urophylla* apresentaram uma raiz pivotante bem definida e profunda, ao passo que o *E. pellita* um sistema radicular mais superficial, sendo assim mesmo resistente a déficit hídrico. Assis (1996), avaliando diferentes espaçamentos de *E. urophylla* e a capacidade de armazenamento de água no solo, verificou que o maior espaçamento (3m x 5m), em virtude da maior área livre, foi o que apresentou resultados mais elevados no armazenamento de água na entrelinha de plantio, confirmado por Leite (1996), que verificou um aumento da disponibilidade de água no solo em espaçamentos maiores.

Testes exploratórios de espécies arbóreas, visando identificar material potencial para ser usado em sistemas agroflorestais, apresentam resultados interessantes. Para o gênero *Eucalyptus*, foram testadas mais de 25 espécies e 160 procedências, abrangendo os estados de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia. Analisando-se os plantios experimentais nas condições semi-áridas mais desfavoráveis, pode-se constatar que as espécies de *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* se destacaram das demais, com um rendimento médio de 70 m³/ha aos 7 anos de idade, o que corresponde a uma produtividade quatro vezes maior que a da vegetação nativa (Ribaski, 1994).

A maioria das espécies de eucalipto é muito sensível à competição, ocorrendo, durante seu crescimento, intensa segregação do talhão em estratos (árvores dominantes, árvores dominadas e suprimidas), sendo que espaçamento ótimo será aquele capaz de produzir o maior volume de produto em tamanho, forma e qualidades desejáveis, em função da espécie, da qualidade do sítio, da variação genética na população e da interação entre esses fatores (Patiño-Valera, 1986).

A planta invasora é o principal fator de competição na fase inicial de crescimento de uma floresta. Paralelamente, vai se desenvolvendo forte competição por luz, água, nutrientes e espaço, sendo que a intensidade dessa competição é função da quantidade de árvores por unidade de área (Balloni e Simões, 1980). Assis (1996) observou que no espaçamento 9m x 1m ocorreu uma grande quantidade de ervas daninhas competindo com o eucalipto por água e nutrientes, devido a grande área exposta nas estrelinhas de plantio. Esta constatação mostra a importância de haver culturas agrícolas ou forrageiras nas entrelinhas de plantios florestais, principalmente quando o espaçamento é amplo.

Este estudo teve como objetivo avaliar o comportamento inicial de dois clones de *E. camaldulensis* (códigos 137 e 180) e dois clones de *E. urophylla* (códigos 13 e 44) em plantio consorciado com *Zea mays* L. (milho), na região de Paracatu, Minas Gerais.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados dados referentes à cultura do eucalipto, aos 28 meses de idade, consorciada com a cultura de milho. Dados referentes à localização do experimento, ao espaçamento, ao tamanho da parcela, à espécie florestal estudada, à cultura agrícola no ano zero e um e descrição do experimento estão apresentados no capítulo 1.

2.2.1 Avaliações realizadas

Na área útil de cada parcela experimental foram avaliados aos 28 meses de idade a sobrevivência, a altura da planta, o DAP, a área de projeção da copa e a forma retilínea do fuste dos clones de eucalipto, quando estimados os seus respectivos volumes por árvore, aplicando o fator de forma 0,43. O volume de madeira por hectare foi estimado com ajustes, de acordo com a sobrevivência de cada tratamento.

2.2.1.1 Porcentagem de sobrevivência

Para determinar a porcentagem de sobrevivência dos clones de eucalipto foram contadas as árvores vivas e realizada a determinação percentual de sobrevivência em relação às 40 árvores da área útil de cada parcela.

2.2.1.2 Altura

A altura da planta foi determinada para todas as árvores encontradas na parcela útil, com o auxílio de um hipsômetro de Suunto. A altura média das plantas de cada parcela foi calculada através da média aritmética das observações de cada parcela.

2.2.1.3 Diâmetro

Foi medido o DAP de todas as árvores encontradas na área útil de cada parcela, com o auxílio de uma fita diamétrica com precisão em milímetros. O DAP médio das plantas de cada parcela foi calculado através da média aritmética das observações de cada parcela.

2.2.1.4 Volume

Através da medição da altura total e do DAP das árvores de cada parcela, calculou-se o volume de cada árvore através da fórmula:

$$V = \frac{\pi \cdot \text{DAP}^2}{4} \cdot H \cdot f$$

onde:

DAP = diâmetro à altura do peito;

H = altura das árvores;

f = fator de forma (0,43).

O volume por parcela foi calculado somando-se o volume das árvores existentes na parcela e expresso em m³/parcela. Para a análise de variância e comparação das médias dos tratamentos, além do volume por parcela, foi também obtido o volume médio de cada parcela em metros cúbicos por hectare (m³/ha).

2.2.1.5 Área de projeção da copa

A área de projeção da copa foi obtida determinando-se a média, em metros, de duas medidas perpendiculares (leste-oeste e norte-sul), de forma casualizada, correspondentes à projeção da copa de 20 das 40 árvores presentes na área útil de cada parcela.

2.2.1.6 Forma retilínea do fuste

Para a avaliação da porcentagem de árvores com forma retilínea do fuste, foram avaliadas todas as árvores presentes na área útil de cada parcela. Foi considerada como bifurcação do tronco a ocorrência de mais de um fuste até a altura de 1,30m do solo; como fuste tortuoso o crescimento não retilíneo deste; como touceira quando a árvore mostrou a incapacidade de obtenção de porte arbóreo e como forma retilínea a ausência de todas as características citadas anteriormente.

2.2.1.7 Análise estatística

Os valores obtidos de todas as características avaliadas foram submetidos a análise de variância, de acordo com o modelo linear do delineamento em blocos casualizados, cujo esquema pode ser visto em Gomes (1990). Quando os efeitos dos tratamentos se mostraram significativos pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade, foram realizadas comparações de médias através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a análise de variância das características porcentagem de sobrevivência e forma retilínea do fuste, os dados foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$, sendo x os valores das porcentagens de sobrevivência e da forma retilínea do fuste nas parcelas.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2.1 encontra-se o resumo da análise de variância para as características dendrométricas e de porcentagem de sobrevivência, além da área de projeção da copa dos clones de eucalipto, aos 28 meses de idade. A análise de variância para sobrevivência, altura, DAP, volume ($m^3/\text{árvore}$ e m^3/ha), área de projeção da copa e forma retilínea do fuste revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os clones de eucaliptos testados.

TABELA 2.1 - Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência, características dendrométricas, área de projeção da copa e forma retilínea do fuste, dos clones de eucalipto avaliados aos 28 meses de idade.

Fonte de Variação	G.L	Quadrados Médios						
		Porcentagem sobrevivência	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/árv (m^3)	Vol/ha (m^3)	Área projeção copa (m^2)	Forma ret. fuste (%)
Clones	3	113,611*	14,545*	1,308*	0,0015*	94,224*	73,4336669*	662,268*
Blocos	5	10,660	0,333	0,040	0,00002	1,337	0,6979742	22,418
Resíduo	15	12,344	0,089	0,070	0,00001	0,9283	4,4221346	48,058
C.V. (%)		4,073	2,343	1,824	4,160	4,169	8,32	8,999

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 2.2 são apresentados os valores médios para porcentagem de sobrevivência, altura, DAP e volume ($m^3/\text{árvore}$ e m^3/ha), área de projeção da copa, forma retilínea do fuste, aos 28 meses de idade, comparativamente aos 4 clones de eucalipto testados na Fazenda Riacho, pertencente à Companhia Mineira de Metais.

TABELA 2.2 - Valores médios de porcentagem de sobrevivência, altura, DAP, volume/árvore, volume/ha, área de projeção da copa, forma retilínea do fuste, avaliados aos 28 meses de idade, para os clones de *E. camaldulensis* (137 e 180) e *E. urophylla* (13 e 44).

Tratamentos	Porcentagem de sobrevivência	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ /árvore)	Volume (m ³ /ha)	Área projeção copa (m ² /ha)	Forma ret. fuste(%)
Clone 137	100,00 a	13,92 a	15,222 a	0,1097 a	27,4413 a	20,88 c	99,72 a
Clone 180	100,00 a	14,25 a	14,480 b	0,1020 b	25,5042 b	26,04 ab	98,88 ab
Clone 44	97,96 b	11,82 b	14,193 b	0,0797 c	19,9394 c	24,73 b	80,74 c
Clone 13	98,64 b	11,07 c	14,285 b	0,0782 c	19,5649 c	29,34 a	91,71 bc

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

2.3.1 Porcentagem de sobrevivência

Para a característica porcentagem de sobrevivência aos 28 meses de idade, verificou-se que os clones de *E. camaldulensis* (137 e 180) continuaram a se destacar, atingindo 100% de sobrevivência. E os clones de *E. urophylla* (44 e 13) foram os que obtiveram índices de sobrevivência mais baixos, de 97,9% e 98,6%, respectivamente. No entanto, apesar da existência de uma diferença significativa entre os tratamentos, a sobrevivência para todos os clones é considerada excelente. Evidenciando-se que, até a época desta avaliação, as árvores de eucalipto, provavelmente não estavam sofrendo os efeitos da competição por fatores de produção limitantes, em função dos amplos espaçamentos adotados.

2.3.2 Altura

De um modo geral, os resultados de altura média observados na Tabela 2.2 mostram que as tendências de crescimento em altura diferenciativas entre os clones de *E. camaldulensis* e *E. urophylla* foram mantidas também para a idade de 28 meses.

Os resultados dos dados de altura mostram que os clones 180 e 137 foram os que mais se destacaram, com valores de 14,2 e 13,9 metros, respectivamente (Tabela 2.2). Observa-se que houve uma pequena inversão no maior índice em altura dos clones 137 e 180, quando comparados os valores médios avaliados aos 17 meses, provavelmente, devido à quebra de 18% das árvores do clone 137, causada por ventania. As menores alturas foram observadas nos clones 13 e 44, sendo diferentes entre si e o clone 13 com de 11,07 m, foi o que menor altura atingiu.

2.3.3 Diâmetro

Comparando os valores médios obtidos para o DAP dos clones de eucalipto consorciados com milho, verificou-se diferença significativa entre eles (Tabela 2.2), sendo que o clone 137 se destacou dos demais, com um DAP de 15,22 cm, os quais obtiveram DAP semelhante.

2.3.4 Volume

De um modo geral, os clones de *E. camaldulensis* apresentaram valores de volume ($\text{m}^3/\text{árvore}$ e m^3/ha) superiores aos observados para os clones de *E. urophylla*, destacando-se principalmente o clone 137, com $0,1097 \text{ m}^3/\text{árvore}$ e $27,44 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Tabela 2.2).

2.3.5 Área de projeção da copa

O clone 137 apresentou a menor área expansiva de copa lateral. Esta característica é almejada para consórcios agroflorestais, principalmente por possibilitar maior entrada de luz para os estratos inferiores consorciados nas entrelinhas. Este clone também se destacou nas características de maior altura, DAP, volume e forma retilínea do fuste, porém, as produções agrícolas obtidas com o mesmo foram inferiores às observadas para os demais clones (capítulo 3 e

4) provavelmente, devido a sua maior pressão competitiva por nutrientes e água que lhe conferem estes maiores valores de crescimento. O clone 13 foi o que obteve a maior área de projeção de copa, 29,34 m²/árvore, seguido pelos clones 180 e 44, 26,04 m² e 24,73 m², respectivamente.

2.3.6 Forma retilínea do fuste

Os clones 137 e 180 foram os que obtiveram o maior número de árvores com a forma retilínea do fuste; o clone 44 foi o que obteve o menor número de árvores com a forma retilínea do fuste. Esta é uma característica extremamente variável entre espécies e mesmo dentro de algumas espécies em função das procedências. A qualidade do tronco está bastante relacionada com a sua forma que, por sua vez, é importante na determinação da qualidade da madeira. Sendo assim, os clones 137 e 180, entre os estudados podem ser considerados os melhores até o momento para a produção de madeira de qualidade, apresentando 99,72% e 98,88% de seus fustes retilíneos, respectivamente.

