**INTERAÇÕES ECOFISIOLÓGICAS ACIMA E ABAIXO DO SOLO
EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL DE SERINGUEIRA (*Hevea
brasiliensis*) E FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris*)**

CIRO ABBUD RIGHI
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **MARCOS SILVEIRA BERNARDES**

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro - 2000

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Righi, Ciro Abbud

Interações e ecofisiológicas acima e abaixo do solo em um sistema agroflorestal de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) / Ciro Abbud Righi. - - Piracicaba, 2000.

121 p. : il.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2000.
Bibliografia.

1. 1. Competição intra-específica 2. Ecofisiologia 3. Feijão 4. Luz 5. Seringueira 6. Sistema agroflorestal 7. Solo I. Título

CDD 633.895

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

À todos de minha família, em
especial à meu pai, Gilberto Righi,
mãe, Lourdes Abbud Righi e
irmãos, Alex, Bruno, Dario e
Adne, sempre presentes.

À Angela P. Vitória por seu amor.

“O verdadeiro fundador da sociedade civil foi o primeiro que, tendo cercado um terreno, lembrou-se de dizer *isto é meu* e encontrou pessoas suficientemente simples para acredita-lo. Quantos crimes, guerras, assassinios, misérias e horrores não poupou ao gênero humano aquele que, arrancando as estacas ou enchendo o fosso, tivesse gritado a seus semelhantes: ‘Defendei-vos de ouvir esse impostor; estareis perdido se esquecerdes que os frutos são de todos e que a terra não pertence a ninguém!’.”

Discurso sobre a Desigualdade – Jean-Jacques Rousseau, 1754-1755.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes, pela perspicaz orientação e valiosa amizade.

Ao Prof. Dr. José Dias Costa, pela paciência e sábios conselhos sobre o caminho a ser tomado, muito auxiliando minhas decisões.

À Alessandra Maria Elias, que sempre, mesmo de longe, auxiliou na viabilização do curso de mestrado e Salete A. Gaziola, valiosa amiga.

À Cristiane Araújo Monteiro pela sempre valiosa ajuda e aos pós-graduandos da ESALQ, contemporâneos de curso, pela amizade e companheirismo.

À Marcos Gennaro (Braxola); Rodrigo Uchoa Fagundes Ferraz de Camargo (Ema); Fábio Câmara Bueno (Step); Luiz Fernando Artimonte Vaz (Kmões); André Luis Beoso Junqueira de Andrade (πnókio); Maximiliano Miura (Gavião) e toda minha república Xapadão pelo sempre apoio e amparo nas horas mais difíceis.

À todos os Professores da ESALQ/USP e em especial aos do Dept^o. de Produção Vegetal pela oportunidade de aprendizado e apoio no esclarecimento de dúvidas e aulas ministradas. Também aos Profs. do Dept^o. de Agrometeorologia, em especial, Profs. Drs. Nilson A. Villa Nova; Luiz Roberto Angelloci; Sérgio Moraes; Antonio R. Pereira e Paulo Sentelhas pelas inúmeras discussões e auxílios, tornando fácil o aparentemente indistinguível.

A Leonardo Médici, pela ajuda na análise estatística e discussões sobre o experimento.

Aos estagiários do Dept^o. de Produção Vegetal – ESALQ/USP, pelo auxílio nas infundáveis coletas e separação de dados para análise e aos funcionários do Dept^o. pelo apoio incansável na implantação e condução do experimento.

À EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO – Sto. Antônio de Goiás/GO na pessoa de Geraldo Estevam Carneiro e à SEMENTES FARTURA na pessoa de Ricardo Merola e Lídia pela gentil doação das sementes de feijoeiro utilizadas.

À FAPESP, pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio financeiro ao experimento e demais participações em congressos e reuniões científicas.

À STOLLER DO BRASIL – Divisão Arbore na pessoa da Eng^a. Agr^a. Eloisa Jendiroba pela doação do inoculante Bio-Arbore utilizado na cultura do feijoeiro.

À MECMAC IND. E COM. LTDA. na pessoa de Victor Villa Nova pelo tratamento de sementes de feijoeiro utilizadas neste experimento.

À todos aqueles que de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS.....	XI
RESUMO.....	XIV
SUMMARY.....	XVI
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. O Sistema Agroflorestal.....	3
2.2. As plantas seringueira e feijoeiro em SAF.....	6
2.3. Modelagem e simulação.....	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1. Local e período da experimentação	12
3.2. Características do solo	12
3.3. Delineamento experimental.....	14
3.4. Condução do experimento	17
3.4.1. Instalação e manejo das culturas	17
3.4.2. Determinação experimental dos parâmetros analisados	19
(i) Feijoeiro.....	19
(ii) Seringueira	20
(iii) Avaliação econômica do SAF.....	22
(iv) Medidas Climáticas, Microclimáticas e Ecofisiológicas	23
3.5. Análise Estatística.....	24
3.5.1. Análise de Regressão	26
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1. FEIJOEIRO	27
4.1.1. Fitomassa da parte aérea do feijoeiro	27
4.1.2. Índice de Área Foliar (IAF) do feijoeiro.....	31
4.1.3. Área Foliar Específica (AFE).....	34
4.1.4. Fenologia do Feijoeiro	37
4.1.5. Rendimento do feijoeiro	41
4.1.6. Disponibilidade de luz ao feijoeiro e modelo de atenuação	46

4.1.7. Resultados do IRGA	50
4.1.7.1. Temperatura foliar	50
4.1.7.2. Condutância estomática	53
4.1.7.3. Transpiração do feijoeiro	54
4.1.7.4. Fotossíntese e eficiência do uso da água (EUA)	56
4.2. SERINGUEIRA	61
4.2.1. Índice de área foliar (IAF) da seringueira	61
4.2.2. Produção de Borracha	65
4.2.3. Crescimento das árvores	70
4.2.3.1. Altura das Árvores	70
4.2.3.2. Perímetro do tronco e fitomassa da parte aérea da seringueira	72
4.2.3.3. Largura de Copa	75
4.3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO SAF	76
4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	78
5. CONCLUSÕES	81
6. ANEXO	82
6.1. Análise estatística	82
6.2. Dados coletados	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	109

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Vista aérea da área experimental. Pode-se ver o seringal com os cultivares, sendo estes da direita para esquerda – ① GT 1; ② IAN 3087; ③ RRIM 600 e ④ RRIM 527. Faceando o seringal foi plantada a cultura do feijão (F).....13
- Figura 2.** Esquema geral do delineamento experimental com as referidas disposições dos tratamentos e dos blocos no campo.....15
- Figura 3.** Esquema das parcelas de amostragens dentro de cada tratamento.....15
- Figura 4.** Disposição dos tubos solarímetros em relação às árvores de seringueira, às linhas de feijoeiro e à trincheira com lona plástica.....16
- Figura 5.** Vista parcial do experimento onde pode-se ver as culturas consorciadas, a estação micrometeorológica automática, os tubos solarímetros nos pontos de coleta, além dos tratamentos presentes.....17
- Figura 6.** Representação esquemática do SAF hipotético proposto para avaliação econômica.....23
- Figura 7.** Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no final do ciclo, em função das distância das árvores (m) no 1º plantio (15/03/99 a 30/06/99). As barras verticais em cada distância representam os desvios padrão encontrados.27
- Figura 8.** Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no final do ciclo, em função das distância das árvores (m) no 2º plantio (15/07/99 a 30/10/99). As barras verticais em cada distância representam os desvios padrão encontrados.28
- Figura 9.** Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no final do ciclo, por tratamento experimental (2; 3 e testemunha) em função das distância das árvores (m) - 1º plantio..... 30
- Figura 10.** Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no final do ciclo, por tratamento experimental (2; 3 e testemunha) em função das distância das árvores (m) - 2º plantio.....31
- Figura 11.** Variação do IAF do feijoeiro nas coletas realizadas comparando com os valores obtidos na testemunha - 1º plantio.32
- Figura 12.** Variação do IAF do feijoeiro nas coletas realizadas comparando com os valores obtidos na testemunha - 2º plantio.33
- Figura 13.** Variação da Área Foliar Específica (AFE, em $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$) dos feijoeiros em SAF, em relação à distância das árvores de seringueira - 1º Plantio (média entre os tratamentos).34
- Figura 14.** Variação da Área Foliar Específica (AFE, em $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$) dos feijoeiros em SAF, em relação à distância das árvores de seringueira - 2º Plantio (média entre os tratamentos).35
- Figura 15.** Variação da Área Foliar Específica (AFE, em $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$) dos feijoeiros em SAF, em relação à distância das árvores de seringueira nos dois plantios experimentais. Os valores apresentados são a média entre os tratamentos e as diferentes coletas.37

- Figura 16.** Feijoeiros retirados dos pontos de amostragem do experimento (da direita para a esquerda respectivamente a 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 m de distância das árvores mais a testemunha), mostrando os feijoeiros mais próximos às seringueiras com atraso na maturação em relação aos mais distantes destas já colhidos - 2º plantio.39
- Figura 17.** Vista aérea parcial da área experimental, mostrando feijoeiro senescente (de coloração marrom) na parte superior da foto, blocos C e D, e feijoeiro ainda verde na parte inferior, blocos A e B - 2º plantio.40
- Figura 18.** Rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das distância das árvores (m) - 1º plantio.41
- Figura 19.** Rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das distância das árvores (m) - 2º plantio.42
- Figura 20.** Variação do rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das distância das árvores (m) - 1º plantio, comparando-se os tratamentos 2 e 3.43
- Figura 21.** Variação do rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das distância das árvores (m) - 2º plantio, comparando-se os tratamentos 2 e 3.43
- Figura 22.** Correlação linear entre a massa relativa de fitomassa da parte aérea da cultura do feijoeiro, calculada pela relação entre a massa medida nos tratamentos e a medida na testemunha, com a fração da radiação disponível à estas (I_r/I_o) - (1º plantio).47
- Figura 23.** Correlação linear entre a massa relativa de fitomassa da parte aérea da cultura do feijoeiro, calculada pela relação entre a massa medida nos tratamentos e a medida na testemunha, com a fração da radiação disponível à estas (I_r/I_o) - (2º plantio).48
- Figura 24.** Disponibilidade de luz mensurada (pontos) e simulada pela equação proposta (---) - 1º plantio.49
- Figura 25.** Disponibilidade de luz mensurada (pontos) e simulada pela equação proposta (---) - 2º plantio.49
- Figura 26.** Variação da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) foliar do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - 2º plantio.51
- Figura 27.** Correlação linear com interseção em zero da temperatura foliar com a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$). Os pontos plotados referem-se aos dados coletados em campo - 2º plantio.52
- Figura 28.** Variação da condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - 2º plantio.53
- Figura 29.** Variação da transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - 2º plantio.55
- Figura 30.** Fotossíntese do feijoeiro em função da disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) - 2º plantio.57

Figura 31. Variação da <u>fotossíntese</u> ($\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - <u>2º plantio</u> .	59
Figura 32. Variação da <u>Eficiência do Uso da Água</u> (EUA) (fotossíntese/transpiração - $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) em função da distância das árvores. - <u>2º plantio</u> .	60
Figura 33. Variação do <u>IAF</u> (m^2 de folha/ m^2 de área de solo ocupada) da seringueira em cultivo em <u>SAF</u> .	62
Figura 34. Variação do <u>IAF</u> (m^2 de folha/ m^2 de área de solo ocupada) da seringueira em <u>monocultivo</u> .	62
Figura 35. Variação do <u>IAF</u> da seringueira - cultivar RRIM 600 - em cada tratamento - SAF.	63
Figura 36. Variação do <u>IAF</u> da seringueira - cultivar IAN 3087 - em cada tratamento - SAF.	63
Figura 37. Variação do <u>IAF</u> da seringueira - cultivar RRIM 527 - em cada tratamento - SAF.	63
Figura 38. Variação do <u>IAF</u> da seringueira - cultivar RRIM 600 - em cada tratamento - Monocultivo.	64
Figura 39. Variação do <u>IAF</u> da seringueira - cultivar IAN 3087 - em cada tratamento - Monocultivo.	64
Figura 40. Variação do <u>IAF</u> da seringueira - cultivar RRIM 527 - em cada tratamento - Monocultivo.	64
Figura 41. Variação da produção de <u>borracha seca</u> ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$) para o ano agrícola de 1999. Seringueiras em cultivo em <u>SAF</u> .	66
Figura 42. Variação da produção de <u>borracha seca</u> ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$) para o ano agrícola de 1999. Seringueiras em <u>monocultivo</u> .	66
Figura 43. Regressão linear entre <u>IAF</u> (m^2 / m^2) e produção de <u>borracha seca</u> ($\text{g} \cdot \text{árvore}^{-1}$). Árvores em SAF.	68
Figura 44. Regressão linear entre <u>IAF</u> (m^2 / m^2) e produção de <u>borracha seca</u> ($\text{g} \cdot \text{árvore}^{-1}$). Árvores em <u>monocultivo</u> .	69
Figura 45. Regressão linear entre <u>IAF</u> (m^2 / m^2) e produção de <u>borracha seca</u> ($\text{g} \cdot \text{árvore}^{-1}$). Árvores em <u>SAF e em monocultivo juntas</u> .	69
Figura 46. <u>Crescimento em altura</u> (m) das seringueiras em <u>SAF e em monocultivo</u> .	70
Figura 47. <u>Altura média</u> (m) das árvores em <u>SAF e em monocultivo</u> dos diferentes cultivares, IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527.	72
Figura 48. <u>Perímetro do tronco</u> médio (cm) das árvores em <u>SAF e em monocultivo</u> dos diferentes cultivares, IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527.	73

Figura 49. Correlação linear entre produção de <u>borracha seca anual</u> ($\text{g.árv.}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e o <u>perímetro do tronco</u> das árvores (cm) - árvores em <u>SAF</u>	74
Figura 50. Correlação linear entre produção de <u>borracha seca anual</u> ($\text{g.árv.}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e o <u>perímetro do tronco</u> das árvores (cm) - árvores em <u>monocultivo</u>	74
Figura 51. Correlação linear entre produção de <u>borracha seca anual</u> ($\text{g.árv.}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e o <u>perímetro do tronco</u> das árvores (cm) - árvores em <u>SAF e monocultivo</u> juntas.....	75
Figura 52. <u>Largura de copa</u> (raio) média (m) das árvores em <u>SAF</u> dos diferentes cultivares, IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527.....	76
Figura 53. Representação gráfica dos resultados obtidos experimentalmente e suas respectivas regressões não-lineares e <u>equações utilizadas para o cálculo</u> da produção das linhas não amostradas.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quadro da análise de variância.....	26
Tabela 2. Resultados das <u>observações fenológicas do feijoeiro</u> realizadas nos <u>plantios 1 e 2</u> . As datas apresentadas são estimativas realizadas com base nas observações feitas em campo.....	38
Tabela. 3. Incremento em produção de <u>borracha seca</u> das <u>seringueiras</u> em SAF em comparação às em monocultivo (%).....	67
Tabela 4. Valores da <u>probabilidade de F</u> (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. As tabelas referem-se ao <u>1º plantio</u> e às coletas realizadas no decorrer do ciclo do <u>feijoeiro</u> . Análise de todas as <u>7 posições</u> (distâncias) coletadas.	82
Tabela 5. Valores da <u>probabilidade de F</u> (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. As tabelas referem-se ao <u>2º plantio</u> e às coletas realizadas no decorrer do ciclo do <u>feijoeiro</u> . Análise de todas as <u>7 posições</u> (distâncias) coletadas.	83
Tabela 6. Valores da <u>probabilidade de F</u> (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. A tabela refere-se ao <u>1º plantio</u> e às coletas 4 e 5 (21/05 e 28/06/99) realizadas no decorrer do ciclo do <u>feijoeiro</u> . Análise de somente as <u>4 posições</u> (distâncias) coletadas mais próximas das árvores.....	84
Tabela 7. Valores da <u>probabilidade de F</u> (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. A tabela refere-se ao <u>2º plantio</u> e à coleta 4 (20/10/99) realizada no decorrer do ciclo do <u>feijoeiro</u> . Análise de somente as <u>4 posições</u> (distâncias) coletadas mais próximas das árvores.	84
Tabela 8. Valores da <u>probabilidade de F</u> (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro. <u>Fatiamento</u> (Slice) por posição de 1 a 4 (distância das árvores). A tabela refere-se ao <u>1º plantio</u> e à coleta 4 e 5 (21/05 e 28/06/99) realizadas no decorrer do ciclo do <u>feijoeiro</u> . Análise de somente as <u>4 posições</u> (distâncias) coletadas mais próximas das árvores.....	85
Tabela 9. Valores da <u>probabilidade de F</u> (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas na <u>seringueira</u> , sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); cultivo ao sistema de produção (SAF ou Monocultivo); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação.....	85
Tabela 10. <u>Teste de Tukey</u> para as posições de coleta do <u>feijoeiro</u> do <u>plantio 1</u> , coleta 1 (10/04/99), onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.	86

Tabela 11. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 1, coleta 2 (21/04/99), onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.86

Tabela 12. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 1, coleta 3 (01/05/99), onde Talo, Folhas e Org. Rep. (órgãos reprodutivos) referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro......86

Tabela 13. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 1, coleta 4 (21/05/99), onde Talo, Folhas e Org. Rep. (órgãos reprodutivos) referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro......87

Tabela 14. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 1, coleta 5 (28/06/99), onde Org. Rep. significa a massa dos órgãos reprodutivos e grãos a produção econômica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro......87

Tabela 15. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 2, coleta 1 (29/07/99), onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.88

Tabela 16. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 2, coleta 2 (25/08/99), onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.88

Tabela 17. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 2, coleta 3 (14/09/99), onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.88

Tabela 18. Teste de Tukey para as posições de coleta do feijoeiro do plantio 2, coleta 4 (20/10/99), onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.89

Tabela 19. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 1 – 10/04/99 do 1º plantio).90

Tabela 20. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 2 – 21/04/99 do 1º plantio).91

Tabela 21. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 3 – 01/05/99 do 1º plantio).92

Tabela 22. <u>Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 4 – 21/05/99 do 1º plantio).</u>	93
Tabela 23. <u>Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 5 – 28/06/99 do 1º plantio).</u>	94
Tabela 24. <u>Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 1 – 29/07/99 do 2º plantio).</u>	95
Tabela 25. <u>Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 2 – 25/08/99 do 2º plantio).</u>	96
Tabela 26. <u>Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 3 – 14/09/99 do 2º plantio).</u>	97
Tabela 27. <u>Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 4 – 20/10/99 do 2º plantio).</u>	98
Tabela 28. <u>Valores de radiação relativa em cada posição amostrada em função da radiação medida pelo piranômetro fora da interferência das árvores - (1º plantio).</u>	99
Tabela 29. <u>Valores de radiação relativa em cada posição amostrada em função da radiação medida pelo piranômetro fora da interferência das árvores - (2º plantio).</u>	101
Tabela 30. <u>Valores de IAF (m^2/m^2) da seringueira medidos durante o experimento.</u>	103
Tabela 31. <u>Produção mensal de borracha seca por árvore (g BorSec.árv.⁻¹) para as árvores em SAF. Na coluna "árvore" a primeira letra significa a repetição (A; B; C ou D), o primeiro número o tratamento experimental (1; 2 ou 3) e o segundo número o da sequência da árvore (1 a 4).</u>	104
Tabela 32. <u>Produção mensal de borracha seca por árvore (g BorSec.árv.⁻¹) para as árvores em monocultivo. Na coluna "árvore" a primeira letra significa a repetição (A; B; C ou D), o primeiro número o tratamento experimental (1, 2 ou 3) e o segundo número o da sequência da árvore (5 a 8).</u>	105
Tabela 33. <u>Rendimento do feijoeiro em relação à distância das árvores calculado pelas equações $y = 1105,7\text{Ln}(x) - 394,11$ com $r^2 = 0,9734$ para o primeiro plantio e $y = -2,5859x^2 + 158,9x + 684,46$ com $r^2 = 0,9262$ para o segundo plantio. Os resultados encontram-se em kg/ 200 metros lineares.</u>	106
Tabela 34. <u>Resultados da análise de terra realizada para o plantio do feijoeiro (1º plantio).</u>	107
Tabela 35. <u>Resultados da análise de terra realizada para o plantio do feijoeiro (2º plantio).</u>	108

INTERAÇÕES ECOFISIOLÓGICAS ACIMA E ABAIXO DO SOLO EM UM SISTEMA AGROFLORESTAL DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*) E FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris*).

Autor: Ciro Abbud Righi

Orientador: Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo melhor compreender a competição por luz, água e outros fatores produtivos e sua utilização pela cultura de feijoeiro em sistema agroflorestal com seringueira em vista de seus rendimentos. Também foi quantificada a modificação do desempenho de ambas as culturas em função da mútua interação entre as árvores e cultura intercalar.

O experimento foi instalado no campo experimental pertencente ao Departamento de Produção Vegetal – ESALQ/USP (22°42'30" S, 47°38'00" Oeste) em Piracicaba/SP, na forma de blocos casualizados com quatro repetições e quatro tratamentos, sendo estes:

- (i) Controle da seringueira (*Hevea brasiliensis*);
- (ii) Sistema agroflorestal de seringueira e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) com lona plástica inserida numa trincheira no solo entre as culturas para evitar a competição entre as raízes das duas culturas;
- (iii) Sistema agroflorestal de seringueira e feijoeiro, permitindo competição entre raízes;
- (iv) Controle do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), fora da influência das seringueiras.

Foram realizados dois cultivos subsequentes, com semeadura de feijoeiro em 15/março/99 e 15/julho/1999.

Durante a realização do experimento efetuou-se a coletas de dados de crescimento e rendimento das plantas. As condições climáticas foram monitoradas por estação micrometeorológica automática

A cultura do feijoeiro foi analisada quanto ao seu crescimento em matéria seca, índice de área foliar, área foliar específica, e rendimento em relação à distância das árvores. As árvores de seringueira foram analisadas quanto ao seu crescimento através do perímetro do tronco, altura das árvores, largura da copa e da produção de borracha.

De acordo com os dados experimentais obtidos podemos concluir que:

- (i) O sombreamento causado pelas árvores aos feijoeiros sempre diminuiu o rendimento destes, sendo este o principal fator de modificação de seu desempenho.
- (ii) Existe competição inter-específica abaixo do nível do solo e foi limitada a uma distância de aproximadamente 10 m.
- (iii) O SAF proposto foi mais produtivo que os monocultivos de seus componentes.

**ECO-PHYSIOLOGICAL INTERACTIONS ABOVE AND BELLOW GROUND
IN AN AGROFORESTRY SYSTEM OF RUBBER TREES (*Hevea brasiliensis*)
AND BEANS (*Phaseolus vulgaris*).**

Author: Ciro Abbud Righi

Adviser: Prof. Dr. Marcos Silveira Bernardes

SUMMARY

This work aims to understand the competition for light, water and other productive factors and their use by the crops in an Agroforestry System (AFS) of rubber trees and beans. Also, the modified output of both crops were quantified as a function of the mutual interaction between trees and associated crop.

The trial was located in the experimental field of the Department of Plant Production – ESALQ/USP (22°42'30" S, 47°38'00" West) at Piracicaba, state of São Paulo. The experiment was designed in randomised blocks with 4 replications with the followings 4 treatments:

- (i) Rubber tree control (*Hevea brasiliensis*);
- (ii) Agroforestry System of rubber trees and beans with bellow grounds interactions avoided by a plastic sheet of 1.5 meters deep in a trench between both crops;
- (iii) Agroforestry System of rubber trees and beans with bellow grounds interactions and;
- (iv) Beans control (*Phaseolus vulgaris*), far form the influences of the rubber trees.

Two subsequent beans crops were sowed on March 15, 1999 and July 15, 1999. During the field trial data of the growth and yield of both crops were collected. Climate conditions were monitored, using an automatic weather station.

The growth of the beans crop was analysed by dry matter production, leaf area index, specific leaf area and yield, in relation to the distance from the rubber trees. The

rubber trees were studied by considering its growth of the trunk perimeter, tree height, crown width and rubber yield.

The conclusions were:

- i) Shading by the trees was the main factor to reduce growth and yield of beans;
- ii) Below ground competition was limited to the distance of 10 m from the trees;
- iii) The AFS studied was more productive than the monocrops of its components.

1. INTRODUÇÃO

A história nos mostra que civilizações inteiras podem ser extinguidas devido ao mal uso dos recursos naturais. As primeiras civilizações da Mesopotâmia desenvolveram-se e extinguíram-se devido a problemas de salinização em suas terras irrigadas.

O início da agricultura foi caracterizado por intercultivos ou cultivos mistos e ainda hoje está presente nos povos indígenas. Associações aleatórias das plantas de interesse eram encontradas em uma mesma área, propiciando uma vasta gama dos produtos necessários pela população. A adoção de monocultivos só surgiu com o intenso intercâmbio entre as populações e o surgimento das cidades havendo a necessidade de aumento da produção. Sistemas simplificados de produção, reduzindo ao máximo as variáveis naturais, foram então adotados frente as técnicas existentes.

A inadequação do modelo de produção baseado somente no monocultivo nas áreas tropicais é nítida. Por diversos motivos, os modos de utilização da terra, principalmente nestas áreas, ou com climas desérticos, devem ser revistos.

Frente à esta perspectiva, a adoção de sistemas de produção com maior capacidade de utilização dos recursos de produção existentes, sejam naturais ou antrópicos, devem ser investigados. Neste aspecto, os Sistemas Agroflorestais (SAFs), que constituem-se da associação de plantas perenes com culturas anuais ou animais distribuídos no espaço e no tempo, vêm se apresentando promissores. Ainda são poucos os trabalhos que vêm sendo conduzidos neste sentido. As interações entre o componente arbóreo e o anual dos SAFs são raramente avaliadas. A literatura apresenta somente

resultados finais de rendimento, sem explicar os processos envolvidos. Assim uma melhor análise deste assunto é digna de estudo.

Os computadores estão cada vez mais presentes no dia a dia das pessoas. Tais instrumentos constituem-se em ferramentas necessárias para o entendimento do grande número de variáveis na agricultura. Os modelos matemáticos, que associam este grande número de variáveis, podem possibilitar o estudo e o desenvolvimento para a adoção de sistemas de agricultura mais sustentáveis, ou com melhor eficiência no uso de seus fatores.

O presente trabalho visou identificar, melhor compreender e quantificar as interações mais consistentes entre as diferentes culturas no SAF e destas com o ambiente. Foram estudadas as interações acima e abaixo da superfície do solo. O trabalho ainda se propôs a analisar o SAF de modo a compara-lo ao monocultivo em vários de seus aspectos. Um extenso estudo e análise das variações fitométricas e climáticas foi realizado em plantas em SAF e dados relevantes sobre estas podem ser visualizados.

As hipóteses deste trabalho são que (i) a interceptação da luz pelas árvores é o principal fator de modificação do desempenho pelo conseqüente sombreamento das culturas anuais do SAF; (ii) porém, ocorre interação abaixo do nível do solo e (iii) o SAF é mais produtivo que as culturas conduzidas isoladamente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Sistema Agroflorestal

Sistema Agroflorestal (SAF), na sua definição mais aceita, é um sistema de uso da terra que envolve a permanência deliberada, introdução ou retenção de árvores ou outras culturas arbóreas perenes em associação com culturas anuais ou animais com mútuo benefício resultante das interações ecológicas e econômicas (Nair, 1984). Este sistema pode apresentar várias disposições em espaço e tempo, e deve ser compatível com as práticas de manejo da população local (Nair, 1989; Young, 1989). Na instalação de árvores com espaçamento convencional, há inicialmente abundância de luz, umidade e nutrientes no solo, podendo as culturas intercalares desenvolverem-se de modo satisfatório, até que tais fatores de crescimento tornem-se limitantes. A densidade reduzida do plantio das árvores ou em consórcio com plantas tolerantes ao sombreamento e mais competitivas por água e nutrientes, são formas mais duradoura de uso do solo (Wessel, 1990), transformando monocultivos de árvores em SAFs.

A copa das plantas têm um papel importante no crescimento e na produtividade. A eficiência fotossintética de uma copa é afetada pela taxa fotossintética por unidade de área foliar e pela forma como a radiação solar é interceptada pela copa. A interceptação da radiação depende das características da copa, como arquitetura e dimensão. O índice de área foliar (IAF) e a duração da área foliar são os fatores mais importantes na determinação da produção de fitomassa e consequentemente do crescimento (Bernardes et al., 1996).

O entendimento de como sistemas agroflorestais utilizam os recursos disponíveis é fundamental para o estabelecimento de combinações de espécies, arranjo da plantação, densidade de plantio e manejo adequado para diferentes localidades. O estudo dos

princípios da captação de recursos em SAF é útil na análise de desempenho das culturas envolvidas sob várias condições de clima e manejo (Ong et al., 1996, Willey & Reddy, 1981).

Competição por luz é a primeira limitação em SAF quando água e nutrientes são disponíveis livremente. Entretanto, em muitos sistemas tropicais, a disponibilidade de água, como por exemplo em regiões semi-áridas, ou de nutrientes em solos degradados, ácidos ou lixiviados, são os maiores fatores de limitação (Ong et al., 1996). Em tais situações é possível aumentar a produtividade usando-se uma mistura de espécies, se as espécies componentes captam mais recursos disponíveis ou os usam com maior eficiência para o crescimento do que os respectivos monocultivos.

Ong et al. (1996) relatam que as interações abaixo do solo têm-se mostrado importantes em SAF. Desde que SAFs envolvem mistura de espécies, estas devem compartilhar de muitos processos em comum incluindo competição, modificação ambiental, transferência de nitrogênio às não leguminosas associadas, e especial atenção deve ser dada aos estudos de eficiência da utilização dos recursos naturais. Segundo Sá (1994) os sistemas agroflorestais proporcionam grande melhoria no uso da água do solo, principalmente em locais com disponibilidade sazonal. A maioria dos sistemas de culturas anuais usam somente 30 a 35% da água da chuva, pois o restante é perdido por evaporação do solo, escoamento superficial ou permanece no solo como umidade residual no final da colheita. Sistemas agroflorestais oferecem a oportunidade de complementaridade espacial e temporal no uso da água, o que pode resultar em melhor aproveitamento desta, comparativamente às culturas solteiras.

A competição entre espécies em SAF difere daquela entre plantas da mesma espécie em monocultura, de modo que os componentes das culturas intercalares possam causar demandas diferentes por recursos disponíveis, como por exemplo a água. Muito pouco é atualmente conhecido sobre o balanço de água em SAF (Wallace, 1996).

As relações entre os componentes de um SAF na captação e utilização de água varia consideravelmente em diferentes ambientes. Um SAF com determinada tecnologia pode permitir um bom suprimento de água a seus componentes em uma região, enquanto pode restringir este suprimento em ambiente contrastante. Bernardes et al. (1997 e 1998)

em experimento com SAF de seringueira e soja observaram que no tratamento com separação do solo entre as culturas com lona plástica houve aumento significativo do rendimento da soja como consequência da redução da competição por água e nutrientes.

Os sistemas agroflorestais vêm sendo apontados como opção preferencial de uso da terra, por terem um elevado potencial para aumentar sua sustentabilidade, quanto à aspectos agronômicos, sociais, econômicos e ecológicos. Os SAFs aparecem como alternativa promissora para lidar com problemas de degradação do solo, principalmente em regiões tropicais úmidas, caracterizadas por solos de baixa fertilidade. Esses sistemas irão contribuir para um manejo mais racional destas áreas através de: (i) conservação do lençol freático, (ii) controle do vento, (iii) controle da erosão, (iv) reciclagem de nutrientes, (v) produção de madeira, frutas, resinas, etc., além de (vi) agregar valor comercial às áreas destinadas à sua instalação.

Tais sistemas são em especial indicados para ecossistemas frágeis, tais como os de florestas tropicais, por apresentarem estrutura semelhante, em certos aspectos, à da vegetação originária desta região. Estes sistemas garantem condições micrometeorológicas próximas das naturais, reduzindo assim os riscos de mudança climática. O acúmulo de fitomassa de um ecossistema com seringueiras maduras é equivalente ao dos sistemas naturais de florestas tropicais úmidas. Os níveis de dióxido de carbono, oxigênio e água reciclados nestes seringais são aproximadamente iguais aos encontrados nas florestas tropicais (Goldthorpe, 1996).

Agroecossistemas com culturas perenes também apresentam um alto grau de estabilidade devido à proteção do solo e manutenção da fertilidade, aumentando a sustentabilidade do sistema (Young, 1989; Baumer, 1990). Há cada vez maiores evidências que os sistemas agroflorestais têm um grande potencial para melhorar as propriedades do solo, tanto químicas quanto físicas. Porém, o maior obstáculo está em traduzir tais melhorias em aumento dos rendimentos da cultura (Ong et al., 1996).

A agrossilvicultura visa o desenvolvimento de SAFs que propiciem a maximização de interações positivas e a minimização das interações negativas. As interações entre os componentes arbóreos e não arbóreos são afetadas principalmente pelo microclima e pelo solo, nas quais as quatro principais interações negativas são: (i)

competição por espaço, (ii) sombreamento, (iii) competição por água e (iv) por nutrientes (Young, 1989). Apesar de muito divulgados os benefícios ecológicos e ambientais que os sistemas agroflorestais poderiam trazer, é ainda difícil quantificar a dimensão das modificações micrometeorológicas e de suas implicações aos seus componentes e ao ambiente, uma vez que poucos são os trabalhos que têm monitorado variáveis biofísicas em SAFs (Sá, 1994).

2.2. As plantas seringueira e feijoeiro em SAF

O SAF de seringueira e feijoeiro é relatado em diversos países tropicais, sendo muito utilizado no Brasil por apresentar diversas vantagens em termos de produtividade e retorno econômico (Fancelli, 1990; Fancelli et al., 1984 e Zhu et al., 1981). Todavia, os processos fisiológicos envolvidos na interação entre as duas espécies não estão devidamente compreendidos. O entendimento básico de como um SAF utiliza os recursos disponíveis é crucial para estabelecer-se combinações de espécies, distribuição espacial, densidade de plantio e estratégias de manejo adequadas para os diferentes locais (Ong et al., 1996).

O consórcio do feijoeiro com seringueiras jovens normalmente reduz o período de imaturidade das árvores, possibilitando assim um retorno econômico antecipado. Há evidências que o intercultivo reduz a competição da seringueira com plantas daninhas, diminui a erosão do solo e melhora a fertilidade deste. A seringueira aproveita ainda o nitrogênio fixado pelo feijoeiro. O efeito de quebra-vento promovido pelas árvores favorece o crescimento e o rendimento do feijoeiro (Fancelli et al., 1984 e Fancelli, 1990).

Para Goldthorpe (1996), o estabelecimento de seringais permite uma conservação permanente do solo, como também o desenvolvimento de culturas intercalares. Zainol et al. (1993) e Zainol & Mokhtaruddin (1993) mostraram que a intercalação de culturas com seringueira propiciaram uma minimização da degradação do solo, em comparação com monocultivos. Nas seringueiras em SAF houve um aumento do tamanho e da estabilidade dos agregados do solo e da capacidade de retenção de água. Também observaram que a intercalação de culturas permite a manutenção de alta capacidade de

troca catiônica (CTC) e baixa saturação por alumínio. Bernardes et al. (2000) em estudo com SAF com seringueira no sul da Bahia, encontraram teores de matéria orgânica no solo similares aos encontrados na mata original. Para os autores a recuperação do solo deveu-se principalmente à proteção contra a erosão, à menor oxidação da matéria orgânica resultante de uma menor temperatura do solo e à produção de fitomassa pela cobertura vegetal.

Bernardes (1993) postulou que o consórcio de feijoeiro em plantio de seringueira com espaçamento ampliado é viável durante toda a vida útil da seringueira (período imaturo e produtivo). Neste caso, o SAF promove a redução dos custos de mão-de-obra de sangria das seringueiras, devido à alta produtividade por árvore. A esta vantagem, combina-se o uso eficiente pelo feijão das áreas não ocupadas com seringueira como resultado de um maior espaçamento entre as árvores. O SAF de seringueira e feijoeiro é economicamente mais atrativo do que a seringueira em monocultura se a perda de rendimento por área da seringueira for compensada pela maior produção por árvore somada à produção adicional de feijão. Os estudos econômicos efetuados por Martins & Arruda (1992) demonstram uma melhora acima de 8% no rendimento econômico líquido acumulado no consorcio de seringueira jovem com culturas anuais em relação à seringueira cultivada na forma de monocultura.

O balanço de água na cultura intercalar pode ser influenciado pela ação das árvores do sistema. Isto pode-se dar tanto de maneira positiva, pela redução da demanda transpiratória em razão do sombreamento ou da redução da velocidade do vento, como de maneira prejudicial, pela competição da água disponível no solo (Wilson & Ludlow, 1991). Assim, a competição pela água no solo, exercida pelo componente arbóreo, pode suprimir seus efeitos benéficos. Bernardes et al. (1997 e 1998) mostraram que o sombreamento pelas seringueiras é a principal causa de redução de crescimento e rendimento de grãos em culturas intercaladas irrigadas, sendo a competição abaixo da superfície do solo restrita a uma menor distância a partir das árvores.

É importante considerar a capacidade de adaptação das espécies vegetais às mudanças das condições ambientais. Variações nos processos básicos da fotossíntese asseguram que certos organismos sejam capazes de manter alta produtividade sob

condições ambientais específicas (Hopkins, 1995). A adaptação à baixa intensidade luminosa é crucial para as folhas da parte basal das copas, em especial às plantas herbáceas associadas. Para permitir total exploração do gradiente de luz, as plantas devem adaptar-se às diferentes situações de irradiação solar.

Lopes et al. (1982) verificaram que a eficiência de conversão da energia luminosa no feijoeiro aumentou com a diminuição da radiação. Os valores obtidos por estes pesquisadores foram de 1,2; 1,7 e 2,7% de eficiência para 100, 62 e 30% do fluxo radiante, respectivamente, durante todo o ciclo da cultura.

Watson (1947) introduziu o conceito de Índice de Área Foliar (IAF) para designar a área foliar por unidade de área do solo. Este índice é um parâmetro básico para a descrição de uma comunidade vegetal.

A copa das plantas têm um papel importante no crescimento e na produtividade. A eficiência fotossintética de uma copa é afetada pela taxa fotossintética por unidade de área foliar e pela forma como a radiação solar é interceptada. A interceptação da radiação depende das características da copa, como arquitetura e dimensão. Em seringueiras, o formato da copa e a conseqüente capacidade de interceptação da radiação afeta a produção de fitomassa e de borracha (Leong & Yoon, 1982 a e b).

A fenologia é o estudo dos eventos periódicos da vida da planta em função da sua reação às condições do ambiente (Fancelli & Dourado-Neto, 1997). Deste modo, o conceito de fenologia envolve todo o conhecimento das diversas fases: germinação, crescimento e produção da cultura em questão. A ordenação das fases fenológicas possibilita determinar as relações e o grau de influencia dos fatores envolvidos.

O rendimento do feijoeiro e demais plantas é resultado da repartição dos fotoassimilados, estabelecendo um balanço com interferência mútua entre as partes vegetativas e reprodutivas. O resultado disto é caracterizado como sendo o rendimento da cultura (White & Izquierdo, 1989). O rendimento do feijoeiro depende de vários fatores como os edáficos, disponibilidade de água, condições climáticas, manejo da cultura, entre outros. Para Vieira (1967), o feijoeiro plantado em consórcio com plantas de milho e café produz menos em comparação à cultura solteira. Os custos também são aumentados em vista da impossibilidade de mecanização de tais áreas. O plantio de

feijão nas entrelinhas do cafeeiro pode contribuir para a diminuição da produtividade da rubiácea, devido á competição exercida pela leguminosa no uso da água, em períodos mais secos, e de nutrientes em qualquer época. O mesmo autor (Vieira, 1985) cita que no feijoeiro, nas várias modalidades de cultivo consorciado, o rendimento depende da densidade populacional, da distribuição espacial das plantas, dos cultivares e das complexas relações ecológicas, principalmente da interação genótipo – ambiente. Sabe-se que a redução da intensidade luminosa, com o conseqüente aumento da umidade do solo, redução das amplitudes térmicas e aumento da umidade do ar, podem aumentar o rendimento do feijoeiro (Peixoto, 1958).

Para Fancelli (1987), o feijoeiro apresenta grande adaptação à luz difusa, possibilitando o seu cultivo em sistemas consorciados. Em SAF, dependendo de sua complexidade e número de espécies envolvidas, pelo menos uma cultura deve ter a propriedade de adaptar-se à redução de luz. Segundo Vieira (1985), a adaptação da planta utilizada em SAF deve ser no sentido de manter um balanço positivo de carbono, ou seja, apresentar fotossíntese líquida positiva à diferentes níveis de radiação luminosa. Existem 3 opções de adaptação das plantas às condições de diminuição da radiação luminosa: 1) diminuição da taxa respiratória, abaixando deste modo o ponto de compensação luminosa; 2) expansão da área foliar de modo a promover maior área para captação de energia radiante, aumentando a área foliar específica (relação entre a área foliar e a fitomassa das folhas) e 3) aumento da taxa fotossintética por unidade de área foliar e por unidade de energia radiante.

Vieira (1985) cita que o feijoeiro comum é uma espécie que se adapta muito bem às condições de consórcio com várias outras espécies. Este fato deve-se principalmente ao baixo ponto de saturação luminosa do feijoeiro (aproximadamente um terço da radiação solar máxima dos trópicos - 30 a 40 klux).

2.3. Modelagem e simulação

Um sistema é uma parte limitada da realidade com elementos interrelacionados e um limite definido, com uma pequena influência em seu meio ambiente (Penning de Vries, 1982; de Wit, 1993). A descrição quantitativa de sistemas pode ser feita por

modelos matemáticos. Os diferentes modelos, com maior ou menor nível de empirismo em função do conhecimento sobre os fenômenos estudados, normalmente consistem no balanço do carbono, que depende da interceptação e da utilização da luz, e um balanço da água, que depende da demanda atmosférica e da utilização da água do solo. Estes processos fisiológicos podem ser associado à absorção dos nutrientes e às perdas causadas por pragas, doenças e plantas daninhas. Agregando estes conhecimentos em equações matemáticas, resultam modelos que podem simular o crescimento e o rendimento das culturas (Penning de Vries, 1982).

Algumas das contribuições desses modelos à pesquisa agrícola, educação e planejamento são: (i) dar um panorama coerente ao desempenho de todo o sistema, (ii) formular uma descrição precisa sobre nossas hipóteses, as quais devem ser testadas para ajudar a definir áreas onde a falta de conhecimento é limitante, (iii) estimular uma integração interdisciplinar e descrever de forma concisa um grande número de observações isoladas, (iv) prever o comportamento do sistema em combinações e condições não experimentadas anteriormente e, (v) possibilitar o estudo e entendimento de tais sistemas mais rapidamente, uma vez que o tempo e área que seriam utilizados inviabilizariam seu estudo convencional (France & Thornley, 1984; Hanks & Ritchie, 1991).

Um dos aspectos mais importantes na análise de sistemas é o enfoque holístico, ajudando o estudo de todo sistema agrícola de produção. Isto permite a identificação de sistemas, subsistemas e dos processos mais importantes, com atenção especial na interação entre eles. Ainda que olhando para todo o sistema, pode-se otimizar o enfoque tradicional da pesquisa monodisciplinar, e auxiliar o incremento na produtividade e na sustentabilidade de sistemas agrícolas (Penning de Vries et al., 1993).

A quantificação dos fatores ambientais e as respostas das plantas a esses fatores devem ser agregados em modelos matemáticos para expandir e aperfeiçoar o seu uso prático e científico. Um melhor entendimento das interações ecofisiológicas dentro do SAF irá direcionar novas questões científicas, mas também aprimorar o manejo das culturas envolvidas. O aprimoramento tecnológico e um resultante maior rendimento facilitarão a adoção do SAF em questão por um maior número de produtores rurais.

Expandindo a diversidade de culturas, com a introdução da seringueira nas regiões onde o feijão é produzido na forma de monocultura, poderá ser incrementada a sustentabilidade na produção. A utilização de modelos matemáticos, assim como o planejamento prévio da pesquisa, é mais importante em sistemas agroflorestais do que em sistemas de monocultivo. O enfoque puramente experimental em agrossilvicultura é excessivamente caro devido: (i) a longevidade das árvores, (ii) o tamanho das parcelas experimentais e (iii) ao grande número de possíveis disposições em relação ao tempo e espaço. Faz-se necessário uma avaliação prévia da literatura existente bem como o desenvolvimento e a utilização de modelos matemáticos (e seu aprimoramento) para testar previamente as hipóteses levantadas (Bernardes, 1993).

Enquanto o desenvolvimento de um modelo da cultura como um todo é uma meta a longo prazo, provisoriamente os módulos individuais de processos podem exercer um papel importante não apenas no entendimento do SAF mas também na predição de seu desempenho. O trabalho de Bernardes et al. (1997), apresenta um módulo para simular as interações na captura e uso da radiação em SAF com seringueira.

O estudo de SAF é de grande complexidade e de natureza interdisciplinar, o que dificulta o desenvolvimento de modelos que vão aos poucos sendo montados, identificando pontos que precisam ser estudados. Desta maneira, a modelagem pode ser vista como peça-chave para determinação e coordenação de estudos experimentais baseada em processos, o que levará ao entendimento do funcionamento dos SAFs, colocando bases sólidas para a manipulação de seus componentes (Sá, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e período da experimentação

O experimento foi realizado no Campo Experimental do Departamento de Produção Vegetal pertencente à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), localizado nas coordenadas geográficas de 22°42'30" S, 47°38'00" O. O campo experimental foi escolhido pela existência de seringueiras adultas dos cultivares IAN 3087, RRIM 600 e RRIM 527, plantadas em fevereiro de 1985, em número suficiente para o experimento descrito. A figura 1 ilustra a disposição dos cultivares de seringueiras existentes, bem como o local de plantio do feijoeiro. O experimento foi realizado no ano de 1999, sendo dividido em dois plantios de feijoeiro, (i) em 15 de março de 1999 com colheita de grãos em 30 de junho de 1999, e (ii) em 15 de julho de 1999 com colheita de grãos em 30 de outubro de 1999.

3.2. Características do solo

A área experimental está localizada num terreno plano a levemente ondulado com declividade de 0 a 1,5% e cujo solo é Terra Roxa estruturada, eutrófica, horizonte A moderado e textura argilosa, classificação americana Kandiuclalfic Eutrodox. A boa fertilidade deste tipo de solo também foi considerada para a implantação do experimento, visando não causar limitações extras ao crescimento das plantas além das devidas aos tratamentos (sombreamento e competição entre as culturas). Além disso, esse tipo de solo apresenta condições similares àquelas onde seringueira e feijoeiro são consorciados a nível comercial.

Antecipadamente a cada um dos cultivos de feijão foram retiradas amostras de solo de 0 a 20 cm de profundidade em caminhamento em zig-zag em área total, compondo uma única amostra. As análises de terra (tabelas 34 e 35 no anexo), serviram para orientar as correções e adubações necessárias ao feijoeiro.

Figura 1. Vista aérea da área experimental. Pode-se ver o seringal com os cultivares, sendo estes da direita para esquerda – ① GT 1; ② IAN 3087; ③ RRIM 600 e ④ RRIM 527. Faceando o seringal foi plantada a cultura do feijão (F).

3.3. Delineamento experimental

O experimento foi conduzido com quatro tratamentos, com quatro repetições cada, sendo estes:

Tratamento 1: (Testemunha da seringueira): A área, constituída por duas fileiras de árvores de seringueira em plantio retangular de 7 x 3 m, sem consórcio e que permaneça livre das plantas daninhas (solo limpo).

Tratamento 2: Sistema agroflorestal de seringueira e feijoeiro, com duas fileiras de seringueira em espaçamento de plantio retangular de 7 x 3 m, consorciado com feijoeiro. A cultura do feijoeiro foi semeada em 0,45 m de espaçamento entre fileiras, com densidade populacional final ao redor de 24 plantas por metro linear, sendo a primeira fileira semeada a 2,5 m de distância da primeira linha da seringueira. Uma trincheira situada a 2,0 m de distância da primeira fileira de seringueira, com 1,5 m de profundidade, foi preenchida com lona plástica para evitar a competição entre raízes das duas culturas, conforme metodologia proposta por Willey & Reddy (1981) e Ong et al. (1996).

Tratamento 3: Sistema agroflorestal similar ao do tratamento 2, porém sem a trincheira e a lona plástica. Neste caso poderá haver competição entre as raízes de ambas as culturas.

Tratamento 4: (Testemunha do feijoeiro ou feijoeiro em monocultivo): A cultura do feijoeiro foi semeada em 0,45 m de espaçamento entre fileiras, com densidade populacional final ao redor de 24 plantas por metro linear, livre de plantas daninhas e fora da interferência das seringueiras.

Cada parcela experimental foi constituída de uma área de 15 x 30 m, como está disposto no esquema das parcelas de amostragem (figuras 2, 3 e 4). Cada parcela, nos tratamentos 1, 2 e 3, possuía duas linhas de seringueira, cada uma com 6 árvores, sendo avaliadas as 4 centrais de cada linha. A primeira linha interfaceando a cultura de feijoeiro representa árvores em sistema agroflorestal em renque (cultivo em faixas) de linha dupla. A segunda linha representa árvores de seringueira em monocultivo em espaçamento 7 x 3 m. As parcelas da testemunha de seringueiras (tratamento 1),

Figura 2. Esquema geral do delineamento experimental com as referidas disposições dos tratamentos e dos blocos no campo.

Figura 3. Esquema das parcelas de amostragem dentro de cada tratamento.

Figura 4. Disposição dos tubos solarímetros em relação às árvores de seringueira, às linhas de feijoeiro e à trincheira com lona plástica

interfacearam áreas mantidas em solo nu para evitar qualquer tipo de competição. As áreas entre as parcelas eram grandes o bastante para impedir a interferência mútua (figura 5).

Figura 5. Vista parcial do experimento onde pode-se ver as culturas consorciadas, a estação micrometeorológica automática, os tubos solarímetros nos pontos de coleta, além dos tratamentos presentes.

3.4. Condução do experimento

3.4.1. Instalação e manejo das culturas

As seringueiras dos cultivares RRIM 600, nos blocos B e C, e RRIM 527, no bloco D, utilizadas no experimento foram plantadas em fevereiro de 1985 e as do cultivar IAN 3087, no bloco A, um ano depois. Todas as mudas foram enxertadas em sacolas plásticas com 2 lançamentos foliares maduros do enxerto. Os blocos experimentais foram plantados com os seguintes cultivares: Bloco A com IAN 3087; Bloco B e C com RRIM 600 e Bloco D com RRIM 527.

No experimento foram utilizadas sementes de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Pérola., de hábito de crescimento indeterminado tipo II / III segundo classificação de Vilhordo et al., (1980)¹ citado por Araújo et al., (1996). As sementes foram previamente tratadas com fungicida (Gaucho - ingrediente ativo: Imidacloprid.: 200g/100 kg de semente) e inoculante Bioarbore-Feijão (STOLLER DO BRASIL – DIVISÃO ARBORE), *Rhizobium tropici*, estirpe Semia 4077 e Semia 4080, específico para a cultura do feijoeiro, um dia antes da semeadura conforme recomendações dos fabricantes.

A cultura do feijoeiro foi semeada em duas épocas: (i) em 15 de março de 1999 com colheita de grãos em 30 de junho de 1999, perfazendo um ciclo de 107 dias; e (ii) em 15 de julho de 1999 com colheita de grãos em 30 de outubro de 1999, perfazendo também um ciclo de 107 dias. Em ambas as ocasiões utilizou-se a semeadora SEMEATO – Modelo PAR-300. A condução das culturas propostas (adubação, irrigação e proteção) pretendeu evitar limitações do crescimento potencial em ambas, seringueira e feijoeiro.

Toda a área experimental foi irrigada por aspersão convencional. A evapotranspiração da cultura do feijoeiro foi estimada pelo uso de um tanque Classe A instalado na área experimental. A lâmina de irrigação foi calculada de acordo com método proposto por Villa Nova & Sentelhas (1999), que estima a evapotranspiração da cultura (ETC) pela medida do índice de área foliar (IAF) e da evapotranspiração do tanque Classe A (ECA).

As árvores de seringueira foram sangradas em meia espiral, a cada sete dias, com dez aplicações de Ethephon 3,3% ao ano (1/2 S d/7 ET 3,3% 10/y), conforme recomendação de Bernardes et al. (1995).

¹ VILHORDO, B.W.; MÜLLER, L.; EWALD, L.F.; LEÃO, M.L. Hábito de crescimento em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomia Sulriograndense*, Porto Alegre. v.16, n.1, p.79-98, 1980.

3.4.2. Determinação experimental dos parâmetros analisados

(i) Feijoeiro

As amostras de fitomassa foram coletadas em duas fileiras de feijoeiros de um metro de comprimento cada por tratamento. As posições de coleta foram a 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 m de distância média a partir da linha de plantio de seringueira. A fitomassa do feijoeiro foi mensurada através da coleta da planta separada em hastes, folhas e órgãos reprodutivos. Estas foram colocadas separadamente em sacos de papel identificados e levadas à estufa de ventilação forçada e temperatura de 65 °C até atingirem peso constante em balança eletrônica marca BEL-Brasil – Modelo Mark 3.500. No final do ciclo da cultura do feijoeiro seu rendimento foi quantificado através da colheita e pesagem dos grãos.

A fenologia da cultura do feijoeiro foi acompanhada segundo a classificação de Gepts & Fernández (1982). O Índice de Área Foliar (IAF) do feijoeiro foi estimado pelo método de amostragem de discos de folhas com área conhecida e cálculo do IAF pela fitomassa de folhas. A pesagem dos discos de folhas foi feita em balança analítica marca A&D Company Limited – Modelo HR-120. A Área Foliar Específica (AFE) e sua recíproca, a espessura foliar, variam de acordo com a intensidade luminosa (Bernardes, 1987) e podem ser indicadores da adaptação das plantas ao ambiente luminoso. A área foliar específica (AFE, em $\text{m}^2 \text{kg}^{-1}$) do feijoeiro foi calculada pela divisão da área foliar pela massa de folhas.

Para toda parcela experimental a cada distância (3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 m) da fileira de árvores a sequência das posições de coleta de fitomassa do feijoeiro foi inteiramente casualizada. Uma bordadura de 0,5 metro entre duas posições de coleta de fitomassa dentro das mesmas linhas de plantio de feijoeiro evitou o efeito de dossel aberto nas coletas subseqüentes em posições vizinhas.

Neste estudo avaliamos o crescimento das plantas de feijoeiro em SAF de seringueiras em renque em função da disponibilidade de luz dada pela proximidade das plantas consorciadas. O modelo matemático original proposto por Goudrian (1977) e

adaptado por Bernardes et al. (1998) (1), foi utilizado para calcular a irradiância (**Ir**) que atinge as entrelinhas da cultura em renque. O referido modelo simula a disponibilidade de radiação luminosa para a cultura intercalar em função da distância da linha de seringueira (**d**), de acordo com a equação:

$$Ir = \frac{1}{2} \cdot \text{sen}[\arctg(\frac{((d - (cw * cw/d))}{Hr}) + \text{declive}) + 1] * I_0 \quad (1)$$

em que, **Ir** = irradiância diária (MJ.m^{-2}) que atinge o topo da copa da cultura intercalar a uma dada distância (**d**, em metros); **I₀** = irradiância diária (MJ.m^{-2}) numa superfície horizontal acima da copa das árvores; **cw** = raio da copa (m); declividade do terreno em radianos e **Hr** = altura (m) relativa das árvores obtida pela seguinte equação (2):

$$Hr = H_{\text{árv.}} - H_{\text{ci}} \quad (2)$$

em que **H_{árv.}** = altura das árvores (m) e **H_{ci}** = altura da cultura intercalar.

Ainda nas posições avaliadas foram realizadas medições de temperatura foliar, condutância estomática, transpiração e fotossíntese. Para tanto foi utilizado o IRGA (Infra-red Gas Analyser) modelo Li-6400 da Li-COR Inc. Este aparelho realiza medições de gases utilizando-se de luz infra vermelha além de realizar medições de porometria. O aparelho realiza medições de gases presentes em sua câmara instalada na superfície da folha em comparação ao padrão captado do ar circundante. Tais medições foram realizadas na primeira folha madura contando-se do ápice para a base da planta. As medições foram realizadas das 9:00 às 11:00 horas e das 14:00 às 16:30 horas; somente o segundo plantio de feijoeiro foi avaliado.

(ii) Seringueira

O perímetro de tronco das árvores foi medido para estimar o seu crescimento por relações alométricas, utilizando-se da equação de regressão de SHORROCKS et al.

(1965) (3) que relaciona o perímetro do tronco (PT, em cm) com a fitomassa das árvores (W, em kg de fitomassa da parte aérea da árvore), como apresentado na equação:

$$W = 0,002604 \times PT^{2,7826} \quad (3)$$

O IAF das seringueiras foi estimado com analisador de dossel (LAI-2.000, Plant Canopy Analyser, Li-COR Inc.). Este aparelho realiza medições da atenuação da radiação que ocorre devido a presença das folhas, por comparação entre a luz medida sem (I_0) e com (I) a interferência das folhas. Deste modo é possível a utilização da equação de Monsi & Saeki (1953) (4) que constitui-se de uma modificação da equação de extinção de luz de Lambert-Beer, sendo:

$$I = I_0 \times e^{-k \times IAF} \quad (4)$$

em que k é o coeficiente de extinção da luz.

A altura da árvore e a altura do tronco foram medidas utilizando-se o altímetro de Haga, que mede altura por hipsometria. A altura da árvore foi definida como a distância entre o ponto mais alto da copa e o solo e a altura do tronco como a distância entre o ponto de inserção do ramo mais baixo e o solo.

O diâmetro da copa foi medido com o auxílio de um instrumento desenvolvido por Shepperd (1973) e utilizado em seringueira por Bernardes (1989). O instrumento contém um espelho em um ângulo de 45 ° com o plano horizontal que permite visualizar a borda da copa, estando o operador posicionado sob esta. A distância entre o instrumento e o tronco fornece o raio da copa, que somado ao raio do lado oposto fornece o diâmetro. A copa de todas as árvores de cada tratamento foram medidas.

A produção de borracha foi mensurada para cada árvore a cada sangria. Os coágulos coletados eram identificados e sofriam secagem em estufa de ventilação forçada a temperatura de 70 °C até peso constante para a determinação do teor de borracha seca.

(iii) Avaliação econômica do SAF

Para fins de avaliação do desempenho econômico do SAF em questão, este foi avaliado em termos de sua produção em relação a produção das culturas solteiras.

Tal metodologia é descrita por Vieira (1985). O Índice de Equivalência de Área (IEA) tem sido usado com frequência na avaliação de consórcios de culturas. O IEA quantifica o número de hectares necessários para que as produções em monocultivo e em consórcio se equiparem. Seu cálculo simples pode ser assim expressado (5):

$$IEA = \frac{Ca}{Ma} + \frac{Cb}{Mb} = Ia + Ib \quad (5)$$

em que, **Ca** e **Cb** são respectivamente os rendimentos das culturas em consórcio; **Ma** e **Mb** seus respectivos rendimentos em monocultivo; **Ia** e **Ib** resultantes são os índices individuais das culturas. O IEA do consórcio será a somatória destes dois últimos

Para fins de avaliação, um consórcio é considerado eficiente sempre que seu IEA for superior a 1,00 e desfavorável quando o valor obtido for inferior a este. É preciso deixar claro que as culturas em consórcio têm seus rendimentos alterados e participam da receita total de modos distintos. Deste modo uma análise econômica do modelo de produção é necessária.

No presente estudo, o SAF foi avaliado somente em função de seus rendimentos anuais. Foram considerados 2 plantios de feijoeiro por ano, como realizado experimentalmente, e toda a produção da seringueira que compreende o período de dezembro/1998 a julho/1999.

O SAF considerado foi de seringueiras em renque de fila dupla no espaçamento convencional de 7 x 3 metros de distância entre árvores. Deste modo as árvores ocupariam uma faixa de 12 m de largura (7 m do espaçamento entre linhas simples de seringueira, mais 2,5 m de cada face). A cultura do feijoeiro ocuparia a largura de 38 m, perfazendo uma faixa total de 50 m de largura. A produção de cada cultura foi extrapolada para uma extensão de 200 m, perfazendo portanto um hectare de SAF. O rendimento do feijoeiro nas distâncias não avaliadas foi obtido por interpolação dos

valores amostrados no experimento Na figura 6 é apresentado o corte transversal da faixa de plantio do SAF hipotético.

Figura 6. Representação esquemática do SAF hipotético proposto para avaliação econômica.

(iv) Medidas Climáticas, Microclimáticas e Ecofisiológicas

As condições de luz abaixo do dossel das árvores e acima do dossel das plantas de feijão foram medidas continuamente por tubos solarímetros (TS-UM-3, Delta-T Devices), nas mesmas seis posições situadas a 3,175; 4,525; 6,325; 9,925; 14,425 e 18,925 m distantes da linha de seringueira. As figuras 4 e 5 ilustram a disposição da estação micrometeorológica, bem como todos os instrumentos a ela acoplados.

Radiação global (piranômetro, CM3, Eijkelkamp), precipitação (pluviômetro, ARG100 Eijkelkamp), temperatura e umidade relativa do ar (Air temperature–Humidity Meter, Eijkelkamp), e velocidade do vento (anemômetro, R30, Eijkelkamp) foram medidos diariamente por uma estação meteorológica automática, situada na área do experimento. O piranômetro foi calibrado com base em um aparelho padrão – EPPLEY, pertencente ao Departamento de Ciências Exatas – ESALQ/USP.

A coleta dos dados climáticos facilitou a utilização dos resultados experimentais em modelo matemático para extrapolação dos resultados do estudo. As previsões das simulações foram comparadas com os resultados médios das coletas de dados, por

regressão linear e análise de distribuição dos desvios em relação a correlação perfeita da linha 1:1.

3.5. Análise Estatística

Os resultados foram analisados em delineamento de parcelas subdivididas em faixas (strip plot) considerando cada posição de coleta de fitomassa do feijoeiro como uma sub-parcela. Além disso, foi realizada análise de regressão linear para os dados dos tubos solarímetros e de crescimento e produção do feijoeiro, considerando como variável independente a distância das árvores de seringueira. Os dados da cultura da seringueira foram analisados em delineamento em blocos casualizados com contraste entre tratamentos. Também foi comparado o desempenho em crescimento e produção das árvores interfaceando a cultura intercalar com as árvores da segunda linha, representando seringueiras em monocultivo em espaçamento 7 x 3 m.

A análise estatística de todo o experimento foi realizada com o programa SAS (statistic analysis system). Os feijoeiros analisados da testemunha (T4 - feijoeiro em monocultivo) foram considerados como uma sétima posição. Neste caso o feijoeiro com relação a distância das árvores é considerado como estando no infinito. Os dados de T4 foram distribuídos ao acaso entre os tratamentos 2 e 3.

Em alguns casos, com a finalidade de evidenciar a competição inter-específica abaixo e acima da superfície do solo por ambas as culturas, um menor número de posições de coleta foi considerado. Tal procedimento foi considerado necessário pois, um grande número de amostragens fora da zona de competição entre as culturas diluíam o fenômeno. Nesta aspecto especial referência é dada quando tal procedimento é utilizado.

O delineamento experimental adotado para o feijoeiro foi de blocos ao acaso com 4 repetições e arranjo das sub-parcelas em faixas. Estas últimas podem ser consideradas como (i) distância em relação às seringueiras e; (ii) tratamento com ou sem lona plástica inserida no solo. Nesta análise as faixas consideradas foram as distâncias das seringueiras dentro das quais se avaliou os tratamentos com e sem plástico.

O delineamento experimental estabelecido para as seringueiras foi de blocos ao acaso com 2 fatores: (i) sistema de cultivo, sendo estes monocultivo ou em SAF e; (ii) tipo de consórcio. As faixas consideradas foram os tipo de cultivo, SAF ou monocultivo, sendo os tratamentos dentro das faixas com 3 tipos, sendo T1 sem feijoeiro; T2 feijoeiro com lona plástica e T3 feijoeiro sem lona plástica

A equação utilizada no cálculo da variância foi (6):

$$Y_{ijk} = \mu + p_i + b_j + e_{ij} + S_k + e_{jk} + (p.s)_{ik} + e_{ijk} \quad (6)$$

onde o índice *i* para o feijoeiro são as distâncias variando de 1 a 7 e para as seringueiras são os tipos de cultivo variando de 1 a 2. O índice *j* refere-se ao número de ordem de repetições, sendo de 1 a 4 em ambos os ensaios e, *k* para o feijoeiro refere-se ao tratamento com e sem lona plástica (1 a 2) e para a seringueira os tipos de consórcio.

Y_{ijk} é a observação da variável de interesse à *j*-ésima repetição do *i*-ésimo e *k*-ésimo tratamentos. μ é a média geral, p_i refere-se ao efeito do *i*-ésimo tratamento, S_k ao efeito do *k*-ésimo tratamento e b_j ao efeito da repetição do *j*-ésimo bloco. e_{ij} refere-se ao erro devido à interação faixas e blocos; e_{jk} refere-se ao erro devido à interação blocos e tratamentos e e_{ijk} ao erro devido à interação dos 3 fatores. $(ps)_{ik}$ refere-se ao efeito da interação do *i*-ésimo tratamento com o *k*-ésimo tratamento. O esquema da análise de variância para esse modelo está descrito na tabela 1.

Os resultados das análises estatísticas encontram-se nas tabelas de 4 a 18 do anexo. Estas apresentam somente os valores da probabilidade de F e teste de Tukey. Foi realizado o teste de Tukey somente quando as fontes de variação foram significativas a exceção de quando só existem 2 médias, sendo neste caso o teste F conclusivo.

Tabela 1. Quadro da análise de variância.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado Médio	F
Blocos	3	QM1	QM1/QM3
Distâncias	6	QM2	QM2/QM3
e (a)	18	QM3	
Plástico	1	QM4	QM4/QM5
e (b)	3	QM5	
Distancia x Plástico	6	QM6	QM6/QM7
e (c)	18	QM7	
Total	55		

3.5.1. Análise de Regressão

Foram realizadas regressões entre alguns parâmetro de interesse para ambas as culturas. Foi utilizado o programa de planilhas excel do programa operacional windows. Os gráficos são apresentados no decorrer deste trabalho e encontram-se salientados no texto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. FEIJOEIRO

4.1.1. Fitomassa da parte aérea do feijoeiro

A fitomassa da parte aérea do feijoeiro variou como pode ser visualizado nas figuras 7 e 8.

Figura 7. Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no final do ciclo, em função das distância das árvores (m) no 1º plantio (15/03/99 a 30/06/99). As barras verticais em cada distância representam os desvios padrão encontrados.