2.4 CONCLUSÕES

Nas condições específicas em que se desenvolveu este trabalho, pode-se concluir:

* o desempenho dos clones de eucalipto consorciados com milho é considerado satisfatório, em termos de sobrevivência, altura da planta, diâmetro, volume/árvore, volume/ha e forma retilínea do fuste;

* os clones de *E.camaldulensis* apresentam sobrevivência, altura, volume/árvore e volume/ha superiores aos de *E. urophylla*;

* as maiores médias de diâmetro à altura do peito, volume/árvore e volume/ha e forma retilínea do fuste foram observadas no clone de *E. camaldulensis* 137.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBINO, J.C.; TOMAZELLO FILHO, M. **Evolução de crescimento de doze espécies/procedências de *Eucalyptus* em três regiões bioclimáticas do estado de Minas Gerais.** Planaltina-DF: Ministério da Agricultura. EMBRAPA-CPAC, 1985. 46p. (Boletim de Pesquisa, 25).
- ASSIS, R.L. de. **Armazenamento de água no solo, produção de biomassa e avaliação do estado nutricional em plantios de *Eucalyptus urophylla* sob diferentes espaçamentos na região de Bocaiúva - MG.** Lavras: UFLA, 1996. 72p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- BALLONI, E.A.; SIMÕES, J.W. **O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais.** Piracicaba: IPEF, 1980. 16p. (Série Técnica, 3).
- BERNARDO, A.L. **Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1995. 120p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- COUTO, L. **Influência do espaçamento no crescimento de *Eucalyptus urophylla* de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano.** Viçosa: UFV, 1977. 54p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- GOLFARI, L. **Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento.** Belo Horizonte, PNUD/FAO/IBDF-BRA/71/545, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- GOLHZ, H.L.; EWEL, K.C.; TESTKEY, R.O. **Water and forest productivity.** *Forest Ecology and Management*, Netherlands, v.30, n.1, p.1-18, 1990.
- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- GOMES, R.T. **Efeito do espaçamento no crescimento e nas relações hídricas de *Eucalyptus* spp. na região de cerrado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1994. 85p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)

- KARSCHON, R. The relation of seed origin to growth of *Eucalyptus camaldulensis* Dehm. in Israel. **Israel Journal Research**, Jerusalém, n.23, p.159-73, 1974.
- KIMMINS, J.P. Sustained yield, timber mining, and the ecological rotations, a British Columbia view. **Forestry Chronicle**, Ottawa, n.50, p.1-4. 1974.
- LEITE, F.P. **Crescimento, relações hídricas, nutrientes e lumínicas em povoamento de *Eucalyptus grandis* em diferentes densidades populacionais**. Viçosa: UFV, 1996. 90p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)
- LOPES, A.S. A calagem em solos sob cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE ACIDEZ E CALAGEM NO BRASIL, Campinas, 1983. **Anais...** Campinas: SBCS, 1983.p.214-245.
- MESQUITA, R.; CAMPINHOS Jr., E.; MATOS, C.C.M. Plantio do *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* com irrigação na cova. **Brasil Florestal**, Brasília, n.3, p.3-13, 1972.
- NAMBIAR, E.K.S.; ZED, P.G. Influence of weedson the water potencial, nutrient content and growth of young radiata pine. **Australian Journal Forestry Research**, Netherlands, v.10, n.2, p279-88, 1980.
- PATIÑO-VALERA, F. **Variação genética em progênes de *Eucalyptus saligna* Smith e sua interação com espaçamento**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 192p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- REIS, G.G.; HALL, A.E. Relações hídricas e atividades do sistema radicular de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em condições de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1, p.43-55, 1987.
- RIBASKI, J. Sistemas agroflorestais para o desenvolvimento sustentável do semi-árido. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1, Porto Velho, 1994. **Anais...** Colombo: EMBRAPA/CNPF, 1994. p.149-158.

CAPÍTULO 3

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA CONSORCIAÇÃO DE SOJA COM CLONES DE EUCALIPTO NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS

3.1 INTRODUÇÃO

A utilização das terras no Brasil tem trazido uma série de problemas, cuja importância se acentua cada vez mais, em virtude de um conjunto de fatores. De um lado, identifica-se uma grande necessidade de aumentar a produção de alimentos para suprir a demanda de populações crescentes e, de outro, uma diminuição constante da capacidade produtiva de certas áreas, em razão do inadequado manejo do solo. Como consequência, há a procura de novas terras para a expansão da fronteira agrícola que promove uma maior pressão sobre as últimas reservas de cobertura vegetal nativa (Fernandes, 1994).

Na expansão da fronteira agrícola, com o predomínio de sistemas altamente tecnificados de monocultivos (agrícola e florestal) e de pastagens desprotegidas, os impactos decorrentes da devastação de cobertura florestal, erosão do solo e poluição dos recursos hídricos atingiram amplas áreas, que são transferidos a vários outros setores da sociedade.

Com o término do programa dos incentivos fiscais aos reflorestamentos na região sudeste e a obrigatoriedade legal da reposição florestal por parte das empresas do setor, surgiu a necessidade dessas empresas reduzirem seus custos de produção e aumentarem a produtividade de suas florestas, buscando alternativas para elevar a oferta dessas matérias-primas no mercado (Passos, 1990). Diante da expectativa de esgotamento dos recursos florestais naturais com consequências danosas ao ambiente e em face do constante aumento da demanda de produtos florestais, torna-se imperativo um planejamento adequado no que diz respeito à exploração e à reposição florestal no Estado de Minas Gerais (Filgueiras, 1989).

Atualmente, os cenários nacional e internacional sinalizam por mudanças importantes na forma de uso dos sistemas de ocupação da terra. Além do enfoque de produtividade física e econômica, incorpora-se o enfoque ecológico, que passa a ter importância na matriz conceitual da

exploração agrícola. Mundialmente, a questão ambiental tem assumido o mesmo nível de importância de temas tradicionais, tais como: produtividade econômica, melhores cultivares e relação custo-benefício. Isto faz com que o enfoque sustentabilidade seja considerado imprescindível em qualquer estudo, modelo ou plano de desenvolvimento. Por considerar os aspectos econômicos, sociais e ambientais, os sistemas agroflorestais são uma alternativa extremamente atrativa quanto ao uso da terra.

Os sistemas agroflorestais são considerados como alternativa altamente promissora para os países em desenvolvimento, pois oferece, através da integração de florestas com culturas agrícolas e/ou pecuária, uma opção para enfrentar os problemas crônicos de baixa produtividade, de escassez de alimentos e de degradação ambiental generalizada.

O cultivo de eucalipto consorciado com a soja, de acordo com Melo, Moura e Fialho (1994), tem-se mostrado viável para a produção de grãos, sem afetar a madeira e é usado em grandes áreas de cerrado em uma fazenda em Unai, Minas Gerais. Um desses sistemas consiste no plantio de eucalipto no espaçamento de 5 metros nas entrelinhas, visando permitir a mecanização do plantio e colheita da soja. O outro sistema consiste no plantio da soja sem nenhum consórcio durante um certo tempo (2 a 3 anos) e, a seguir, implantar a floresta que pode ser consorciada com a própria soja ou não. As vantagens deste sistema são:

- a) o plantio da soja deixa a área preparada para o estabelecimento da floresta;
- b) melhoria do nível de fertilidade do solo via resíduo de adubação da soja e incorporação de restos de culturas;
- c) redução de gastos no combate a formigas na fase de implantação da floresta.

Em Bom Despacho, Minas Gerais, a consorciação de *Eucalyptus grandis* com a soja não acarretou prejuízo para o crescimento do componente florestal e, ainda, eliminou a necessidade de capinas, produzindo soja em quantidade igual à cultura solteira na região e reduzindo, com isso, o custo de implantação do reflorestamento (Couto, Barros e Rezende, 1982).

Em Itapetininga, São Paulo, Schreiner (1989) estudou a viabilidade de consórcios de *Glycine max* (L.) Merrill com *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em função do número de linhas de soja (3, 4 e 5 linhas) nas entrelinhas do eucalipto espaçado de 3m x 2m. Neste caso, observou-se que a produção de soja não foi influenciada pelas densidades de plantio, registrando, porém, uma tendência a maior produção com 5 linhas. Esta cultura proporcionou retornos

suficientes para ressarcir desde uma parte até o total dos encargos de plantio e manutenção inicial de seus povoamentos, favorecendo também o crescimento juvenil do eucalipto até os 18 meses de idade.

A soja é uma cultura de grande importância para o cerrado, chegando a ocupar 4,5 milhões de hectares que correspondem a 45% de toda a sua área cultivada. Considerando esse aspecto, a soja assume grande importância para uso em sistemas agroflorestais (Melo, Moura e Fialho, 1994). Cerca de 53% do território de Minas Gerais é ocupado por solos de cerrado localizados, em sua maioria, nas regiões do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba e Paracatu. Coincidentemente, nestas áreas encontram-se aproximadamente 96% das lavouras de soja do Estado, enquanto o restante localiza-se nos solos naturalmente férteis dos vales dos rios Grande e Paraíba (Arantes e Souza, 1993).

A soja é considerada uma ótima fonte alimentar, especialmente por ser rica em proteínas e calorias. Ela ganha, ainda, em importância na alimentação humana não apenas por seus teores de óleo e proteína, mas também por ser uma fonte razoável de vitaminas (tiamina e riboflavina) e de alguns minerais como cálcio e ferro. Pelas razões expostas, esta oleaginosa poderá ter uma participação muito importante na melhoria da qualidade dos alimentos disponíveis à população brasileira que, em sua grande maioria, sofre carência proteica (Arantes e Souza, 1993).

Uma das principais causas da variação da produtividade de soja no Brasil tem sido a ocorrência do déficit hídrico. A disponibilidade de água é importante, principalmente, em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o primeiro período, tanto excesso quanto déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. A necessidade de água na cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período. Déficit hídricos expressos durante a floração e enchimento de grãos provocam alterações fisiológicas na planta como fechamento estomático e enrolamento de folhas que, como consequência, causam a queda prematura de folhas, abortamento de flores e queda de vagens, resultando, por fim, na redução do rendimento de grãos (EMBRAPA, 1995).

O ciclo biológico da soja apresenta dois períodos distintos: o vegetativo, que vai da germinação à emissão da primeira inflorescência, e o período reprodutivo, que se estende da inflorescência à maturação dos grãos (Urban Filho e Souza, 1993).

Devido às suas características de lavoura tipicamente empresarial voltada para a exportação, a soja chegou a ser considerada não prioritária para a formação de consórcios silviagrícolas. Isto não implica, porém, em uma condenação formal ao seu emprego. Ao contrário, ela pode ser uma das melhores opções para o desenvolvimento destes sistemas. Como planta fixadora de nitrogênio, a soja promove o enriquecimento da espécie florestal (Schreiner, 1989).

A soja e o eucalipto, em virtude de suas potencialidades econômicas e da magnitude das áreas plantadas anualmente, constituem, portanto, duas culturas importantes para a região de Paracatu, para o Estado de Minas Gerais e para o país. Portanto, o cultivo simultâneo dessas duas espécies na mesma área deverá ser encarado como uma hipótese de estudo, principalmente em regiões de grande potencial agroflorestal, como é o caso de Paracatu, Minas Gerais.

Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica da cultura de soja em consorciação com quatro clones de eucalipto, implantados na região de Paracatu, Minas Gerais.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados dados referentes à cultura da soja consorciada com clones de eucalipto, plantada no ano agrícola um (1). Dados referentes à localização do experimento, espaçamento, espécie florestal estudada e cultura agrícola no ano zero (0) estão descritos no Capítulo 1.

Na Figura 3.1 encontra-se o balanço hídrico climatológico da região de Paracatu, MG, e na Figura 3.2 são apresentados os dados diários de precipitação, durante os meses em que se desenvolveu a cultura da soja.

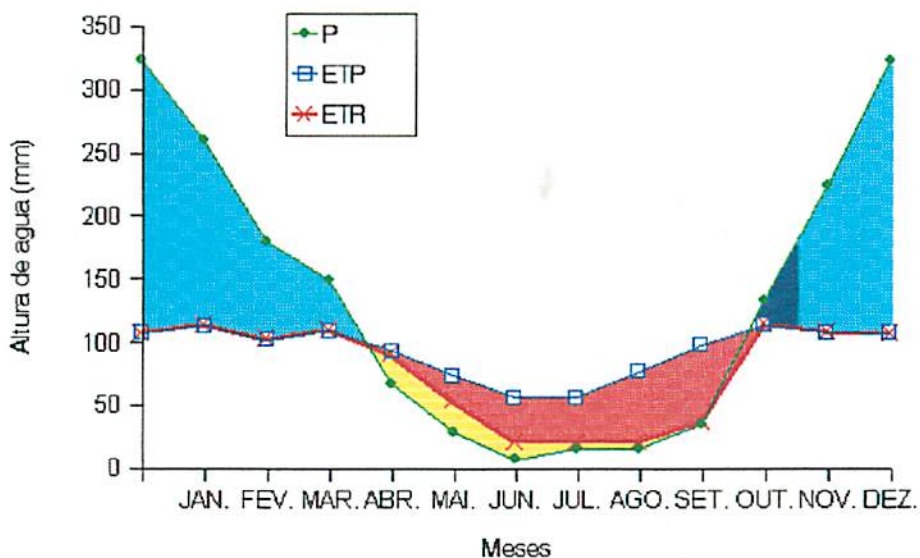


FIGURA 3.1 - Curso anual médio do balanço hídrico climatológico de Paracatu, MG, calculado pelo Método de Thornthwaite e Mater (1955), para 75 mm da capacidade de armazenamento.