No primeiro plantio, a fitomassa do feijoeiro nas diferentes distâncias da seringueira apresentou um padrão de variação quase linear com a disponibilidade de luz. Nas distâncias analisadas (média entre os tratamentos 2 e 3), o feijoeiro produziu um total de fitomassa de 1.850,94; 2.359,00; 2.896,69; 3.691,83; 4.753,40; 5.658,17 e 6.986,09 kg.ha⁻¹ respectivamente para as distâncias das árvores de 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4; 18,9 e testemunha (monocultivo) do feijoeiro. A produção em fitomassa se estabilizou em um patamar igual ao encontrado na testemunha a partir desta última posição. Pode-se considerar que as árvores atuaram de modo a reduzir o desempenho do feijoeiro até a distância de 18,9 m das árvores.

Tal padrão de produção em fitomassa é atribuído à maior disponibilidade de luz ao feijoeiro dada à sua distância às árvores como já observado por Bernardes et al. (1997) em soja. As árvores em SAF de seringueira neste período apresentaram seu enfolhamento máximo, alcançando seus maiores valores de IAF no mês de abril/1999, variando este de 2,15 a 3,17.

Figura 8. Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro (kg.ha⁻¹) no final do ciclo, em função das distância das árvores (m) no 2º plantio (15/07/99 a 30/10/99). As barras verticais em cada distância representam os desvios padrão encontrados.

No segundo plantio a produção de fitomassa apresentou um padrão diferenciado do primeiro plantio. Os totais de fitomassa produzidos foram de 2.626,17; 3.970,58; 4.175,25; 5.607,47; 6.201,08; 6.284,79 e 5.626,69 kg.ha⁻¹ respectivamente para as distâncias das árvores de 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4; 18,9 e testemunha do feijoeiro. Apesar de tratar-se de um plantio de inverno (realizado em 15/07), nas posições mais próximas às árvores, até a distância de 14,4 m das árvores, a fitomassa produzida foi superior àquela do primeiro plantio.

O padrão de produção de fitomassa apresentado no segundo plantio também foi distinto ao encontrado no primeiro plantio. Naquele, podemos observar valores máximos de produção de fitomassa ao redor da distância de 9,9 metros das árvores. A partir desta posição, a produção em fitomassa estabilizou-se em um patamar ao redor de 6.000 kg.ha⁻¹, inclusive na testemunha. Deve-se observar que a produção de fitomassa da testemunha do segundo plantio, ao contrário do ocorrido com os feijoeiros nas diversas distâncias avaliadas, foi menor que a encontrada no primeiro plantio. Na análise do segundo plantio, a pequena queda de produção de fitomassa da testemunha com relação à distância imediatamente anterior não foi significativa estatisticamente.

Vale a pena ressaltar que as árvores de seringueira apresentam acentuada cadufolia no inverno, obtendo-se valores mínimos de IAF ao redor do final de julho/meados de agosto (ver item 4.2.1.). A influência das árvores sobre o feijoeiro nesta época do ano foi portanto menor que a apresentada durante o verão. No segundo plantio a redução no rendimento do feijoeiro em função das árvores foi menor e restrito a uma menor distância destas. Esta interferência pôde ser observada até a distância de 9,9 metros das árvores.

Muito provavelmente as árvores de seringueira atuaram de modo a reduzir as amplitudes térmicas encontradas durante o dia em áreas desabrigadas. Deste modo estas contribuíram para que nas áreas sob sua interferência a temperatura mínima fosse maior e a temperatura máxima menor. Tal fato é muito bem citado e descrito por Larcher (1975). As árvores ainda contribuíram para a redução da velocidade do vento, com conseqüente diminuição da transpiração.

Muito provavelmente as plantas de feijoeiro em monocultivo apresentaram taxas elevadas de respiração, representando perdas líquidas de fotossíntese.

O decréscimo da produção de fitomassa dos feijoeiros em monocultivo do segundo plantio, tanto em relação ao plantio anterior como em relação à última distância analisada é um fato importante a ser notado. Nesta época do ano, os feijoeiros em monocultivo ficaram mais expostos às variações climáticas, alcançando valores de produção de fitomassa ligeiramente inferiores aos feijoeiros em SAF à distância de 18,9 m das árvores. A maior disponibilidade de luz para a fotossíntese aos feijoeiros em monocultivo não foi suficiente para aumentar sua produção como ocorreu com os feijoeiros em monocultivo no primeiro plantio.

Nas figuras 9 (primeiro plantio) e 10 (segundo plantio) abaixo podemos ver uma comparação das médias encontradas para os tratamentos 2; 3 e testemunha nas diversas posições analisadas.

Figura 9. Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no final do ciclo, por tratamento experimental (2; 3 e testemunha) em função das distância das árvores (m) - 1º plantio.

Figura 10. Variação média da produção de fitomassa da parte aérea do feijoeiro ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) no final do ciclo, por tratamento experimental (2; 3 e testemunha) em função das distância das árvores (m) - 2º plantio.

Como pode-se observar, nas figuras acima, o tratamento 2, que refere-se a SAF com lona plástica inserida no solo separando as culturas, foi ligeiramente superior ao tratamento 3 do que pode-se inferir ser resultante da ausência de competição abaixo do solo neste tratamento. No primeiro e segundo plantios a variação da fitomassa nos tratamentos 2 e 3 ocorreram paralelamente. Em ambas as situações, a maior distância encontrada entre as curvas de produção de fitomassa dos dois tratamentos foi até a distância de 6,3 metros das árvores. Acredita-se que devido ao sistema radicular das seringueiras ser limitado até uma certa distância, a competição abaixo do nível do solo entre as raízes de ambas as culturas também é assim limitado à proximidade das árvores.

4.1.2. Índice de Área Foliar (IAF) do feijoeiro

Na primeira coleta de fitomassa do primeiro plantio, o IAF do feijoeiro foi similar nas diferentes posições e na testemunha, situando-se em torno de 0,8. Na segunda coleta, houve um aumento do IAF dos feijoeiros a partir das linhas de seringueira, que igualou-se com o da testemunha na distância de 9,9 m (4ª posição). Na

terceira coleta ocorreu a mesma tendência, sendo que o IAF igualou-se com o da testemunha na distância de 14,4 m (5ª posição). Na quarta coleta ocorreu ainda um grande aumento do IAF do feijoeiro em monocultivo, atingindo valores de 2,86. Nesta mesma ocasião o IAF dos feijoeiros mais próximos das árvores apresentou aumento inexpressivo, permanecendo muito próximo ao IAF da coleta anterior (figura 11). Não ocorreu diferenças significativas entre os tratamentos 2 e 3.

Figura 11. Variação do IAF do feijoeiro nas coletas realizadas comparando com os valores obtidos na testemunha - 1º plantio.

No segundo plantio o IAF do feijoeiro variou conforme pode ser visto na figura 12. Na primeira coleta do segundo plantio o IAF do feijoeiro (feijoeiro em V2) manteve-se em torno de 0,08 para todos os tratamentos e em relação à distância das árvores. O mesmo valor também foi obtido na testemunha. Na segunda coleta (feijoeiro em V4) o IAF aumentou para 1,2 na testemunha enquanto que o máximo do IAF do feijoeiro mais próximo às árvores foi de 0,92 a 9,9 m de distância. A variação do IAF em relação às árvores nesta fase foi muito menos acentuada do que no primeiro plantio, observando-se ainda uma pequena variação do IAF em relação à distância. Este fato pode ser atribuído à um aumento na disponibilidade lumínica ao feijoeiro mais próximo às seringueiras em

relação ao primeiro plantio devido à senescência das folhas da seringueira durante o inverno. Neste período o IAF da seringueira foi o mais baixo registrado, com valores de aproximadamente 0,5.

Figura 12. Variação do IAF do feijoeiro nas coletas realizadas comparando com os valores obtidos na testemunha - 2º plantio.

Somente na terceira coleta (feijoeiro em R7) observou-se um comportamento similar ao primeiro plantio, havendo um aumento progressivo do IAF em relação à distância tendendo à alcançar o valor máximo da testemunha de 2,29. Neste momento o IAF variou de 1,73 na 1ª posição (3,2 m de distância das árvores) a 2,13 na posição 6 (18,9 m de distância das árvores). Na quarta coleta (feijoeiro em R9), observou-se um intenso decaimento do IAF da testemunha com valor ao redor de 0,62. Nas plantas mais próximas das seringueiras observou-se um comportamento inverso do anteriormente mostrado, com IAF de 1,15 e 1,26 nas posições 1 e 2 (3,2 e 4,5 m de distância das árvores) decrescendo em relação à distância até a 6ª posição (18,9 m de distância das árvores) com IAF de 0,92.

Este comportamento deve-se provavelmente à maior temperatura à que as plantas da testemunha estiveram submetidas, fazendo com que seu ciclo diminuísse e suas

folhas iniciassem a senescência antes que as plantas das demais posições. As plantas mais próximas às árvores tiveram seu ciclo alongado devido à menor disponibilidade de energia radiante e ao efeito refrigerante da sombra das árvores. Estes dados estão de acordo com aqueles obtidos por Magalhães & Montojos (1971), que observaram que a área foliar do feijoeiro é menor em condições de sombreamento do que em condições de luminosidade normal.

Os valores de IAF obtidos nos tratamentos 2 e 3 no segundo plantio também não apresentaram diferença significativa entre si.

4.1.3. Área Foliar Específica (AFE)

A AFE aumentou com o sombreamento, implicando em folhas de feijoeiro com limbo mais delgado quanto mais próximas estavam das linhas de seringueira. Esta modificação morfológica foi preservada durante os diversos estádios fenológicos (figura 13). Assim, o AFE no primeiro plantio situou-se em torno de $37 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ na distância de 3,2 m das linhas de seringueira, de $30 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ na distância de 6,3 m das linhas de seringueira, e de $25 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ na distância de 18,9 m das linhas de seringueira e também na testemunha do feijoeiro.

Figura 13. Variação da Área Foliar Específica (AFE, em $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$) dos feijoeiros em SAF, em relação à distância das árvores de seringueira - 1º Plantio (média entre os tratamentos).

A plasticidade da AFE também foi verificada por Lopes et al., (1982) que observaram valores de AFE mais elevados à medida que aumenta o sombreamento. Este auto-ajuste expressa a capacidade da planta em captar o máximo de energia solar disponível

Neste experimento as plantas de feijão adaptaram-se à condição de sombreamento pelo aumento do AFE, porém este aumento não foi suficiente para igualar o IAF, que foi maior nas posições mais iluminadas. A maior área foliar, submetida a maiores níveis de irradiação, nas plantas situadas em posições mais distantes das seringueiras, propiciaram maior crescimento aos feijoeiros.

No segundo plantio o AFE do feijoeiro situou-se em $34,5 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ para 3,2 m de distância das árvores; $30,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ para 6,3 m de distância das árvores e de $27,8 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ para 18,9 m de distância das árvores. O AFE da testemunha situou-se em torno de $26,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$ (figura 14).

Figura 14. Variação da Área Foliar Específica (AFE, em $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$) dos feijoeiros em SAF, em relação à distância das árvores de seringueira - 2º Plantio (média entre os tratamentos).

Pode-se observar uma variação do AFE muito menos acentuada no segundo plantio do que no primeiro. Também ocorreu uma mudança significativa nos valores

encontrados nas coletas realizadas durante as fases de desenvolvimento do feijoeiro, diferentemente do observado no primeiro plantio. Este fato deve-se provavelmente à redução da sombra causada pelas árvores aos feijoeiros mais próximos como resultado da queda das folhas da seringueira no inverno e durante o seu reenfolhamento a partir de final de julho/ começo de agosto.

No segundo plantio houve mudança na tendência dos valores de AFE obtidos em relação à distância. Enquanto que nas duas primeiras medições (29/07 e 25/08/99) o AFE não variou com a distância, nas duas últimas medições (14/09 e 20/10/99) houve um declínio do AFE com as maiores distâncias igualmente ao que ocorreu no 1º plantio. Esta mudança de tendência se deve ao aumento gradual da sombra no feijoeiro devido ao enfolhamento da seringueira. Assim, por ocasião das duas primeiras medidas (29/07 e 25/08/99) o pequeno sombreamento, provocado pelas seringueiras desfolhadas não ocasionou mudanças no AFE dos feijoeiros.

Para White & Izquierdo (1989) o AFE usualmente começa com valores baixos, aumentando até um máximo que ocorre na floração, declinando com a maturação. Os valores obtidos durante as coletas no primeiro plantio não seguiram este padrão. Neste caso os valores de AFE encontrados foram mantidos durante toda a vida da planta. Já no segundo plantio as plantas de feijoeiro apresentaram diferenças de AFE durante seu ciclo de vida. Este fato porém foi atribuído ao aumento gradual da sombra e da insolação, dado que o plantio ocorreu no inverno (15/07) e última coleta ocorreu na primavera (20/10). Aparentemente o AFE está relacionado somente a estímulos ambientais.

O AFE de ambos os plantios variaram paralelamente, com valores diminuindo em relação a distância das árvores. A figura 15 apresenta a média dos tratamentos 2 e 3 dos dois plantios realizados e podemos visualizar este fato. Os valores de AFE calculados no segundo plantio foram em média coincidentes aos obtidos no primeiro plantio até as 3 primeiras posições (até 6,3 m de distância das árvores), sendo superiores aos encontrados no primeiro plantio a partir desta distância, inclusive na testemunha. Houve uma pequena variação quanto aos valores de AFE encontrados nas testemunhas. No primeiro plantio o AFE da testemunha foi de $25 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$, enquanto que no segundo

plantio este foi de $26,6 \text{ m}^2 \text{ kg}^{-1}$. Tal fato deve-se provavelmente à redução na disponibilidade lumínica durante os meses de inverno e primavera.

Não houve diferença nos valores de AFE devido aos tratamentos experimentais.

Figura 15. Variação da Área Foliar Específica (AFE, em $\text{m}^2 \text{ kg}^{-1}$) dos feijoeiros em SAF, em relação à distância das árvores de seringueira nos dois plantios experimentais. Os valores apresentados são a média entre os tratamentos e as diferentes coletas.

4.1.4. Fenologia do Feijoeiro

As amostragens da fitomassa da parte aérea do feijoeiro do primeiro plantio foram realizadas nos estádios fenológicos V4 (3 folhas trifolioladas, em 10/4/99), V4 (12 folhas trifolioladas, em 21/4/99) e R5 (emissão dos botões florais, em 01/5/99), R7 (aparecimento das vagens, em 21/05/99) e R9 (maturidade fisiológica, em 28/06/99) (Gepts & Fernández, 1982), totalizando 5 coletas. No segundo plantio as amostragens foram realizadas nos estádios fenológicos V2 (folhas primárias expandidas, em 29/07/99), V4 (6 folhas trifolioladas, em 25/08/99), R7 (aparecimento das vagens, em 14/09/99) e R9 (maturidade fisiológica, em 20/10/99), totalizando 4 coletas. A tabela 2, para fins de comparação, resume os dados observados em campo tanto para o primeiro

quanto para o segundo plantio. Cada estágio foi identificado quando 50% das plantas apresentaram as características fenológicas características.

Tabela 2. Resultados das observações fenológicas do feijoeiro realizadas nos plantios 1 e 2. As datas apresentadas são estimativas realizadas com base nas observações feitas em campo.

Estádio	<u>1º Plantio</u> (15/03/99 a 30/06/99)		<u>2º Plantio</u> (15/07/99 a 30/10/99)	
	DAP ¹	Data ²	DAP	Data
Semeadura		15/03/99		15/07/99
V0	2	17/03	6	21/07
V1	4	19/03	8	23/07
V2	8	23/03	14	29/07
V3	15	30/03	20	04/08
V4	26	10/04	31	15/08
R5	39	23/04	48	01/09
R6	41	25/04	50	03/09
R7	47	01/05	61	14/09
R8	82	05/06	76	29/09
R9	95	18/06	97	20/10
Colheita	107	30/06	107	30/10

¹ Dias após o plantio

² Data da observação no campo

Até a terceira coleta do primeiro plantio (fase R5) não foi observada alteração no desenvolvimento das plantas de feijão sombreadas em relação àquelas mais distantes das seringueira ou às testemunhas. Somente foi observada mudança na fenologia do feijoeiro nas fases finais da cultura. As plantas situadas até aproximadamente 10 m de distância das árvores permaneceram verdes (R8) enquanto que as mais distantes encontravam-se em plena senescência (final da fase R8/início da fase R9). Tal fato é atribuído à menor temperatura à que as plantas mais próximas das árvores estão expostas, reduzindo sua taxa de desenvolvimento (figura 16).

Figura 16. Feijoeiros retirados dos pontos de amostragem do experimento (da direita para a esquerda respectivamente a 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 m de distância das árvores mais a testemunha), mostrando os feijoeiros mais próximos às seringueiras com atraso na maturação em relação aos mais distantes destas já colhidos – 2º plantio.

Ao contrário do observado por Lopes et al., (1983) e citado por Penning de Vries, (1975) e Wahua & Miller (1978), a diminuição da disponibilidade de energia radiante não promoveu o crescimento em altura das plantas de feijoeiro como pode-se bem observar na figura acima. O sombreamento não provocou o esperado estiolamento das plantas, provavelmente porque também induziu a uma menor capacidade de crescimento destas em razão da menor taxa fotossintética.

No segundo plantio (julho/99) as diferenças observadas em relação a fenologia também foram identificadas somente no final do ciclo. Os feijoeiros encontravam-se em R8 nas proximidades das árvores, enquanto que nas posições mais distantes os feijoeiros já se encontravam em plena senescência, ou seja no final do R9. Esta diferença fez com que a colheita ocorresse com um atraso de uma semana nas plantas mais próximas das seringueiras. O efeito de aumento da duração do ciclo da cultura, em função do sombreamento e conseqüente redução da temperatura foliar, foi contínuo, ao longo dos

transectos avaliados, perpendicularmente às linhas de seringueira. Bernardes et al. (1999) verificaram um atraso de 20 dias para atingir-se a maturidade fisiológica nas plantas de soja sombreadas em relação às em monocultivo.

Adicionalmente aos tratamentos inicialmente propostos, a água de irrigação disponível ao feijoeiro nos blocos C e D foi restringida ao mínimo necessário para o seu crescimento, enquanto que nos blocos A e B a irrigação supriu toda e qualquer necessidade de água dos feijoeiros de acordo com Villa Nova & Sentelhas (1999). Os feijoeiros sob condição de restrição de irrigação tiveram seu ciclo antecipado. A vista aérea do experimento (figura 17) ilustra claramente esta situação com os feijoeiros senescentes (marrom) na parte superior da foto (blocos C e D) e feijoeiros ainda verdes na parte inferior (blocos A e B). Mais uma vez, este adiantamento no desenvolvimento, nas plantas submetidas a algum estresse hídrico, deve estar relacionado a um maior aquecimento de suas folhas, uma vez que a transpiração, e seu conseqüente resfriamento da superfície foliar, foram menos intensas que nos blocos A e B.

Figura 17. Vista aérea parcial da área experimental, mostrando feijoeiro senescente (de coloração marrom) na parte superior da foto, blocos C e D, e feijoeiro ainda verde na parte inferior, blocos A e B - 2º plantio.

4.1.5. Rendimento do feijoeiro

Na figura 18 vemos o rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) alcançado no primeiro plantio em função das distância das árvores (m). Podemos observar que o maior rendimento do feijoeiro foi alcançado na testemunha (cultivo a pleno sol e sem interferência da seringueira) com rendimento médio de $3.942,30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. O menor valor obtido foi de $1.024,26 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ na posição mais próxima das árvores (posição 1 – 3,2 m). Os outros valores podem ser observados na figura citada.

Figura 18. Rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das distância das árvores (m) - 1º plantio.

Estes dados estão de acordo com Vieira (1967 e 1985), que observou um decréscimo no rendimento do feijoeiro no consórcio. Supõe-se que tal fato esteja relacionado diretamente à disponibilidade de radiação à cultura do feijoeiro. Para Stanton (1971) as leguminosas de um modo geral respondem à sombra com decréscimos de produção.

É sugerido que as folhas mais externas da cultura sombreiem as folhas mais internas, propiciando condições ótimas à estas como ocorre com o cafeeiro (Evanoff, 1994), donde o maior rendimento observado na testemunha deste experimento e do café a pleno sol. Pode estar ocorrendo um efeito compensatório, em que as folhas mais

internas da cultura apesar de receberem menor quantidade de luz, são favorecidas por um microclima mais úmido. Deste modo as folhas mais protegidas podem permanecer com seus estômatos abertos por um maior período, enquanto que as folhas mais externas já sofrem com a alta demanda transpirativa e alta irradiância.

No segundo plantio, de um modo geral, os rendimentos do feijoeiro foram muito inferiores ao do primeiro plantio. Este menor rendimento deveu-se provavelmente a condições climáticas menos favoráveis à cultura como menor disponibilidade de radiação e menor temperatura do ar. Somente na primeira posição (3,2 m de distância das árvores) o rendimento manteve-se próximo ao da mesma posição do primeiro plantio, com 907 kg.ha^{-1} (figura 19), sendo a posição com o menor rendimento alcançado. O maior rendimento deu-se a uma distância de 18,9 m das árvores com 2.620 kg.ha^{-1} , enquanto que a testemunha apresentou rendimento de 2.176 kg.ha^{-1} . Analisando-se em conjunto os dois tratamentos propostos (tratamentos 2 e 3) e comparando-se o rendimento da última posição em relação às árvores (distância de 18,9 m) com o da testemunha, verificou-se não haver diferença significativa pelo teste F. Neste caso a probabilidade do valor de F encontrado foi de 0,58.

Figura 19. Rendimento do feijoeiro (em kg.ha^{-1}) em função das distância das árvores (m) - 2º plantio.

Nas figuras 20 e 21 abaixo podemos ver uma comparação entre as médias dos dois tratamentos (tratamentos 2 e 3) nos dois plantios.

Figura 20. Variação do rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das distância das árvores (m) - 1º plantio, comparando-se os tratamentos 2 e 3.

Figura 21. Variação do rendimento do feijoeiro (em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) em função das distância das árvores (m) - 2º plantio, comparando-se os tratamentos 2 e 3.

Como pode-se observar nas figuras 20 e 21, somente no primeiro plantio é possível notar-se uma diferença entre os tratamentos nas diferentes distâncias analisadas. As médias de rendimento do tratamento 2 (com lona plástica) foi ligeiramente superior desde a primeira distância das árvores analisada. Tal efeito foi visível até a distância de 14,4 m quando os rendimentos dos tratamentos igualaram-se. No primeiro plantio os valores médios de rendimentos para foram de 1.202,87; 1.396,50; 1.881,91; 2.113,57; 2.318,28; 3.386,17 kg.ha⁻¹ para o tratamento 2; de 845,64; 1.049,12; 1.394,51; 1.888,86; 2.315,81; 2.892,68 kg.ha⁻¹ para o tratamento 3 nas distâncias de 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 metros das árvores. A média encontrada para a testemunha foi de 3.942,30 kg.ha⁻¹.

Analisando-se somente as 4 primeiras posições amostradas pôde-se verificar que a diferença encontrada entre os tratamentos foi relevante, mostrando um nível de significância de 9,42%. Tal fato comprova a existência de competição abaixo do nível do solo, por água e nutrientes entre as plantas das duas culturas. Vale ressaltar que esta diferença significativa foi encontrada mesmo neste experimento onde não ocorreu limitação de água, uma vez que era irrigado. Furia (2000) em experimento similar em SAF de seringueira e milho não encontrou diferença em rendimento de grãos entre os tratamentos com lona e sem lona plástica, separando as raízes das duas culturas.

No segundo plantio os valores obtidos foram de 1.042,17; 1.599,65; 1.523,90; 2.397,00; 2.460,48; 2.420,99 kg.ha⁻¹ para o tratamento 2; de 773,64; 1.416,16; 1.656,09; 2.059,47; 2.410,23; 2.819,00 kg.ha⁻¹ para o tratamento 3 nas distâncias de 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 metros das árvores. A média encontrada para a testemunha foi de 2.176,19 kg.ha⁻¹. Neste plantio os tratamentos não apresentaram diferença significativa em qualquer das posições de distância das árvores (ver figura 21).

Diversas são as publicações que salientam a pouca profundidade das raízes do feijoeiro. A quase totalidade das raízes do feijoeiro situa-se a uma profundidade de até 20 cm, quase que restringindo-se à camada arável. Dada a esta característica, a cultura do feijoeiro é fortemente influenciada por períodos de estiagem (Araújo et al., 1996; Vieira 1967, 1978 e 1985 e Inforzato & Miyasaka, 1963).

Para Bernardes et al. (1998), as raízes da seringueira são extremamente superficiais restringido-se em sua maior parte a uma profundidade de 0,6 metros. Estes

autores verificaram que as raízes de seringueira de 13 anos de idade atingiram um raio de dispersão lateral de até 10,5 metros, sendo que a partir de 6 metros a quantidade de raízes diminuiu abruptamente apresentando pouquíssimas raízes e restritas na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Para estes autores a competição abaixo da superfície do solo é restrita a distância a partir das árvores onde ocorrem suas raízes e proporcional à sua biomassa. Para Teixeira et al. (1997), as associações de diferentes espécies em sistemas de produção e suas conseqüentes interações modificam suas influências individuais no ciclo da água e nutrientes, como por exemplo, a competição radicular e alterações do microclima.

Os resultados obtidos por Meng et al., (1996) em estudo das relações hídricas em SAF de quebra-vento (*Populus tomentosa*) e cevada puderam indicar que (1) a captura da água pelas árvores do quebra-vento foi maior à distância de 1,5H (H = altura das árvores); (2) ocorreu mais intensamente no estágio de enchimento dos grãos; (3) nas áreas do campo protegidas pelo quebra-vento a evapotranspiração foi 12,3% menor do que nas áreas abertas e; (4) o conteúdo de água no solo foi menor a partir do quebra-vento a 0,5 H, aumentando à distância de 0,5H a 5,0H.

A diferença de comportamento entre os tratamentos nos diferentes plantios muito provavelmente deve-se à queda das folhas da seringueira durante a época do inverno, coincidindo com o segundo plantio. A competição abaixo do nível do solo foi muito mais intensa na época do verão/outono, durante o primeiro plantio, quando a seringueira atingiu seu enfolhamento máximo com valores de IAF ao redor de 3,0 em abril/maio. A maior evapotranspiração das seringueiras nesta época, seja pela maior insolação, maior temperatura do ar ou maior enfolhamento fez com que sua demanda hídrica e por nutrientes fosse intensificada. Com isso aumentou-se a competição com os feijoeiros que induziu às diferenças encontradas entre os tratamentos 2 e 3. Já no segundo plantio, época de senescência das folhas da seringueira na região sul/sudeste do país, não foi encontrada diferença entre os tratamentos experimentais.

A semeadura do feijoeiro do segundo plantio na época de praticamente ausência de folhas (15 de julho), fez com que o início da competição fosse retardado. Nesta época as seringueiras apresentaram seu menor IAF com valores ao redor de 0,5 a 1,2. Com o

início do enfolhamento das seringueiras ocorreu o aumento gradual da demanda por água e nutrientes destas plantas, que passaram a competir com os feijoeiros pelos recursos disponíveis. Os feijoeiros deste plantio facearam seringueiras com valores muito menores de IAF durante todo o seu ciclo que os apresentados no primeiro plantio, quando as seringueiras apresentaram seu IAF máximo (ver item 4.2.1). Estes resultados coincidem com os obtidos por Blanco et al., (1969) que verificaram que após o 20º dia após o plantio do feijoeiro a competição exercida pelas plantas daninhas não foi significativa.

4.1.6. Disponibilidade de luz ao feijoeiro e modelo de atenuação

A eficiência do processo fotossintético está estritamente relacionada a distribuição e interceptação da luz pelas diferentes plantas que constituem um sistema (White & Izquierdo, 1989). Gardiner et al. (1979) e Burga (1978) verificaram que as folhas do feijoeiro têm orientação fortemente horizontal, porém podem assumir posições mais eretas em plantios mais adensados. Deste modo o feijoeiro diminui o coeficiente de extinção da luz (k), permitindo uma maior interceptação da radiação pela copa.

Os resultados das medições da disponibilidade de luz ao feijoeiro nas diversas distâncias em relação à seringueira encontram-se nas tabelas 28 e 29 (do anexo) referentes ao primeiro e segundo plantios respectivamente. Estes valores são relativos ao piranômetro que representa a condição de luminosidade do feijoeiro em monocultivo. Nestas tabelas são apresentados os resultados de alguns dias (63 dias no primeiro plantio e 110 dias no segundo plantio) obtidos experimentalmente. Neste trabalho somente tais dados foram levados em consideração.

Como pode-se observar as frações médias da radiação disponível ao feijoeiro variaram no primeiro plantio de 0,20; 0,29; 0,28; 0,50; 0,67 e 0,86 para as distâncias das árvores de 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 metros respectivamente. No segundo plantio esta variação foi de 0,29; 0,35; 0,40; 0,61; 0,68 e 0,83 para as mesmas posições de coleta. A insolação nas 4 primeiras distâncias foram em média 30% maior no segundo plantio em relação ao primeiro.

Os dados demonstram a forte interceptação da luz pela seringueira na época do verão/outono dada pela forte atenuação da radiação medida próxima à estas (1º plantio) como causa de seu grande enfolhamento. No segundo plantio a radiação disponível ao feijoeiro nas linhas mais próximas das árvores foi maior. Neste caso, até a distância de 9,9 metros das seringueiras a fração da radiação disponível ao feijoeiro foi superior ao primeiro plantio. Somente após a distância de 14,4 metros os valores obtidos nos dois plantios igualaram-se.

As figura 22 e 23 mostram que a fração de fitomassa da parte aérea do feijoeiro, dada pela relação entre a massa medida nos tratamentos e a medida na testemunha, tem uma estreita relação com a fração de irradiância (I_r/I_o) que atingiu o topo das copas dos feijoeiros.

Figura 22. Correlação linear entre a massa relativa de fitomassa da parte aérea da cultura do feijoeiro, calculada pela relação entre a massa medida nos tratamentos e a medida na testemunha, com a fração da radiação disponível à estas (I_r/I_o) - (1º plantio).

Figura 23. Correlação linear entre a massa relativa de fitomassa da parte aérea da cultura do feijoeiro, calculada pela relação entre a massa medida nos tratamentos e a medida na testemunha, com a fração da radiação disponível à estas (I_r/I_o) - (2º plantio).

Foi observado que a disponibilidade de radiação (I_r) para a cultura intercalar seguiu a equação proposta. Nas figuras 24 e 25 podemos ver que as frações de irradiação (I_r/I_o) medidas e simuladas pelo modelo proposto apresentou boa aproximação entre os valores. O modelo simula adequadamente a radiação medida, que por sua vez está estritamente relacionada com a produção de fitomassa.

Podemos observar que no primeiro plantio o decréscimo na disponibilidade de radiação foi o principal fator para a redução do crescimento dos feijoeiros mais próximos das árvores (Righi & Bernardes, 1999). Já no segundo plantio houve menor redução na disponibilidade de radiação aos feijoeiros mais próximos das árvores em função do desfolhamento das seringueiras, e não se obteve uma correlação tão precisa.

Figura 24. Disponibilidade de luz mensurada (pontos) e simulada pela equação proposta (---) - 1º plantio.

Figura 25. Disponibilidade de luz mensurada (pontos) e simulada pela equação proposta (---) - 2º plantio.

Righi et al., (1998) e Castro & Bernardes (1998) verificaram que o renque de árvores não atua como um corpo negro como originalmente proposto pelo modelo. Em estudo de SAF de seringueira no estado do Mato Grosso e em Piracicaba Castro & Bernardes (1998) propuseram uma modificação no modelo de atenuação. Esta modificação considera a luz vinda do renque de árvores e disponível à cultura intercalar como dependente do IAF destas árvores. Tal modificação permite uma previsão mais acurada da luz disponível, bem como aproximações quanto ao total de fitomassa produzida pela cultura anual.

4.1.7. Resultados do IRGA

Os dados coletados com o aparelho Li-6400 da Li-COR Inc. referem-se somente ao segundo plantio do feijoeiro. Alguns resultados são discutidos a seguir.

4.1.7.1. Temperatura foliar

A temperatura é determinante da velocidade com que as reações enzimáticas ocorrem no interior das células, podendo determinar uma maior ou menor produtividade vegetal. Para o feijoeiro a temperatura média ótima é de 18 a 24° C, sendo 21° C considerada a ideal (Araújo, 1996, Vieira, 1967, 1978, 1985).

Neste experimento a temperatura foliar variou nas diferentes posições como pode-se observar na figura 26. As medições referem-se às médias dos tratamentos 2 e 3 e testemunha medidos nos períodos da manhã e da tarde.

Durante o período da manhã a temperatura foliar foi de 26,76 °C na primeira posição, aumentando de forma quase linear em relação à distância das árvores tendendo a igualar-se à temperatura verificada na testemunha (28,17 °C) na sexta posição (a 18,9 m) com temperatura de 28,01 °C. Tal fato deve-se provavelmente ao maior sombreamento das áreas mais próximas às seringueiras. Uma vez que as linhas de seringueira estão na direção NE/SW, e os feijoeiros foram plantados do lado SE a cultura anual é ensolarada pela parte da manhã. A sombra das árvores atinge inicialmente as linhas de feijoeiro mais próximas das seringueiras, avançando gradualmente.

Figura 26. Variação da temperatura (°C) foliar do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - 2º plantio.

No período da tarde as temperaturas nas diferentes posições e da testemunha tenderam a igualar-se ao redor de 30° C. Nesta ocasião as posições mais próximas das árvores já estavam sob a influência de sombra até uma distância de pelo menos 10 m.

Linacre (1964) em trabalho clássico verificou que a temperatura foliar está intimamente relacionada à temperatura do ar. Ao redor de 33° C há uma tendência de igualdade entre a temperatura do ar e das folhas, sendo que a temperaturas inferiores as folhas apresentam-se mais aquecidas que o ar e a temperaturas superiores tendem a ser mais frias. As folhas são eficientes na troca de calor com o ambiente dada à sua transpiração e principalmente à sua alta relação superfície/volume.

Algumas plantas de regiões montanhosas expostas a pouco vento podem manter a temperatura da folha bem acima da do ambiente. Porém, folhas expostas ao vento permanecerão com suas temperaturas próximas ao meio em que se encontram

(Campbell, 1986). Tal fato foi muito bem demonstrado por Vogel², citado por Monteith (1973), em seu experimento com lâminas de cobre. A alta correlação temperatura foliar x temperatura do ar também foi observada neste experimento (figura 27).

Figura 27. Correlação linear com interseção em zero da temperatura foliar com a temperatura do ar (°C). Os pontos plotados referem-se aos dados coletados em campo - 2º plantio.

O vento é o transporte em larga escala de massa de ar, resultante da diferença de pressão entre os locais. Ele está diretamente envolvido com o calor e a transferência de massa por convecção forçada, influenciando na temperatura e troca de gases através da camada limite das plantas. O aumento da velocidade do vento faz com que a resistência da camada limite sobre as folhas diminua, aumentando a evaporação e fazendo com que a temperatura da folha fique próxima a temperatura do ar (Coombs et al., 1985).

As diferenças de temperatura verificadas muito provavelmente contribuíram para o atraso na maturação dos feijoeiros do segundo plantio situados até uma distância de 4 metros das árvores. Bernardes et al. (1999) sugerem que há forte evidência de que o sinal da temperatura que afeta a taxa de desenvolvimento é processado nas folhas.

² VOGEL, S., Convective cooling at low air speed and the shapes of broad leaves. **F. Exp. Bot.**, v.21,p.91, 1970

4.1.7.2. Condutância estomática

A abertura estomática está relacionada à diversos fatores ambientais como vento, disponibilidade de água, luz, etc. A transpiração é importante na fotossíntese pois a perda de água influencia tanto o conteúdo desta na planta, quanto seu balanço energético. Desta maneira todos os fatores estão relacionados à taxa fotossintética da planta (Campbell, 1986).

A condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) do feijoeiro nas diferentes posições e períodos do dia variou conforme a figura 28.

Figura 28. Variação da condutância estomática ($\text{mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - 2º plantio.

A condutância estomática do feijoeiro foi superior no período da manhã em todas as posições amostradas. Esta variou de 0,27; 0,30; 0,28; 0,40; 0,47 e 0,35 $\text{mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para as distâncias de 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 metros similarmente para os tratamentos 2 e 3 no período da manhã. No período da tarde estes valores variaram de 0,18; 0,16; 0,11; 0,20; 0,29 e 0,16 $\text{mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o tratamento 2 e de 0,08; 0,08; 0,06; 0,13; 0,16 e 0,25 $\text{mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o tratamento 3 nas mesmas posições.

Não foi verificada variação na condutância estomática dos feijoeiros da testemunha, apresentando valores em torno de $0,42 \text{ mol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para ambos os períodos avaliados.

Deve-se notar que os feijoeiros situados nas distâncias a 14,4 m durante o período da manhã apresentaram condutância estomática superior a encontrada na testemunha. Tal fato foi consistente com as coletas realizadas e com as demais medições. Esta maior condutância pode ser atribuída ao efeito de proteção exercida pelas árvores, sendo porém tal influência negativa com o aumento do sombreamento. Devemos ressaltar que as medidas realizadas foram pontuais, restringindo-se à medidas instantâneas e de uma única folha.

4.1.7.3. Transpiração do feijoeiro

Diversos autores citados por Matzenauer et al. (1982) (Tanner³ et al., 1960; Chang⁴, 1968; e Jensen⁵, 1973) relacionam a evapotranspiração diretamente à radiação solar, sendo esta a principal fonte de energia calorífica. A máxima evapotranspiração possível é aproximadamente igual ao saldo da radiação, exceto para dias extremamente quentes e com ventos intensos, devido ao efeito da advecção, ou dias quentes e nublados com pouca radiação e outros fatores interferentes. Em locais sem deficiência hídrica, mais de 80% do saldo de radiação é utilizado na evapotranspiração.

No decorrer do dia com o aumento da temperatura (próximo ao meio dia), aumenta-se o nível energético das moléculas, resultando também em aumento da evaporação. A atmosfera menos saturada aumenta a demanda evaporativa, sendo deste modo capaz de reter maior quantidade de água. Desta maneira o ar funciona como um reservatório que se expande e/ou contrai com o aumento ou decréscimo da temperatura (Pereira et al., 1997).

3 TANNER, C.B.; PETERSON, A.E. e LOVE, J.R. Radiant Energy Exchange in a Corn Field. *Agronomy Journal*. Madison, v.52, p.373-379, 1960.

4 CHANG, J.H. *Climate and Agriculture; an Ecological Survey*. Chicago:Aldine. 1968. 304 p.

A transpiração dos feijoeiros durante o dia variou conforme a figura 29.

Figura 29. Variação da transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - 2º plantio.

Podemos observar que os feijoeiros da testemunha apresentaram o máximo da transpiração avaliada tanto de manhã como a tarde com valores de 6,76 e 8,10 $\text{mmolH}_2\text{O.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Os feijoeiros nas demais posições apresentaram valores de transpiração menores, apesar de uma condutância estomática superior na posição 5 (14,4 m) no período da manhã. Muito provavelmente este fato deve estar relacionado a redução da velocidade do vento e da radiação nas posições mais próximas das árvores dado o seu efeito de proteção.

Para Lawson et al. (1995) a evaporação do solo e a transpiração das culturas mais baixas (intercalares) modificam o ar acima destas, fazendo com que aumente a umidade do ar, reduzindo a transpiração destas. Estes autores verificaram que mudanças na transpiração das culturas devido a fluxos das camadas mais baixas podem chegar entre 15 a 20%.

A transpiração de uma cultura é muito utilizada nos modelos matemáticos para avaliação de sua produtividade. Modelos que associam a evapotranspiração da cultura com sua produção foram os primeiros a serem construídos e são muito bem descritos por Doorenbos & Kassam (1994). Segundo Passioura⁶ (1986) citado por Pimentel (1998), o rendimento de uma cultura é proporcional ao volume de água transpirada durante o ciclo multiplicado pela eficiência do uso da água (EUA) e pelo índice de colheita.

Embora intimamente ligados, a evapotranspiração e a disponibilidade de energia, a utilização da água pela cultura pode ser alterada de modo a aumentar a EUA uma vez que as plantas possuem mecanismos de adaptação às condições de decréscimo de luminosidade (Kramer, 1983). A retirada de água do solo depende do potencial hídrico da raiz e da matriz do solo onde a planta cresce. A distribuição das raízes afeta a captura de água pela planta, distribuição da água no solo e drenagem profunda (Pang et al., 1996).

4.1.7.4. Fotossíntese e eficiência do uso da água (EUA)

A figura 30 mostra a saturação da fotossíntese do feijoeiro em função do aumento da radiação fotossinteticamente ativa (PAR). Esta saturação ocorreu ao redor de 750 μ mol de fótons de PAR por segundo.

Pode-se assumir que a disponibilidade de energia radiante nas posições mais distantes das árvores esteja acima do que as plantas sejam capazes de utilizar, sendo portanto muito desta energia dissipada tanto na forma de calor como pela transpiração e aumento da respiração. Laing et al. (1984) cita trabalhos não publicados de El-Sharkaway (s.n.t.) que demonstrou que a taxa da assimilação líquida variou fortemente com a temperatura, sendo seu ótimo com temperaturas entre 21° a 31° C. Este fato também é muito bem discutido em Campbell (1986), Lövenstein et al. (1993) e Penning de Vries et al. (1989). Hesse & Lenz (1982) não encontraram diferenças na taxa de assimilação devido ao déficit de pressão de vapor utilizando 50 klux de irradiância a 22° C.

⁶ PASSIOURA, J.B. Resistance to drought and drought salinity: avenues for improvement. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.13, p.191-201, 1986.

Figura 30. **Fotossíntese** do feijoeiro em função da disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) - 2º plantio.

O acúmulo em fitomassa pelas plantas é o resultado do balanço entre fotossíntese, respiração e perdas devidas à senescência e abscisão foliar (White & Izquierdo, 1989). O feijoeiro é notadamente uma planta que adapta-se às condições de sombreamento por conseguir um balanço positivo de carbono (Vieira, 1985).

As plantas interceptam a energia solar para fotossíntese, mas normalmente menos de 5% é usado neste processo. O restante da energia é usada para aquecer as plantas e organismos ao redor, sendo a energia solar determinante da temperatura em que ocorrem os processos fisiológicos (Coombs et al., 1985).

A fotossíntese é o mecanismo básico de conversão de energia radiante em energia química armazenável. A fotossíntese líquida, expressa também pela fitomassa, normalmente apresenta correlação direta com o aumento da disponibilidade de energia radiante. Entretanto é sabido que as plantas C_3 , entre elas o feijoeiro, saturam-se a uma disponibilidade lumínica de cerca de $\frac{1}{3}$ da radiação disponível nos trópicos (Vieira, 1967). Para Tanaka & Fugita (1979) o aumento além de 40 klux (ao redor de 400 W.m^{-2}) não propiciou aumentos na fotossíntese em folhas de feijoeiro estudadas isoladamente. Já para Shibles et al. (1975), a taxa fotossintética máxima encontrada foi com cerca de 300

W.m^{-2} de radiação, sendo a mesma para a soja. Por outro lado, Sale (1975) estudando plantas de feijoeiro inteiras encontrou o ponto de saturação por luz entre 600 a 650Wm^{-2} . Estes valores são portanto muito superiores aos encontrados para folhas isoladas, confirmando o comportamento diferenciado das folhas em uma mesma planta. Para White & Izquierdo (1989) a taxa fotossintética máxima varia substancialmente com a idade da folha e das condições ambientais. As folhas aumentam sua capacidade fotossintética a medida que se expandem, estabilizando em um patamar por um período muito variável e finalmente esta declina com a senescência. Burga (1978) encontrou em feijoeiro evidências de que a taxa fotossintética máxima varia com a posição da folha dentro da copa, com um máximo no início do enchimento das vagens.

O feijoeiro apresentou boa resposta ao aumento na disponibilidade de luz com aumento em produção de fitomassa e em rendimento (ver item 4.1.1.). Sendo a fitomassa considerada como a fotossíntese líquida realizada pelas plantas, esta apresentou boa correlação linear com a fração da radiação disponível nas respectivas distâncias das árvores analisadas (ver item 4.1.6.). Neste experimento, pôde-se observar que o primeiro plantio apresentou boa correlação linear enquanto que no segundo plantio tal fato não pôde ser verificado dada a maior disponibilidade de luz nas posições mais próximas das árvores. A fotossíntese avaliada no segundo plantio variou conforme a figura 31.

A fotossíntese medida foi superior no período da manhã quando a radiação era menor para todas as posições. A fotossíntese da testemunha variou pouco obtendo-se valores de 21,19 de manhã e $18,54 \mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ de tarde. As demais posições apresentaram ampla faixa de variação com forte queda na fotossíntese no período da tarde. Os valores médios obtidos foram muito próximos entre os tratamentos 2 e 3 e são: 11,46; 15,78; 15,16; 21,15; 22,28 e $17,09 \mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o período da manhã e de 3,40; 4,64; 3,68; 6,37; 11,46 e $14,84 \mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o período da tarde. Nas posições 4 e 5 a fotossíntese foi superior (trat. 2) ou igualou-se (trat. 3) à da testemunha, muito embora estejam em uma posição que recebeu em média somente cerca de 61 a 68% da radiação em relação a testemunha. A queda acentuada da fotossíntese nas posições mais próximas às árvores deve-se ao intenso sombreamento que ocorre no período da tarde. Estes dados confirmam os de Louwerse & Zweerde, (1977) que

encontraram taxas máximas de assimilação líquida em plantas sob alta irradiância e que esta estava correlacionada com o AFE e o número de cloroplastos.

Figura 31. Variação da **fotossíntese** ($\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) do feijoeiro em função da distância das árvores e do horário do dia. Manhã refere-se a medida realizada das 9:00 às 11:00 horas e Tarde das 14:00 às 16:30 horas. - 2º plantio.

É interessante notar que a transpiração, a condutância estomática assim como a fotossíntese medidas em todas as posições avaliadas diminuiu no período da tarde apesar de a temperatura foliar neste período praticamente ter equiparado-se à da testemunha. Diferentemente, os feijoeiros da testemunha, tiveram sua transpiração (de 6,76 para 8,10 $\text{mol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) ligeiramente aumentada e fotossíntese (de 21,19 para 18,54 $\mu\text{mol CO}_2.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) ligeiramente diminuída no período da tarde enquanto que a sua condutância estomática permaneceu praticamente constante ao longo do período avaliado (de 0,41 para 0,42 $\text{mol H}_2\text{O}.\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$), tendo a temperatura foliar aumentado de 28 para 30 °C.

A maior disponibilidade de luz aos feijoeiros das testemunhas, tanto do primeiro como do segundo plantios (ver item 4.1.6.), propiciou que os feijoeiros apresentassem IAF superior às demais posições na maior parte do tempo (ver item 4.1.2.). Deste modo os feijoeiros da testemunha apresentaram maior capacidade de interceptação da radiação solar disponível durante todo o período do dia e a uma taxa fotossintética estabilizada em um patamar superior às demais posições. Tais fatos contribuíram para que os feijoeiros da testemunha apresentassem uma maior fitomassa e maior rendimento final.

Calculando-se a EUA dos feijoeiros pela divisão da fotossíntese pela transpiração mensurada nas referidas posições, obtemos os valores de 0,002524; 0,003167; 0,003384; 0,003368; 0,003108 e 0,003319 pela manhã e de 0,000879; 0,001305; 0,001783; 0,001453; 0,002181 e 0,002244 pela tarde respectivamente para as distâncias de 3,2; 4,5; 6,3; 9,9; 14,4 e 18,9 metros das árvores. Os valores da testemunha foram de 0,003135 de manhã e de 0,002288 a tarde (figura 32).

Figura 32. Variação da Eficiência do Uso da Água (EUA) (fotossíntese/ transpiração - $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) em função da distância das árvores. - 2º plantio.

Podemos observar que no período da manhã a EUA de todas as posições foi similar permanecendo ao redor de $300 \times 10^{-5} \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ inclusive na testemunha. No período da tarde a EUA foi muito diminuída nas 4 primeiras posições ocorrendo muito maior transpiração em relação à fotossíntese realizada. A EUA da posição 5 e 6 foi similar à da testemunha com valores próximos de $200 \times 10^{-5} \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} / \mu\text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

Analisando-se os dados do IRGA, observou-se que o déficit de pressão de vapor foram similares para todas as distâncias. Aparentemente as árvores não propiciaram uma condição microclimática mais úmida que propiciasse uma menor perda d'água pelos

feijoeiros, como sugerido por Lawson et al. (1995). A irradiância foi muito menor para os feijoeiros mais próximos das árvores (ver item 4.1.6.). A diminuição da condutância estomática dos feijoeiros mais próximos às árvores acarretou uma diminuição na transpiração destes, porém a fotossíntese apresentou uma redução mais acentuada, obtendo-se assim uma menor EUA (figura 32).

4.2. SERINGUEIRA

4.2.1. Índice de área foliar (IAF) da seringueira

O IAF (m^2 de folha/ m^2 de área de solo ocupada) medido da seringueira variou como pode ser visualizado nas figuras 33 e 34, sendo estes valores referentes a seringueira em cultivo em renques e seringueira em monocultivo respectivamente. Pode-se observar que o IAF das árvores simulando um cultivo em renque foi superior em todos os cultivares estudados, atingindo valores máximos entre os meses de abril e maio, com valores de 3,17 para o RRIM 527; 2,83 para o RRIM 600 e 2,28 para o IAN 3087. Para as seringueiras simulando monocultivo os valores máximos de IAF foram de 2,65 para o RRIM 527; 2,62 para o RRIM 600 e 1,99 para o IAN 3087 no mesmo período. Note que em novembro de 1999 o cultivar IAN 3087 supera o valor máximo encontrado no primeiro semestre, atingindo já aí IAF de 2,21, provavelmente devido à ocorrência de ataque de ácaros entre fevereiro e maio de 1999.

A queda das folhas por ocasião do inverno, no mês de julho, ocorreu mais rapidamente nas seringueiras em monocultivo do que nas em SAF. Apesar de esta queda ser abrupta em ambos os casos, nas seringueiras em SAF esta queda foi um pouco mais lenta, sendo significativa estatisticamente como pode ser visto nas tabelas do apêndice (ver tabela 9 – 30/jun/99).

Figura 33. Variação do IAF (m^2 de folha/ m^2 de área de solo ocupada) da seringueira em cultivo em SAF.

Figura 34. Variação do IAF (m^2 de folha/ m^2 de área de solo ocupada) da seringueira em monocultivo.

O maior enfolhamento das árvores simulando uma condição de cultivo em SAF provavelmente deve-se à maior disponibilidade de radiação em uma das faces das árvores (face voltada para o cultivo de feijoeiro). As árvores nessas condições tiveram seu crescimento restringido em menor intensidade pelas árvores vizinhas em comparação com as árvores do monocultivo, no espaçamento de 7 m entre linhas por 3 m entre árvores. Não foi observada diferença significativa do IAF entre os tratamentos realizados experimentalmente (tratamentos 1; 2 e 3) (vide figuras 35 a 40).

Figura 35. Variação do IAF da seringueira - cultivar RRIM 600 - em cada tratamento - SAF.

Figura 36. Variação do IAF da seringueira - cultivar IAN 3087 - em cada tratamento - SAF.

Figura 37. Variação do IAF da seringueira - cultivar RRIM 527 - em cada tratamento - SAF.

Figura 38. Variação do IAF da seringueira - cultivar RRIM 600 - em cada tratamento - monocultivo.

Figura 39. Variação do IAF da seringueira - cultivar IAN 3087 - em cada tratamento - monocultivo.

Figura 40. Variação do IAF da seringueira - cultivar RRIM 527 - em cada tratamento - monocultivo.

As árvores de seringueira em cultivo em SAF adaptam-se à maior disponibilidade de luz, com o aumento do índice de área foliar e área foliar total, maximizando a captura da luz incidente.

A senescência e queda das folhas teve início em meados de junho, com abrupta redução do IAF neste período para os cultivares RRIM 527 e RRIM 600. Já para o IAN 3087 podemos verificar uma diminuição do IAF mais lenta e contínua, apresentando também um enfolhamento mais precoce, como descrito por Righi et al. (1998).

4.2.2. Produção de Borracha

No presente estudo foram encontrados incrementos da ordem de 30 a 50% na produção de borracha nos sistemas em SAF em comparação aos sistemas convencionais. Dijkman (1951) relata o cultivo de seringueira em renques com amplos espaços entre estes (sistema de avenidas), o que possibilita o cultivo das faixas entre suas linhas. Também relata o aumento da produção de borracha por árvore nos sistemas em renque.

Nos gráfico de produção de borracha seca (figuras 41 e 42), podemos ver que a produção das seringueiras em SAF apresenta uma tendência de crescimento acentuada atingindo já em março de 1999 valores de produção ao redor de $160 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{mês}^{-1}$ e aumentando para $250 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{mês}^{-1}$ no mês de abril. Nas seringueiras em monocultivo no mês de março já se verifica uma estabilização da produção, atingindo valores ao redor de $160 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{mês}^{-1}$ (médias para os três tratamentos).

As tabelas 31 e 32 (ver anexo) apresentam os dados de campo com a produção mensal de cada árvore ($\text{g BorSec.árv.}^{-1}$). A produção média mensal de borracha seca por árvore no SAF foi de 119,13; 210,22; 340,76; 512,66; 506,63; 438,62; e 205,05 $\text{g BorSec.árv.}^{-1}.\text{mes}^{-1}$ e no monocultivo foi de 131,29; 188,78; 353,06; 370,48; 337,71; 282,16; e 121,66; $\text{g BorSec.árv.}^{-1}.\text{mes}^{-1}$; para os meses de dez./98, fev/99, mar/99, abr/99, mai/99, jun/99 e jul/99, respectivamente. Podemos observar que a produção de borracha seca das árvores em SAF manteve-se superior durante todo o período experimental. A produção média anual por árvore foi de 2.333,07 para árvores em SAF e de 1.785,13 $\text{g BorSec.árv.}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ para as árvores em monocultivo, independentemente

do tratamento experimental. Esta diferença significa um acréscimo médio de cerca de 30% na produção das árvores em SAF em relação ao monocultivo.

Figura 41. Variação da produção de borracha seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$) para o ano agrícola de 1999. Seringueiras em cultivo em SAF.

Figura 42. Variação da produção de borracha seca ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$) para o ano agrícola de 1999. Seringueiras em monocultivo.

A produção de borracha seca nas árvores da primeira linha foi superior às árvores em monocultivo, em 50% em média para o tratamento 1 em 13% para o tratamento 2 e em 30% para o tratamento 3.

Algumas comparações das produções de borracha seca podem ser vistas na tabela abaixo (tabela 3).

Tabela. 3. Incremento em produção de borracha seca das seringueiras em SAF em comparação às em monocultivo (%).

<u>Mês</u>	<u>Trat. 1</u>	<u>Trat. 2</u>	<u>Trat. 3</u>
Dez/98	11,19%	-35,06%	0,70%
Fev/99	22,92%	-10,13%	23,14%
Mar/99	13,25%	-30,58%	10,50%
Abr/99	56,73%	8,11%	53,75%
Mai/99	81,21%	25,67%	49,10%
Jun/99	70,80%	64,63%	31,83%
Jul/99	93,38%	67,72%	46,78%
Média	49,93%	12,91%	30,83%

No tratamento 2 foi verificada uma diminuição da produção em relação à testemunha de seringueira (trat. 1) de 15%, provavelmente devido à restrição ao desenvolvimento das raízes imposta pela lona plástica. Os números negativos apresentados no tratamento 2 significam um decréscimo de produção das seringueiras em SAF em relação às em monocultivo. A partir de abril, as árvores deste tratamento passaram a apresentar um incremento em produção significativo e com forte aumento. Esta redução inicial de produção provavelmente deveu-se ao corte das raízes devido a inserção da lona plástica, tendo as seringueiras destinado maior fluxo de fotoassimilados para seu restabelecimento. Isto pode ser considerado uma limitação à adoção da metodologia proposta por Willey & Reddy (1981) e Ong et al. (1996) para o estudo da competição abaixo do nível do solo. Uma revisão deste método deve ser realizada.

A análise de regressão linear da produção de borracha seca com o IAF apresentou boa correlação (figuras 43, 44 e 45). Para as árvores em SAF o r^2 foi de 0,6437 e para as em monocultivo o r^2 foi de 0,7119. O r^2 das árvores em SAF foi menor pois estas apesar de apresentarem maior produtividade também puderam destinar seus fotoassimilados para outras funções, como crescimento e produção de sementes. O incremento em IAF não necessariamente pode ser traduzido em incremento de produção apesar da boa correlação apresentada. Como veremos adiante a produção de borracha pelas árvores está muito mais associada à seu diâmetro de tronco, funcionando este também como local de acúmulo de látex.

Figura 43. Regressão linear entre IAF (m^2/m^2) e produção de borracha seca ($g.árvore^{-1}$). Árvores em SAF.

Figura 44. Regressão linear entre IAF (m²/ m²) e produção de borracha seca (g.árvore⁻¹). Árvores em monocultivo.

Figura 45. Regressão linear entre IAF (m²/ m²) e produção de borracha seca (g.árvore⁻¹). Árvores em SAF e em monocultivo juntas.

4.2.3. Crescimento das árvores

4.2.3.1. Altura das Árvores

O crescimento das árvores mostrou um padrão de comportamento de uma exponencial com períodos de estabilização. A equação que melhor configurou esta situação foi uma polinomial de terceira ordem: $y = -9E-06x^2 + 0,6836x - 12449$. As seringueiras apresentaram um forte crescimento durante a primavera - verão (setembro a maio). Com a chegada do outono- inverno e a conseqüente perda das folhas, as seringueiras não apresentaram qualquer crescimento. Devemos lembrar que o maior IAF apresentado pelas seringueiras foi em abril/maio e a senescência das folhas teve início em meados de junho atingindo seu valor mínimo em julho (item 4.2.1.). A figura 46 ilustra o tipo de crescimento das seringueiras.

Figura 46. Crescimento em altura (m) das seringueiras em SAF e em monocultivo.

A altíssima correlação encontrada ($r^2=0,9501$) não deixa dúvidas quanto ao padrão de comportamento apresentado. Não foi encontrada diferença em crescimento em altura nas plantas nos diferentes tratamentos.

As árvores do cultivar IAN 3087 são mais baixas que as demais pois foram plantadas no campo um ano após os outros cultivares utilizados neste experimento. As árvores em SAF apresentaram uma altura média de 11,60; 13,98 e 14,01 metros e as em monocultivo uma média de 12,62; 14,25 e 14,30 metros para os cultivares IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527 respectivamente.

As árvores em SAF são mais baixas do que as em monocultivo em cerca de 0,5 a 1 metro. A maior altura das árvores em monocultivo deve-se provavelmente ao fato de o dossel formado por estas já encontrar-se fechado. A competição intra-específica induz a um crescimento em altura. Respondendo aos estímulos do ambiente em que se encontra, as seringueiras com seu crescimento em altura sofrem uma desrama natural de seus galhos mais baixos, que ficam assim cada vez mais sombreados, e acabam ficando abaixo do ponto de compensação lumínica. As árvores em SAF não têm seu crescimento limitado por suas vizinhas, podendo assim investir em seu crescimento lateral da copa. Isto permite maior capacidade assimilatória, resultando em maior crescimento em diâmetro do tronco e em fitomassa e na produção de borracha.

As árvores formaram uma parede de altura variável faceando a cultura do feijoeiro. As alturas médias tanto das árvores em SAF como em monocultivo podem ser visualizadas na figura 47.

Figura 47. Altura média (m) das árvores em SAF e em monocultivo dos diferentes cultivares, IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527.

4.2.3.2. Perímetro do tronco e fitomassa da parte aérea da seringueira

O Perímetro do tronco das árvores foi mensurado continuamente. Através de relações alométricas (regressão de Shorrocks et al. 1965 – equação 3, pg. 21) os valores de fitomassa da parte aérea das árvores foram estimados.

Em todos os cultivares analisados os valores obtidos de fitomassa (kg ms.árv.^{-1}) das árvores em SAF foram superiores aos encontrados nas árvores em monocultivo. Isto deveu-se seja pelo aumento da energia luminosa disponível, seja pela maior disponibilidade de área para crescimento das árvores em SAF. Para os cultivares IAN 3087 e RRIM 600 estes valores foram em média 50% maiores. Para o cultivar RRIM 527 os valores obtidos foram 35% superiores. Esta proporção manteve-se durante o período estudado.

Os valores médios em kg fitomassa para árvores em SAF e em monocultivo nos diferentes cultivares foram respectivamente: IAN 3087 – 240 e 160; RRIM 600 – 370 e 250 e RRIM 527 – 360 e 270 kg.ms.árvore^{-1} . As variações em fitomassa (kg ms.árvore^{-1})

entre os tratamentos experimentais foi pouco acentuada, tanto para as árvores em SAF como para as em monocultivo.

A variação do perímetro do tronco das seringueiras pode ser visualizado na figura 48 tanto para as árvores em SAF como em monocultivo. As árvores em SAF do cultivar IAN 3087 possuem o menor perímetro de tronco, com valores ao redor de 60 cm. Para os cultivares RRIM 600 e RRIM 527 os valores obtidos ficaram em torno de 70 cm. As árvores em monocultivo possuem perímetro de tronco muito menor com valores de 53; 60 e 62 cm para os cultivares IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527 respectivamente. As árvores em SAF apresentaram um perímetro de tronco em média 15% maior.

Pode-se observar que o perímetro do tronco dos cultivares IAN 3087 e RRIM 527 variaram pouco entre plantas, enquanto que o do cultivar RRIM 600 apresentou uma grande amplitude de variação, como pode ser observado no gráfico.

Figura 48. Perímetro do tronco médio (cm) das árvores em SAF e em monocultivo dos diferentes cultivares, IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527.

A correlação linear entre a produção de borracha seca anual ($\text{g.árv.}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e o perímetro do tronco (cm) foi alta com coeficiente de correlação (r^2) de 0,7324 para as árvores em SAF e de 0,5622 para as árvores em monocultivo. Analisando-se as árvores do dois sistemas de cultivos, o r^2 obtido foi de 0,6783. Nas figuras 49, 50 e 51 abaixo podemos visualizar tais correlações.

Figura 49. Correlação linear entre produção de borracha seca anual ($\text{g.árv.}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e o perímetro do tronco das árvores (cm) - árvores em SAF.

Figura 50. Correlação linear entre produção de borracha seca anual ($\text{g.árv.}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e o perímetro do tronco das árvores (cm) - árvores em monocultivo.

Figura 51. Correlação linear entre produção de borracha seca anual (g.árv.⁻¹.ano⁻¹) e o perímetro do tronco das árvores (cm) - árvores em SAF e monocultivo juntas.

4.2.3.3. Largura de Copa

A largura de copa das árvores faceando a cultura do feijoeiro para os diferentes cultivares variou conforme podemos ver na figura 52.

As árvores dos cultivares RRIM 600 e RRIM 527 possuem copas maiores, podendo representar com isso mais sombra ao feijoeiro próximo às árvores. A largura média (raio) encontrada para os cultivares IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527 foi respectivamente 4,66; 5,47 e 5,17 metros para a face voltada para o feijoeiro. As outras faces das árvores encontravam-se limitadas por suas árvores vizinhas, apresentando largura de copa de 3,5 m entre-linha e 1,5 m na linha. As árvores em monocultivo já tinham fechado o dossel e desta maneira apresentaram uma largura de copa muito similar entre si, pois também estavam limitadas pelas árvores vizinhas. Estas árvores apresentaram raios de 3,5 m entre-linha e 1,5 m na linha.

Figura 52. Largura de copa (raio) média (m) das árvores em SAF dos diferentes cultivares, IAN 3087; RRIM 600 e RRIM 527.

4.3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO SAF

Para calcular o rendimento do feijoeiro para cada distância em relação às árvores de seringueira foram utilizadas as equações encontradas que melhor se configuraram para cada plantio. Estas equações encontram-se na figura 53. Os rendimentos calculados para cada linha de 200 metros encontram-se na tabela 33 do anexo. Nesta simulação o feijoeiro produziu na área considerada ($200 \times 38 \text{ m} = 7.600 \text{ m}^2$) um total de 2.162,26 kg para o primeiro plantio e de 2.007,53 kg para o segundo plantio. Os rendimento de seus respectivos monocultivos obtidos experimentalmente foram calculados para 1 ha (10.000 m^2), sendo estes $3942,30 \text{ kg.ha}^{-1}$ e $2176,19 \text{ kg.ha}^{-1}$.

Para o cálculo da produção de borracha seca da seringueira no SAF foi realizado uma média da produção de todas as árvores analisadas da primeira linha. A média obtida para estas árvores foi de $2.333,07 \text{ g.árvore}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. O mesmo procedimento foi realizado para o cálculo da produção em monocultivo e o valor obtido foi de $1785,13 \text{ g.árvore}^{-1}.\text{ano}^{-1}$. Estes valores podem ser visualizados nas tabelas 31 e 32 do anexo. A produção de borracha seca da seringueiras em SAF foi em média 30 % maior do que sua variante em monocultivo.

Figura 53. Representação gráfica dos resultados obtidos experimentalmente e suas respectivas regressões não-lineares e equações utilizadas para o cálculo da produção das linhas não amostradas.

A maior produção alcançada por árvore em SAF por si só já representa uma melhora considerável na produção de borracha. Com aumento da produção de borracha por árvore teremos uma otimização da mão-de-obra do sangrador que representa o principal componente do custo na produção de látex.

Realizando-se o cálculo proposto na equação 5 (ver item 3.4.2.iii) obtemos os seguintes IEAs: IEA _{seringueira} = 0,36; IEA _{Feijoeiro 1 plantio} = 0,55 e IEA _{Feijoeiro 2 plantio} = 0,92. O IEA do SAF considerado será o resultante da somatória do IEA da seringueira com o IEA médio dos feijoeiros. Neste caso temos IEA _{seringueira} = 0,36 + IEA _{médio do feijoeiro} = 0,68 portanto o IEA _{SAF} = 1,04. Neste caso o SAF considerado pouco contribuiu para o aumento da produtividade; apresentou um incremento de somente 4% em relação aos respectivos monocultivos.

Porém se considerarmos os plantios individualmente para o cálculo do IEA _{SAF} teremos os seguintes valores: IEA _{SAF 1º plantio} = 0,91 e IEA _{SAF 2º plantio} = 1,28 respectivamente para o primeiro e segundo plantios. Vemos que o SAF mais vantajoso é o da época de inverno, correspondente ao segundo plantio do experimento. Neste

observamos um incremento de produção de 28% em relação aos monocultivos de seus componentes. Já o SAF com o feijoeiro do primeiro plantio apresentou uma menor produção com decréscimo na ordem de 9%. Este fato provavelmente deve-se ao maior enfolhamento da seringueira na época do verão/outono que causou um maior sombreamento e também maior competição com os feijoeiros.