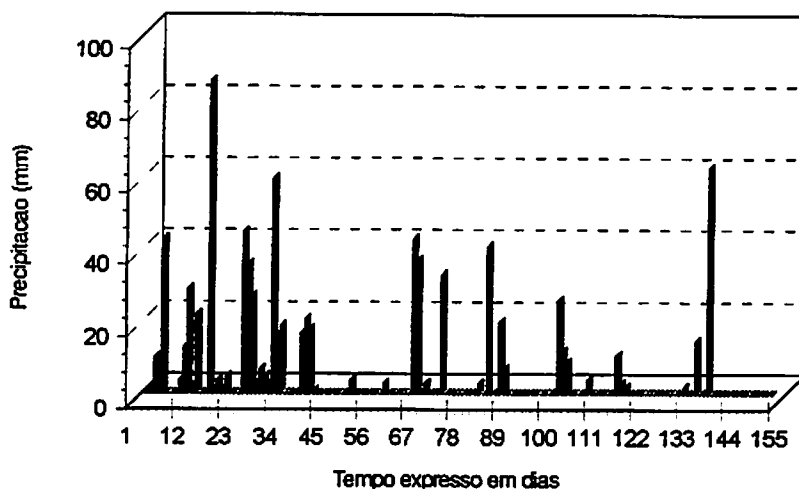


FIGURA 3.2 - Dados diários de precipitação no período de 01 de dezembro de 1995 a 30 de abril de 1996, Paracatu, MG.

3.2.1 Descrição do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com seis repetições, sendo os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas (5 x 2), com os tratamentos secundários dispostos em faixas. Os tratamentos primários aplicados nas parcelas foram constituídos pelos consórcios de soja com 4 clones de eucalipto e pelo monocultivo de soja. Os tratamentos secundários aplicados nas subparcelas foram formados por duas distâncias (3 e 5 metros) a partir das linhas de eucalipto, conforme pode ser visto na Figura 3.3.

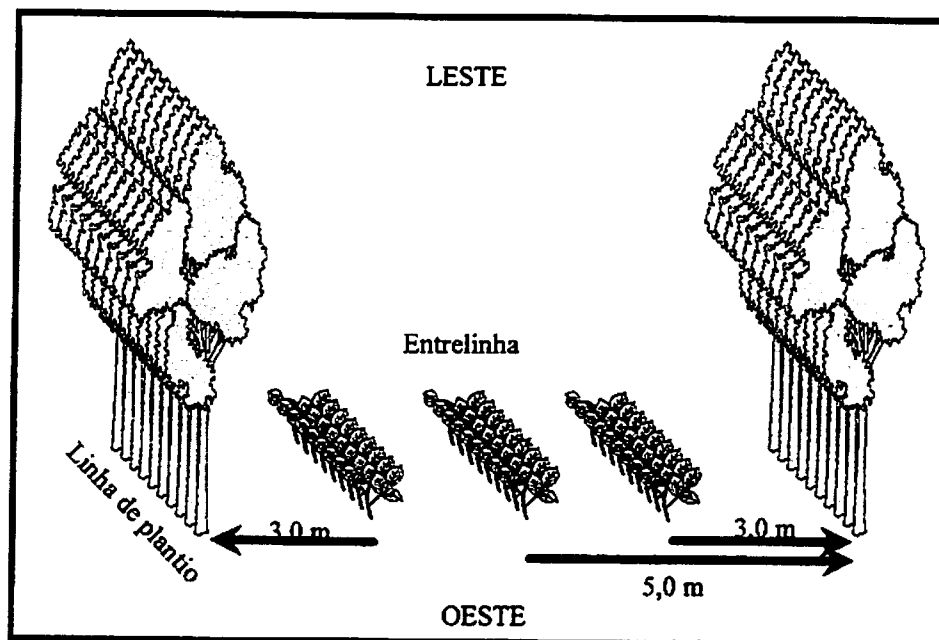


FIGURA 3.3 - Desenho esquemático da disposição das subparcelas de soja consorciadas com clones de eucalipto.

3.2.2 Preparo da área

Nas entrelinhas da cultura do eucalipto fez-se uma gradagem leve e duas gradagens niveladoras. Utilizou-se calcário zinal MMA 85% de PRNT, à razão de 3,0 ton/ha. Para a adubação de semeadura foi usada a fórmula 00-30-15 (N-P-K), ao nível de 200 Kg/ha.

3.2.3 Cultura da soja

A área experimental encontrava-se no ano um de cultivo, sendo que, em dezembro de 1995, nas mesmas entrelinhas do eucalipto plantou-se *Glycine max* (L.) Merrill, cultivar Doko, produzida pela EMBRAPA e indicada para plantios comerciais na região. Plantou-se 18 linhas de soja entre as linhas de eucalipto, no espaçamento de 0,45 metro nas entrelinhas, com densidade

média de 22 sementes por metro linear, ocupando, desta forma, aproximadamente 7,6 metros dos 10 metros das entrelinhas das árvores.

A área útil de cada subparcela foi constituída por uma linha de plantio de soja de 10 metros lineares de comprimento, perfazendo uma área útil de 4,5 m².

Segundo Arantes e Nogueira (1989), a cultivar de soja Doko é de ciclo tardio, sendo recomendada para solos de baixa fertilidade, cerrado parcialmente corrigido ou corrigido no primeiro ano de cultivo; apresenta crescimento determinado, ciclo de aproximadamente 152 dias, altura aproximada da planta e da vagem de 101 e 22 cm, respectivamente, resistência média ao acamamento, peso de 100 grãos de mais ou menos 16,8 g. As cores de hipocótilo, da pubescência, flor e do hilo da semente são, verde, marrom, branca e preta, respectivamente, e apresenta teor (%) de óleo e proteína de 21,3 e 35,3, respectivamente.

3.2.4 Avaliações realizadas

Os dados para análise do comportamento da cultura da soja foram coletados nas linhas de soja distanciadas de 3 e 5 metros das linhas de eucalipto. Foram coletados dados das seguintes variáveis:

3.2.4.1 Estande final

O estande final foi obtido contando-se o número de plantas de soja que chegaram à fase de colheita, em 10 metros lineares, na área útil de cada subparcela.

3.2.4.2 Altura da planta

Na época de colheita, foi determinada em nível de campo, a altura das plantas de soja através da medição aleatória de doze plantas de soja em 10 metros lineares, na área útil de cada

subparcela. Com o auxílio de uma régua de madeira graduada em centímetros, foi tomada a medida, considerando-se a distância entre o solo e a inserção do pecíolo da última folha.

3.2.4.3 Inserção da primeira vagem

Nas mesmas plantas utilizadas para se determinar a altura da plantas de soja, mediu-se também a inserção da primeira vagem, considerando a distância entre o solo e a inserção da primeira vagem, por ocasião da maturação.

3.2.4.4 Número de vagens por planta

Da área útil de cada subparcela retirou-se aleatoriamente doze plantas de soja, nas quais realizou-se a contagem do número de vagens por planta.

3.2.4.5 Número de grãos por planta

Nas mesmas plantas em que determinou-se o número de vagem por planta, realizou-se também a contagem do número de grãos por planta.

3.2.4.6 Produção de grãos

A debulha das subparcelas experimentais foi feita em trilhadeira estacionária, sendo que as sementes foram separadas manualmente das impurezas. A produção foi determinada em gramas por área útil de cada subparcela ($\text{gr}/4,5\text{m}^2$). Após determinada a umidade, calculou-se a produção, por hectare, com a umidade corrigida para 13% na base úmida.

3.2.4.7 Análise estatística

Procedeu-se a análise de variância de cada característica individualmente, de acordo com o modelo linear adequado para os experimentos em esquema de parcelas subdivididas, com os tratamentos secundários dispostos em faixas, segundo o seguinte esquema:

F.V.	G.L.
Blocos	5
Tratamento	4
Resíduo (A)	20
Parcelas	29
Distância	1
Distância x Blocos	5
Tratamento x Distância	4
Resíduo (B)	20
Total	59

Quando os efeitos dos tratamentos (tratamentos, distância e interação) se mostraram significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, foram realizadas as comparações de médias através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para as diversas características.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às análises de variância para as características agronômicas da soja avaliadas na época de colheita na Fazenda Riacho, município de Paracatu, MG, encontram-se apresentados na Tabela 3.1. Observa-se que para as características altura da planta, número de vagem por planta, número de grãos por planta e produção de grãos, constatou-se uma diferença significativa ($P < 0,05$) para os Tratamentos (consórcios e monocultivo), as Distâncias e para a interação Tratamentos x Distâncias. Para a característica estande final, observou-se que revelou diferença significativa ($P < 0,06$) somente para os Tratamentos. Para inserção da primeira vagem, constatou-se diferença significativa ($P < 0,05$) somente para a interação Tratamento x Distância (Tabela 3.1).

TABELA 3.1 - Resumo da análise de variância para as características agronômicas da soja avaliadas na época de colheita, na Fazenda Riacho, município de Paracatu, MG.

Fonte de Variação	G.L	Quadrados Médios					
		Estande	Altura de planta	Inserção 1ª vagem	Número de vagem/planta	Nº grãos/planta	Produção
Bloco	5	774,85	137,36	35,41	27,41	54,10	191272,49
Tratamento	4	3686,62*	196,99*	44,34	290,27*	718,61*	365006,17*
Resíduo (A)	20	1336,98	69,72	23,84	38,02	61,05	82161,71
Parcelas	29	1564,15	98,93	28,66	70,99	150,55	139986,94
Distâncias	1	192,60	119,92*	4,13	193,26*	498,94*	607899,82*
Trat.xDist.	4	1539,16	183,10*	28,12*	30,23*	64,62*	519815,31*
Dist.xBloco	5	500,95	14,95	2,40	15,64	47,27	42765,76
Resíduo(B)	20	575,42	24,92	6,24	5,73	19,20	43022,14
C.V. (A) %		32,157	13,366	19,872	30,718	25,738	33,435
C.V. (B) %		21,096	7,992	10,169	11,932	14,434	24,194

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

3.3.1 Estande final

O estande obtido no consórcio de milho com o clone de eucalipto camaldulense 180 foi superior ao observado em monocultivo, porém semelhante a dos demais tratamentos (Tabela 3.2).

TABELA 3.2 - Valores médios de estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
Soja + Clone 137	105,58 ab	61,69 ab	25,50 a	15,40 b	23,73 c	599,76 b
Soja + Clone 44	115,79 ab	69,11 a	27,01 a	25,81 a	42,52 a	1019,21 a
Soja + Clone 13	124,33 ab	61,78 ab	23,94 a	17,36 b	25,76 bc	807,38 ab
Soja + Clone 180	134,16 a	61,75 ab	24,59 a	16,81 b	26,26 bc	840,48 ab
Monocultivo	88,66 b	58,00 b	21,81 a	24,97 a	33,50 ab	1019,63 a

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A maior mortalidade de plantas apresentada pelas cultivares tardias (como é o caso da cultivar usada) pode ser explicada pelas suas maiores exigências em fotoperíodos curtos e somas térmicas (Pascale, 1969). Assim, dentro de uma determinada época de semeadura, maior é o período vegetativo e porte das cultivares tardias, aumentando, desta forma, a competição entre plantas e também a mortalidade.

3.3.2 Altura da planta

Comparando-se as diferentes médias de altura da planta de soja consorciada e em monocultivo, observou-se que aquela obtida no consórcio com o clone de eucalipto 44 apresentou-se superior a do monocultivo, porém semelhante a dos demais tratamentos consorciados (Tabela 3.2).

A altura das plantas de soja consorciadas com clones de eucalipto na distância de 5 metros das linhas de eucalipto foi superior às alturas daquelas situadas a 3 metros (Tabela 3.3).

TABELA 3.3 - Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
5 metros	115,50 a	63,88 a	24,83 a	21,86 a	33,24 a	957,95 a
3 metros	111,91 a	61,05 b	24,31 a	18,28 b	27,47 b	756,64 b

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a distância de 3 metros em relação às linhas de eucalipto as alturas das plantas de soja, nos consórcios com clones de eucaliptos, foi semelhante a obtida para o monocultivo de soja. O que demonstra que, provavelmente os diferentes clones de eucalipto não exerceram efeito competitivo sobre esta característica avaliada (Tabela 3.4).

TABELA 3.4 - Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para a distância de 3 metros da linha da cultura de soja em relação à linha do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
Soja + Clone 137	114,00	58,27 a	24,70 a	12,51 c	18,78 c	539,64 b
Soja + Clone 44	94,58	61,94 a	24,43 a	22,01 ab	37,12 a	564,28 b
Soja + Clone 13	125,50	62,61 a	24,54 a	15,61 bc	22,96 bc	731,80 ab
Soja + Clone 180	136,83	64,44 a	26,04 a	16,29 bc	25,00 bc	927,85 ab
Monocultivo	88,66	58,00 a	21,81 a	24,97 a	33,50 ab	1019,63 a

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Já para a distância de 5 metros em relação às linhas de eucalipto, a altura das plantas de soja no consórcio de soja com o clone de eucalipto 44 foi semelhante ao consórcio com o clone de eucalipto 137 e superior aos demais tratamentos (Tabela 3.5).

TABELA 3.5 - Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para a distância de 5 metros da linha da cultura de soja em relação à linha do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
Soja + Clone 137	97,16	65,12 ab	26,29 ab	18,29 b	28,69 b	659,89 b
Soja + Clone 44	137,00	76,27 a	29,58 a	29,62 a	47,91 a	1474,15 a
Soja + Clone 13	123,16	60,94 b	23,34 ab	19,11 b	28,56 b	882,96 b
Soja + Clone 180	131,50	59,06 b	23,13 ab	17,34 b	27,52 b	753,12 b
Monocultivo	88,66	58,00 b	21,81 b	24,97 ab	33,50 b	1019,63 b

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A altura das plantas de soja consorciadas com clones de eucalipto 44 e 137, plantadas nas suas entrelinhas no distanciamento de 5 metros (Tabelas 3.6 e 3.7) apresentaram valores superiores ao distanciamento de 3 metros.