Com base nesta avaliação é possível afirmar que o SAF mais vantajoso é o realizado na época de inverno (2º plantio), sendo o SAF de verão (1º plantio) ligeiramente desvantajoso. Uma opção para otimizar o SAF seria utilizar um outro intercultivo de verão, que não o feijoeiro, que apresentasse alguma vantagem relativa ao seu monocultivo, e que redundasse em um IEA também vantajoso para esta época do ano. Para uma análise mais rigorosa da viabilidade deste SAF em questão, é necessário fazer um estudo de viabilidade econômica. Neste, a redução do custo de mão-de-obra na sangria das seringueiras deve ser levado em conta, bem como o gasto de sementes e tratos culturais dispensados ao feijoeiro menos favorecido pelo consórcio.

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

O feijoeiro é tido como uma planta que adapta-se muito bem às diferentes condições de cultivo, especialmente ao consórcio com outras plantas cultivadas. Sua alta plasticidade é muito comentada por vários autores (Vieira, 1985 e Araújo, 1996).

Como pudemos confirmar neste trabalho, o feijoeiro apresentou comportamentos distintos dada a sua proximidade ou distanciamento das árvores como também pela época de semeadura. Com maior evidência o AFE; o IAF; a produção de fitomassa e de grãos que variaram intensamente de acordo com o grau de sombreamento sofrido pelos feijoeiros. Ainda não foi possível verificar qualquer incremento em produção do feijoeiro devido a presença das árvores.

O uso da palavra competição deve ser revisto, uma vez que as plantas não agem por si só, respondem sim à um estímulo externo. Deste modo as plantas captam o que lhes é permitido ou possível.

Para futuros experimentos com mesmo SAF deve-se aumentar o número de posições amostradas em relação à distância das árvores para além de 10 m em ambos os plantios. Com isso, ter-se-ia maiores detalhes de dados de irradiância, produtividade e rendimentos relativos nessa faixa de transição de sombreamento. Estas informações poderiam evidenciar mais claramente o possível efeito de uma pequena redução da irradiância no aumento da fotossíntese líquida do feijoeiro.

O comportamento do feijoeiro dada a disponibilidade lumínica diferiu nos dois plantios experimentais. No primeiro plantio a redução de 14% na disponibilidade lumínica sofrida pelos feijoeiros a 18,9 m de distância das árvores (6° posição), não ocasionou diferença de rendimento em relação aos feijoeiros da testemunha. Já no segundo plantio a redução de aproximadamente 40% da radiação aos feijoeiros a 9,9 m de distância das árvores (4° posição) não comprometeu seu rendimento, sendo o rendimento estabilizado desta posição em diante. Valores maiores de redução na disponibilidade de luz, dada a menor distância das árvores, ocasionaram em ambos os plantios, diferenças de rendimento em relação à testemunha. Apesar de no 2° plantio o comprimento do dia e a disponibilidade de luz serem crescentes (ver tabelas 28 e 29 no anexo), o feijoeiro apresentou IAF máximo ao redor de 2,3 no 2° plantio e ao redor de 3 no 1° plantio (ver item 4.1.2.). Ainda que o 2° plantio apresentou média de irradiância superior ao 1° plantio, o menor IAF dos feijoeiros do 2° plantio não permitiu que esta maior disponibilidade de luz fosse revertida em maiores produções. Nota-se que (ver item 4.1.2.) o IAF máximo dos feijoeiros no 2° plantio foi similar a partir da distância de 6,3 m. De outro modo, o 1° plantio apresentou grande diferença de IAF nas diferentes distâncias das árvores avaliadas. Muito provavelmente houve influência da temperatura mais baixa no desenvolvimento dos feijoeiros do 2° plantio. Isso demonstra claramente a necessidade de disposição no tempo dos SAFs para sua implantação.

Neste trabalho não foi possível distinguir a competição abaixo do nível do solo como sendo por água e/ou nutrientes. Como também sugerido por Furia (2000), próximos experimentos devem ser realizados com mínimo de água ou ausência total de irrigação para avaliação do SAF sob esta condição.

A repetição deste experimento em locais em que ocorra forte oscilação de temperatura pode ser interessante para melhor visualizar-se o efeito de proteção que as árvores podem conferir às culturas consorciadas de menor porte.

As árvores em SAF e em monocultivo apresentam estratégias diferentes de crescimento dado às condições díspares em que encontram-se com alterações em seu IAF, volume e superfície de copa, altura, bem como a partição de seus fotoassimilados.

O corte das raízes para a inserção da lona no delineamento experimental (trat. 2) para evidenciar a competição abaixo do nível do solo, constitui uma limitação à metodologia proposta por Willey & Reddy (1981) e Ong et al. (1996) e deve ser revista.

Para um entendimento mais amplo das vantagens e limitações dos SAFs, estes devem ser melhor estudados nos seus aspectos econômicos. A viabilidade de adoção desses sistemas por produtores depende de estudos desta natureza.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os dados experimentais obtidos podemos concluir que:

- (i) O sombreamento causado pelas árvores aos feijoeiros sempre diminuiu o rendimento destes, sendo este o principal fator de modificação de seu desempenho.
- (ii) Existe competição inter-específica abaixo do nível do solo e foi limitada a uma distância de aproximadamente 10 m.
- (iii) O SAF proposto foi mais produtivo que os monocultivos de seus componentes.

6. ANEXO

6.1. Análise estatística

Tabela 4. Valores da probabilidade de F (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. As tabelas referem-se ao 1º plantio e às coletas realizadas no decorrer do ciclo do feijoeiro. Análise de todas as 7 posições (distâncias) coletadas.

Valores da Probabilidade F (Snedecor) com 7 posições

1 Plantio - Coleta 1 (10/04/99)

Variáveis	Bloco	Tratamentc	Posição	Interação	CV
Talo	0,0193	0,2453	0,0001	0,2211	20,87
Folhas	0,0039	0,7723	0,0001	0,8539	21,35
IAF	0,0104	0,7766	0,0144	0,7933	20,87
AFE	0,0023	0,9526	0,0001	0,1180	9,31
Fitomassa	0,0046	0,5918	0,0001	0,7336	19,77

1 Plantio - Coleta 2 (21/04/99)

Variáveis	Bloco	Tratamentc	Posição	Interação	CV
Talo	0,0024	0,0480	0,0003	0,1073	21,83
Folhas	0,0074	0,2193	0,0001	0,4738	19,69
IAF	0,0029	0,3720	0,0519	0,3607	22,77
AFE	0,7222	0,5873	0,0002	0,5152	9,51
Fitomassa	0,0029	0,0942	0,0002	0,2370	16,27

1 Plantio - Coleta 3 (01/05/99)

Variáveis	Bloco	Tratamentc	Posição	Interação	CV
Talo	0,0147	0,3005	0,0001	0,0927	17,46
Folhas	0,0348	0,6496	0,0001	0,3968	19,85
Org. Rep.	0,0605	0,0061	0,0001	0,1178	30,25
IAF	0,1292	0,8142	0,0137	0,8095	25,92
AFE	0,7849	0,3907	0,0001	0,1959	11,89
Fitomassa	0,0167	0,4945	0,0001	0,2299	15,48

1 Plantio - Coleta 4 (21/05/99)

Variáveis	Bloco	Tratamentc	Posição	Interação	CV
Talo	0,0027	0,3954	0,0001	0,5242	21,26
Folhas	0,0314	0,5494	0,0001	0,6551	25,03
Org. Rep.	0,0199	0,1006	0,0001	0,5268	27,67
IAF	0,0010	0,3562	0,0001	0,4954	25,46
AFE	0,4585	0,9725	0,2860	0,2354	10,27
Fitomassa	0,0063	0,3366	0,0001	0,6657	21,94

1 Plantio - Coleta 5 (28/06/99)

Variáveis	Bloco	Tratamentc	Posição	Interação	CV
Org. Rep.	0,0490	0,2179	0,0001	0,4249	17,09
Grãos	0,0600	0,2404	0,0001	0,3787	16,74

Tabela 5. Valores da probabilidade de F (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. As tabelas referem-se ao 2º plantio e às coletas realizadas no decorrer do ciclo do feijoeiro. Análise de todas as 7 posições (distâncias) coletadas.

Valores da Probabilidade F (Snedecor) com 7 posições

2 Plantio - Coleta 1 (29/07/99)

Variáveis	Bloco	Tratamento	Posição	Interação	CV
Talo	0,3322	0,3702	0,2035	0,5934	20,01
Folhas	0,9324	0,5583	0,1603	0,3418	20,07
IAF	0,5084	0,6376	0,2149	0,2899	23,61
AFE	0,0152	0,5091	0,0194	0,6271	10,35
Fitomassa	0,7260	0,9844	0,8056	0,5048	18,25

2 Plantio - Coleta 2 (25/08/99)

Variáveis	Bloco	Tratamento	Posição	Interação	CV
Talo	0,0003	0,2721	0,0001	0,5769	23,20
Folhas	0,0033	0,4192	0,0001	0,7353	20,58
IAF	0,0045	0,3784	0,0001	0,6409	24,10
AFE	0,0472	0,6760	0,0001	0,7619	10,10
Fitomassa	0,0013	0,3601	0,0001	0,6730	20,76

2 Plantio - Coleta 3 (14/09/99)

Variáveis	Bloco	Tratamento	Posição	Interação	CV
Talo	0,0683	0,8500	0,0003	0,6181	32,15
Folhas	0,0045	0,8847	0,0001	0,7265	21,69
Org. Rep.	0,8897	0,6101	0,0001	0,9251	36,06
IAF	0,0069	0,3144	0,1816	0,9383	34,74
AFE	0,8524	0,2182	0,0006	0,7600	19,44
Fitomassa	0,0167	0,9958	0,0001	0,7184	25,72

2 Plantio - Coleta 4 (20/10/99)

Variáveis	Bloco	Tratamento	Posição	Interação	CV
Talo	0,9848	0,9143	0,0027	0,5544	23,00
Folhas	0,0468	0,7709	0,6698	0,7205	36,31
Org. Rep.	0,9975	0,9545	0,0010	0,7600	22,27
IAF	0,2119	0,8877	11,3500	0,8317	39,78
AFE	0,4403	0,2296	0,0036	0,6929	13,37
Fitomassa	0,9989	0,9056	0,0024	0,7775	22,54
Grãos	0,9985	0,7898	0,0019	0,7205	23,57

Tabela 6. Valores da probabilidade de F (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. A tabela refere-se ao 1º plantio e às coletas 4 e 5 (21/05 e 28/06/99) realizadas no decorrer do ciclo do feijoeiro. Análise de somente as 4 posições (distâncias) coletadas mais próximas das árvores.

Valores Probabilidade F (Snedecor) - 4 primeiras posições

1 Plantio - Coleta 4 e 5 (20/05/99 e 28/06/99)

Variáveis	Bloco	Tratamento	Posição	Interação	CV
Talo	0,0021	0,4895	0,0016	0,0439	22,22
Folhas	0,0081	0,4718	0,0090	0,0712	17,69
Org. Rep. Col.4	0,0208	0,2801	0,0396	0,3338	36,30
IAF	0,0401	0,3712	0,1576	0,2109	27,31
AFE	0,4512	0,3598	0,1398	0,9280	11,63
Fitomassa	0,0028	0,3732	0,0028	0,0795	20,69
Org. Rep. Col.5	0,0006	0,0881	0,0011	0,9661	27,10
Grãos	0,0013	0,0942	0,0022	0,9297	27,00

Tabela 7. Valores da probabilidade de F (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); posição à posição de coleta dos feijoeiros (distância das árvores); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação. A tabela refere-se ao 2º plantio e à coleta 4 (20/10/99) realizada no decorrer do ciclo do feijoeiro. Análise de somente as 4 posições (distâncias) coletadas mais próximas das árvores.

Valores Probabilidade F (Snedecor) - 4 primeiras posições

2 Plantio - Coleta 4 (20/10/99)

Variáveis	Bloco	Tratamento	Posição	Interação	CV
Talo	0,0119	0,6618	0,0005	0,1072	16,68
Folhas	0,4802	0,5427	0,8131	0,7405	33,55
Org. Rep.	0,0228	0,5788	0,0001	0,6845	24,53
IAF	0,8426	0,6003	0,4377	0,8800	36,54
AFE	0,4384	0,7313	0,1390	0,3944	12,80
Fitomassa	0,0188	0,5440	0,0001	0,6882	23,39
Grãos	0,0352	0,4410	0,0001	0,6978	26,90

Tabela 8. Valores da probabilidade de F (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas no feijoeiro. Fatiamento (Slice) por posição de 1 a 4 (distância das árvores). A tabela refere-se ao 1º plantio e à coleta 4 e 5 (21/05 e 28/06/99) realizadas no decorrer do ciclo do feijoeiro. Análise de somente as 4 posições (distâncias) coletadas mais próximas das árvores.

Slice por posição com 4 posições

Posição	Talo	Folhas	Org. Rep. Col. 4	IAF	AFE	Fitomassa	Org. Rep. Col. 5	Grãos
1	0,5341	0,5852	0,7968	0,4155	0,8034	0,5787	0,2921	0,3095
2	0,4455	0,4124	0,1805	0,2939	0,4317	0,3084	0,3267	0,3208
3	0,3265	0,6559	0,7497	0,4073	0,5381	0,5185	0,2010	0,1945
4	0,3284	0,6051	0,4081	0,4587	0,7934	0,4024	0,4289	0,4986

Tabela 9. Valores da probabilidade de F (Snedecor) em que foram analisadas as variáveis mensuradas na seringueira, sendo bloco a repetição de 1 a 4; tratamento os 2 tratamentos experimentais (com e sem lona plástica no solo); cultivo ao sistema de produção (SAF ou Monocultivo); interação à interação tratamento x posição e C.V. ao coeficiente de variação.

Variáveis	Bloco	Tratamento	Cultivo	Interação	C.V.
			(Saf/Mono)		
Altura	0,0118	0,9014	0,1014	0,6579	5,1600
Fitomassa	0,0386	0,9930	0,0068	0,4791	11,3900
Borracha Seca					
dez/98	0,1518	0,4505	0,3986	0,4173	37,3000
fev/99	0,3432	0,3988	0,4887	0,3473	22,8100
mar/99	0,5217	0,0838	0,8200	0,1137	20,6100
abr/99	0,0524	0,3163	0,0110	0,1924	20,6100
mai/99	0,0028	0,4070	0,0033	0,6084	19,4000
jun/99	0,0187	0,3262	0,0160	0,4144	21,9800
jul/99	0,0451	0,8394	0,0334	0,6317	29,6900
Total	0,0010	0,6613	0,0012	0,4331	19,3900
IAF					
09/abr/99	0,0601	0,2368	0,7387	0,9448	5,4200
20/abr/99	0,5229	0,7626	0,1553	0,5250	5,8300
03/mar/99	0,0435	0,0985	0,1116	0,8121	4,4200
18/mar/99	0,0281	0,4099	0,0187	0,2031	5,6000
30/jun/99	0,0096	0,4379	0,0416	0,8263	13,1400
07/jul/99	0,2283	0,8325	0,1914	0,0272	8,0600
14/jul/99	0,5151	0,6898	0,1758	0,7944	14,0900
31/jul/99	0,0007	0,3456	0,0476	0,9574	17,5400
05/out/99	0,4142	0,3131	0,1562	0,4377	6,2300
09/nov/99	0,2874	0,2101	0,1941	0,7815	4,5600

Tabela 10. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro** do **plantio 1, coleta 1 (10/04/99)**, onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

Talo	Folhas	IAF	AFE	Fitomassa
a 14,203 - 7	a 34,496 - 5	a 0,90375 - 5	a 40,390 - 1	a 48,383 - 7
ba 12,675 - 6	a 34,110 - 7	ba 0,85500 - 7	b 34,163 - 2	a 47,095 - 5
ba 12,531 - 5	a 31,991 - 6	ba 0,85125 - 4	b 30,703 - 4	a 44,738 - 6
ba 12,103 - 4	ba 27,691 - 4	ba 0,82375 - 6	cb 30,441 - 3	ba 39,850 - 4
bc 9,603 - 2	bc 22,233 - 2	ba 0,73250 - 2	cd 26,255 - 5	bc 31,881 - 2
c 7,565 - 3	bc 19,318 - 3	ba 0,68875 - 1	d 25,453 - 6	c 26,940 - 3
c 6,365 - 1	c 17,061 - 1	b 0,58000 - 3	d 25,146 - 7	c 23,468 - 1

Tabela 11. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro** do **plantio 1, coleta 2 (21/04/99)**, onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

Talo	Folhas	IAF	AFE	Fitomassa
a 36,414 - 5	a 64,850 - 6	a 1,6888 - 5	a 36,646 - 1	a 98,86 - 5
ba 32,901 - 6	a 64,196 - 5	a 1,5900 - 6	ba 34,734 - 2	a 97,82 - 6
ba 32,008 - 7	a 62,249 - 7	a 1,4463 - 7	bac 30,184 - 3	a 94,33 - 7
bac 24,121 - 4	ba 45,703 - 4	a 1,4125 - 1	bac 28,859 - 4	ba 69,89 - 4
bc 20,765 - 2	b 39,784 - 1	a 1,3175 - 4	bc 26,685 - 5	b 55,47 - 3
bc 19,331 - 3	b 36,075 - 3	a 1,1213 - 3	c 24,255 - 6	b 54,88 - 1
c 15,044 - 1	b 31,961 - 2	a 1,1025 - 2	c 23,243 - 7	b 52,78 - 2

Tabela 12. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro** do **plantio 1, coleta 3 (01/05/99)**, onde Talo, Folhas e Org. Rep. (órgãos reprodutivos) referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

Talo	Folhas	Org. Rep.	IAF	AFE	Fitomassa
a 86,444 - 7	a 98,146 - 7	a 3,0950 - 7	a 2,3825 - 7	a 35,730 - 1	a 187,76 - 7
ba 67,324 - 6	ba 82,845 - 5	ba 2,6688 - 6	ba 2,2513 - 5	ba 35,210 - 2	ba 152,71 - 5
ba 67,190 - 5	bac 76,129 - 6	ba 2,6125 - 5	ba 1,9638 - 4	bac 29,340 - 3	ba 148,46 - 6
b c 48,538 - 4	bdc 69,401 - 4	bac 2,2525 - 4	ba 1,9375 - 6	bc 28,446 - 4	bc 120,26 - 4
c 34,340 - 3	dc 48,931 - 3	bdc 1,5913 - 3	ba 1,5175 - 2	c 26,849 - 5	c 84,93 - 3
c 34,190 - 2	d 42,821 - 2	dc 1,2313 - 2	ba 1,4413 - 3	c 25,404 - 6	c 78,29 - 2
c 23,244 - 1	d 41,506 - 1	d 0,7538 - 1	b 1,4213 - 1	c 24,454 - 7	c 65,55 - 1

Tabela 13. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro** do **plantio 1, coleta 4 (21/05/99)**, onde Talo, Folhas e Org. Rep. (órgãos reprodutivos) referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

	Talo	Folhas	Org. Rep.	IAF	AFE	Fitomassa
a	177,00 - 7 a	100,704 - 7 a	74,528 - 7 a	2,7425 - 7 a	33,340 - 2 a	352,29 - 7
ba	137,62 - 6 ba	81,258 - 6 a	70,603 - 6 ba	2,2188 - 5 a	32,618 - 1 a	289,55 - 6
b	130,26 - 5 ba	78,794 - 5 ba	62,328 - 5 bac	2,1800 - 6 a	30,230 - 3 ba	271,44 - 5
c	83,98 - 4 bc	63,458 - 4 bac	45,576 - 4 bdc	1,7688 - 4 a	28,836 - 5 bc	193,08 - 4
dc	60,83 - 3 bc	53,270 - 3 bc	37,521 - 3 bdc	1,6013 - 3 a	27,985 - 4 dc	152,69 - 3
dc	47,92 - 2 c	45,561 - 2 bc	34,763 - 2 dc	1,4900 - 2 a	27,484 - 7 dc	128,29 - 2
d	35,71 - 1 c	39,493 - 1 c	19,699 - 1 d	1,2650 - 1 a	26,534 - 6 d	94,96 - 1

Tabela 14. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro** do **plantio 1, coleta 5 (28/06/99)**, onde Org. Rep. significa a massa dos órgãos reprodutivos e grãos a produção econômica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

Org. Rep.	Grãos
a 481,46 - 7	a 4298,2 - 7
b 350,91 - 6	ba 3139,4 - 6
cb 250,88 - 5	bc 2317,0 - 5
cd 219,18 - 4	bcd 2001,2 - 4
cd 176,46 - 3	cd 1638,2 - 3
cd 133,95 - 2	cd 1222,8 - 2
d 112,37 - 1	d 1024,3 - 1

Tabela 15. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro do plantio 2, coleta 1 (29/07/99)**, onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

	Talo	Folhas	IAF	AFE	Fitomassa
a	2,9225 - 1 a	2,6300 - 7 a	0,08250 - 5 a	34,101 - 2 a	5,2275 - 5
a	2,6663 - 2 a	2,5200 - 5 a	0,07875 - 7 a	33,838 - 1 a	4,9463 - 1
a	2,6600 - 3 a	2,2200 - 6 a	0,07000 - 6 a	32,533 - 4 a	4,7988 - 7
a	2,6250 - 5 a	2,0125 - 3 a	0,06875 - 1 a	31,323 - 5 a	4,7575 - 3
a	2,2938 - 4 a	1,9688 - 4 a	0,06500 - 4 a	30,775 - 6 a	4,4600 - 6
a	2,1563 - 6 a	1,9463 - 1 a	0,06000 - 3 a	29,200 - 7 a	4,3413 - 4
a	2,0838 - 7 a	1,5200 - 2 a	0,05500 - 2 a	29,188 - 3 a	4,2587 - 2

Tabela 16. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro do plantio 2, coleta 2 (25/08/99)**, onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

	Talo	Folhas	IAF	AFE	Fitomassa
a	21,335 - 7	a 50,723 - 7	a 1,3175 - 7	a 34,199 - 1	a 72,125 - 7
b	13,279 - 4	b 32,483 - 6	b 0,9150 - 4	a 33,830 - 2	b 44,805 - 6
cb	12,248 - 6	cb 29,521 - 4	b 0,7875 - 2	ba 32,138 - 3	b 42,855 - 4
cb	11,793 - 5	cbd 28,955 - 5	b 0,7838 - 5	bac 30,938 - 4	cb 40,813 - 5
cd	8,708 - 2	cbd 23,428 - 2	b 0,7713 - 6	bdc 26,691 - 5	cbd 32,186 - 2
d	8,008 - 3	cd 21,738 - 3	b 0,7163 - 3	dc 25,954 - 7	cd 29,799 - 3
d	7,239 - 1	d 19,800 - 1	b 0,6738 - 1	d 23,893 - 6	d 27,088 - 1

Tabela 17. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro do plantio 2, coleta 3 (14/09/99)**, onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

	Talo	Folhas	Org. Rep.	IAF	AFE	Fitomassa
a	70,666 - 7	a 74,926 - 7	a 3,9750 - 7	a 2,1313 - 6	a 37,743 - 2	a 149,63 - 7
a	64,513 - 5	ba 67,166 - 6	b 2,4838 - 6	a 2,0600 - 4	a 36,433 - 1	a 133,27 - 6
a	63,563 - 6	bac 61,301 - 5	b 2,3063 - 4	a 2,0163 - 7	a 35,465 - 4	a 128,12 - 5
ba	54,169 - 4	bdc 57,386 - 4	b 2,2525 - 5	a 1,9863 - 3	a 34,591 - 3	ba 113,91 - 4
ba	51,804 - 3	bdc 56,704 - 3	cb 1,5788 - 3	a 1,9513 - 5	ba 31,689 - 5	ba 110,14 - 3
b	30,964 - 2	dc 46,811 - 1	c 0,9238 - 2	a 1,7325 - 1	ba 31,620 - 6	b 76,99 - 1
b	29,454 - 1	d 43,411 - 2	c 0,6688 - 1	a 1,6425 - 2	b 27,078 - 7	b 75,35 - 2

Tabela 18. Teste de Tukey para as posições de coleta do **feijoeiro** do **plantio 2, coleta 4 (20/10/99)**, onde Talo e Folhas referem-se a suas massas, IAF ao índice de área foliar e AFE a área foliar específica. Letras iguais referem-se a médias não diferentes entre si. O número após o traço indica a posição de coleta (distância das árvores) do feijoeiro.

	Talo		Folhas		Org. Rep.		IAF		AFE		Fitomassa		Grãos
a	97,88 - 6	a	38,839 - 2	a	306,26 - 6	a	1,2613 - 2	a	33,405 - 1	a	661,34 - 6	a	2620,0 - 6
a	91,78 - 7	a	36,754 - 4	ba	283,00 - 5	a	1,1450 - 1	ba	32,500 - 2	a	620,11 - 5	a	2435,4 - 5
a	90,38 - 5	a	35,094 - 3	ba	277,53 - 7	a	1,0350 - 4	bac	27,699 - 4	a	608,35 - 7	a	2382,5 - 7
ba	73,63 - 4	a	33,963 - 1	ba	254,22 - 4	a	0,9400 - 3	bac	27,313 - 3	a	560,75 - 4	a	2228,2 - 4
ba	57,42 - 3	a	32,349 - 5	bac	185,02 - 3	a	0,8125 - 5	bc	24,495 - 5	ba	417,53 - 3	ba	1590,0 - 3
ba	53,55 - 2	a	29,306 - 7	bc	171,92 - 2	a	0,7650 - 6	c	24,095 - 6	ba	397,06 - 2	ba	1507,9 - 2
b	39,09 - 1	a	26,598 - 6	c	109,62 - 1	a	0,6863 - 7	c	24,090 - 7	ba	262,62 - 1	b	907,9 - 1

6.2. Dados coletados

Tabela 19. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 1 – 10/04/99 do 1º plantio).

PLANTIO 1		5 - COLETA		data coleta: 28/06/99 data pesagem: 13/07/99 Feijão em R9 (vagens já cheias e com mudança de cor)			
Bloco	Posição	Talo (g)	Org. Rep. (g)	Grãos (g)	Grãos (12% Umid)	Grãos (kg/ha)	Grãos (g/m ²)
A2	P1	23,07	149,11	118,38	134,52	1494,70	131,53
	P2	34,87	180,32	143,11	162,63	1806,94	159,01
	P3	59,13	284,79	236,22	268,43	2982,58	262,47
	P4	46,56	248,57	197,86	224,84	2498,23	219,84
	P5	39,23	163,52	129,67	147,35	1637,25	144,08
	P6	82,64	332,62	269,03	305,72	3396,84	298,92
A3	P1	29,45	142,48	114,52	130,14	1445,96	127,24
	P2	40,39	164,52	127,91	145,35	1615,03	142,12
	P3	40,8	182,21	151,03	171,63	1906,94	167,81
	P4	86,63	299,32	241,53	274,47	3049,62	268,37
	P5	50,25	190,18	152,44	173,23	1924,75	169,38
	P6	92,22	360,65	289,9	329,43	3660,35	322,11
A4	P1	85,68	358,94	283,4	322,05	3578,28	314,89
	P2	129,81	483,01	269,77	306,56	3406,19	299,74
	P3	104,34	377,81	297,6	338,18	3757,58	330,67
B2	P1	21,64	83,42	67,24	76,41	848,99	74,71
	P2	24,06	117,43	92,72	105,36	1170,71	103,02
	P3	25,17	123,12	99,95	113,58	1261,99	111,06
	P4	47,47	214,64	176,07	200,08	2223,11	195,63
	P5	54,4	240,78	199,32	226,50	2516,67	221,47
	P6	67,4	251,63	199,6	226,82	2520,20	221,78
B3	P1	9,96	39,91	31,27	35,53	394,82	34,74
	P2	6,2	17,14	10,03	11,40	126,64	11,14
	P3	26,18	61,18	45,14	51,30	569,95	50,16
	P4	20,34	122,76	98,92	112,41	1248,99	109,91
	P5	20,28	148,19	135,35	153,81	1708,96	150,39
	P6	30,88	163,5	127,03	144,35	1603,91	141,14
B4	P1	69,84	295,08	233,37	265,19	2946,59	259,30
	P2	95,2	412,58	332,9	378,30	4203,28	369,89
	P3	96,84	436,06	338,69	384,88	4276,39	376,32
C2	P1	25,41	118,91	98,91	112,40	1248,86	109,90
	P2	22,29	104,74	87,13	99,01	1100,13	96,81
	P3	25,83	107,9	87,53	99,47	1105,18	97,26
	P4	53,95	228,27	178,03	202,31	2247,85	197,81
	P5	68,26	278,36	220,83	250,94	2788,26	245,37
	P6	98,82	409,88	315,39	358,40	3982,20	350,43
C3	P1	18,71	97,96	81,64	92,77	1030,81	90,71
	P2	22,8	113,76	91,71	104,22	1157,95	101,90
	P3	29,98	136,48	110,12	125,14	1390,40	122,36
	P4	30,94	134,96	109,69	124,65	1384,97	121,88
	P5	66,59	275,2	226,37	257,24	2858,21	251,52
	P6	79	324,91	256,44	291,41	3237,88	284,93
C4	P1	109,79	467,65	366,37	416,33	4625,88	407,08
	P2	134,36	591,01	468,5	532,39	5915,40	520,56
	P3	80,62	325,66	256,9	291,93	3243,69	285,44
D2	P1	24,79	122,27	96,54	109,70	1218,94	107,27
	P2	27,06	143,17	119,45	135,74	1508,21	132,72
	P3	39,08	208,03	172,49	196,01	2177,90	191,66
	P4	27,76	147,05	117,62	133,66	1485,10	130,69
	P5	54,83	234,3	184,61	209,78	2330,93	205,12
	P6	95,83	366,77	288,72	328,09	3645,45	320,80
D3	P1	16,7	55,03	40,47	45,99	510,98	44,97
	P2	25,34	123,36	102,71	116,72	1296,84	114,12
	P3	28,32	166,79	135,49	153,97	1710,73	150,54
	P4	35,29	182,5	148,25	168,47	1871,84	164,72
	P5	63,41	275,77	219,49	249,42	2771,34	243,88
	P6	74,03	316,56	243,03	276,17	3068,56	270,03
D4	P1	96,66	431,43	334,33	379,92	4221,34	371,48
	P2	80,72	335,24	263,38	299,30	3325,51	292,64
	P3	105,56	391,01	301,55	342,67	3807,45	335,06

Tabela 20. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 2 – 21/04/99 do 1º plantio).

PLANTIO 1

2 - COLETA

data coleta: 21/04/99

data pesagem: 30/04/99

Feijão em V4 (9 a 10 trif.)

Bloco	Posição	Talo (g)	Folhas(g)	Discos (g)	AF (m2)	IAF (m2/m2)	AFE (m2/k)	Mat. Seca Total (g)	Mat. Seca (g/m2)
A2	P1	23,45	51,86	0,0521	1,57	1,74	30,15	75,36	83,74
	P2	21,26	34,94	0,0624	0,88	0,98	25,17	56,26	62,51
	P3	26,58	45,54	0,0451	1,59	1,76	34,83	72,17	80,18
	P4	21,23	41,96	0,0519	1,27	1,41	30,26	63,24	70,27
	P5	30,6	55,28	0,0564	1,54	1,71	27,85	85,94	95,48
	P6	47,25	77,07	0,0622	1,95	2,16	25,25	124,38	138,20
A3	P1	20,19	53,66	0,0465	1,81	2,02	33,78	73,90	82,11
	P2	19,7	39,24	0,0459	1,34	1,49	34,22	58,99	65,54
	P3	21,16	36,37	0,0477	1,20	1,33	32,93	57,58	63,98
	P4	24,55	45,19	0,0513	1,39	1,54	30,62	69,79	77,55
	P5	40,35	74,63	0,0521	2,25	2,50	30,15	115,03	127,81
	P6	38,04	68,45	0,0563	1,91	2,12	27,90	106,55	118,38
A4	P1	27,41	54,06	0,0647	1,31	1,46	24,28	81,53	90,59
	P2	32,59	54,15	0,0583	1,46	1,62	26,94	86,80	96,44
	P3	35,36	58,87	0,0658	1,41	1,56	23,87	94,30	104,77
B2	P1	13,59	36,6	0,0525	1,10	1,22	29,92	50,24	55,83
	P2	17,49	33,84	0,0368	1,45	1,61	42,68	51,37	57,07
	P3	14,78	25,15	0,0524	0,76	0,84	29,98	39,98	44,42
	P4	22,04	41,1	0,0614	1,05	1,17	25,58	63,20	70,22
	P5	24,94	47,01	sv	sv	sv	sv	sv	sv
	P6	16,25	38,39	0,0687	0,88	0,98	22,86	54,71	60,79
B3	P1	10,76	26,6	0,0472	0,89	0,99	33,28	37,41	41,56
	P2	9,64	20,71	0,0438	0,74	0,83	35,86	30,39	33,77
	P3	6,47	14,3	0,0595	0,38	0,42	26,40	20,83	23,14
	P4	16,68	34,44	0,0517	1,05	1,16	30,38	51,17	56,86
	P5	12,47	29,33	0,0563	0,82	0,91	27,90	41,86	46,51
	P6	12,04	30,34	0,069	0,69	0,77	22,76	42,45	47,17
B4	P1	34,52	64,47	0,0466	2,17	2,42	33,71	99,04	110,04
	P2	23,55	51,99	0,0666	1,23	1,36	23,58	75,61	84,01
	P3	27,38	55,87	0,0698	1,26	1,40	22,50	83,32	92,58
C2	P1	16,1	49,7	0,045	1,74	1,93	34,91	65,85	73,16
	P2	43	16,75	0,0445	0,59	0,66	35,30	59,79	66,44
	P3	15,08	27,38	0,0598	0,72	0,80	26,27	42,52	47,24
	P4	26,76	48,17	0,0569	1,33	1,48	27,61	74,99	83,32
	P5	43,95	71,9	0,0644	1,76	1,95	24,39	115,91	128,79
	P6	32,08	58,2	0,0627	1,46	1,62	25,05	90,34	100,38
C3	P1	7,14	17,05	0,0366	0,73	0,81	42,92	24,23	26,92
	P2	9,46	27,97	0,0477	0,92	1,03	32,93	37,48	41,64
	P3	15,88	28,01	0,0639	0,69	0,77	24,58	43,95	48,84
	P4	26,74	46,62	0,0554	1,32	1,47	28,35	73,42	81,57
	P5	35,64	58,68	0,0541	1,71	1,89	29,03	94,37	104,86
	P6	30,77	79,6	0,0677	1,85	2,05	23,20	110,44	122,71
C4	P1	25,96	53,62	0,0696	1,21	1,35	22,57	79,65	88,50
	P2	26,47	53,09	0,0668	1,25	1,39	23,51	79,63	88,47
	P3	23,83	47,03	0,0651	1,14	1,26	24,13	70,93	78,81
D2	P1	12,28	37,42	0,0332	1,77	1,97	47,31	49,73	55,26
	P2	20,66	38,38	0,0459	1,31	1,46	34,22	59,09	65,65
	P3	22,36	37,08	0,0448	1,30	1,45	35,06	59,48	66,09
	P4	15,84	32,08	0,0534	0,95	1,05	29,41	47,97	53,30
	P5	43,91	66,97	0,0631	1,67	1,85	24,89	110,94	123,27
	P6	35,02	62,86	0,0619	1,60	1,77	25,38	97,94	108,82
D3	P1	4,81	13,55	0,0384	0,56	0,62	40,90	18,40	20,44
	P2	8,3	18,3	0,0419	0,69	0,76	37,49	26,64	29,60
	P3	16,88	45,92	0,05	1,44	1,60	31,42	62,85	69,83
	P4	19,84	39,5	0,0548	1,13	1,26	28,66	59,39	65,99
	P5	30,32	58,42	0,0627	1,47	1,63	25,05	88,80	98,67
	P6	25,43	52,01	0,0726	1,13	1,25	21,64	77,51	86,13
D4	P1	29,08	59,21	0,0757	1,23	1,37	20,75	88,37	98,18
	P2	20,37	38,52	0,0661	0,92	1,02	23,76	58,96	65,51
	P3	30,07	61,38	0,0707	1,37	1,52	22,22	91,52	101,69

Tabela 21. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 3 – 01/05/99 do 1º plantio).

PLANTIO 1

3 - COLETA

data coleta: 01/05/99

data pesagem: 12/05/99

Feijão em R5

Bloco	Posição	Talo (g)	Folhas(g)	Discos (g)	Org. Rep. (g)	AF (m2)	IAF (m2/m2)	AFE (m2/k)	Mat. Seca Total (g)	Mat. Seca (g/m2)
A2	P1	27,44	35,7	0,0469	1,3845	1,20	1,33	33,49	64,57	71,75
	P2	32,87	39,74	0,051	1,8649	1,23	1,36	30,80	74,53	82,81
	P3	50,57	56,34	0,0449	2,5521	1,97	2,19	34,98	109,51	121,67
	P4	37,15	45,84	0,055	1,1746	1,31	1,46	28,56	84,22	93,58
	P5	83,62	88,6	0,047	2,8848	2,96	3,29	33,42	175,15	194,61
	P6	90,53	100,48	0,063	2,9494	2,51	2,79	24,93	194,02	215,58
A3	P1	42,44	59,48	0,0438	0,9243	2,13	2,37	35,86	102,89	114,32
	P2	33,55	44,63	0,043	1,5415	1,63	1,81	36,53	79,76	88,63
	P3	43,66	54,12	0,0671	1,0666	1,27	1,41	23,41	98,91	109,90
	P4	39,06	58,09	0,0656	0,6738	1,39	1,55	23,94	97,89	108,77
	P5	80,4	95,32	0,0581	1,922	2,58	2,87	27,04	177,70	197,44
	P6	sv	85,65	0,0517	2,3792	2,60	2,89	30,38	sv	sv
A4	P1	85,5	95,59	0,0745	2,846	2,02	2,24	21,08	184,01	204,46
	P2	91,72	107,72	0,0744	3,7744	2,28	2,53	21,11	203,29	225,88
	P3	66,89	86,81	0,0561	2,6156	2,43	2,70	28,00	156,37	173,75
B2	P1	17,92	32,27	0,049	0,6697	1,04	1,15	32,06	50,91	56,57
	P2	67,17	36,18	0,0478	1,1459	1,19	1,32	32,86	104,54	116,16
	P3	22,36	46,87	0,0569	1,191	1,30	1,44	27,61	70,48	78,31
	P4	35,02	91,27	0,0631	1,9239	2,27	2,53	24,89	128,28	142,53
	P5	45,17	51,98	0,06	1,8068	1,36	1,51	26,18	99,02	110,02
	P6	47,46	57,03	0,059	2,5186	1,52	1,69	26,62	107,07	118,96
B3	P1	11,14	25,75	0,0348	0,0409	1,16	1,29	45,14	36,97	41,07
	P2	20,01	41,75	0,0353	0,2361	1,86	2,07	44,50	62,03	68,92
	P3	6,06	15,57	0,0527	0,1742	0,47	0,52	29,81	21,86	24,29
	P4	33,46	45,25	0,0494	1,5162	1,44	1,60	31,80	80,28	89,20
	P5	41,27	59,02	0,0655	2,2055	1,42	1,57	23,98	102,56	113,96
	P6	10,95	22,28	0,061	0,2196	0,58	0,64	25,75	33,51	37,23
B4	P1	76,37	92,93	0,0626	2,3125	2,33	2,59	25,09	171,68	190,75
	P2	80,21	87,06	0,0548	3,2784	2,50	2,77	28,66	170,60	189,56
	P3	32,61	46,17	0,064	3,6407	1,13	1,26	24,54	82,48	91,65
C2	P1	27,4	57,15	0,0678	1,1093	1,33	1,47	23,17	85,73	95,25
	P2	21,21	34,91	0,0427	0,8006	1,29	1,43	36,79	56,96	63,29
	P3	32,17	42,95	0,0563	1,865	1,20	1,33	27,90	77,04	85,60
	P4	58,51	67,61	0,0589	3,1938	1,80	2,01	26,67	129,37	143,75
	P5	58,72	72,31	0,065	2,7228	1,75	1,94	24,17	133,82	148,69
	P6	69,49	68,54	0,0619	3,7415	1,74	1,93	25,38	141,83	157,59
C3	P1	14,93	33,09	0,044	0,5763	1,18	1,31	35,70	48,64	54,04
	P2	22,25	41,98	0,045	0,8777	1,47	1,63	34,91	65,15	72,39
	P3	35,9	55,02	0,0476	1,5809	1,82	2,02	33,00	92,55	102,83
	P4	41,47	52,45	0,0537	2,4226	1,54	1,71	29,25	96,40	107,11
	P5	64,48	77,64	0,0531	3,0957	2,30	2,55	29,58	145,27	161,41
	P6	54,11	65,85	0,0594	1,9228	1,74	1,94	26,44	121,94	135,49
C4	P1	94,14	104,14	0,0571	3,6184	2,87	3,18	27,51	201,96	224,40
	P2	71,69	82,33	0,0532	2,4258	2,43	2,70	29,53	156,50	173,89
	P3	75,1	74,04	0,0619	3,2816	1,88	2,09	25,38	152,48	169,43
D2	P1	19,51	39,81	0,0403	0,5877	1,55	1,73	38,98	59,95	66,61
	P2	33,72	40,39	0,0468	1,7578	1,36	1,51	33,56	75,91	84,35
	P3	25,93	38,01	0,052	1,2985	1,15	1,28	30,21	65,29	72,55
	P4	47,31	58,44	0,0509	2,3912	1,81	2,01	30,86	108,19	120,21
	P5	52,4	62,81	0,0649	1,8431	1,52	1,69	24,20	117,12	130,13
	P6	66,25	78,82	0,0658	3,1807	1,88	2,09	23,87	148,32	164,80
D3	P1	6,57	15,59	0,0379	0,1353	0,65	0,72	41,44	22,33	24,81
	P2	15,39	28,73	0,0495	0,651	0,91	1,01	31,73	44,82	49,80
	P3	30,61	43,43	0,0565	1,7269	1,21	1,34	27,80	75,82	84,25
	P4	57,48	80,75	0,0497	2,918	2,55	2,84	31,60	141,20	156,89
	P5	57,72	88,8	0,0599	2,3132	2,33	2,59	26,22	148,89	165,44
	P6	59,89	69,46	0,0791	2,3077	1,38	1,53	19,86	131,74	146,37
D4	P1	47,7	63,83	0,0694	2,3577	1,45	1,61	22,63	113,96	126,62
	P2	63,23	75,17	0,0677	2,8665	1,75	1,94	23,20	141,33	157,04
	P3	78,57	91,81	0,0728	1,4935	1,98	2,20	21,58	171,95	191,05

Tabela 22. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 4 – 21/05/99 do 1º plantio).

PLANTIO 1

4 - COLETA

data coleta: 21/05/99

data pesagem: 02/06/99

Feijão em R7 (vagens já grandes e poucas flores)

Bloco	Posição	Talo (g)	Folhas(g)	Discos (g)	Org. Rep. (g)	AF (m2)	IAF (m2/m2)	AFE (m2/k)	Mat. Seca Total (g)	Mat. Seca (g/m2)
A2	P1	45,17	44,13	0,0601	36,22	1,15	1,28	26,14	125,58	139,53
	P2	54,03	38,55	0,0537	42,68	1,13	1,25	29,25	135,31	150,35
	P3	43,5	32,16	0,0497	21,72	1,02	1,13	31,60	97,43	108,26
	P4	134,13	81,91	0,0474	60,9	2,72	3,02	33,14	276,99	307,76
	P5	145,71	75,68	0,0629	68,02	1,89	2,10	24,97	289,47	321,64
	P6	156,47	96,02	0,0557	78,33	2,71	3,01	28,20	330,88	367,64
A3	P1	55,07	54,83	0,055	41,51	1,57	1,74	28,56	151,47	168,29
	P2	63,1	48,13	0,0486	44,32	1,56	1,73	32,32	155,60	172,89
	P3	104,82	80,2	0,0555	33,74	2,27	2,52	28,30	218,82	243,13
	P4	107,71	74,72	0,0672	53,88	1,75	1,94	23,37	236,38	262,64
	P5	123,29	60,95	0,0624	59,94	1,54	1,71	25,17	244,24	271,38
	P6	159,86	86,88	0,0676	72,58	2,02	2,24	23,24	319,39	354,88
A4	P1	191,87	112,79	0,0564	44,02	3,14	3,49	27,85	348,74	387,48
	P2	144,47	72,64	0,043	57,23	2,66	2,95	36,53	274,38	304,87
	P3	125,44	75,83	0,0525	24,33	2,27	2,52	29,92	225,65	250,73
B2	P1	31,63	40,75	0,0439	10,64	1,46	1,62	35,78	83,06	92,29
	P2	48,76	49,95	0,0473	23,08	1,66	1,84	33,21	121,84	135,37
	P3	33,04	37,91	0,0585	15,31	1,02	1,13	26,85	86,32	95,91
	P4	64,47	54,7	0,07	44,3	1,23	1,37	22,44	163,54	181,71
	P5	126,13	109,64	0,0756	53,1	2,28	2,53	20,78	288,95	321,05
	P6	107,81	71,52	0,0687	49,65	1,64	1,82	22,86	229,05	254,50
B3	P1	14,19	19,14	0,043	0,7944	0,70	0,78	36,53	34,17	37,96
	P2	16,19	16,28	0,0366	4,05	0,70	0,78	42,92	36,56	40,62
	P3	29,59	26,15	0,0516	26,21	0,80	0,89	30,44	82,00	91,11
	P4	29,4	29,06	0,0519	2,1441	0,88	0,98	30,26	60,66	67,40
	P5	45,72	41,18	0,0727	21,26	0,89	0,99	21,61	108,23	120,26
	P6	48,52	40,06	0,0902	35,15	0,70	0,78	17,41	123,82	137,58
B4	P1	157,9	85,81	0,0476	71,9	2,83	3,15	33,00	315,66	350,73
	P2	149,76	80,88	0,0645	69,44	1,97	2,19	24,35	300,14	333,49
	P3	147,52	91,58	0,0608	45,18	2,37	2,63	25,83	284,34	315,93
C2	P1	45,38	49,68	0,0449	22,19	1,74	1,93	34,98	117,29	130,33
	P2	46,68	56,07	0,0455	31,67	1,94	2,15	34,52	134,47	149,41
	P3	54,65	56,55	0,0606	36,7	1,47	1,63	25,92	147,96	164,40
	P4	77,24	58,08	0,0556	32,42	1,64	1,82	28,25	167,80	186,44
	P5	115,35	59,2	0,0497	55,01	1,87	2,08	31,60	229,61	255,12
	P6	133,45	74,97	0,0489	72,28	2,41	2,68	32,12	280,75	311,94
C3	P1	20,36	26,35	0,0479	14,18	0,87	0,96	32,79	60,94	67,71
	P2	32,92	37,67	0,0468	22,67	1,27	1,41	33,56	93,31	103,67
	P3	57,41	49,81	0,0486	44,31	1,61	1,79	32,32	151,58	168,42
	P4	59,33	48,79	0,0437	46,51	1,76	1,95	35,94	154,67	171,86
	P5	168,97	107,51	0,0548	78,52	3,08	3,43	28,66	355,05	394,51
	P6	140,6	90,2	0,0623	70,56	2,28	2,53	25,21	301,42	334,91
C4	P1	179,19	101,19	0,0615	88,62	2,59	2,87	25,54	369,06	410,07
	P2	173,93	107,36	0,0588	60,94	2,87	3,19	26,71	342,29	380,32
	P3	121,62	73,19	0,0574	56,66	2,00	2,23	27,36	251,53	279,47
D2	P1	27,95	27,75	0,0493	7,54	0,89	0,98	31,86	63,29	70,32
	P2	50	50,81	0,0512	62,78	1,56	1,73	30,68	163,64	181,82
	P3	51,77	48,88	0,0488	sv	1,57	1,75	32,19	sv	sv
	P4	62,34	52,78	0,0597	45,81	1,39	1,54	26,31	160,99	178,88
	P5	116,18	60,19	0,0394	63,33	2,40	2,67	39,87	239,74	266,38
	P6	115,91	55,66	0,0474	56,27	1,85	2,05	33,14	227,89	253,21
D3	P1	17,38	21,72	0,0458	8,76	0,75	0,83	34,30	47,91	53,23
	P2	33,33	30,57	0,0519	19,04	0,93	1,03	30,26	82,99	92,21
	P3	63,17	51,89	0,0459	37,87	1,78	1,97	34,22	152,98	169,97
	P4	70,02	56,86	0,065	42,18	1,38	1,53	24,17	169,13	187,92
	P5	96,49	52,96	0,0413	49,58	2,02	2,24	38,03	199,07	221,19
	P6	128,23	69,75	0,0522	73,52	2,10	2,33	30,09	271,55	301,72
D4	P1	176,5	98,26	0,0642	89,05	2,41	2,67	24,47	363,87	404,30
	P2	175,32	108,02	0,0561	77,54	3,03	3,36	28,00	360,94	401,04
	P3	169,55	95,7	0,0539	96,31	2,79	3,10	29,14	361,61	401,79

Tabela 23. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 5 – 28/06/99 do 1º plantio).

PLANTIO 1		5 - COLETA		data coleta: 28/06/99 data pesagem: 13/07/99			
Feijão em R9 (vagens já cheias e com mudança de cor)							
Bloco	Posição	Talo (g)	Org. Rep. (g)	Grãos (g)	Grãos (12% Umic)	Grãos (kg/ha)	Grãos (g/m2)
A2	P1	23,07	149,11	118,38	134,52	1494,70	131,53
	P2	34,87	180,32	143,11	162,63	1806,94	159,01
	P3	59,13	284,79	236,22	268,43	2982,58	262,47
	P4	46,56	248,57	197,86	224,84	2498,23	219,84
	P5	39,23	163,52	129,67	147,35	1637,25	144,08
	P6	82,64	332,62	269,03	305,72	3396,84	298,92
A3	P1	29,45	142,48	114,52	130,14	1445,96	127,24
	P2	40,39	164,52	127,91	145,35	1615,03	142,12
	P3	40,8	182,21	151,03	171,63	1906,94	167,81
	P4	86,63	299,32	241,53	274,47	3049,62	268,37
	P5	50,25	190,18	152,44	173,23	1924,75	169,38
	P6	92,22	360,65	289,9	329,43	3660,35	322,11
A4	P1	85,68	358,94	283,4	322,05	3578,28	314,89
	P2	129,81	483,01	269,77	306,56	3406,19	299,74
	P3	104,34	377,81	297,6	338,18	3757,58	330,67
B2	P1	21,64	83,42	67,24	76,41	848,99	74,71
	P2	24,06	117,43	92,72	105,36	1170,71	103,02
	P3	25,17	123,12	99,95	113,58	1261,99	111,06
	P4	47,47	214,64	176,07	200,08	2223,11	195,63
	P5	54,4	240,78	199,32	226,50	2516,67	221,47
	P6	67,4	251,63	199,6	226,82	2520,20	221,78
B3	P1	9,96	39,91	31,27	35,53	394,82	34,74
	P2	6,2	17,14	10,03	11,40	126,64	11,14
	P3	26,18	61,18	45,14	51,30	569,95	50,16
	P4	20,34	122,76	98,92	112,41	1248,99	109,91
	P5	20,28	148,19	135,35	153,81	1708,96	150,39
	P6	30,88	163,5	127,03	144,35	1603,91	141,14
B4	P1	69,84	295,08	233,37	265,19	2946,59	259,30
	P2	95,2	412,58	332,9	378,30	4203,28	369,89
	P3	96,84	436,06	338,69	384,88	4276,39	376,32
C2	P1	25,41	118,91	98,91	112,40	1248,86	109,90
	P2	22,29	104,74	87,13	99,01	1100,13	96,81
	P3	25,83	107,9	87,53	99,47	1105,18	97,26
	P4	53,95	228,27	178,03	202,31	2247,85	197,81
	P5	68,26	278,36	220,83	250,94	2788,26	245,37
	P6	98,82	409,88	315,39	358,40	3982,20	350,43
C3	P1	18,71	97,96	81,64	92,77	1030,81	90,71
	P2	22,8	113,76	91,71	104,22	1157,95	101,90
	P3	29,98	136,48	110,12	125,14	1390,40	122,36
	P4	30,94	134,96	109,69	124,65	1384,97	121,88
	P5	66,59	275,2	226,37	257,24	2858,21	251,52
	P6	79	324,91	256,44	291,41	3237,88	284,93
C4	P1	109,79	467,65	366,37	416,33	4625,88	407,08
	P2	134,36	591,01	468,5	532,39	5915,40	520,56
	P3	80,62	325,66	256,9	291,93	3243,69	285,44
D2	P1	24,79	122,27	96,54	109,70	1218,94	107,27
	P2	27,06	143,17	119,45	135,74	1508,21	132,72
	P3	39,08	208,03	172,49	196,01	2177,90	191,66
	P4	27,76	147,05	117,62	133,66	1485,10	130,69
	P5	54,83	234,3	184,61	209,78	2330,93	205,12
	P6	95,83	366,77	288,72	328,09	3645,45	320,80
D3	P1	16,7	55,03	40,47	45,99	510,98	44,97
	P2	25,34	123,36	102,71	116,72	1296,84	114,12
	P3	28,32	166,79	135,49	153,97	1710,73	150,54
	P4	35,29	182,5	148,25	168,47	1871,84	164,72
	P5	63,41	275,77	219,49	249,42	2771,34	243,88
	P6	74,03	316,56	243,03	276,17	3068,56	270,03
D4	P1	96,66	431,43	334,33	379,92	4221,34	371,48
	P2	80,72	335,24	263,38	299,30	3325,51	292,64
	P3	105,56	391,01	301,55	342,67	3807,45	335,06

Tabela 24. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 1 – 29/07/99 do 2º plantio).

PLANTIO 2

1- COLETA

data coleta: 29/07/99

data pesagem: 16/08/99

Feijão em V2

Bloco	Posição	Talo (g)	Folhas(g)	Discos (g)	AF (m2)	IAF (m2/m2)	AFE (m2/k)	Mat. Seca Total (g)	Mat. Seca (g/m2)
A2	P1	1,61	1,57	0,0611	0,06	0,07	37,02	3,24	3,60
	P2	2,12	1,85	0,0519	0,08	0,09	43,58	4,02	4,47
	P3	2,6	1,6	0,0566	0,07	0,07	39,96	4,26	4,73
	P4	1,49	1,59	0,063	0,06	0,07	35,90	3,14	3,49
	P5	1,85	1,53	0,0721	0,05	0,06	31,37	3,45	3,84
	P6	1,22	1,2	0,0725	0,04	0,04	31,20	2,49	2,77
A3	P1	1,91	1,42	0,0656	0,05	0,06	34,48	3,40	3,77
	P2	2,02	1,07	0,0632	0,04	0,05	35,79	3,15	3,50
	P3	2,03	1,61	0,0757	0,05	0,06	29,88	3,72	4,13
	P4	1,92	2,1	0,0688	0,07	0,08	32,88	4,09	4,54
	P5	1,93	1,92	0,0752	0,06	0,07	30,08	3,93	4,36
	P6	1,87	2,26	0,0685	0,08	0,09	33,02	4,20	4,67
A4	P1	2,55	3,14	0,0719	0,10	0,11	31,46	5,76	6,40
	P2	2,48	3,5	0,0821	0,10	0,11	27,55	6,06	6,74
	P3	1,4	1,95	0,0875	0,05	0,06	25,85	3,44	3,82
B2	P1	2,92	2,55	0,0634	0,09	0,10	35,68	5,53	6,15
	P2	3,12	2,13	0,0662	0,08	0,08	34,17	5,32	5,91
	P3	2,74	1,96	0,0864	0,05	0,06	26,18	4,79	5,32
	P4	2,08	1,4	0,0729	0,05	0,05	31,03	3,55	3,95
	P5	2,76	2,31	0,0761	0,07	0,08	29,72	5,15	5,72
	P6	1,36	1,52	0,0751	0,05	0,05	30,12	2,96	3,28
B3	P1	3,02	2,02	0,0877	0,05	0,06	25,79	5,13	5,70
	P2	2,19	1,33	0,0752	0,04	0,05	30,08	3,60	3,99
	P3	1,28	0,91	0,0777	0,03	0,03	29,11	2,27	2,52
	P4	2,81	1,65	0,0715	0,05	0,06	31,63	4,53	5,04
	P5	2,81	2,48	0,0712	0,08	0,09	31,77	5,36	5,96
	P6	2,19	2,13	0,0742	0,07	0,07	30,48	4,39	4,88
B4	P1	1,84	2,2	0,0801	0,06	0,07	28,24	4,12	4,58
	P2	2,1	2,04	0,0666	0,07	0,08	33,96	4,21	4,67
	P3	2,03	2,33	0,0897	0,06	0,07	25,22	4,45	4,94
C2	P1	2,85	2,32	0,0656	0,08	0,09	34,48	5,24	5,82
	P2	3	1,5	0,0774	0,05	0,05	29,22	4,58	5,09
	P3	2,85	3,29	0,0919	0,08	0,09	24,61	6,23	6,92
	P4	1,6	1,78	0,075	0,06	0,06	30,16	3,46	3,84
	P5	2,24	2,03	0,0687	0,07	0,08	32,92	4,34	4,82
	P6	1,75	1,82	0,0729	0,06	0,07	31,03	3,64	4,05
C3	P1	3,38	1,39	0,0623	0,05	0,06	36,31	4,83	5,37
	P2	2,62	1,13	0,0616	0,04	0,05	36,72	3,81	4,24
	P3	3,2	2,55	0,0774	0,08	0,09	29,22	5,83	6,47
	P4	2,14	1,62	0,0652	0,06	0,06	34,69	3,83	4,25
	P5	2,44	2,46	0,0609	0,09	0,10	37,14	4,96	5,51
	P6	1,92	1,97	0,0649	0,07	0,08	34,85	3,95	4,39
C4	P1	1,27	2,06	0,0834	0,06	0,06	27,12	3,41	3,79
	P2	1,67	2,13	0,0787	0,06	0,07	28,74	3,88	4,31
	P3	2,49	2,46	0,0746	0,08	0,09	30,32	5,02	5,58
D2	P1	2,71	1,3	0,0762	0,04	0,05	29,68	4,09	4,54
	P2	1,56	0,69	0,0792	0,02	0,02	28,56	2,33	2,59
	P3	2,3	1,23	0,1022	0,03	0,03	22,13	3,63	4,04
	P4	2,37	2,14	0,0889	0,06	0,06	25,44	4,60	5,11
	P5	2,37	2,72	0,1069	0,06	0,07	21,16	5,20	5,77
	P6	3,27	3,09	0,0815	0,09	0,10	27,75	6,44	7,16
D3	P1	2,64	1,46	0,0607	0,06	0,06	37,26	4,16	4,62
	P2	2,57	1,22	0,0652	0,04	0,05	34,69	3,86	4,28
	P3	2,14	1,33	0,0698	0,05	0,05	32,41	3,54	3,93
	P4	2,11	1,89	0,0587	0,08	0,08	38,53	4,06	4,51
	P5	2,5	2,69	0,0621	0,10	0,11	36,42	5,25	5,84
	P6	1,95	2	0,0815	0,06	0,06	27,75	4,03	4,48
D4	P1	1,23	1,72	0,0814	0,05	0,06	27,79	3,03	3,37
	P2	2,75	3,6	0,0783	0,11	0,12	28,89	6,43	7,14
	P3	1,86	2,14	0,0787	0,06	0,07	28,74	4,08	4,53

Tabela 25. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 2 – 25/08/99 do 2º plantio).

PLANTIO 2

2 - COLETA

data coleta: 25/08/99

data pesagem: 09/09/99

Feijão em V4 (6 trif.)

Bloco	Posição	Talo (g)	Folhas(g)	Discos (g)	AF (m ²)	IAF (m ² /m ²)	AFE (m ² /k)	Mat. Seca Total (g)	Mat. Seca (g/m ²)
A2	P1	3,48	8,87	0,04	0,35	0,39	39,27	12,39	13,77
	P2	7,27	21,12	0,0496	0,67	0,74	31,67	28,44	31,60
	P3	6,45	18,66	0,0516	0,57	0,63	30,44	25,16	27,96
	P4	5,92	14,63	0,0501	0,46	0,51	31,35	20,60	22,89
	P5	5,75	15,05	0,0615	0,39	0,43	25,54	20,86	23,18
	P6	13,09	33,15	0,0660	0,79	0,88	23,80	46,31	51,45
A3	P1	4,14	12,4	0,0431	0,45	0,50	36,44	16,58	18,43
	P2	7,12	18,74	0,0472	0,63	0,69	33,28	25,91	28,79
	P3	4,72	12,65	0,0562	0,36	0,39	27,95	17,43	19,36
	P4	7,86	20,67	0,0445	0,73	0,81	35,30	28,57	31,75
	P5	8,06	19,31	0,067	0,45	0,50	23,44	27,44	30,49
	P6	6,35	18,43	0,0626	0,46	0,52	25,09	24,84	27,60
A4	P1	20,3	43,48	0,0655	1,04	1,16	23,98	63,85	70,94
	P2	17,74	45,81	0,0598	1,20	1,34	26,27	63,61	70,68
	P3	18,4	44,81	0,0633	1,11	1,24	24,81	63,27	70,30
B2	P1	8,13	21,57	0,0397	0,85	0,95	39,57	29,74	33,04
	P2	6,22	17,22	0,0436	0,62	0,69	36,03	23,48	26,09
	P3	8,05	20,98	0,0441	0,75	0,83	35,62	29,07	32,30
	P4	12,77	29,31	0,0521	0,89	0,98	30,15	42,13	46,81
	P5	9,79	24,36	0,0553	0,69	0,77	28,40	34,21	38,01
	P6	6,76	20,63	0,0602	0,54	0,60	26,09	27,45	30,50
B3	P1	5,97	19,15	0,0505	0,60	0,66	31,10	25,17	27,97
	P2	6,56	18,43	0,0494	0,59	0,65	31,80	25,04	27,82
	P3	5,56	14,66	0,052	0,44	0,49	30,21	20,27	22,52
	P4	13,15	30,32	0,0522	0,91	1,02	30,09	43,52	48,36
	P5	13,1	35,16	0,0497	1,11	1,24	31,60	48,31	53,68
	P6	13,17	30,09	0,059	0,80	0,89	26,62	43,32	48,13
B4	P1	16,03	45,06	0,0667	1,06	1,18	23,55	61,16	67,95
	P2	18,48	45,68	0,0574	1,25	1,39	27,36	64,22	71,35
	P3	19,47	49,14	0,0589	1,31	1,46	26,67	68,67	76,30
C2	P1	7,52	21,29	0,0483	0,69	0,77	32,52	28,86	32,06
	P2	6,57	19,23	0,0485	0,62	0,69	32,39	25,85	28,72
	P3	8,39	20,79	0,0446	0,73	0,82	35,22	29,22	32,47
	P4	10,68	26,83	0,0508	0,83	0,92	30,92	37,56	41,73
	P5	13,21	30,05	0,0552	0,86	0,95	28,46	43,32	48,13
	P6	13,52	36,11	0,0669	0,85	0,94	23,48	49,70	55,22
C3	P1	7,56	19,86	0,0473	0,66	0,73	33,21	27,47	30,52
	P2	9,55	21,05	0,0361	0,92	1,02	43,51	30,64	34,04
	P3	10,59	31,83	0,0402	1,25	1,38	39,07	42,46	47,18
	P4	21,38	41,58	0,0479	1,37	1,52	32,79	63,01	70,01
	P5	12,93	29,97	0,0557	0,85	0,94	28,20	42,96	47,73
	P6	13,96	33,23	0,0635	0,82	0,92	24,74	47,25	52,50
C4	P1	18,2	41,67	0,062	1,06	1,17	25,33	59,93	66,59
	P2	21,34	50,19	0,0703	1,12	1,25	22,34	71,60	79,56
	P3	9,18	23,21	0,0625	0,58	0,65	25,13	32,45	36,06
D2	P1	4,68	13,04	0,0557	0,37	0,41	28,20	17,78	19,75
	P2	11,93	30,93	0,0505	0,96	1,07	31,10	42,91	47,68
	P3	7,2	20,5	0,0635	0,51	0,57	24,74	27,76	30,85
	P4	10,33	22,98	0,0575	0,63	0,70	27,32	33,37	37,08
	P5	10,78	29,01	0,0731	0,62	0,69	21,49	39,86	44,29
	P6	10,09	27,25	0,0685	0,63	0,70	22,93	37,41	41,57
D3	P1	10,64	26,36	0,0472	0,88	0,98	33,28	37,05	41,16
	P2	7,47	21,95	0,0509	0,68	0,75	30,86	29,47	32,75
	P3	6,7	16,43	0,0464	0,56	0,62	33,85	23,18	25,75
	P4	13,51	26,23	0,0531	0,78	0,86	29,58	39,79	44,21
	P5	11,27	25,56	0,0595	0,68	0,75	26,40	36,89	40,99
	P6	11,25	34,99	0,0854	0,65	0,72	18,39	46,33	51,47
D4	P1	21,66	49,32	0,056	1,38	1,54	28,05	71,04	78,93
	P2	10,34	28,03	0,0559	0,79	0,88	28,10	38,43	42,70
	P3	18,33	38,57	0,0586	1,04	1,15	26,80	56,96	63,29

Tabela 26. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 3 – 14/09/99 do 2º plantio).