TABELA 3.6 - Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 137 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
5 metros	97,16	65,12 a	26,29 a	18,29 a	28,69 a	659,89 a
3 metros	114,00	58,27 b	24,70 a	12,51 b	18,78 b	539,64 a

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3.7 - Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 44 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
5 metros	137,00	76,27 a	29,58 a	29,62 a	47,91 a	1474,15 a
3 metros	94,58	61,94 b	24,43 b	22,01 b	37,12 b	564,28 b

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Já a altura das plantas de soja consorciadas com clones de eucalipto 13 e 180, plantadas nas suas entrelinhas respectivamente a 3 e 5 metros, apresentaram valores semelhantes entre si (Tabelas 3.8 e 3.9).

TABELA 3.8 - Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 13 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
5 metros	123,16	60,94 a	23,34 a	19,11 a	28,56 a	882,96 a
3 metros	125,50	62,61 a	24,54 a	15,61 b	22,96 b	731,80 a

Médias seguidas por mesma letra nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3.9 - Valores médios do estande final, altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta e produção para a cultura de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] consorciada com o clone 180 de *Eucalyptus*, para duas distâncias das linhas de soja em relação à linha do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Ins. 1ª vg. (cm)	Nº vg./pl. (unid.)	Nº gr./pl. (unid.)	Produção (kg/ha)
5 metros	131,50	59,06 a	23,13 a	17,34 a	27,52 a	753,12 a
3 metros	136,83	64,44 a	26,04 a	16,29 a	25,00 a	927,85 a

Médias seguidas da mesma letra para cada coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A altura média das plantas de soja foi de 62 cm, valor inferior ao citado como característico para a cultivar Doko (101 cm). Porém, de acordo com Sedyama et al. (1986), a altura de 50 cm é considerada mínima desejável para se obter menores perdas na colheita. Sendo assim, apesar da altura das plantas de soja serem muito inferiores às obtidas para essa cultivar Doko, todos os tratamentos proporcionaram altura de planta compatível com a colheita mecanizada.

Segundo Cartter e Hartwing (1967) e Silva et al. (1986), a altura da planta constitui importante característica agrônômica e influencia indiretamente no rendimento de grãos, no controle de ervas daninhas, no acamamento de plantas e na eficiência na colheita mecanizada.

Essa baixa altura média das plantas pode ter sido influenciada pela deficiência de água no solo a partir do final da primeira quinzena de janeiro (Figura 3.4). De acordo com Mota (1978), a deficiência de água no solo entre a germinação e a floração, reduz o crescimento da planta de soja.

3.3.3 Inserção da primeira vagem

Houve semelhança entre a altura de inserção da primeira vagem nas plantas de soja distantes 5 metros das linhas de plantio entre os clones de eucalipto, sendo que a consorciada com o clone de eucalipto 44 foi superior a do monocultivo (Tabela 3.5).

A altura de inserção da primeira vagem das plantas de soja consorciadas com o clone de eucalipto 44, plantadas nas suas entrelinhas com distanciamento de 5 metros, foi superior à média daquelas plantadas à distância de 3 metros (Tabela 3.7).

No monocultivo, a altura de inserção de primeira vagem foi, em média, 21,8 cm e a do plantio em consórcio foi de 25,2 cm. Sedyama et al. (1985) e Roberts (1974) consideraram valores acima de 10 cm e 13 cm, respectivamente, a altura mínima da inserção da primeira vagem desejável, para permitir maior eficiência na colheita mecanizada. Sendo assim, neste experimento todos os tratamentos possibilitaram a colheita mecanizada.

3.3.4 Número de vagens por planta

Comparando-se as diferentes médias de número de vagens por planta de soja consorciada e em monocultivo, observou-se que as obtidas no consórcio com o clone de eucalipto 44 e no monocultivo apresentaram-se superiores às dos demais tratamentos (Tabela 3.2), e semelhantes entre si. De um modo geral, o número de vagens por plantas de soja consorciadas à distância de 5 metros das linhas de eucalipto foi superior às obtidas na distância de 3 metros (Tabela 3.3).

O número de vagens por planta de soja consorciada com clones de eucalipto, situados à 3 metros das linhas de eucalipto, foi inferior ao obtido para o monocultivo de soja, excetuando-se o consórcio de soja com o clone de eucalipto 44 (Tabela 3.4). Para a distância de 5 metros das linhas de plantio do eucalipto, o número de vagens por planta de soja no consórcio com o clone de eucalipto 44 foi semelhante ao monocultivo, porém superior aos obtidos para os demais consórcios (Tabela 3.5).

Os valores médios obtidos para o número de vagens por planta de soja nos consórcios com os clones de eucalipto 137, 44 e 13, plantadas nas suas entrelinhas, apresentaram valores superiores para o distanciamento de 5 metros (Tabelas 3.6, 3.7 e 3.8) quando comparados com a distância de 3 metros.

Os valores médios obtidos para o número de vagens por planta no consórcio de soja com o clone de eucalipto 180, plantada nas suas entrelinhas, respectivamente a 3 e 5 metros, apresentaram valores semelhantes entre si (Tabela 3.9).

Shaw e Laing (1965) relataram que a máxima redução do número de vagens por planta ocorreu durante a última semana de desenvolvimento das vagens e durante a formação de grãos, em consequência da deficiência hídrica. Quando a deficiência ocorreu durante a floração e início da formação das vagens, houve aborto de flores e queda de legumes. Durante a formação de grãos, a deficiência hídrica reduziu o tamanho da semente.

3.3.5 Número de grãos por planta

Comparando-se as diferentes médias do número de grãos por planta de soja consorciada e em monocultivo, observou-se que aquela obtida no consórcio com o clone de eucalipto 44 foi semelhante à do monocultivo, porém superior aos demais consórcios (Tabela 3.2). O número de grãos por planta de soja consorciada com clones de eucalipto, situada a 5 metros de distância das plantas de eucalipto foi superior às linhas de plantio de soja situadas a 3 metros (Tabela 3.3). Para a distância de 3 metros, o número de grãos por planta no consórcio de soja com o clone de eucalipto 44 foi semelhante ao obtido no monocultivo, porém superior aos demais consórcios (Tabela 3.4).

Já no caso da distância de 5 metros em relação às linhas de eucalipto, o consórcio de soja com o clone de eucalipto 44 apresentou número de grãos por planta superior aos demais tratamentos (Tabela 3.5). Os valores médios obtidos para o número de grãos por planta de soja consorciada nas entrelinhas dos clones de eucalipto 137, 44 e 13, no distanciamento de 5 metros, apresentaram valores superiores aos do distanciamento de 3 metros (Tabelas 3.6, 3.7 e 3.8). Para o consórcio entre soja e clone de eucalipto 180, a 3 e 5 metros, os valores foram semelhantes entre si (Tabela 3.9).

3.3.6 Produção de grãos

Na Tabela 3.2 são apresentados os valores médios obtidos para a produção de grãos de soja (kg/ha) plantada nas entrelinhas dos clones de eucalipto e em monocultivo. Observa-se que a produção de soja, tanto em monocultivo quanto no consórcio com o clone de eucalipto 44, foi superior ao consórcio de soja com o clone de eucalipto 137.

Carvalho e Rezende (1995), ao avaliarem a cultura de soja consorciada com milho, verificaram que a cultivar Doko foi a que mais se destacou no plantio consorciado, com produtividade de grãos em torno de 1096 kg/ha. Em sistema de monocultivo, ela alcançou uma produção de 2692 kg/ha. Resultado semelhante já havia sido observado também por Vieira e Espíndola (1989), sendo a cultivar Doko uma das mais promissoras em consórcio com milho.

Ao estudar um consórcio de soja com milho, Rezende, Andrade e Andrade (1992) compararam as médias de produção de soja em consórcio (455 kg/ha) com a média em monocultivo (1725 kg/ha) e verificaram que o sistema de consórcio proporcionou uma redução de produção de 74%. A cultivar Doko foi uma dentre outras testadas, obtendo produção média em consórcio em torno de 454 kg/ha e em monocultivo de 1440 kg/ha.

Contudo, Alvarenga (1995), ao avaliar a cultura de soja, cultivar Doko, consorciada com milho, observou rendimento médio em consórcio de 835 kg/ha, enquanto que em monocultivo chegou a 2200 kg/ha, caracterizando uma redução de 62%.

Os baixos valores em consórcio, encontrados por esses autores, podem estar relacionados à maior competição destas culturas por luz, água e nutrientes, sendo que no consórcio eucalipto/soja, este efeito foi minimizado devido ao maior espaçamento entre plantas.

Couto, Barros e Rezende (1982) e Schreiner (1989), ao estudarem consórcio eucalipto/soja testando o plantio desta leguminosa em vários espaçamentos, entre as linhas de eucalipto espaçado de 3m x 2m, encontraram produção de soja variando entre 1303 a 2449 kg/ha, que foi considerada boa. No entanto, estes plantios foram realizados no mesmo ano de implantação do experimento, o que diminuiu ou não favoreceu a competição por luz, apesar do espaçamento da cultura florestal ser menor (3m x 2m) que o estudado no presente trabalho (10m x 4m).

Ao avaliar-se a produção média de soja em consórcios com clones de eucalipto para a distância de 3 metros, observou-se que a produção de grãos foi semelhante. No entanto, os consórcios de soja com os clones de eucalipto 137 e 44 obtiveram produções inferiores ao monocultivo (Tabela 3.4). Para a distância de 5 metros, o consórcio entre soja e eucalipto 44 se destacou dos demais (Tabela 3.5).

Por outro lado, ao avaliar-se a interação consórcios X distâncias, observa-se que somente no consórcio de soja/clone de eucalipto 44 à distância de 5 metros, a produtividade foi superior à de 3 metros (Tabela 3.7). Nos demais tratamentos não houve influência das distâncias na produtividade de grãos (Tabelas 3.6, 3.8 e 3.9).

Vários autores, como Rezende, Andrade e Andrade (1992); Carvalho (1993) e Alvarenga (1995) citam a ocorrência de redução de rendimento da soja em sistemas consorciados em relação ao monocultivo, com reduções de 42 a 47%, 58 a 83%, 40,7% e 62%, respectivamente. Contrariando esses autores, no presente trabalho a produção da soja consorciada com clones de eucalipto não foi inferior ao monocultivo, exceto no caso do consorciamento com o clone de eucalipto 137.

Observa-se, de um modo geral, que a produção média de soja obtida no presente trabalho foi baixa (857,29 kg/ha), principalmente quando comparada com os índices médios nacionais, que de acordo com Arantes e Souza (1993), se encontram em torno de 1500 a 2000 kg/ha. Esse baixo volume de produção pode ser explicado pela ocorrência de veranico no período de enchimento de grãos, prejudicando toda a produção de soja, como pode ser visto na Figura 3.2. O decréscimo de produção pela deficiência hídrica nessa fase da cultura deve-se principalmente à menor taxa de assimilação e um aumento da senescência de folhas.

A menor produção de grãos de soja foi obtida no seu consórcio com o clone de *E. camaldulensis* 137 (Tabela 3.2). O maior desenvolvimento vegetativo do clone de eucalipto 137 (observado na Tabela 1.1 do Capítulo 1), associado às condições climáticas desfavoráveis provocadas pelo veranico durante a fase de enchimento de grãos da soja, provavelmente foram os fatores que determinaram os menores índices de produção da soja.

Mota (1978), revisando trabalhos de pesquisa sobre as relações entre clima e cultura da soja, verificou que a falta de água no solo durante o período de enchimento de grãos reduz mais o rendimento do que se ocorrer durante a floração ou antes dela.

Quando há coincidência do veranico com o período reprodutivo da cultura da soja, podem ocorrer perdas significativas na produção (Carvalho et al., 1985). Shaw e Laing (1965) encontraram maior sensibilidade da planta de soja ao estresse hídrico durante esses estádios.

Vários autores, como Shaw e Laing (1965), Doorenbos e Kassam (1979) e Nogueira e Nagai (1988), estudando o efeito do déficit hídrico, ocorrido durante vários estádios de desenvolvimento da cultura da soja, observaram que a ocorrência deste efeito, na fase de enchimento de grãos, provocou maiores reduções na produção de grãos.

As exigências termo-hídricas da soja durante seu ciclo biológico poderiam ser plenamente satisfeitas na região dos cerrados. Entretanto, a prática inadequada de certas tecnologias, como, por exemplo, a semeadura em época inadequada, e a ocorrência errática de intervalos de estiagem (veranico) de magnitude variável, afetam com certa frequência, a cultura principalmente nas fases críticas de seu desenvolvimento (Urban Filho e Souza, 1993).