PLANTIO 2

3 - COLETA

data coleta: 14/09/99

data pesagem: 06/10/99

Feijão em R7

Bloco	Posição	Talo (g)	Folhas(g)	Discos (g)	Org. Rep. (g)	AF (m2)	IAF (m2/m2)	AFE (m2/k)	Mat. Seca Total (g)	Mat. Seca (g/m2)
A2	P1	21,34	23,66	0,0494	0,7507	0,75	0,84	31,80	45,80	50,89
	P2	36,74	36,95	0,0351	1,4779	1,66	1,84	44,75	75,20	83,56
	P3	27,67	37,2	0,0476	0,9216	1,23	1,37	33,00	65,84	73,15
	P4	40,35	45,97	0,0529	2,072	1,37	1,52	29,69	88,44	98,27
	P5	37,2	43,82	0,0585	1,6158	1,18	1,31	26,85	82,69	91,88
	P6	31,27	47,11	0,0469	2,396	1,58	1,75	33,49	80,82	89,80
A3	P1	18,85	35,5	0,0403	0,6883	1,39	1,54	38,98	55,08	61,20
	P2	27,13	36,02	0,0416	1,1045	1,36	1,51	37,76	64,30	71,44
	P3	64,84	43,22	0,0425	2,1983	1,60	1,78	36,96	110,30	122,56
	P4	42,02	53,34	0,0476	1,9682	1,76	1,96	33,00	97,38	108,20
	P5	64,6	59,67	0,0557	2,6096	1,68	1,87	28,20	126,94	141,04
	P6	24,92	40,98	0,0522	1,4496	1,23	1,37	30,09	67,40	74,89
A4	P1	95,71	78,84	0,045	3,2542	2,75	3,06	34,91	177,85	197,61
	P2	57,73	58,27	0,0559	2,3045	1,64	1,82	28,10	118,36	131,51
	P3	41,78	60,01	0,0588	3,0337	1,60	1,78	26,71	104,88	116,54
B2	P1	34,23	51,01	0,0364	0,6964	2,20	2,45	43,15	85,97	95,53
	P2	27,21	42,33	0,0389	0,7264	1,71	1,90	40,38	70,31	78,12
	P3	56,44	73,06	0,0438	0,7786	2,62	2,91	35,86	130,32	144,80
	P4	52,51	55,02	0,0381	1,7941	2,27	2,52	41,23	109,36	121,51
	P5	78,2	74,53	0,06	2,0415	1,95	2,17	26,18	154,83	172,04
	P6	56,68	57,46	0,0585	1,4482	1,54	1,72	26,85	115,65	128,50
B3	P1	22,53	47,43	0,0513	0,3971	1,45	1,62	30,62	70,41	78,23
	P2	22,5	38,57	0,0468	0,6584	1,30	1,44	33,56	61,78	68,64
	P3	24,71	35	0,0457	0,9746	1,20	1,34	34,37	60,73	67,48
	P4	69,35	63,48	0,0451	2,0068	2,21	2,46	34,83	134,88	149,87
	P5	81,14	56,08	0,0408	1,6601	2,16	2,40	38,50	138,92	154,36
	P6	85,15	73,91	0,041	3,1512	2,83	3,15	38,31	162,25	180,28
B4	P1	53,39	56,26	0,0537	2,6288	1,65	1,83	29,25	112,33	124,81
	P2	75,7	80,51	0,0668	4,8954	1,89	2,11	23,51	161,17	179,08
	P3	103,84	90,57	0,0524	4,0023	2,72	3,02	29,98	198,46	220,52
C2	P1	32,84	48,37	0,0388	0,4989	1,96	2,18	40,48	81,75	90,83
	P2	19,75	27,22	0,047	0,4676	0,91	1,01	33,42	47,48	52,76
	P3	39,46	48,31	0,0505	1,3517	1,50	1,67	31,10	89,17	99,08
	P4	41,49	46,68	0,0523	2,2299	1,40	1,56	30,03	90,45	100,50
	P5	30,64	36,09	0,052	1,6711	1,09	1,21	30,21	68,45	76,06
	P6	84,76	78,72	0,0509	3,0496	2,43	2,70	30,86	166,58	185,09
C3	P1	34,9	56,02	0,048	0,7265	1,83	2,04	32,72	91,69	101,88
	P2	35,75	41,36	0,0356	1,0466	1,83	2,03	44,12	78,19	86,88
	P3	62,59	65,34	0,0394	1,3453	2,61	2,90	39,87	129,31	143,68
	P4	39,48	41,74	0,0451	1,7499	1,46	1,62	34,83	83,02	92,24
	P5	51,95	54,53	0,0489	1,7082	1,75	1,95	32,12	108,24	120,26
	P6	56,33	59,94	0,0474	2,3064	1,99	2,21	33,14	118,62	131,80
C4	P1	69,62	73,4	0,0549	4,4182	2,10	2,34	28,61	147,49	163,88
	P2	67,09	58,98	0,0568	1,9894	1,63	1,81	27,65	128,12	142,35
	P3	94,78	81,86	0,0557	3,6717	2,31	2,57	28,20	180,37	200,41
D2	P1	16,85	29,51	0,0516	0,3671	0,90	1,00	30,44	46,78	51,98
	P2	31,63	47,08	0,043	0,7571	1,72	1,91	36,53	79,51	88,34
	P3	50,43	50,08	0,0616	2,1238	1,28	1,42	25,50	102,70	114,11
	P4	40,82	50,6	0,0577	2,3524	1,38	1,53	27,22	93,83	104,26
	P5	65,71	65,01	0,0387	2,8056	2,64	2,93	40,59	133,56	148,40
	P6	86,67	81,89	0,0543	3,1026	2,37	2,63	28,93	171,72	190,80
D3	P1	30,54	45,55	0,0363	0,7024	1,97	2,19	43,27	76,83	85,37
	P2	22,25	43,03	0,05	0,4119	1,35	1,50	31,42	65,74	73,05
	P3	46,86	56,06	0,0392	1,68	2,25	2,50	40,07	104,64	116,27
	P4	63,99	56,35	0,0297	2,4396	2,98	3,31	52,89	122,81	136,45
	P5	55,05	51,64	0,0509	2,0972	1,60	1,77	30,86	108,84	120,93
	P6	31,87	43,6	0,0502	0,9821	1,37	1,52	31,29	76,50	85,00
D4	P1	63,06	63,56	0,0547	3,3634	1,83	2,03	28,72	130,04	144,49
	P2	58,12	64,22	0,0527	3,7156	1,92	2,13	29,81	126,11	140,12
	P3	96,18	94,16	0,0549	4,4491	2,70	3,00	28,61	194,84	216,49

Tabela 27. Dados coletados (g) dos feijoeiros nas posições amostradas, sendo P1 a 3,2; P2 a 4,5; P3 a 6,3; P4 a 9,9; P5 a 14,4 e P6 a 18,9 m de distância das árvores) em cada bloco e por tratamento (trat. 2; trat. 3 e trat. 4 ou testemunha) - (Coleta 4 – 20/10/99 do 2º plantio).

PLANTIO 2

4 - COLETA

data coleta: 20/10/99

data pesagem: 09/11/99

Feijão em R7 (vagens já grandes e poucas flores)

Bloco	Posição	Talo (g)	Folhas(g)	Discos (g)	Org. Rep. (g)	AF (m2)	IAF (m2/m2)	AFE (m2/k)	Mat. Seca Total (g)	Mat. Seca (g/m2)	Grãos (g)	Grãos (12% Umid)	Grãos (kg/ha)
A2	P1	23,78	29,62	0,067	68,26	0,70	0,77	23,44	168,56	187,29	46,83	53,22	591,29
	P2	67,08	60,79	0,0542	213,63	1,76	1,96	28,98	507,34	563,72	165,79	188,40	2093,31
	P3	35,66	28,6	0,0512	144,33	0,88	0,98	30,68	322,57	358,41	113,93	129,47	1438,51
	P4	76,32	46,57	0,0589	237,05	1,24	1,38	26,67	539,21	599,12	179,21	203,65	2262,75
	P5	77,64	31,91	0,0626	236,2	0,80	0,89	25,09	524,10	582,34	178,29	202,60	2251,14
	P6	66,97	34,8	0,0711	202,62	0,77	0,86	22,09	451,18	501,31	146,72	166,73	1852,53
A3	P1	28,44	35,39	0,0585	91,63	0,95	1,06	26,85	218,12	242,35	62,6	71,14	790,40
	P2	34,23	23,52	0,0485	106,97	0,76	0,85	32,39	247,19	274,65	82,42	93,66	1040,66
	P3	45,32	21,63	0,0601	156,68	0,57	0,63	26,14	342,03	380,03	118,34	134,48	1494,19
	P4	59,03	36,54	0,0659	215,84	0,87	0,97	23,84	472,67	525,18	161,19	183,17	2035,23
	P5	94,89	38,36	0,0721	255,93	0,84	0,93	21,79	578,83	643,15	189,58	215,43	2393,69
	P6	67,76	26,04	0,0613	180,48	0,67	0,74	25,62	405,80	450,89	131,46	149,39	1659,85
A4	P1	123,99	48,23	0,069	385,88	1,10	1,22	22,76	858,46	953,84	300,29	341,24	3791,54
	P2	48,33	11,72	0,075	142,42	0,25	0,27	20,94	314,03	348,92	111,48	126,68	1407,58
	P3	113,09	35,62	0,0561	344,15	1,00	1,11	28,00	762,14	846,82	269,22	305,93	3399,24
B2	P1	34,14	26,63	0,0479	98,62	0,87	0,97	32,79	235,43	261,59	75,99	86,35	959,47
	P2	51,87	45,91	0,0413	170,34	1,75	1,94	38,03	394,63	438,48	126,47	143,72	1596,84
	P3	60,63	47,32	0,0738	204,23	1,01	1,12	21,28	462,02	513,36	149,77	170,19	1891,04
	P4	78,81	50,65	0,0514	232,37	1,55	1,72	30,56	542,39	602,66	180,51	205,13	2279,17
	P5	69,77	28,09	0,0624	220,21	0,71	0,79	25,17	493,36	548,18	175,23	199,13	2212,50
	P6	142,96	52,83	0,0611	374,76	1,36	1,51	25,71	861,81	957,57	291,2	330,91	3676,77
B3	P1	7,46	19,65	0,0608	71,26	0,51	0,57	25,83	149,46	166,07	51,03	57,99	644,32
	P2	28,95	27,94	0,0476	99,21	0,92	1,03	33,00	232,86	258,73	76,71	87,17	968,56
	P3	41,15	28,64	0,0527	130,64	0,85	0,95	29,81	298,22	331,36	97,84	111,18	1235,35
	P4	33,67	18,83	0,0532	136,9	0,56	0,62	29,53	293,65	326,28	104,2	118,41	1315,66
	P5	101,31	49,12	0,053	263,4	1,46	1,62	29,64	603,73	670,81	189,85	215,74	2397,10
	P6	112,12	45,51	0,0624	341,47	1,15	1,27	25,17	757,13	841,26	257,97	293,15	3257,20
B4	P1	67,69	20,79	0,0742	169,58	0,44	0,49	21,17	375,03	416,70	116,9	132,84	1476,01
	P2	53,49	12,28	0,0566	195,31	0,34	0,38	27,75	415,98	462,20	154,84	175,95	1955,05
	P3	87,32	31,94	0,0624	281,74	0,81	0,90	25,17	621,36	690,40	220,3	250,34	2781,57
C2	P1	48,05	39,16	0,0393	146,96	1,57	1,74	39,97	347,72	386,35	113,51	128,99	1433,21
	P2	41,96	19,69	0,0491	125,32	0,63	0,70	31,99	283,78	315,31	96,76	109,95	1221,72
	P3	49,23	36,2	0,0891	143,64	0,82	0,92	22,73	332,44	369,38	103,3	117,39	1304,29
	P4	69,24	23,93	0,0573	294,49	0,66	0,73	27,41	617,79	686,43	230,07	261,44	2904,92
	P5	78,99	21,21	0,0744	249,91	0,45	0,50	21,11	536,16	595,74	185,98	211,34	2348,23
	P6	47,24	4,84	0,066	161,04	0,12	0,13	23,80	336,40	373,77	123,21	140,01	1555,68
C3	P1	51,34	27,86	0,0412	128,6	1,06	1,18	38,13	284,03	315,59	76,19	86,58	961,99
	P2	67,99	38,95	0,0482	244,63	1,27	1,41	32,59	540,98	601,09	189,36	215,18	2390,91
	P3	72,25	39,56	0,0552	194,33	1,13	1,25	28,46	450,89	500,98	144,69	164,42	1826,89
	P4	82,92	44,56	0,0508	256,13	1,38	1,53	30,92	583,64	648,49	199,98	227,25	2525,00
	P5	96,63	25,34	0,0618	297,99	0,65	0,72	25,42	650,58	722,87	230,56	262,00	2911,11
	P6	85,28	6,8	sv	281,51	sv	sv	sv	590,07	655,63	216,48	246,00	2733,33
C4	P1	62,3	18,12	0,0732	184,44	0,39	0,43	21,46	401,02	445,58	136,09	154,65	1718,31
	P2	82,97	14,83	0,0688	246,31	0,34	0,38	22,83	520,25	578,05	176,07	200,08	2223,11
	P3	75,83	35,88	0,0954	180,18	0,59	0,66	16,46	414,36	460,39	122,37	139,06	1545,08
D2	P1	42,88	25,34	0,0349	101,4	1,14	1,27	45,01	263,48	292,76	93,83	106,63	1184,72
	P2	45,65	32,97	0,0522	151,4	0,99	1,10	30,09	347,82	386,47	117,75	133,81	1466,74
	P3	45,02	29,52	0,0548	146,96	0,85	0,94	28,66	337,32	374,81	115,77	131,56	1461,74
	P4	71,85	13,67	0,0671	219,42	0,32	0,36	23,41	474,59	527,32	169,58	192,70	2141,18
	P5	80,43	21,62	0,0613	306,91	0,56	0,62	25,62	649,00	721,11	239,98	272,70	3030,05
	P6	81,22	7,3	sv	285,6	sv	sv	sv	579,96	644,40	205,84	233,91	2598,99
D3	P1	45,36	40,88	0,0446	82,49	1,44	1,60	35,22	224,04	248,94	55,27	62,81	697,85
	P2	47,85	29,88	0,0477	126,29	0,99	1,10	32,93	304,22	338,02	100,15	113,81	1264,52
	P3	64,19	21,3	0,0511	211,36	0,66	0,73	30,74	460,68	511,87	163,78	186,11	2067,93
	P4	58,28	29,88	0,0537	238,16	0,88	0,97	29,25	513,44	570,49	187,07	212,58	2361,99
	P5	51,07	17,25	0,071	207,04	0,38	0,43	22,12	429,00	476,67	153,57	174,51	1939,02
	P6	101,16	13,37	sv	377,63	sv	sv	sv	779,31	865,90	287,15	326,31	3625,63
D4	P1	75,5	17,95	0,0743	226,67	0,38	0,42	21,14	479,81	533,13	159,72	181,50	2016,67
	P2	87,07	30,47	0,0669	215,54	0,72	0,80	23,48	487,43	541,59	154,28	175,32	1947,98
	P3	69,26	10,99	0,0524	199,97	0,33	0,37	29,98	426,96	474,40	146,69	166,69	1852,15

Tabela 28. Valores de radiação relativa em cada posição amostrada em função da radiação medida pelo piranômetro fora da interferência das árvores - (1º plantio).

1 Plantio							
VALORES RELATIVOS AO PIRANÔMETRO							
Dia	Piranômetro J.m-2.dia-1	Posição1 3,2 m	Posição2 4,5 m	Posição3 6,3 m	Posição4 9,9 m	Posição5 14,4 m	Posição6 18,9 m
24/04/99	17.152.740	0,15	0,17	0,26	0,51	0,77	0,95
25/04/99	15.352.056	0,14	0,16	0,19	0,47	0,75	0,95
26/04/99	17.166.915	0,15	0,16	0,25	0,51	0,76	0,94
27/04/99	16.704.288	0,16	0,17	0,27	0,50	0,73	0,90
28/04/99	16.414.749	0,15	0,16	0,25	0,54	0,73	0,91
29/04/99	15.701.895	0,17	0,18	0,26	0,55	0,78	0,93
30/04/99	16.167.672	0,18	0,19	0,26	0,54	0,76	0,93
01/05/99	15.841.773	0,17	0,17	0,24	0,51	0,75	0,93
02/05/99	15.490.206	0,19	0,18	0,26	0,54	0,79	1,00
03/05/99	15.919.443	0,18	0,17	0,24	0,51	0,74	0,91
04/05/99	15.661.314	0,18	0,17	0,24	0,51	0,74	0,94
05/05/99	13.976.226	0,21	0,22	0,33	0,63	0,80	0,94
06/05/99	6.052.059	0,31	0,43	0,58	0,71	0,85	0,97
07/05/99	12.656.646	0,18	0,21	0,27	0,56	0,64	0,87
08/05/99	14.208.426	0,18	0,20	0,29	0,53	0,66	0,87
09/05/99	16.682.166	0,18	0,17	0,25	0,50	0,70	0,88
10/05/99	16.830.936	0,17	0,15	0,21	0,44	0,64	0,86
19/05/99	14.599.755	0,18	0,16	0,24	0,48	0,69	0,87
20/05/99	17.354.151	0,17	0,14	0,20	0,44	0,60	0,81
21/05/99	14.063.868	0,18	0,18	0,26	0,50	0,62	0,81
22/05/99	15.162.309	0,18	0,16	0,20	0,43	0,62	0,84
23/05/99	15.367.752	0,17	0,15	0,18	0,42	0,61	0,83
24/05/99	15.258.915	0,17	0,15	0,20	0,44	0,60	0,82
25/05/99	14.337.369	0,18	0,17	0,23	0,48	0,63	0,83
26/05/99	9.856.899	0,24	0,30	0,38	0,56	0,69	0,84
27/05/99	9.635.283	0,21	0,28	0,39	0,65	0,79	0,90
28/05/99	12.889.431	0,23	0,26	0,33	0,56	0,73	0,88
29/05/99	12.508.605	0,18	0,76	0,25	0,46	0,66	0,85
30/05/99	13.739.715	0,20	0,23	0,21	0,36	0,52	0,77
31/05/99	14.055.462	0,17	0,18	0,27	0,54	0,65	0,79
01/06/99	15.203.259	0,16	0,33	0,18	0,43	0,59	0,80
02/06/99	14.036.544	0,17	0,16	0,18	0,41	0,58	0,80
03/06/99	12.033.981	0,19	0,92	0,21	0,34	0,54	0,81
04/06/99	10.892.394	0,20	0,27	0,35	0,64	0,76	0,89
05/06/99	12.504.177	0,19	0,22	0,26	0,41	0,58	0,82
06/06/99	3.182.985	0,29	0,46	0,53	0,69	0,78	0,87
07/06/99	11.959.632	0,19	0,23	0,31	0,58	0,69	0,87
09/06/99	14.526.864	0,16	0,17	0,20	0,43	0,57	0,79
10/06/99	7.694.118	0,24	0,37	0,43	0,64	0,79	0,89
11/06/99	13.307.256	0,16	0,20	0,18	0,40	0,56	0,81
12/06/99	8.232.183	0,22	0,53	0,34	0,49	0,70	0,90
13/06/99	13.198.149	0,18	0,21	0,26	0,53	0,67	0,86
14/06/99	2.648.403	0,30	0,59	0,56	0,73	0,80	0,90
15/06/99	9.125.865	0,24	0,30	0,38	0,52	0,65	0,79
16/06/99	5.949.990	0,26	0,33	0,42	0,51	0,60	0,71
17/06/99	12.899.727	0,19	0,19	0,20	0,38	0,57	0,84
18/06/99	12.047.319	0,19	0,20	0,25	0,50	0,65	0,87

19/06/99	9.700.938	0,24	0,32	0,40	0,64	0,80	0,90
20/06/99	1.662.039	0,28	2,85	0,53	0,69	0,77	0,86
21/06/99	12.615.885	0,21	0,30	0,27	0,49	0,60	0,78
22/06/99	13.762.179	0,19	0,21	0,24	0,51	0,64	0,85
23/06/99	14.353.947	0,19	0,25	0,19	0,40	0,55	0,81
24/06/99	14.773.050	0,18	0,18	0,20	0,41	0,55	0,79
25/06/99	13.948.974	0,19	0,17	0,22	0,45	0,59	0,82
26/06/99	14.169.609	0,19	0,21	0,24	0,44	0,56	0,78
27/06/99	13.384.953	0,21	0,25	0,20	0,39	0,56	0,81
28/06/99	14.613.705	0,21	0,19	0,22	0,42	0,57	0,79
29/06/99	9.265.554	0,23	0,32	0,37	0,74	0,78	0,86
30/06/99	15.326.136	0,22	0,18	0,21	0,42	0,55	0,79
01/07/99	14.414.364	0,22	0,21	0,23	0,45	0,58	0,82
02/07/99	14.197.536	0,25	0,21	0,24	0,44	0,60	0,80
03/07/99	13.667.778	0,28	0,27	0,27	0,46	0,64	0,83
04/07/99	11.216.295	0,31	0,33	0,31	0,39	0,59	0,83
Média	12.973.410	0,20	0,29	0,28	0,50	0,67	0,86

Tabela 29. Valores de radiação relativa em cada posição amostrada em função da radiação medida pelo piranômetro fora da interferência das árvores - (2º plantio).

2 Plantio		VALORES RELATIVOS AO PIRANÔMETRO					
Dia	Piranômetro J.m-2.dia-1	Posição1 3,2 m	Posição2 4,5 m	Posição3 6,3 m	Posição4 9,9 m	Posição5 14,4 m	Posição6 18,9 m
08/07/99	10.031.067	0,33	0,38	0,40	0,54	0,62	0,78
09/07/99	12.258.855	0,37	0,40	0,36	0,43	0,62	0,82
10/07/99	15.620.949	0,35	0,30	0,33	0,50	0,64	0,81
11/07/99	15.760.224	0,37	0,34	0,36	0,54	0,67	0,82
12/07/99	16.111.089	0,41	0,37	0,39	0,54	0,66	0,82
13/07/99	12.961.467	0,41	0,42	0,48	0,66	0,76	0,88
14/07/99	15.226.398	0,45	0,42	0,45	0,57	0,68	0,83
15/07/99	15.409.710	0,46	0,43	0,48	0,58	0,68	0,83
16/07/99	14.943.465	0,47	0,47	0,51	0,60	0,70	0,84
17/07/99	14.563.611	0,47	0,51	0,52	0,60	0,70	0,84
18/07/99	14.281.380	0,50	0,51	0,54	0,61	0,71	0,85
19/07/99	14.340.960	0,50	0,49	0,55	0,61	0,72	0,86
20/07/99	14.216.526	0,50	0,52	0,56	0,62	0,71	0,85
21/07/99	13.628.484	0,52	0,55	0,60	0,65	0,74	0,87
22/07/99	13.434.975	0,53	0,60	0,60	0,65	0,75	0,87
23/07/99	12.436.713	0,53	0,69	0,61	0,65	0,76	0,85
24/07/99	10.234.161	0,56	0,70	0,62	0,64	0,73	0,84
25/07/99	15.865.956	0,51	0,60	0,58	0,62	0,72	0,82
26/07/99	15.613.542	0,51	0,55	0,59	0,63	0,73	0,83
27/07/99	14.959.188	0,50	0,53	0,59	0,64	0,74	0,83
29/07/99	15.594.282	0,49	0,47	0,58	0,64	0,74	0,82
30/07/99	14.657.499	0,48	0,48	0,57	0,65	0,76	0,84
31/07/99	14.091.804	0,47	0,46	0,53	0,59	0,71	0,80
01/08/99	16.191.702	0,43	0,45	0,53	0,61	0,73	0,83
02/08/99	13.643.874	0,26	0,42	0,47	0,54	0,71	0,83
03/08/99	15.680.340	0,39	0,39	0,46	0,55	0,71	0,82
04/08/99	16.351.011	0,40	0,41	0,50	0,59	0,73	0,82
05/08/99	16.461.063	0,36	0,38	0,45	0,55	0,71	0,81
06/08/99	17.204.427	0,39	0,37	0,45	0,56	0,71	0,81
07/08/99	16.720.920	0,39	0,37	0,44	0,57	0,72	0,81
08/08/99	15.948.360	0,34	0,32	0,37	0,51	0,69	0,79
09/08/99	16.816.617	0,30	0,30	0,35	0,51	0,70	0,69
10/08/99	16.885.116	0,30	0,38	0,36	0,53	0,71	0,71
11/08/99	16.035.255	0,29	0,31	0,34	0,52	0,70	0,72
12/08/99	15.921.243	0,29	0,29	0,32	0,51	0,70	0,73
13/08/99	15.706.503	0,28	0,28	0,32	0,52	0,70	0,74
15/08/99	9.044.766	0,37	0,39	0,50	0,64	0,71	0,79
16/08/99	16.007.904	0,30	0,20	0,35	0,49	0,67	0,77
17/08/99	17.166.204	0,27	0,26	0,33	0,58	0,76	0,82
18/08/99	14.978.853	0,26	0,30	0,37	0,61	0,70	0,80
19/08/99	17.444.259	0,22	0,28	0,28	0,52	0,71	0,81
20/08/99	18.124.047	0,21	0,25	0,27	0,50	0,69	0,79
21/08/99	18.745.686	0,22	0,20	0,26	0,50	0,70	0,79
22/08/99	15.347.133	0,27	0,29	0,33	0,54	0,76	0,83
26/08/99	18.080.721	0,21	0,17	0,27	0,51	0,72	0,81
27/08/99	17.045.442	0,21	0,20	0,29	0,51	0,73	0,81
28/08/99	17.740.917	0,21	0,22	0,27	0,49	0,72	0,80
29/08/99	14.100.840	0,26	0,29	0,37	0,58	0,78	0,83
30/08/99	15.808.455	0,24	0,26	0,33	0,54	0,75	0,82
31/08/99	18.262.539	0,22	0,21	0,28	0,50	0,73	0,80
01/09/99	18.411.273	0,20	0,18	0,28	0,50	0,75	0,81
02/09/99	19.678.842	0,20	0,18	0,27	0,49	0,74	0,80
03/09/99	18.640.953	0,20	0,19	0,29	0,51	0,76	0,81
04/09/99	17.956.359	0,20	0,21	0,30	0,53	0,77	0,82

05/09/99	16.241.004	0,21	0,25	0,35	0,61	0,76	0,81
06/09/99	14.898.672	0,23	0,28	0,34	0,55	0,76	0,81
07/09/99	16.451.784	0,22	0,23	0,34	0,55	0,76	0,80
08/09/99	9.834.939	0,33	0,33	0,54	0,72	0,79	0,83
09/09/99	8.854.209	0,26	0,35	0,50	0,69	0,78	0,86
10/09/99	4.379.265	0,35	0,35	0,58	0,70	0,78	0,85
11/09/99	18.179.181	0,22	0,24	0,45	0,66	0,75	0,83
12/09/99	3.777.516	0,29	0,38	0,50	0,64	0,73	0,81
14/09/99	18.466.911	0,10	0,25	0,22	0,58	0,18	0,90
15/09/99	3.007.980	0,11	0,90	0,13	0,62	0,06	0,00
16/09/99	20.316.312	0,08	0,28	0,14	0,54	0,07	0,66
17/09/99	22.499.523	0,08	0,17	0,18	0,58	0,08	0,67
18/09/99	22.315.941	0,08	0,21	0,20	0,59	0,08	0,74
19/09/99	17.699.058	0,08	0,33	0,14	0,57	0,06	0,69
20/09/99	22.291.704	0,07	0,23	0,22	0,59	0,04	0,77
21/09/99	20.285.883	0,07	0,23	0,23	0,59	0,03	0,79
22/09/99	23.948.658	0,08	0,23	0,22	0,63	0,03	0,70
23/09/99	23.101.209	0,07	0,23	0,23	0,60	0,03	0,64
24/09/99	25.986.546	0,06	0,15	0,28	0,62	0,04	0,63
25/09/99	25.392.753	0,09	0,19	0,34	0,60	0,05	0,67
26/09/99	24.511.734	0,10	0,20	0,41	0,60	0,05	0,77
27/09/99	23.591.349	0,11	0,20	0,42	0,61	0,05	0,82
28/09/99	22.626.207	0,13	0,24	0,38	0,63	0,06	0,84
29/09/99	16.789.770	0,18	0,38	0,37	0,69	0,38	1,00
30/09/99	24.031.485	0,13	0,26	0,45	0,62	0,46	0,76
01/10/99	21.719.646	0,17	0,31	0,47	0,65	0,49	0,98
02/10/99	16.440.381	0,15	0,34	0,39	0,60	0,39	0,88
03/10/99	17.975.520	0,12	0,37	0,38	0,65	0,38	0,64
04/10/99	5.314.770	0,15	0,49	0,32	0,67	0,31	1,94
05/10/99	17.892.864	0,11	0,29	0,21	0,53	0,38	0,67
06/10/99	18.854.199	0,13	0,31	0,20	0,62	0,44	0,72
07/10/99	22.322.277	0,17	0,26	0,32	0,71	0,47	0,81
08/10/99	9.138.312	0,12	0,79	0,15	0,59	0,17	0,86
15/10/99	13.139.307	0,19	0,46	0,25	0,73	0,23	0,63
16/10/99	16.778.421	0,20	0,34	0,29	0,70	0,28	0,84
17/10/99	5.519.286	0,18	0,45	0,24	0,69	0,21	2,91
18/10/99	16.462.692	0,13	0,38	0,26	0,56	0,19	0,74
19/10/99	24.374.655	0,22	0,38	0,32	0,68	0,25	0,61
20/10/99	14.593.689	0,16	0,37	0,26	0,50	0,21	0,74
23/10/99	28.470.321	0,28	0,34	0,38	0,68	0,32	0,87
24/10/99	25.897.491	0,31	0,37	0,40	0,72	0,34	0,88
25/10/99	14.563.980	0,31	0,45	0,35	0,72	0,33	0,88
26/10/99	7.730.172	0,31	0,57	0,35	0,69	0,35	0,88
27/10/99	15.180.003	0,35	0,41	0,34	0,69	0,37	0,87
28/10/99	24.900.408	0,37	0,38	0,37	0,67	0,43	0,89
29/10/99	24.900.408	0,37	0,38	0,37	0,67	0,43	0,89
30/10/99	20.138.706	0,59	0,46	0,38	0,77	0,52	0,86
31/10/99	26.509.653	0,43	0,31	0,46	0,66	0,55	0,85
01/11/99	22.583.898	0,50	0,16	0,47	0,70	0,58	0,87
02/11/99	20.524.518	0,53	0,26	0,19	0,79	0,65	0,89
03/11/99	19.224.135	0,74	0,17	0,81	0,78	0,72	0,88
04/11/99	18.364.509	0,44	0,35	0,87	0,79	0,70	0,89
05/11/99	7.742.304	0,44	0,35	0,77	0,66	0,66	0,84
06/11/99	20.339.235	0,44	0,35	0,81	0,65	0,68	0,87
07/11/99	28.029.546	0,44	0,35	0,83	0,74	0,66	0,88
08/11/99	23.449.221	0,58	0,34	0,84	0,75	0,67	0,91
Média	16.881.346	0,29	0,35	0,40	0,61	0,68	0,83

Tabela 30. Valores de IAF (m2/m2) da seringueira medidos durante o experimento.

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR - SERINGUEIRA													
SAF	Bloco	09/abr/99	20/abr/99	03/mai/99	18/mai/99	30/jun/99	07/jul/99	14/jul/99	31/jul/99	05/out/99	09/nov/99		
IAN3087	A1	1,72	2,12	2,1	2,24	1,15	0,46	0,83	1,31	1,66	2		
	A3	1,8	2,25	2,04	2,43	1,3	0,95	0,93	1,11	1,74	1,99		
	A2	1,67	2,08	2,15	2,17	1,3	0,79	0,79	1,31	1,55	1,93		
	B3	1,94	2,59	2,71	2,97	2,52	1,54	1,12	0,87	2,02	2,21		
RRIM600	B1	1,98	2,66	2,62	2,73	2,6	1,57	1,44	0,82	1,68	2,17		
	B2	2	2,68	2,86	2,87	2,59	1,57	1,35	1,02	1,71	2,21		
	C2	2,02	2,54	2,78	2,73	2,74	1,64	1,4	1,03	1,64	2,06		
	C1	2,1	2,67	2,84	2,76	2,7	1,65	1,53	0,99	1,86	2,12		
RRIM527	C3	2,36	2,74	2,99	2,91	2,88	1,63	1,5	0,9	1,81	2,18		
	D3	2,53	3,22	3,18	3,14	2,42	2,01	1,36	0,66	1,76	2,14		
	D2	2,29	3,09	3,12	2,83	2,8	1,85	1,7	0,72	1,8	1,96		
	D1	2,38	3,2	3,18	2,69	2,74	1,77	1,71	0,62	1,93	2,23		
Monocultivo													
IAN3087	A1	1,56	1,67	2,03	1,61	0,99	1,01	0,97	1,17	1,83	2,3		
	A3	1,27	1,67	2,02	1,76	1,43	0,88	1,3	1,23	1,83	2,15		
	A2	1,37	1,48	1,92	1,54	1,15	0,96	0,74	1,21	1,81	2,19		
	B3	2,23	2,49	2,81	2,11	1,6	1,11	0,89	0,89	2,17	2,62		
RRIM600	B1	2,12	2,9	2,63	2,35	2,5	1,36	0,98	0,98	2,18	2,41		
	B2	2,2	2,49	2,63	2,52	2,31	1,23	1,05	0,74	1,99	2,36		
	C2	2,24	2,7	2,61	2,74	2,65	1,13	1,42	1,23	2,18	2,35		
	C1	2	2,62	2,42	2,67	2,32	1,18	1	0,8	2,07	2,35		
RRIM527	C3	2,47	2,54	2,56	2,36	1,99	1,03	0,95	0,56	1,94	2,24		
	D3	2,49	2,58	2,65	2,85	2,23	1,2	0,73	0,69	1,79	2,03		
	D2	2,07	2,86	2,71	2,56	2,15	0,98	0,92	0,56	1,75	2,01		
	D1	2,25	2,48	2,48	2,13	1,87	1,48	1,1	0,61	1,69	1,95		

Tabela 31. Produção mensal de borracha seca por árvore (g BorSec.árv.⁻¹) para as árvores em SAF. Na coluna "árvore" a primeira letra significa a repetição (A; B; C ou D), o primeiro número o tratamento experimental (1; 2 ou 3) e o segundo número o da sequência da árvore (1 a 4).