A atividade agrícola de sequeiro na região de cerrado é sujeita a riscos climáticos, não tanto pela quantidade de chuvas, mas pela má distribuição destas. De acordo com Espinoza, Azevedo e Jarreta Júnior (1982), a região de cerrado tem como principal característica a ocorrência de uma estação chuvosa de outubro a abril, com mais de 90% da precipitação anual, e um período seco de maio a setembro, sendo que períodos de estiagem durante a estação chuvosa têm trazido grandes danos às culturas de sequeiro nessa região.

Essencial ao crescimento e ao desenvolvimento da planta, a água é, sem dúvida, um dos fatores mais importantes para a cultura da soja. Embora dispondo de um sistema radicular extenso, que lhe confere certa resistência à seca, os períodos longos de deficiência hídrica durante determinados estádios de desenvolvimento poderão reduzir sensivelmente o seu rendimento (Urban Filho e Souza, 1993). Da germinação à maturação, o crescimento da soja é proporcional ao suprimento de umidade (Mota, 1983). Restrições hídricas nesse período obviamente são comprometedoras, impondo limitações à expansão foliar em resposta a decréscimos na eficiência de interceptação da radiação solar e, conseqüentemente, na conversão de matéria seca total. Entretanto, quando a deficiência ocorre na fase vegetativa, a cultura poderá se recuperar posteriormente e as variedades tardias, com período vegetativo longo, o fazem mais facilmente que as precoces (Urban Filho e Souza, 1993).

Para obtenção de um máximo rendimento, a necessidade de água na cultura da soja, durante todo o seu ciclo, varia entre 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração de seu ciclo (EMBRAPA, 1995).

Entretanto, alguns autores, como Runge e Odell (1960); Sionit e Kramer (1977) e Nogueira e Nagai (1988), constataram que o efeito da deficiência hídrica em soja varia com o estágio de desenvolvimento da planta no qual ocorre.

3.4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem emitir as seguintes conclusões:

- * a produção média de grãos de soja (kg/ha) obtida na região de Paracatu é inferior às obtidas para a mesma cultivar em outros estudos;
- * as maiores produções de soja foram obtidas no consórcio de soja com o clone de *E. urophylla* 44 e em monocultivo;
- * as distâncias estudadas não influenciaram as produções de soja obtidas nos consórcios; excessão foi a maior produção obtida na distância de 5 metros quando consorciado com o clone de *E. urophylla* 44.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, D.A. **Efeitos de diferentes sistemas de semeadura na consorciação milho soja**. Lavras: UFLA, 1995. 46p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- ARANTES, N.E.; NOGUEIRA, P.R. **Recomendações de cultivares de soja para Minas Gerais: genealogia, descrição e comportamento**. Uberaba: FUNAP, 1989. 38p.
- ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M. (coords.). **SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS**. Uberlândia, 1992. *Anais...* Piracicaba: POTAFOS, 1993. 535p.
- CARTTER, J.L.; HARTWIG, E.E. **The management of soybens**. In: NORMAN, A.G. (ed.). **The soybens**. New York: Academic Press, 1967. p.162-221.
- CARVALHO, A.J.C. de. **Comportamento de cultivares e linhagens de soja (*Glycine max* L. Merrill) em consórcio com milho (*Zea mays* L.) de ciclos e portes diferentes**. Lavras: ESAL, 1993. 70p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- CARVALHO, L.J.C.B.; GOMIDE, R.L.; LUCHIARI Jr., A. RODRIGUES, G.C. **Estratégias para redução dos efeitos de veranico em culturas de milho e soja na região de cerrados**. Planaltina-DF: EMBRAPA-CPAC, 1985. 8p. (Comunicado Técnico, 42)
- CARVALHO, A.J.C. de. REZENDE, P.M. de. **Consórcio soja-milho. IV. Desenvolvimento, rendimento das culturas e produção equivalente de grãos**. *Ciência e Prática*, Lavras, v.19, n.1, p.7-16, jan./mar. 1995.
- COUTO, L.; BARROS, N.F.; REZENDE, G.C. **Interplanting soybean with Eucalyptus as a 2-yier agroforestry venture in southeastem Brazil**. *Australian Forest Research*, Canberra, n.12, p.329-332, 1982.
- DOORENBONS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water: irrigation and drainage**. Roma: FAO. 1979. 193p. (Paper, 33).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil 1995/96**. Londrina, 1995. 149p. (Documentos, 88)

- ESPINOZA, W.; AZEVEDO, L.G. de; JARRETA JÚNIOR, M. Características climáticas da região dos cerrados. In: _____. **O clima da região dos cerrados em relação à agricultura**. Planaltina-DF: EMBRAPA-CPAC, 1982. p.11-20. (Circular Técnica, 9)
- FERNANDES, E.N. **Sistema especialista para planejamento e desenho de sistemas agroflorestais em duas macrorregiões do Estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1994. 82p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- FILGUEIRAS, J. F. **Análise sócio-econômica dos reflorestamentos com eucalipto, no Distrito Florestal do Vale do Rio doce, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1989. 72p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- MELO, J.T. de, MOURA, V.P.G.; FIALHO, J.F. Sistemas agroflorestais na região dos cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1/ENCONTRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NOS PAÍSES DO MERCOSUL, 1, Porto Velho, 1994. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.123-131.
- MOTA, F.S. da. **Soybean and weather**. Geneva: World Meteorological Organization, 1978. 64p. (Technical Note, 160)
- MOTA, F.S. da. Condições climáticas e produção de soja no Sul do Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas, 1983. p.11.
- NOGUEIRA, S.S.S; NAGAI, Y. Deficiência hídrica simulada nos diferentes estágios de desenvolvimento de uma cultivar precoce de soja. **Bragantia**, Campinas, v.47, n.1, p.9-14. 1988.
- PASCALE, A.J. Tipos agroclimáticos para el cultivo de la soya en la Argentina. **Revista de la Faculdade de Agronomia y Veterinária de Buenos Aires**, Buenos Aires, v.17, n.3, p.31-8. 1969.
- PASSOS, C. A. M. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) em plantio consorciado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), no vale do Rio Doce, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1990. 64p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- REZENDE, P.M. de; ANDRADE, M.J.B. de; ANDRADE, L.A. de B. Consórcio soja-milho II. Seleção de materiais genéticos de soja para consórcio com milho. **Ciência e Prática**, Lavras, v.16, n.3, p.333-341, jul./set.1992.
- ROBERTS, E.H. Loss of viability and crop yields. In: ROBERTS, E.H. (ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman and Hall, 1974. p.307-320.
- RUNGE, E.C.A.; ODELL, R.T. The relation between precipitation, temperature, and the yield of soybeans on agronomy south farm, Urbana, Illinois. **Agronomy Journal**, Madison, v.52, n.5, p.245-247, May 1960.

- SCHREINER, H.G. **Culturas intercalares de soja em reflorestamento de eucaliptos no sudeste do Brasil**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1989. p.1-10. (Boletim de Pesquisa Florestal, 18/19)
- SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1985. 75p. (2ª parte).
- SEDIYAMA, C.S.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T et al. Cultivar de soja "Uberaba" (UFV-10): comportamento em Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v.33, n.185, p.89-93. 1986.
- SHAW, R.H.; LAING, D.R. Moisture stress and plant response. In: PIERRE, W.H. (ed.). **Plant environment and efficient water use**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. Cap. 5, p.87-92.
- SILVA, C.M.; KIIHL, R.A.S.; MENOSSO, O.G.; NASCIMENTO, J.R. Introdução e avaliação de cultivares e linhagens de soja na região sul do estado de Mato Grosso do Sul. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Resultados de pesquisa com soja - safra 1984/85**. Brasília, 1986. p.10-45. (Documentos, 20)
- SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, p.274-278, Mar./Apr. 1977.
- THORNTWAITE, C. MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. In: _____. **Yearbook of agriculture**, Washington: Water U.S. Dep. Agr. 1955. p.346-357.
- URBEN FILHO, G.; SOUZA, P.I. de M de. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SOJA NOS CERRADOS, Uberlândia, 1992. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.267-298.
- VIEIRA, L.C.; ESPÍNDOLA, E.A. Avaliação de cultivares de soja em consorciação com milho. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA REGIÃO SUL, 17, Porto Alegre, 1989. **Ata e Resumos...** Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, UFRS, 1989. p.76-89.

ANEXO

TABELA 3.1A - Balanço hídrico climatológico segundo Thornthwaite e Mater no ano de 1996, para a área experimental em Paracatu, Minas Gerais.

Meses	T	P	ETP	P-ETP	Neg. Acum.	A	ΔA	ETR	Def.	Exc.
Jan.	23,7	260	113	147	0	75	0	113	0	147
Fev.	24,0	179	102	77	0	75	0	102	0	77
Mar.	24,0	149	109	40	0	75	0	109	0	40
Abr.	23,2	67	93	-26	-26	52	-23	90	3	0
Mai.	21,2	29	74	-45	-71	28	-24	53	21	0
Jun.	19,4	7	56	-49	-120	14	-14	21	35	0
Jul.	19,2	15	56	-41	-161	8	-6	21	35	0
Ago.	21,4	16	77	-61	-222	3	-5	21	56	0
Set.	23,5	36	98	-62	-284	2	-1	37	61	0
Out.	24,2	133	114	19	-93	21	19	114	0	0
Nov.	23,7	224	108	116	0	75	54	108	0	62
Dez.	23,2	324	107	217	0	75	0	107	0	217
Ano		1439	1107	332			0	896	211	543

T - Temperatura média (°C);

P - Valores normais mensais de precipitação (mm);

ETP - Valores normais mensais de evapotranspiração potencial (mm);

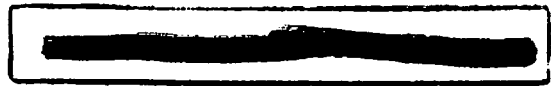
Neg. Acum. - acúmulo de perda de água;

A - Armazenamento de água no solo (mm);

ΔA - Variação no armazenamento (mm);

Def. - Déficit hídrico (mm);

Exc. - Excesso hídrico.



CAPÍTULO 4

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE TÉCNICA DA CONSORCIAÇÃO DE MILHO COM CLONES DE EUCALIPTO NA REGIÃO DE CERRADO NO NOROESTE DE MINAS GERAIS

4.1 INTRODUÇÃO

A crescente necessidade de maior oferta de produtos alimentares à humanidade encontra, nos sistemas de consórcio de culturas, uma das alternativas mais importantes para a resolução do problema. O que caracteriza a multiplicidade de cultivos é a exploração de duas ou mais cultivares numa mesma área, não sendo, necessariamente, semeadas simultaneamente. Assim é que o cultivo associado tem obtido destaque por parte de entidades de pesquisas na busca incessante de maior produção por unidade de área, a custos financeiros relativamente menores (Chagas, Araújo e Vieira, 1984)

De acordo com Baggio et al. (1982), no Brasil não se tem procurado compatibilizar a produção de alimentos com a produção de madeira, havendo, deste modo, uma concorrência entre essas duas atividades. No sul do país, o alto grau de ocupação de terras cultiváveis já não permite o aumento concomitante da produção de alimentos e de madeira, a não ser pelo aperfeiçoamento das práticas culturais e pela melhor utilização dos solos.

Segundo Nussio (1990), o milho, em função de sua composição química e valor nutritivo, destaca-se como um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos em todo o mundo, seja na alimentação humana ou animal. Devido à multiplicidade de seu emprego nos diversos segmentos da atividade humana, desempenha importante papel sócio-econômico, além de constituir matéria-prima para diversificados complexos industriais, utilizando grande contingente de mão-de-obra em seu processo produtivo.

Devido ao seu múltiplo uso, o cultivo de milho tem sido também, implantado em sistemas agroflorestais. De acordo com Moniz (1987), a cultura do milho em associação inicial com o eucalipto pode ser uma prática interessante, em razão de não afetar a sobrevivência da espécie florestal. Este autor constatou que o consórcio de eucalipto (3m x 2m) com uma fileira de

milho apresentou maior produção de grãos por planta, chegando a superar o monocultivo do milho. E a produção de milho resultante desse tipo de consorciação provocou uma diminuição dos custos de implantação florestal entre 59,75% e 79,43%, dependendo de sua densidade. Essa viabilidade econômica foi observada também por Castillo (1977), sendo que o consórcio milho-eucalipto diminuiu os custos do reflorestamento em torno de 60%.

O primeiro trabalho em sistemas agroflorestais realizado com eucalipto-milho no Brasil foi o de Gurgel Filho (1962) em solo de cerrado, em Santa Rita do Passa Quatro, SP, que consorciou *Eucalyptus alba* com milho, em um espaçamento de 3,0m x 1,5m semeando uma, duas e três fileiras nas entrelinhas, concomitantemente ao ensejo da formação do eucaliptal. Verificou-se neste caso, que o tratamento com uma fileira de milho foi o que obteve mútuo benefício enquanto que nos demais ocorreu uma redução no crescimento do eucalipto.