Árvore	Produção de Borracha Seca				Árvores em SAF			
	Valores em gramas				Produção			
	dez/98	fev/99	mar/99	abr/99	mai/99	jun/99	jul/99	total/árv
A11	51,77	130,71	244,44	234,84	125,53	90,25	39,30	916,84
A12	55,67	264,28	510,21	459,41	251,74	184,94	65,53	1791,79
A13	58,53	128,10	226,87	400,15	362,56	270,04	76,56	1522,80
A14	38,96	198,54	325,56	336,63	204,70	148,21	78,07	1330,67
A31	148,57	285,94	457,21	472,51	304,81	250,10	120,44	2039,59
A32	93,42	344,81	804,52	803,87	431,67	301,95	151,04	2931,28
A33	225,02	308,64	529,76	491,50	290,50	226,58	98,83	2170,82
A34	64,50	137,75	214,21	205,68	88,57	92,84	22,21	825,76
A21	131,77	190,02	377,02	399,43	197,63	152,38	87,82	1536,06
A22	116,36	209,67	302,86	395,64	256,15	184,49	69,95	1535,12
A23	105,54	248,37	480,61	584,26	322,58	273,52	120,46	2135,33
A24	124,85	145,06	248,58	433,03	395,15	353,06	101,80	1801,52
B31	113,07	257,15	410,90	537,71	623,70	352,22	182,02	2476,78
B32	57,92	131,23	253,63	264,82	234,32	147,66	62,16	1151,74
B33	252,81	347,77	525,91	1056,16	1221,70	744,41	428,86	4577,62
B34	43,72	188,97	292,23	441,88	459,48	350,92	151,76	1928,97
B11	96,62	264,81	411,58	704,99	753,32	550,46	284,29	3066,07
B12	183,63	272,81	269,93	475,98	920,00	1168,62	607,05	3898,02
B13	124,24	276,28	664,76	919,46	732,46	432,72	246,31	3396,23
B14	325,45	373,25	541,56	851,23	919,96	734,63	419,74	4165,82
B21	61,56	197,50	251,85	467,68	605,66	453,81	173,70	2211,76
B22	79,39	220,19	328,21	444,40	620,89	411,86	173,67	2278,60
B23	149,35	297,77	366,72	664,32	894,75	1402,07	684,29	4459,26
B24	29,44	60,35	75,91	118,62	109,59	136,59	42,74	573,24
C21	100,43	159,49	285,91	454,08	714,11	830,57	390,02	2934,61
C22	22,42	92,09	87,77	93,50	178,70	398,62	159,76	1032,88
C23	38,44	109,66	118,18	273,45	476,30	636,07	187,10	1839,21
C24	133,16	262,28	352,33	561,91	756,05	858,30	413,34	3337,38
C11	43,29	109,14	232,06	377,39	408,53	217,10	103,69	1491,20
C12	78,96	141,58	252,74	512,96	532,16	265,10	127,96	1911,46
C13	416,79	363,25	632,39	775,01	1078,79	1243,94	750,62	5260,80
C14	87,19	215,93	267,81	385,93	471,31	349,68	127,83	1905,67
C31	96,45	231,32	308,70	490,23	515,12	295,72	143,70	2081,24
C32	218,61	321,51	572,88	987,29	924,91	588,17	293,15	3906,52
C33	187,88	201,93	338,03	660,26	648,90	495,97	293,01	2825,97
C34	210,91	313,94	418,06	536,54	636,67	452,40	229,99	2798,51
D31	100,78	109,05	255,53	375,16	300,12	315,81	196,75	1653,20
D32	179,83	305,77	430,44	602,02	749,47	564,06	210,27	3041,85
D33	146,58	183,06	347,78	832,24	736,48	636,14	278,93	3161,21
D34	103,12	217,24	323,37	460,48	285,49	223,55	121,53	1734,77
D21	135,67	211,67	243,09	453,01	475,93	403,52	167,59	2090,47
D22	53,16	116,18	183,16	416,32	242,42	238,69	109,87	1359,80
D23	79,13	172,88	266,51	551,65	412,01	354,82	174,39	2011,39
D24	120,60	174,54	266,61	547,85	663,30	742,46	230,50	2745,87
D11	127,79	202,54	343,77	518,17	352,12	278,09	113,07	1935,54
D12	97,06	137,14	271,47	464,47	495,46	437,86	194,87	2098,33
D13	107,70	116,44	192,38	556,09	430,35	379,73	127,47	1910,16
D14	100,26	141,84	250,39	557,33	506,24	433,19	208,54	2197,78
Médias	119,13	210,22	340,76	512,66	506,63	438,62	205,05	2333,07

Tabela 32. Produção mensal de borracha seca por árvore (g BorSec.árv.⁻¹) para as árvores em monocultivo. Na coluna "árvore" a primeira letra significa a repetição (A; B; C ou D), o primeiro número o tratamento experimental (1, 2 ou 3) e o segundo número o da seqüência da árvore (5 a 8).

Árvore	Produção de Borracha Seca				Árvores em Monocultivo			
	Valores em gramas				Produção			
	dez/98	fev/99	mar/99	abr/99	mai/99	jun/99	jul/99	total/árv
A 15	56,54	115,4	139,3	150,3	88,7	85,7	32,9	668,81
A 16	76,28	117,1	302,1	350,1	269,9	239,5	64,7	1419,61
A 17	64,41	115,0	264,0	185,5	138,5	104,2	59,4	931,11
A 18	119,31	50,0	292,5	160,5	92,3	92,1	50,0	856,81
A 35	69,87	153,9	295,1	316,6	223,2	130,5	87,3	1276,39
A 36	80,95	126,9	279,9	305,8	228,8	193,4	70,3	1286,06
A 37	138,61	174,5	266,2	246,6	133,9	81,8	61,9	1103,59
A 38	98,35	141,0	300,1	234,3	122,3	118,0	52,1	1066,15
A 25	82,16	83,5	238,3	231,2	208,7	120,2	53,8	1017,83
A 26	54,29	41,7	179,5	193,6	96,3	78,4	26,0	669,81
A 27	84,67	91,3	259,6	238,5	123,2	96,4	56,3	949,82
A 28	116,02	144,4	310,6	227,7	162,6	146,5	59,4	1167,24
B35	156,62	298,3	722,2	631,9	523,0	169,4	101,5	2602,99
B36	449,35	435,7	732,5	703,5	1110,3	1038,0	529,8	4999,13
B37	105,11	207,5	420,0	404,8	412,6	228,4	109,8	1888,21
B38	52,90	80,4	135,8	147,3	119,7	167,7	94,8	798,62
B15	242,08	326,6	452,4	512,9	517,0	373,1	197,1	2621,18
B16	91,43	153,2	267,4	314,0	491,9	165,4	79,2	1562,64
B17	268,66	367,1	522,2	434,6	214,8	345,1	169,8	2322,27
B18	134,20	243,7	428,5	470,0	743,1	338,8	145,8	2504,02
B25	113,42	178,0	462,6	407,3	530,6	370,0	116,0	2177,99
B26	84,07	165,1	393,8	416,2	248,7	296,1	124,1	1728,16
B27	123,46	155,4	270,8	233,5	571,7	168,0	65,9	1588,74
B28	234,11	313,7	606,9	670,7	482,7	425,7	171,1	2904,83
C25	379,39	440,0	588,5	472,0	691,1	724,3	282,8	3578,12
C26	77,23	139,5	280,2	298,8	226,8	198,3	103,2	1323,94
C27	312,72	467,1	744,1	951,9	879,8	621,5	308,3	4285,35
C28	86,93	190,4	396,0	401,5	246,4	237,0	97,7	1655,78
C15	84,50	184,2	352,2	442,0	413,4	418,3	119,2	2013,79
C16	186,23	235,4	344,0	414,9	449,0	519,9	273,7	2423,08
C17	71,86	104,9	288,4	367,8	436,5	320,3	138,1	1727,91
C18	39,74	77,9	195,4	169,9	125,9	171,8	88,7	869,38
C35	58,09	113,0	259,5	278,8	246,5	165,3	67,3	1188,58
C36	169,96	335,7	625,0	646,1	659,1	513,3	199,7	3148,78
C37	101,82	170,4	293,3	341,2	302,6	333,4	136,4	1679,02
C38	119,22	138,4	263,3	387,8	265,2	269,6	94,1	1537,52
D35	36,97	69,2	135,3	134,6	141,8	112,6	30,5	660,92
D36	275,06	344,1	497,3	536,4	526,1	479,4	156,7	2815,11
D37	161,73	176,0	340,4	372,6	377,7	290,2	133,2	1851,87
D38	152,90	191,1	301,3	307,1	275,9	289,5	108,0	1625,86
D25	179,39	213,3	341,4	535,2	239,2	480,3	228,4	2217,23
D26	170,65	193,6	311,9	343,2	264,4	426,9	139,0	1849,59
D27	51,43	110,6	215,8	225,8	131,9	150,9	30,5	916,90
D28	131,08	263,5	501,4	497,5	232,2	216,3	97,4	1939,48
D15	94,37	170,2	292,8	337,7	470,7	325,7	149,1	1840,53
D16	85,80	105,0	229,2	334,1	329,4	220,8	87,3	1391,52
D17	52,12	90,8	218,2	308,4	147,0	165,4	39,2	1021,05
D18	125,71	258,0	389,5	490,0	277,2	320,3	152,2	2012,91
Médias	131,29	188,78	353,06	370,48	337,71	282,16	121,66	1785,13

Tabela 33. Rendimento do feijoeiro em relação à distância das árvores calculado pelas equações $y = 1105,7\ln(x) - 394,11$ com $r^2 = 0,9734$ para o primeiro plantio e $y = -2,5859x^2 + 158,9x + 684,46$ com $r^2 = 0,9262$ para o segundo plantio. Os resultados encontram-se em kg/ 200 metros lineares.

dist	1 plantio (kg/200 m)	2 plantio (kg/200 m)	continuação		
2,50	5,57	9,63	25,00	28,49	27,41
2,95	7,22	10,22	25,45	28,66	27,53
3,40	8,63	10,80	25,90	28,84	27,63
3,85	9,87	11,37	26,35	29,01	27,73
4,30	10,97	11,92	26,80	29,18	27,82
4,75	11,96	12,47	27,25	29,34	27,89
5,20	12,86	13,01	27,70	29,51	27,96
5,65	13,69	13,54	28,15	29,67	28,02
6,10	14,45	14,06	28,60	29,82	28,07
6,55	15,16	14,57	29,05	29,98	28,11
7,00	15,82	15,08	29,50	30,13	28,14
7,45	16,44	15,57	29,95	30,28	28,16
7,90	17,02	16,05	30,40	30,43	28,17
8,35	17,57	16,52	30,85	30,58	28,17
8,80	18,09	16,99	31,30	30,72	28,17
9,25	18,59	17,44	31,75	30,86	28,15
9,70	19,06	17,89	32,20	31,00	28,12
10,15	19,51	18,32	32,65	31,14	28,09
10,60	19,95	18,75	33,10	31,28	28,04
11,05	20,36	19,17	33,55	31,41	27,99
11,50	20,76	19,57	34,00	31,54	27,92
11,95	21,14	19,97	34,45	31,68	27,85
12,40	21,51	20,36	34,90	31,80	27,77
12,85	21,86	20,74	35,35	31,93	27,68
13,30	22,20	21,11	35,80	32,06	27,57
13,75	22,54	21,47	36,25	32,18	27,46
14,20	22,86	21,82	36,70	32,31	27,34
14,65	23,17	22,16	37,15	32,43	27,21
15,10	23,47	22,49	37,60	32,55	27,07
15,55	23,76	22,82	38,05	32,66	26,93
16,00	24,04	23,13	38,50	32,78	26,77
16,45	24,32	23,43	38,95	32,90	26,60
16,90	24,59	23,73	39,40	33,01	26,42
17,35	24,85	24,01	39,85	33,12	26,24
17,80	25,10	24,29	40,30	33,24	26,04
18,25	25,35	24,55	40,75	33,35	25,84
18,70	25,60	24,81			
19,15	25,83	25,06	Soma	2162,26	2007,53
19,60	26,06	25,29			
20,05	26,29	25,52			
20,50	26,51	25,74			
20,95	26,73	25,95			
21,40	26,94	26,15			
21,85	27,14	26,34			
22,30	27,35	26,52			
22,75	27,55	26,69			
23,20	27,74	26,86			
23,65	27,93	27,01			
24,10	28,12	27,15			
24,55	28,30	27,29			

Tabela 34. Resultados da análise de terra realizada para o plantio do feijoeiro (1º plantio).

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DO SOLO

Tipo de análise: SQ3 No. Cliente: 1792
[Interessado]
Nome.....: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA
Endereço.: CAIXA POSTAL 09
Município: PIRACICABA SP
[Proprietário]
Propriedade: GENÉTICA 01
Município...: PIRACICABA SP

RESULTADOS DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLOS

Amostra		pH	M.O	P	S-SO ₄	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V	
N.LAB.	IDENTIF.	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³		mmolc dm ⁻³							%
2118	0-20	5,1	23	12	14	3,0	61	16	31	80,6	111,6	72	
2119	20-40	4,9	20	9	12	3,0	54	14	31	71,0	102,0	70

S-SO₄ = NH₄ OAc 0,5N em HOAc 0,25N (10 ml TFSA/25 ml)

Data de emissão: 24/02/99

PROGRAMA DE CONTROLE
DE QUALIDADE
ANÁLISE DE SOLO
SISTEMA IAC

1998

"MACRONUTRIENTES"

[Handwritten signature]

Prof. Dr. Luis Ignacio Prochnow
-Coordenador-

R\$: 6,90

Avenida Pádua Dias, 11 - CP. 09 - Piracicaba, SP - Cep 13418-900 - Fone (019)429-4171/429-4295 - Fax (019)434-3242
E-mail: iso@carpa.clagri.usp.br - Home-page: <http://www.esalq.usp.br/d-solos/>

Tabela 35. Resultados da análise de terra realizada para o plantio do feijoeiro (2º plantio).

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"
DEPARTAMENTO DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

Tipo de análise: S01	No. Cliente: 1792
[Interessado]	
Nome.....: DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA	
Endereço.: CAIXA POSTAL 09	
Município: PIRACICABA	SP
[Proprietário]	
Propriedade: TANAKA - PESQUISA	
Município...: PIRACICABA	SP

RESULTADOS DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLOS

Amostra		pH	N.O	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
N. LAB.	IDENTIF.	CaCl2	g dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmolc dm ⁻³			
10827	FCIRO	4,4	17	9	2,1	26	6	47	34,1	81,1	42

Data de emissão: 12/07/99

Prof.Dr. Luis Ignacio Prochnow
-Coordenador-

R\$: 2,40

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Patafos, 1996. 786p.
- BAUMER, M. **Agroforestry and desertification: the potencial role of agroforestry in combating desertification and environmental degradation with special reference to Africa**. Wageningen: Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, 1990. 250p.
- BERNARDES, M.S. **Simulation of agroforestry systems: the case of rubber tree associated with other crops**. Wageningen Agricultural University, Wageningen - Holanda, 1993. 63p. (Doctor Degree Programme)
- BERNARDES, M.S. **Efeito de métodos químicos de indução de copa no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg. cv. RRIM 600)**. ESALQ/USP. Piracicaba. 1989. 192p. (Dissertação de mestrado).
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C., FERREIRA, S.O., YAMADA, T. (Ed.), **Ecofisiologia da produção agrícola**, 1º ed. Piracicaba: PATAFOS, 1987. cap. 2, p.13-48.
- BERNARDES, M.S.; LIMA, S.F.F; TERAMOTO, E R.; RIGHI, C.A.; BERNARDES, A.S. **Recuperação de solo degradado com sistema agroflorestal no extremo sul da**

- Bahia. In: Reunião Brasileira Ciência do Solo e da Água (RBCSA), XIII. Ilhéus/BA, agosto/2000. Ilhéus. **Anais**. Ilhéus, 2000. 1v.
- BERNARDES, M.S., CÂMARA, G.M.S.; CASTRO, D.S. Modificações morfológicas e fenológicas em soja provocadas por sombreamento em sistema agroflorestal com seringueiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Londrina, 1999. **Anais**. Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 389. (Embrapa Soja Documentos, 124)
- BERNARDES, M.S., GOUDRIAAN, J., CÂMARA, G.M.S., DOURADO-NETO, D. Tree-crop interactions in agroforestry system of rubber with soybean and maize. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN SOCIETY FOR AGRONOMY, 5, Nitra / Eslováquia, 1998. **Short communications vol. II**. Eslováquia: ESA, 1998. p.125-126.
- BERNARDES, M.S.; FURIA, L.R.R.; TERAMOTO, E.R.; BERNARDO, K.T. Interações abaixo da superfície do solo em sistema agroflorestal de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e milho (*Zea mays*). In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2, Belém, 1998. **Resumos expandidos**. Belém: Embrapa-CPATU, 1998. p.14-16.
- BERNARDES, M.S.; GOUDRIAAN, J., CÂMARA, G.M.S., DOURADO-NETO, D. Interações acima e abaixo da superfície do solo em sistema agroflorestal de seringueira e soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, X, Piracicaba, 1997. **Anais**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. p.549-51.
- BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R.C.; MARTINS, A.N. **Formação da copa e resistência de árvores ao vento: modelo de seringueira**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 88p.

- BERNARDES, M.S.; CASTRO, P.R.C.; FURTADO, E.L.; SILVEIRA, A. P. da, COSTA, J.D.; MARTINS, A. N.; VIRGENS FILHO, A. C. **Manual de sangria da seringueira**. São José do Rio Preto: Bridgestone/Firestone, 1995. 20p.
- BLANCO, H.; OLIVEIRA, D. de A.; ARAÚJO, J.B.M. Competição de plantas daninhas com a cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). **Biológico** v.35, n.12, p.303-308, 1969.
- BURGA, C.A. **Canopy architecture, light distribution, and photosynthesis of different dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plant types**. Michigan State University, East Lansing. EUA. 1978. 1v. (tese de Phd.).
- CAMPBELL, G.S. **An introduction to environmental biophysics**. 1º ed., Nova York – EUA: Heidelberg Science Library. 1986. 159p.
- CASTRO, D.S. & BERNARDES, M.S. Estudo das relações de luz em sistemas agroflorestais de seringueira. Piracicaba: Fapesp, 45p. (Relatório de estudos - mimeografado).
- COOMBS, J.; HALL, D.O.; LONG, S.P.; SCURLOCK, J.M.O. (Eds.), **Techniques in Bioproductivity and Photosynthesis**. 2º ed. Oxford – Inglaterra: Pergamon Press. 1985. 298 p.
- DIJKMAN, M.J. **Thirty years of research in the Far East**. Coral Gables, University of Miami, 1951. 329p.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPA, 1994. 306p. (Estudos FAO: irrigação e drenagem, n.33)

- EVANOFF, C.E.A. **Biologia del cafe**. Caracas: Ed. Universidade Central de Venezuela, 1994. 308p. (Coleccion estudios).
- FANCELLI, A.L. A seringueira consorciada a culturas anuais e perenes. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, 2°. Piracicaba, 1987. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, 1990. p.205-22.
- FANCELLI, A.L. **Cultura do Feijão**. Piracicaba: FEALQ/ESALQ/USP. Mar/1987. 138p. (Apostila)
- FANCELLI, A.L.; CÂMARA, G. M. S.; TOLEDO, F. F. Influência da utilização de culturas intercalares em seringais em formação no Estado de São Paulo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DA SERINGUEIRA, 4, Salvador, 1984. **Resumos**. Salvador: SUDHEVA / EMBRAPA, 1984, p.79.
- FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. Ecofisiologia e fenologia do feijoeiro. In: FANCELLI, A.L. & DOURADO-NETO, D. (Ed.) **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. 2° ed. Piracicaba: Ed. Publique, 1997. p.100-20.
- FRANCE, J. & THORNLEY, J.H.M. **Mathematical models in agriculture: A quantitative approach to problems in agricultural and related sciences**. London: Butterworth & Co. Publishers Ltd., 1984. 249p.
- FURIA, L.R.R. **Relações ecológicas entre as culturas de milho (*Zea mays*) e seringueira (*Hevea brasiliensis*) em um sistema agroflorestal**. ESALQ/USP. Piracicaba. Fev/2000. 103p. (Dissertação de mestrado).
- GARDINER, T.R.; VIETOR, D.M.; CRAKER, L.E. Growth habit and row width effects on leaf area development and light interception of field beans. **Canadian J. Plant Sci.** v.59, p.191-199, 1979.

- GEPTS, P. & FERNÁNDEZ, F. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol comum (*Phaseolus vulgaris* L.)** Cali – Colômbia: CIAT, 1982. 10p. (mimeografado)
- GOLDTHORPE, C.C. A review of environmental issues in natural rubber production. **Planter**, Kuala Lumpur, v.72, n.840, p.123-8 e 131-9, 1996.
- GOUDRIAAN, J. **Crop micrometeorology: a simulation study**. Wageningen: PUDOC, 1977. 249p. (Simulation Monographs)
- HESSE, N. & LENZ, F. Influence of water supply on transpiration and net photosynthetic rates of climbing french bean (*Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*). **Gartenbauwissenschaft**. v.47, 145-152, 1982.
- HANKS, R. J. & RITCHIE, J.T. **Modelling plants and soil systems**. Madison American Society of Agronomy. EUA: Inc./Crop Science society of America, Inc./Soil Science Society of America, Inc., 1991. 387p. (Agronomy, 31)
- HOPKINS, W.G., **Introduction to plant physiology**. 1º ed. Nova York: John Willey & Sons Inc., 1995. 464p.
- INFORZATO, R. & MIYASAKA S. Sistema radicular do feijoeiro em dois tipos de solo do Estado de São Paulo. **Bragantia**. v.22, p. 477-481, 1963.
- KRAMER, P.J. **Water relations of plants**. New York: Academic Press Inc. 1983. 489p.
- LAING, D.R.L.; JONES, P.G.; DAVIS, J.H.C. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GOLDSWORTHY, P.R. & FISHER, N.M. (Ed.). **The physiology of tropical field crops**. Nova York: John Wiley & Sons. 1984. p. 305-351.

- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. Berlim, Alemanha: Springer – Verlag, 1975. 252 p.
- LAWSON, G.J.; CROUT, N.M.J.; LEVY, P.E.; MOBBS, D.C.; WALLACE, J.S.; CANNEL, M.G.R.; BRADLEY, R.G.; SINCLAIR, F. The Tree-Crop Interface: Representation by Coupling of Forest and Crop Process – Models. **Agroforestry – Systems Agroforestry: Science, Policy and Practice**. Selected papers. IUFRO - 20° Congresso Mundial. Finlândia 6 a 12 ago/1995. v.30 n.1-2, p.199-221, 1995.
- LOUWERSE, W. & ZWEERDE, W. v.d. Photosynthesis, transpiration and leaf morphology of *Phaseolus vulgaris* and *Zea mays* grown at different irradiances in artificial and sunlight. **Photosynthetica**. v.11, p.11-21, 1977.
- LÖVENSTEIN, H.; LANTINGA, E.A.; RABBINGE, R.; van KEULEN, H. Principles of production ecology. Wageningen: WAU. 1993. 118p. (course book).
- LEONG, W. **Canopy modification and its effects on growth and yield of *Hevea brasiliensis***. Bélgica, 1980. p.283 Thesis (Ph. D.) - Faculty of Agricultural Sciences of Ghent.
- LEONG, W. & YOON Modification of crown development of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. by cultural practices. I Pruning. **J. Rubb. Res.** Inst. Malaya, v.30, n.1, p. 50-57, 1982 a.
- LEONG, W. & YOON Modification of crown development of *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. by cultural practices. III Tree Density. **J. Rubb. Res.** Inst. Malaya, v.30, n.3, p. 123-130, 1982 b.

- LINAGRE, E. T. A note on feature of leaf and air temperatures. **Agr. Meteorol.** Amsterdam, v.1, p.66-72, 1964.
- LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; MELGES, E.; FURTADO M.H.; FREITAS, J.G. Crescimento, morfologia, partição de assimilados e produção de matéria seca do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. **Rev. Ceres**, v.30, p.451-462, 1983.
- LOPES, N.F.; OLIVA, M.A.; FREITAS, J.G.; MELGES, E.; BELTRÃO, N.E.M. Análise de crescimento e conversão da energia solar em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) submetido a três níveis de densidade do fluxo radiante. **Rev. Ceres**, v.29, p.586-606, 1982.
- MAGALHÃES, A.C. & MONTOJOS, J.C. Effect of solar radiation on the growth parameters and yield of two varieties of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Turrialba**, v.21, p.165-168, 1971.
- MARTINS, N. B. & ARRUDA, S. T. Rentabilidade da cultura da seringueira. **Informações econômicas**, v.22, n.7, p.37-65, 1992.
- MATZENAUER, R.; WESTPHALEN, S. e BERGAMASCHI, H. Relações entre a Evapotranspiração do Milho, Radiação Global e Saldo de Radiação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, EMBRAPA, Brasília, v.17, n.7, p.1051-1056, 1982.
- MENG, P.; ZHANG, J.S.; SONG, Z.M.; LU, G.M.; MA, X.L. Study on Evapotranspiration in Agroforestry. **Forest Research**. Beijing/China. V.9, n.3, p.221-226, 1996.
- MONSI, M. & SAEKI, T. Über den lichtfaktor in den planzen-gesell-schaften und seine bedeutung für die Stoffproduktion. **Jap. J. Bot.** v.14, p.22-52, 1953.

- MONTEITH, J.L., **Principles of environmental physics**. Londres – Inglaterra: William Clowes & Sons Limited. 1973. 241p.
- NAIR, P.K.R. **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher, 1989. 664p.
- NAIR, P.K.R. **Soil productivity aspects of agroforestry**. International Council for Research in Agroforestry, Nairobi. 1984. 85p. (Science and Practice of Agroforestry, 1).
- ONG C. K., CORLETT J. E., MARSHALL F. M., BLACK, C. R. Principles of resource capture and utilization of light and water. In: ONG C. K. & HUXLEY P. (Eds.) **Tree-crop interactions, A physiological approach**. Wallingford - Inglaterra: CAB International, 1996. cap. 4, p.73-158.
- PANG, Q.Y.; JOHNSON, I.R.; LOCKWOOD, P.V.; GRIFFITH, J.A. Use of a Model to Analyse the Role of Trees in Soil Water Distribution and Utilisation. 2º International Conference in Forest Vegetation Management – 20 a 24 maio/95. **Journal of Forestry Science**. Nova Zelândia. v.26, n.1-2, p.191-201, 1996.
- PENNING de VRIES, F.W.T. System analysis and models of crop growth. In: PENNING DE VRIES, F.W.T. & VAN LAAR, H.H. (Ed.) **Simulation of plant growth and crop production**. Wageningen: PUDOC. 1982. p.9-19. (Simulation monographs)
- PENNING de VRIES, F.W.T. The cost of maintenance processes in plant cells. **Ann. Bot.**, v.49, p.77-92, 1975.

PENNING de VRIES, F.W.T.; TENG, P.; METSELLAR, K. (Ed.) Systems approaches for agricultural development. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SYSTEMS APPROACHES DEVELOPMENT FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT. Proceedings, Bangkok, 2-6 December, 1991. **Proceedings** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. p.542. (Systems Approaches for Sustainable Agricultural Development)

PENNING de VRIES, F.W.T.; JANSEN, D.M.; tem BERGE, H.F.M.; BAKEMA, A. **Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops.** Wageningen: PUDOC. 1989. 271p.

PEIXOTO, A. **Feijão.** Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura – Serviço de Informação agrícola. 1958. 72p. (Série Produtos rurais nº 8)

PEREIRA, A.R., VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração.** Piracicaba/SP: FEALQ. 1997. 183 p.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical.** Rio de Janeiro: Seropédica/Edur. 1998. 159p.

RIGHI, C.A.; BERNARDES, M.S.; CASTRO, D.S.; ABBUD, D.M. Fenologia e variação temporal do Índice de Área Foliar (IAF) de seringueira (*Hevea spp.*). In: CONGRESSO. SOC. BOTÂNICA DE SÃO PAULO (SBSP), XII. Piracicaba, nov/1998. **Anais** Piracicaba: ESALQ/USP. 1998. p.34-5.

RIGHI, C.A.; CASTRO, D.S.; ABBUD, D.M.; BERNARDES, M.S.; MARGUTTI, A.; SOUZA, T.C. Disponibilidade de luz refletida e transmitida em sistema agroflorestal em renque. In: SIMPÓSIO INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP, 6, Piracicaba, out./dez 1998 **Resumos.** – Piracicaba: ESALQ/USP. 1998. 1v.

- RIGHI, C.A. & BERNARDES, M.S. Modelo de atenuação de radiação para sistema agroflorestal de seringueira (*Hevea brasiliensis*) e feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: CONGRESSO. BRAS. FISIOL. VEG., VII. Brasília-DF, jul/99 **Resumos.** - **Rev. Bras. Fisiol. Veg.** v.11, p.56. 1999. (Suplemento)
- SÁ, T.D.A., Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SIST. AGROFLORESTAIS, Porto Velho, 1994, **Anais** Colombo: EMBRAPA, 1994. p.391-429.
- SALE, P.J.M. Productivity of vegetable crops in a region of high solar input. IV. Field chamber measurement on french beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and cabbages (*Brassica oleracea* L.). **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.2, p. 461-470, 1975.
- SHEPPERD, W.D. **An instrument for measuring tree crown width.** Fort Collins: USDA Forest Service, 1973. p.3. (USDA Forest Service Research Note n° RM-229).
- SHIBLES, R.; ANDERSON, I.C.; GIBSON, A.H. Soyabean. In: EVANS, L.T. (Ed.) **Crop physiology: some case histories.** Cambridge : Cambridge University Press, 1975. p.151-189.
- SHORROCKS, V. M.; TEMPLETON, J. K.; YIER, G. C. Mineral nutrition cycle of *Hevea brasiliensis* . III - The relationship between girth and shoot dry weight. **J. Rubb. Res.** Inst. Malaya, v.19, n.2, p.85 – 92, 1965.

- SPITTERS, C.J.T.; van KEULEN, H.; van KRAALINGEN, D.W.G. A simple and universal crop growth simulator: SUCROS87. In: R. RABBINGE; S.A. WARD AND H.H. VAN LAAR (Ed.). **Simulation and systems managements in crop protection**. Wageningen: PUDOC, 1989. p.147-181.
- STANTON, W.R. **Leguminosas de grano africanas**. Itália: FAO. 1971. 162p.
- TANAKA, A.; FUJITA, K. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. **Journal of the faculty of Agriculture of Hokkaido University**, Sapporo, v.59, n.2, p.145-238, 1979.
- VIEIRA, C. **O feijão em cultivos consorciados**. Viçosa: Univ. Fed. Viçosa. - Imprensa Universitária. 1985. 134p.
- VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. Viçosa: Univ. Fed. Viçosa. - Imprensa Universitária. 1978. 146p.
- VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: Cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa: Univ. Fed. Viçosa - Imprensa Universitária. 1967. 220p.
- VILLA NOVA, N.A. & SENTELHAS, P.C. Evapotranspiração máxima do feijoeiro, cv. Goiano precoce, em função do índice de área foliar e da evapotranspiração do tanque Classe A. In: REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, II - **Anais** - v.1, p.212-18, 1999.
- WAHUA, T.A.T. & MILLER, D.A. Effects of shading on the N₂ fixation, yield and plant composition of field-grown soybeans. **Agron. Jour.**, v.70, p. 387-392, 1978.
- WALLACE, J.S. The water balance of mixed tree-crop systems. In: ONG C. K. & HUXLEY P. (Ed.) **Tree-crop interactions, A physiological approach**. Wallingford-Inglaterra: CAB International, 1996. cap. 6, p.189-233.

- WATSON, D.J., Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Ann. Bot. N.S.**, v.11, p.41-76, 1947.
- WESSEL, M. **The crop system in humid tropics**. Wageningen: Wageningen Agricultural University - Department of Tropical Crop Science, 1990. 20p.
- WHITE, J.W. & IZQUIERDO, J. **Frijol: Fisiología del potencial del rendimiento y la tolerancia al estrés**. Santiago/Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 1989. 91p.
- WILLEY, R. W. & REDDY, M. S. A field technic for separating above-and bellow interactions in intercropping and experiment with pearl millet groundnut. **Expl. Agric.**, v.17, p.257 – 264, 1981.
- WILSON, J. R. & LUDLOW, M. M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: SHELTON, H. M., and STÜR, W. W. (Ed.), **Forages for Plantation Crops - Proceedings**, Samur beach, Bali, Indonesia: ACIAR, 1991. p.10-24.
- de WIT, C.T. Philosophy and terminology. In: LAFFELLAR, P.A. (Ed.) **On systems analysis and simulation of ecological processes**. Wageningen: Kluwer Academic Publishers, 1993. 294p. (Current Issues in Production Ecology)
- YOUNG, A. **Agroforestry for soil conservation**. Wallingford – Inglaterra: CAB International, 1989. 276p.

ZAINOL, E.; MAHMUD, A.W.; SUDIN, M.N. Effects of intercropping systems on surface processes in an acid ultisol 2. Changes in soil chemical properties and their influence on crop performance. **J. nat. Rubb. Res.**, v.8, n.2, p.124-136, 1993.

ZAINOL, E.; MOKHTARUDDIN, A.M. Effects of intercropping systems on surface processes in an acid ultisol 1. Short-term changes in soil physical properties. **J. nat. Rubb. Res.**, v.8, n.1, p.57-67, 1993.

ZHU, Z.; CAI, M.; WANG, S.; JIANG, Y. (Ed.) **Agroforestry systems in China**. Canadá: International Development Centre - The Chinese Academy of Forestry /, 1981. 216p.