Magne Ojeda (1979) estudou em Turrialba, Costa Rica, a sobrevivência e o crescimento de *Terminalia ivorensis* A. Chev. em cultivo isolado e em associação com milho (*Zea mays*), em rotação com feijão (*Phaseolus vulgaris*); com milho em rotação com caupi (*Vigna unguiculata*); e com milho e caupi, seguidos por milho e feijão. Segundo o autor citado, as culturas agrícolas proporcionaram um maior crescimento em altura da espécie florestal. Os melhores rendimentos das culturas agrícolas foram obtidos quando consorciadas individualmente com a espécie florestal, e o consórcio de espécie florestal com cultura do milho seguida do feijão foi a que obteve o melhor retorno econômico

Na região de cerrado do Brasil Central predomina a monocultura de soja entre as culturas anuais. Há necessidade de se introduzir no sistema agrícola outras espécies, de preferência gramíneas, como o milho, pastagens e outras. A rotação de culturas consiste em alterar espécies vegetais no correr do tempo, numa mesma área agrícola, considerando que as espécies escolhidas devem ter propósito comercial e de recuperação do meio ambiente. As vantagens da rotação de culturas são inúmeras, consistindo em um processo de cultivo capaz de proporcionar a produção de alimentos e outros produtos agrícolas, com mínima alteração ambiental. Se adotada e conduzida de modo adequado e por um período longo, essa prática proporciona a preservação ou melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, auxilia no controle de plantas daninhas, doenças e pragas, repõe matéria orgânica, protege o solo da ação dos agentes climáticos

e ajuda a viabilização da semeadura direta e a diversificação da produção agropecuária (EMBRAPA, 1995).

Embora o Brasil seja um dos maiores produtores mundiais de milho, a produtividade brasileira, ao redor de 2300 kg/ha, é ainda considerada muito baixa (Büll e Cantarella, 1993). O estado de Minas Gerais vem se destacando nos últimos anos como o nono maior produtor de milho no Brasil, com uma produtividade média de aproximadamente 2575 kg/ha (ANUÁRIO..., 1995).

A rotação milho-soja, muito comum nas áreas de cerrado do Brasil Central, tem contribuído muito para o aumento da produtividade do milho. Vários são os trabalhos que mostram a importância e as vantagens desta técnica, especialmente quando o milho é plantado em áreas onde a soja foi cultivada por mais de um ano consecutivo. Nessas condições, já foram constatados aumentos na produção de milho da ordem de 540 kg/ha para cada ano de cultivo de soja. Estes resultados podem ser atribuídos ao melhor enraizamento do milho, em função da melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, resultando em melhor aproveitamento de água e nutrientes (EMBRAPA, 1993).

O fator principal para que um cultivo consorciado seja eficiente é a complementação entre as cultivares envolvidas, já que, pelo menos durante parte do seu ciclo, há uma forte interação entre elas. O milho é particularmente interessante para a formação de sistemas consorciados com florestas devido à sua simplicidade de condução e o seu melhor comportamento diante de diversidades climáticas (Schreiner e Baggio, 1984).

Este estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica de uso da cultura de milho em consorciação com quatro clones de eucalipto, implantada na região de Paracatu, Minas Gerais.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo são apresentados dados referentes à cultura do milho (*Zea mays* L.), plantada no ano agrícola dois (2), consorciada com clones de eucalipto. Dados referentes à localização do experimento, espaçamento, espécie florestal estudada, cultura agrícola no ano zero (0) e ano um (1), estão apresentados nos Capítulos 1, 2 e 3, respectivamente.

Na Figura 4.1 encontra-se o balanço hídrico climatológico da região de Paracatu, MG, e na Figura 4.2 os dados de precipitação diária, durante os meses em que se desenvolveu a cultura do milho.

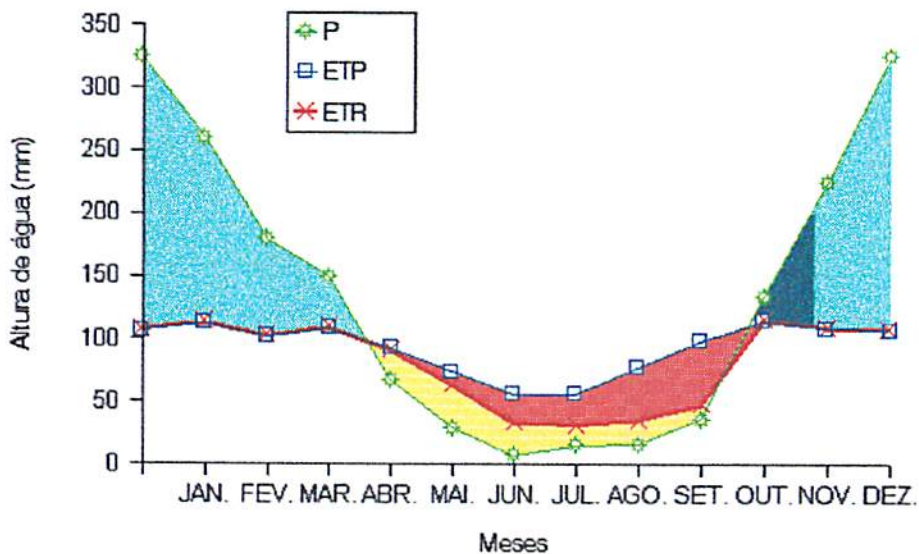


FIGURA 4.1 - Curso anual médio do balanço hídrico climatológico de Paracatu - MG, calculado pelo método Thornthwaite e Mather (1955), para 150 mm da capacidade de armazenamento.

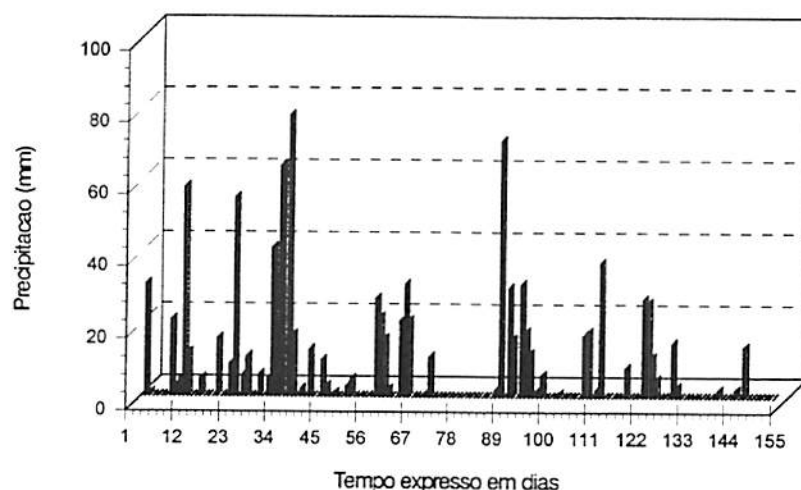


FIGURA 4.2 - Dados diários de precipitação no período de 1^o de dezembro de 1996 a 30 de abril de 1997, Paracatu, MG.

4.2.1 Descrição do experimento

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com seis repetições, sendo os tratamentos dispostos num esquema de parcelas subdivididas, constituídos por 5 tratamentos e 2 distâncias, com os tratamentos secundários dispostos em faixas. Os tratamentos primários aplicados nas parcelas foram constituídos pelos consórcios de milho com 4 clones de eucalipto e pelo monocultivo da cultura de milho. Os tratamentos secundários aplicados nas subparcelas foram constituídos por duas distâncias, sendo uma composta pela primeira e segunda linhas (1,8 e 2,7 metros) de plantio de milho e a segunda pela composta quarta e quinta linhas (4,5 e 5,4 metros) em relação às plantas de eucalipto, conforme pode ser visualizado na Figura 4.3. A área útil de cada subparcela foi constituída por duas linhas de 5 metros lineares, perfazendo uma área útil de 9,0 m².

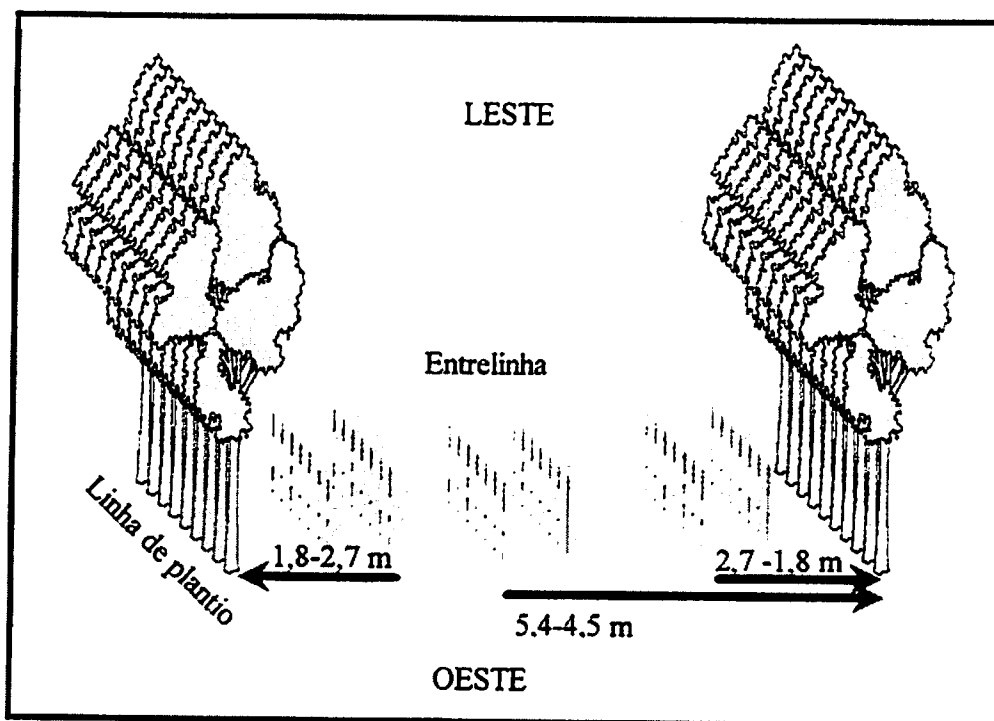


FIGURA 4.3 - Desenho esquemático da disposição das subparcelas de milho, consorciadas com clones de eucalipto.

4.2.2 Preparo da área

Em agosto de 1996, nas entrelinhas da cultura do eucalipto, fez-se uma aração leve e duas gradagens niveladoras. Utilizou-se calcário zinal MMA 85% de PRNT, à razão de 1,0 ton/ha. Para a adubação de semeadura foi usada a fórmula NPK 05-25-15 Zn⁺ a um nível de 300 Kg/ha, e para a adubação de cobertura foram aplicados, à cultura, 90 kg/ha de uréia agrícola, aproximadamente 40 dias após a germinação (contendo em torno de 3 pares de folhas).

4.2.3 Cultura do milho

Em dezembro de 1996, nas mesmas entrelinhas do eucalipto, plantou-se a cultura do milho (*Zea mays* L.), utilizando-se a cultivar BR205 de ciclo tardio, produzida pela EMBRAPA e recomendada para plantios comerciais na região. Nas entrelinhas do eucalipto, plantou-se 8 linhas

de milho espaçadas em 0,90 metro, com densidade média de 5 sementes por metro linear, guardando-se uma distância aproximada de 1,8 m das linhas de eucalipto e ocupando, desta forma, 6,30 dos 10 metros das entrelinhas.

A cultivar BR205 é um híbrido duplo adaptado a regiões tropicais, precoce, de alta produtividade, com tolerância à toxidez de alumínio e ao estresse hídrico. A sua maior resistência ao acamamento e quebramento do colmo possibilita maior eficiência na colheita mecânica. Possui excelente empalhamento, o que protege os grãos contra o ataque de pragas, além de reduzir perdas por podridão. Os grãos são semidentados, de cor amarela-alaranjada. Apresenta ciclo de florescimento de 63 dias e maturação de 130 dias, altura aproximada da planta e da espiga de 234 cm e 134 cm, respectivamente, e uma produtividade em torno de 8700 kg/ha.

4.2.4 Avaliações realizadas

Nas linhas de milho distanciadas de 1,8 - 2,7 metros (primeira e segunda linhas de milho) e 4,5 - 5,4 metros (quarta e quinta linhas de milho), respectivamente, da linha de eucalipto determinou-se as características descritas a seguir.

4.2.4.1 Estande final

O estande final foi obtido contando-se o número de plantas de milho que chegaram à fase de colheita, em 10 metros lineares, na área útil de cada subparcela, correspondendo a 9,0 m².

4.2.4.2 Altura de planta

Determinou-se a altura de planta, em nível de campo, através da contagem aleatória de dez plantas de milho, em 2 linhas de 5 metros lineares, na área útil de cada subparcela, onde, com o auxílio de uma régua de madeira graduada em centímetros, foi tomada a medida, dada pela distância da superfície do solo até a inserção do pendão.

4.2.4.3 Altura da primeira espiga

Nas mesmas plantas escolhidas para a determinação da altura, mediu-se também a altura da primeira espiga, dada pela distância em centímetros da superfície do solo até a altura da primeira espiga.

4.2.4.4 Número de espigas

Após a colheita manual de todas as espigas, na área útil de cada subparcela, elas foram devidamente etiquetadas e levadas para o galpão, onde, através da contagem do número de espigas em cada subparcela de milho, obteve-se o número de espigas total, por subparcela.

4.2.4.5 Peso de espiga

Após a colheita manual, todas as espigas de cada subparcela foram despalhadas e pesadas, sendo os valores obtidos em gramas.

4.2.4.6 Produção de grãos

Esta característica foi obtida de plantas colhidas na área útil de cada subparcela. Após a debulha manual de todas as espigas, foi expressa em gramas por subparcela. Após determinação da umidade, calculou-se a produção, na área útil de cada subparcela, corrigida para umidade de 14% na base úmida, sendo posteriormente convertida para quilogramas por hectare (kg/ha).

4.2.4.7 Análise estatística

Os dados observados nas características estudadas foram submetidos à análise de variância, de acordo com um modelo linear adequado para os experimentos, em esquema de parcelas subdivididas com os tratamentos secundários dispostos em faixas, seguindo o seguinte esquema de análise:

F.V.	G.L.
Blocos	5
Tratamento	4
Resíduo (A)	20
Parcelas	29
Distância	1
Distância x Blocos	5
Tratamento x Distância	4
Resíduo (B)	20
Total	59

Quando os efeitos dos tratamentos (tratamentos, distância e interação) mostraram-se significativos pelo teste de F ($P < 0,05$), foram realizadas comparações de médias através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às análises de variância das características agrônômicas do milho, avaliados na época de colheita na Fazenda Riacho, município de Paracatu, MG, encontram-se apresentados na Tabela 4.1. Observa-se que para todas as características analisadas constatou-se uma significância ($P < 0,05$) para os tratamentos; houve efeito significativo de distância e interação entre distância x tratamento para as características de altura da planta, altura da espiga, peso de espigas e produção, mostrando para essas características um comportamento diferenciado das distâncias na presença dos diferentes clones (Tabela 4.1).

TABELA 4.1 - Resumo da análise de variância para as características agrônômicas do milho, avaliadas na época da colheita, na Fazenda Riacho, município de Paracatu, MG.

Fonte de Variação	G.L	Quadrados Médios					
		Estande final (unid.)	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Número de espiga (unid.)	Peso de espiga (gr)	Produção (Kg/ha)
Bloco	5	59,52	404,33	91,75	15,49	436378,43	341942,83
Tratamento	4	439,61*	865,94*	468,07*	384,63*	24191522,65*	21526343,09*
Resíduo (A)	20	19,61	148,26	48,13	18,46	174882,03	149814,25
Parcelas	29	84,42	291,40	113,57	68,45	3532607,70	3131426,60
Distâncias	1	29,40	1945,63*	685,26*	29,40	820155,10*	7134757,87*
Trat.xDist.	4	14,41	188,04*	53,86*	14,36	1272498,07*	945335,54*
Dist.xBloco	5	6,92	62,57	10,33	7,01	92635,10	85460,23
Resíduo(B)	20	11,85	45,07	17,47	11,81	78936,19	84231,45
C.V. (A) %		13,543	6,917	7,867	13,861	17,493	19,558
C.V. (B) %		10,530	3,814	4,740	11,089	11,752	14,665

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

4.3.1 Estande final

Observa-se pela Tabela 4.2, que houve uma influência acentuada dos clones de eucalipto no número de plantas por subparcela. O maior valor para o estande final de milho foi obtido para o seu monocultivo, e valores decrescentes foram obtidos, respectivamente, para os sistemas consorciados com os clones de eucalipto 180, 13, 44 e 137.

TABELA 4.2 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
Milho + Clone 137	25.70 c	163.28 b	78.75 b	25.29 c	1183.33 c	809.16 d
Milho + Clone 44	29.75 bc	181.17 a	93.60 a	28.04 bc	2155.62 b	1766.50 b
Milho + Clone 13	31.95 b	171.57 ab	86.91 ab	29.58 bc	1680.20 bc	1293.79 c
Milho + Clone 180	34.08 b	183.86 a	94.16 a	31.91 b	2101.45 b	1756.79 bc
Monocultivo	42.00 a	180.33 a	87.49 a	40.16 a	4832.50 a	4268.73 a

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se também, que as diferentes distâncias de afastamento em relação às linhas de eucalipto não apresentaram diferenças significativas quanto ao número de plantas (Tabela 4.3).

4.3.2 Altura da planta

A altura das plantas de milho consorciadas com clones de eucalipto 180 e 44 apresentou valores superiores em relação aos observados para os consórcios com os clones 13 e 137 sendo, porém semelhantes ao monocultivo (Tabela 4.2).

De um modo geral, a altura média das plantas de milho consorciadas com clones de eucalipto situadas a 4,5 - 5,4 metros de distância das linhas de eucalipto foram superiores às

alturas daquelas localizadas a 1,8 - 2,7 metros, o que já era esperado, possivelmente devido ao maior sombreamento a que estas foram sujeitas (Tabela 4.3).

TABELA 4.3 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, em função das distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
4,5 - 5,4 metros	32.00 a	181.73 a	91.56 a	30.30 a	2760.33 a	2323.83 a
1,8 - 2,7 metros	33.40 a	170.34 b	84.80 b	31.70 a	2020.91 b	1634.16 b

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As alturas das plantas de milho consorciadas com os clones de eucalipto 180 e 44, distanciadas à 1,8 - 2,7 metros das linhas de plantio do eucalipto, foram semelhantes à obtida para o monocultivo (Tabela 4.4). A altura das plantas de milho consorciadas com os clones de eucalipto 180, 44 e 13, distanciadas a 4,5 - 5,4 metros das linhas de plantio do eucalipto, foi semelhante à obtida para o monocultivo (Tabela 4.5). Isto demonstra que, provavelmente, nestes sistemas de consórcio os clones de eucalipto não exerceram efeito competitivo sobre esta característica avaliada.

TABELA 4.4 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para a distância de 1,8 - 2,7 metros da cultura do milho em relação à linha de plantio do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
Milho + Clone 137	26.91	159.40 c	76.01 b	26.58	1037.50 c	654.71 c
Milho + Clone 44	32.00	171.51 abc	88.26 a	30.08	1459.58 bc	1141.27 bc
Milho + Clone 13	32.58	162.52 bc	82.80 ab	28.83	958.75 c	665.23 c
Milho + Clone 180	33.50	177.97 ab	89.45 a	32.83	1816.25 b	1440.83 b
Monocultivo	42.00	180.33 a	87.49 a	40.16	4832.50 a	4268.73 a

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4.5 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clones de *Eucalyptus* e em monocultivo, para a distância de 4,5 - 5,4 metros da cultura do milho em relação à linha de plantio do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
Milho + Clone 137	24.50	167.16 b	81.50 b	24.00	1329.16 c	963.61 c
Milho + Clone 44	27.50	190.83 a	98.94 a	26.00	2851.66 b	2391.73 b
Milho + Clone 13	31.33	180.61 ab	91.02 ab	30.33	2401.66 b	1922.35 b
Milho + Clone 180	34.66	189.75 a	98.86 a	31.00	2386.66 b	2072.74 b
Monocultivo	42.00	180.33 ab	87.49 b	40.16	4832.50 a	4268.73 a

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A altura das plantas de milho consorciadas com clones de eucalipto 44, 13 e 180, no distanciamento de 4,5 - 5,4 metros das linhas do eucalipto (Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8), apresentou valores superiores aos obtidos naquelas com distanciamento 1,8 - 2,7 metros.

TABELA 4.6 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clone 44 de *Eucalyptus*, em função das distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
4,5 - 5,4 metros	27.50	190.83 a	98.94 a	26.00	2851.66 a	2391.73 a
1,8 - 2,7 metros	32.00	171.51 b	88.26 b	30.08	1459.58 b	1141.28 b

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4.7 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clone 13 de *Eucalyptus*, em função das distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
4,5 - 5,4 metros	31.33	180.61 a	91.02 a	30.33	2401.66 a	1922.35 a
1,8 - 2,7 metros	32.58	162.52 b	82.80 b	28.83	958.75 b	665.23 b

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 4.8 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clone 180 de *Eucalyptus*, em função das distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto.

Tratamentos	Estande final	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
4,5 - 5,4 metros	34.66	189.75 a	98.86 a	31.00	2386.66 a	2072.74 a
1,8 - 2,7 metros	33.50	177.97 b	89.45 b	32.83	1816.25 b	1440.83 b

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A altura das plantas de milho consorciadas com o clone de eucalipto 137, distanciadas respectivamente a 1,8 - 2,7 e 4,5 - 5,4 metros das linhas de eucalipto, apresentaram valores semelhantes entre si (Tabela 4.5).

TABELA 4.9 - Valores médios de estande final, altura da planta, altura da primeira espiga, número de espigas por estande, peso de espigas e produção, para a cultura de milho (*Zea mays* L.) consorciada com clone 137 de *Eucalyptus*, em função das distâncias da cultura de milho em relação à linha de plantio do eucalipto.

Tratamentos	Estande fFinal	Altura de planta (cm)	Altura de espiga (cm)	Nº espiga (unid.)	Peso de espiga (gr/subparc.)	Produção (kg/ha)
4,5 - 5,4 metros	24.50	167.16 a	81.50 a	24.00	1329.16 a	963.61 a
1,8 - 2,7 metros	26.91	159.40 a	76.01 b	26.58	1037.50 a	654.72 a

Para cada coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.3.3 Altura da espiga

A altura das espigas no consórcio de milho com o clone 137 foi semelhante ao consórcio de milho com o clone 13, porém inferior aos demais tratamentos (Tabela 4.2). De um modo geral, a altura média da espiga de milho consorciado com clones de eucalipto, situado a 4,5 - 5,4 metros de distância das linhas das árvores, foram superiores às alturas situadas a 1,8 - 2,7 metros (Tabela 4.3). Este resultado já era esperado, devido, possivelmente, ao maior sombreamento das plantas mais próximas do eucalipto.

A altura das espigas de milho distanciadas a 1,8 - 2,7 metros das linhas de plantio dos clones de eucalipto 180, 44 e 13 foi semelhante a obtida para o monocultivo (Tabela 4.4), sugerindo que, provavelmente, estes clones de eucalipto não exerceram efeito competitivo sobre esta característica avaliada. A altura das espigas de milho consorciado com os clones de eucalipto 180 e 44, distanciadas de 4,5 - 5,4 metros das linhas de plantio, apresentaram valores superiores aos obtidos para o consórcio de milho com o clone 137 e para o monocultivo (Tabela 4.5).

4.3.4 Número de espiga

O número de espigas por subparcela obtidas no monocultivo de milho foi superior ao observado nos demais tratamentos, sendo que o menor valor foi verificado no consórcio com o clone de eucalipto 137 (Tabela 4.2). Observa-se, também, que não houve efeito significativo do distanciamento de plantio no número de espigas (Tabela 4.3).

Por planta, o número de espigas, observado foi, na sua maioria, de apenas uma, dificilmente ocorrendo duas espigas por planta. Conseqüentemente, o número de espigas por subparcela foi muito baixo. Esse fato pode ser explicado pelo veranico que ocorreu no mês de fevereiro, durante o período de emissão do pendão (Figura 4.2). De acordo com Fancelli e Dourado Neto (1996), a falta de água nesse período afeta o sincronismo pendão-espiga e reduz a chance do aparecimento da segunda espiga.

4.3.5 Peso da espiga

O peso das espigas obtidas em monocultivo foi superior àquele observado nos consórcios. Provavelmente, isto é resultado de uma maior competição por luz nos consórcios, uma vez que suas espigas tiveram uma diminuição significativa em tamanho, além da má formação de grãos, ocorrendo muitas espigas sem grãos ou com um número reduzido. Aliado a este fato, verificou-se um menor estande nos sistemas consorciados.

O decréscimo na radiação solar disponível às plantas, além de afetar o desenvolvimento das espigas, provoca diminuição no número de espigas com grãos por planta e no peso de 100 grãos (Flesch, 1978). Variações nas taxas de crescimento das espigas são causadas tanto pelo acréscimo na densidade de plantas, levando à maior competição por luz, como pela redução na quantidade de radiação solar incidente nas folhas das plantas em comunidade (Costa, 1994).

De um modo geral, o peso médio das espigas de plantas de milho consorciadas com clones de eucalipto das linhas de plantio situadas à 4,5 - 5,4 metros de distância das linhas dos clones de eucalipto foram superiores aos pesos de espigas das linhas de 1,8 - 2,7 metros (Tabela

4.3). Mais uma vez, é provável que a maior disponibilidade de luz existente no meio das entrelinhas, decorrente das maiores distâncias das linhas de plantio do eucalipto tenha sido fator determinante.

O peso médio das espigas de milho consorciado com clones de eucalipto, situados à 1,8 - 2,7 metros de distância das linhas de plantio do eucalipto, foram inferiores ao obtido para o monocultivo, sendo que os consórcios de milho com os clones de eucalipto 137 e 13 foram os que obtiveram os menores pesos de espigas (Tabela 4.4).

A média de peso das espigas de milho consorciado com os clones de eucalipto 44, 13 e 180, distanciadas à 4,5 - 5,4 metros das linhas de plantio do eucalipto, apresentaram valores superiores aos obtidos para o consórcio de milho com o clone 137, porém inferiores ao obtido em monocultivo (Tabela 4.5).

A média do peso das espigas de milho consorciado com clones de eucalipto 44, 13 e 180, no distanciamento de 4,5 - 5,4 metros das linhas de eucalipto (Tabela 4.6, 4.7 e 4.8), foram superiores aos das linhas de 1,8 - 2,7 metros, enquanto que, a média do peso das espigas de milho consorciado com clones de eucalipto 137, distanciadas respectivamente à 1,8 - 2,7 e 4,5 - 5,4 metros das linhas de eucalipto, apresentaram valores semelhantes entre si (Tabela 4.9).

4.3.6 Produção de grãos

A produção de grãos de milho obtida em monocultivo (4269 kg/ha) foi superior a média nacional (2300 kg/ha) e a do estado de Minas Gerais (2575 kg/ha); já as produções de grãos obtidas em sistemas de consórcios ficaram abaixo destas.

A produção de grãos de milho obtida em monocultivo foi superior à observada nos sistemas consorciados. No entanto, ao avaliar a produção de grãos somente entre os consórcios com os clones, observa-se que o consórcio de milho com os clones 44 e 180 foi o que obteve as melhores produções, seguido pelo consórcio de milho com o clone 13; o que obteve a pior produção foi o consórcio entre o milho e o clone 137 (Tabela 4.2).

De um modo geral, a produção média de grãos de milho consorciados com clones de eucalipto, situados à 4,5 - 5,4 metros de distância das linhas das árvores foi superior à produção obtida na distância de 1,8 - 2,7 metros (Tabela 4.3).

A produção média de grãos de milho obtida nos consórcios com clones de eucalipto situados a 1,8 - 2,7 metros de distância das linhas de plantio do eucalipto, foi inferior à obtida para o monocultivo, sendo que os consórcios com os clones de eucalipto 137 e 13 foram os que obtiveram os menores valores (Tabela 4.4). A produção média de grãos de milho obtida nos consórcios com os clones de eucalipto 44, 13 e 180, distanciados à 4,5 - 5,4 metros das linhas de plantio do eucalipto, apresentaram valores superiores aos obtidos para o consórcio de milho com o clone 137, porém inferiores ao obtido em monocultivo (Tabela 4.5).

A produção média de grãos de milho consorciado com clones de eucalipto 44, 13 e 180 apresentaram valores superiores para o distanciamento de 4,5 - 5,4 metros das linhas de eucalipto em relação à distância de 1,8 - 2,7 metros (Tabelas 4.6, 4.7 e 4.8), enquanto que, as produções de grãos de milho consorciado com clones de eucalipto 137 distanciadas, respectivamente, à 1,8 - 2,7 e 4,5 - 5,4 metros das linhas de eucalipto, apresentaram valores semelhantes entre si (Tabela 4.9).

A disponibilidade de radiação solar dentro de uma comunidade de plantas é essencial para o processo fotossintético. Esta importância foi mostrada por Backer e Musgrave (1964), quando verificaram que a curva de fotossíntese do milho guarda estreita relação com a radiação incidente, com uma estimativa do coeficiente de correlação de 0,98. Esta correlação não pode ser atribuída ao fator luz isoladamente, mas, sim, associada ao efeito da temperatura. Cal e Obendorf (1972) verificaram que a temperatura e a radiação solar afetam a fotossíntese, a respiração e a translocação, bem como o desenvolvimento da cultura do milho.

A radiação, tanto pela duração do período luminoso como pela quantidade de radiação solar que chega à superfície das folhas, é um fator ambiental que pode limitar o rendimento das cultivares, afetando também a cultura do milho (Chang, 1981) e (Jong, Brewbaker e Lee, 1982). Searbrook e Doos (1973) observaram que a produção decresce marcadamente em condições de redução de energia solar e é incrementada em condições de enriquecimento da luz.

A produção de matéria seca está intimamente relacionada com o metabolismo nitrogenado, devido à necessidade de suprimento de nitrogênio para sua produção. De acordo

com Darwinkell (1975), a fotossíntese e a respiração têm importância fundamental na produção de matéria seca, sendo esses processos influenciados pela intensidade luminosa, nutrientes, temperatura e água.

Com respeito ao fotoperíodo, o milho é considerado como planta neutra ou de dias curtos. Seu desenvolvimento é, porém, muito afetado pela quantidade de radiação solar e as maiores produtividades são obtidas em condições de alta radiação. Apresenta ainda a característica de fixar CO₂ pelo sistema C₄, implicando numa maior eficiência no uso da água tendo particularmente, as altas intensidades de radiação e temperatura como determinantes das elevadas taxas de fotossíntese e crescimento (Volpe, 1986). Além de sua anatomia foliar característica (maior proximidade dos feixes vasculares das células produtoras de carboidratos da bainha vascular das folhas - *Síndrome Kranz*), as plantas com fotossíntese C₄ distinguem-se das demais por apresentar baixa perda de CO₂ na luz (fotorespiração) e baixo consumo de água por unidade de matéria seca produzida, mesmo com boa eficiência no uso da água.

A avaliação de cultivares de milho possibilita a identificação e caracterização de cultivares para uma determinada região e/ou época de plantio. Deste modo, foi conduzido por Sawazaki et al. (1994), em São Paulo, um ensaio de adaptação e estabilidade de produção, onde foram verificados altos rendimentos de grãos, com resultados acima de 4.000 kg/ha nas cidades de Votuporanga (5.532 kg/ha) e Ituverava (4.110 kg/ha) onde as condições climáticas durante o ensaio foram mais favoráveis à produção do milho. Com o mesmo objetivo, Esteves, Pereira e Ruschel (1994) verificaram que as cultivares de milho testadas produziram pouco, em média 2491 kg/ha, devido ao estresse hídrico ocorrido, principalmente, após o florescimento.

A produção de milho do presente trabalho também foi afetada, pelo déficit hídrico que ocorreu no período de definição do tamanho da espiga, na emissão do pendão e no florescimento (Figura 4.2). Sugerindo que este fenômeno é que provocou um tamanho de espiga pequeno, praticamente a ausência de uma segunda espiga por planta, má formação de grãos por espiga, devendo, conseqüentemente, a significativa redução no rendimento. Isto pode ser verificado, ao avaliar-se a produção do monocultivo que, embora muito superior a dos consórcios, ainda ficou muito abaixo da produção média esperada para a cultivar BR205.

4.4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir que:

* a produção de milho nos consórcios com clones de eucalipto é menor que a obtida em monocultivo;

* a menor produção de milho foi obtida no sistema consorciado com o clone de *E. camaldulensis* 137 e as maiores produções foram obtidas nos sistemas consorciados com os clones de *E. urophylla* 44 e *E. camaldulensis* 180;

* as maiores produções de milho no sistema consorciado com eucalipto são obtidas nas linhas centrais de plantio (4,5-5,4 metros).

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACKER, D.N.; MUSGRAVE, R.B. Photosynthesis under field conditions. V. Funder plant chamber studies of the effects on light on corn (*Zea mays* L.). *Crop Science*, Madison, n.4, p.127-31. 1964.
- BAGGIO, A.J.; STURION, J.A.; SCHREINER, H.G.; LAVIGNE, M. de. Consorciação das culturas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hilaire) e feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no sul do Paraná. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1982. p.75-90 (Boletim de Pesquisa Florestal, 4).
- ANUÁRIO Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro: FIBGE. 1995. v.55, Cap.3, p.39.
- BÜLL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: POTAFOS, 1993. 301p.
- CAL, J.P.; OBENDORF, R.L. Differential growth of corn hybrids seeded at cold root zone temperatures. *Crop Science*, Madison, n.12, p.572-5, 1972.
- CASTILLO, C.A. **Comportamento inicial de *Eucalyptus deglupta* Blume, associado com maiz (Sistema "taungya") en dos espaciamentos con y sin fertilización.** Turrialba: UCR - CATIE, 1977. 130p. (Dissertacion - Mestrado en Sistemas Agroflorestales)
- CHAGAS, J.M.; ARAÚJO, G.A.A.; VIEIRA, C. O consórcio de culturas e razões de sua utilização. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.10-2. 1984.
- CHANG, J.H. Corn yield in relation to photoperiod, night temperature and solar radiation. *Agricultural Meteorology*, Amsterdam, n.24, p.253-62. 1981.
- COSTA, A. de F.S. da. **Influência das condições climáticas no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho (*Zea mays* L.), avaliadas em diferentes épocas de plantio.** Viçosa: UFV, 1994. 109p. (Tese - Doutorado em Fitotecnia)
- DARWINKELL, A. Aspects of assimilation and accumulation of nitrate in some cultivated plants. *Agricultural Research Review*, Cairo, p.843-864. 1975.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** Brasília, 1993. 204p.

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na Região Central do Brasil - 1995/96.** Londrina, 1995. 149p. (Documentos, 88)
- ESTEVES, A.; PEREIRA, E.B.C.; RUSCHEL, R. Avaliação de características agronômicas em cultivares de milho (*Zea mays*) introduzidas no plantio de safrinha. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, Goiânia, 1994. **Resumos.** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 1994. p.36.
- FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Cultura do milho: aspectos fisiológicos e manejo da água.** Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.1-4. (Informações Agronômicas, 73)
- FLESCHE, R.D. **Efeitos de duas populações de plantas sobre o desenvolvimento das espigas em três híbridos simples de milho (*Zea mays* L.).** Porto Alegre: UFRGS, 1978. 99p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia)
- GURGEL FILHO, O.A. **Plantio do eucalipto consorciado com milho.** *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v.1, n.1, p.85-102. 1962.
- JONG, S.K.; BREWBAKER, J.L.; LEE, C.H. Effects of solar radiation on the performance of maize in 41 successive monthly plantings in Hawaii. *Crop Science*, Madison, n.22, p.13-8. 1982.
- MAGNE OJEDA, J. **Comportamiento inicial de *Terminalia ivorensis* A. Chev. en su fase de establecimiento, asociada con maíz, caupi y frijol, utilizando pseudoestaca y planton en el transplante.** Turrialba: UCR - CATIE, 1979. 90p. (Dissertación - Mestrado en Sistemas Agroforestales)
- MONIZ, C.V.D. **Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus torelliana* F. Muell) em plantio consorciado com milho (*Zea mays* L.) no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais.** Viçosa: UFV, 1987. 68p. (Dissertação - Mestrado em Ciências Florestais)
- NUSSIO, L.G. **A cultura do milho e sorgo para a produção de silagem.** In: MILHO. Piracicaba: POTAFOS, 1990. p.58-86.
- SAWAZAKI, E.; DUARTE, A.P.; MARUNO, J. et al. Avaliação de cultivares de milho "safrinha" no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO "SAFRINHA", 2, Assis, 1994. **Resumos.** Assis, IAC, 1994. p.41-8.
- SCHREINER, H.G.; BAGGIO, A.J. **Culturas intercalares de milho (*Zea mays* L.) em reflorestamento de *Pinus taeda* L. no sul do Paraná.** EMBRAPRA-CNPQ: Colombo, 1984. p.26-49. (Boletim de Pesquisa Florestal, 8/9)
- SEARSBROOK, C.E.; DOSS, B.D. Leaf area index and radiation as related to corn yield. *Agronomy Journal*, Madison, n.51, p.459-61. 1973.

THORNTWAITE, C. MATHER, J.R. The water bugget and its use in irrigation. In: _____.
Yearbook of Agriculture, Washington: Water U.S. Dep. Agr. 1955. p.346-357.

VOLPE, C.A. **Eficiência no uso da água, resistência estomática e parâmetros aerodinâmicos da cultura de milho (*Zea mays* L).** Piracicaba: ESALQ, 1986. 204p. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas)

ANEXO

TABELA 4.1A- Balanço hídrico segundo Thornthwaite e Mater para a área experimental em Paracatu, Minas Gerais.

Meses	T	P	ETP	P-ETP	Neg. acum.	A	ΔA	ETR	Def.	Exc.
Jan.	23,7	260	113	147	0	150	0	113	0	147
Fev.	24,0	179	102	77	0	150	0	102	0	77
Mar.	24,0	149	109	40	0	150	0	109	0	40
Abr.	23,2	67	93	-26	-26	126	-24	91	2	0
Mai.	21,2	29	74	-45	-71	92	-34	63	11	0
Jun.	19,4	7	56	-49	-120	66	-26	33	23	0
Jul.	19,2	15	56	-41	-161	51	-15	30	26	0
Ago.	21,4	16	77	-61	-222	33	-18	34	43	0
Set.	23,5	36	98	-62	-284	22	-11	47	51	0
Out.	24,2	133	114	19	-192	41	19	114	0	0
Nov.	23,7	224	108	116	0	150	109	108	0	7
Dez.	23,2	324	107	217	0	150	0	107	0	217
Ano		1439	1107	332			0	951	156	488

T - Temperatura ($^{\circ}\text{C}$);

P - Valores normais mensais de precipitação (mm);

ETP - Valores normais mensais de evapotranspiração potencial (mm);

Neg. acum. - acúmulo de perda de água;

A - Armazenamento de água no solo (mm);

ΔA - Variação no armazenamento (mm);

Def. - Déficit hídrico (mm);

Exc. - Excesso hídrico.