



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DO SOLO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA:
SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

FRANCISCA EDINEIDE LIMA BARBOSA

CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA BANANEIRA PRATA ANÃ
ASSOCIADA A PLANTAS DE COBERTURA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

FORTALEZA

2012

FRANCISCA EDINEIDE LIMA BARBOSA

CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA BANANEIRA PRATA ANÃ
ASSOCIADA A PLANTAS DE COBERTURA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Agronomia-
Solos e Nutrição de Plantas da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de
Lacerda

FORTALEZA

2012

CRESCIMENTO, FISIOLOGIA E PRODUÇÃO DA BANANEIRA PRATA ANÃ
ASSOCIADA A PLANTAS DE COBERTURA E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia-Solos e Nutrição Plantas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Agronomia.

Aprovada em : ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Ismail Soares (Co-Orientador)
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Ricardo Luis Lange Ness
Universidade Federal do Ceará

À Deus

À minha família

AGRADECIMENTOS

Á Deus por mais uma graça concedida.

À minha família, em especial a minha mãe Edileuza Silva Lima Barbosa apenas pelo fato de ela existir.

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade. Em especial ao Departamento de Ciências do Solo.

Ao professor Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda, pela amizade e confiança, orientação e oportunidade de desenvolvimento na realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ricardo Luis Lange Ness, pelos ensinamentos, apoio e confiança.

À Arilene Franklin Chaves, pela confiança, orientação e amizade.

A Francisco Sildemberny Souza dos Santos, pelo apoio e amizade.

Ao professores Dr. Ismail Soares e Fernando Felipe Ferreyra Hernandez pelas sugestões prestadas no decorrer do deste trabalho.

Aos conselheiros que muito colaboraram no desenvolvimento deste trabalho: Aiala Amorim e Hernandez Oliveira.

Aos meus irmãos de orientação Francisco Jardelson, Francisco Luciano, Gabriel, Ricardo, Lucas, Leandro, Antônia Leila, Krishna, Ana Paula e Carlos Henrique pelos dias em que me acompanharam nas atividades de campo e laboratório bem como pela companhia, amizade e atenção que tiveram comigo ao longo desse tempo que passamos juntos.

Aos amigos Jordânia, Giovana e Geocleber, pela ajuda prestada.

Ao gerente da FEVC, Valmir, por toda a atenção e auxílio, juntamente com todos os funcionários do Hotel pela hospitalidade e carinho.

Aos funcionários Francisco Diassis e Didi pela disponibilidade e apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos motoristas: João, Roberto, Valdir, Airton, Geraldo, Paulo e Calisto, pela disponibilidade e atenção.

À Isabel Cristina, Karen de Oliveira e Karisia Mara, por estarem sempre presentes nos momentos fáceis e difíceis, alegres e tristes, sempre a meu lado.

A todos os colegas do curso pela amizade, convivência e auxílio.

A Capes pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Banco do Nordeste pelo financiamento da pesquisa.

RESUMO

A bananicultura tem grande importância no cenário nacional e mundial, devido a aspectos nutricionais, sociais e, sobretudo econômicos. A utilização de técnicas que visem o manejo adequado do solo e da água nessa cultura é de extrema importância para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável reduzindo os impactos no ambiente. Diante do exposto pretende-se com esse trabalho, gerar difusão tecnológica para o manejo da fertilidade do solo, utilizando leguminosas como cobertura viva e lâminas de irrigação no cultivo da bananeira Prata Anã (*Musa spp.*), cultivada em Pentecoste - CE. O clima da região é semiárido com chuvas irregulares e o solo é classificado como Neossolo Flúvico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com cinco repetições. As parcelas foram formadas por quatro lâminas de irrigação: 50, 75, 100 e 125 % da evapotranspiração da cultura (ETc) e as subparcelas pela testemunha (manejo convencional sem plantas de cobertura) e três tipos de plantas de cobertura consorciadas com a bananeira, são elas: vegetação espontânea (VE), kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) em sucessão à crotalária (*Crotalaria juncea*) (CK) e calopogônio (*Calopogonium muconoides* L) em sucessão ao feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) (FC). As leguminosas crotalária e feijão-de-porco foram conduzidas antes do transplântio da bananeira, e serviram de cobertura morta, enquanto o kudzu tropical e o calopogônio foram plantados um mês após o transplântio das bananeiras e desenvolveram-se em consórcio e foram manejadas como coberturas vivas. Na bananeira foram avaliados: o número de folhas, altura, circunferência do pseudocaule, trocas gasosas, eficiência do uso da água (EUA), índice relativo de clorofila (IRC), teor foliar de macro e micronutrientes e produção. Nas leguminosas do pré-plantio avaliou-se a biomassa através da massa verde, (MV) e seca da parte aérea (MS) e nas leguminosas perenes avaliou-se a MV, MS, teor e aporte de N, trocas gasosas e IRC. A testemunha proporcionou plantas com maior altura e circunferência do pseudocaule; maior teor foliar de N; menor duração do ciclo e maior produtividade seguida do consórcio com calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco e kudzu em sucessão a crotalária. O calopogônio responde a altas radiações e parece ser mais sensível ao sombreamento e ao corte, sendo o kudzu mais adequado para consorciação com plantas de bananeira, devido a sua excelente adaptação as condições de sombreamento impostas pelo bananal.

Palavras-Chave: manejo da irrigação; adubação verde; *Musa spp.*

ABSTRACT

The banana is of great importance in the national and world due to nutritional, social and especially economic. The use of techniques aimed at proper management of soil and water in this culture is of utmost importance for the development of sustainable agriculture, reducing environmental impacts. Given the above it is intended with this work, generate technological diffusion for the management of soil fertility, using legumes as a cover crop and irrigation in the cultivation of dwarf banana Prata (*Musa spp.*), Grown on Pentecoste - CE. The climate is semi-arid with erratic rainfall and the soil is classified as Neossolo Fluvic. The experimental design was a randomized block split plot with five replicates. The plots were formed by four irrigation levels: 50, 75, 100 and 125% of crop evapotranspiration (ETc) and the control subplots (conventional management without cover crops) and three types of cover crops intercropped with banana, They are: spontaneous vegetation (VE), tropical kudzu (*Pueraria phaseoloides*) in succession to crotalaria (*Crotalaria juncea*) (CK) and calopogônio (*Calopogonium muconoides* L) in succession to the bean-to-pig (*Canavalia ensiformes*) (FC). Legumes and beans sunn-of-pig were conducted before the transplanting of banana, and served as a mulch, while the tropical kudzu and calopogônio were planted one month after transplanting the banana and developed in a consortium and were managed as living roofs . In banana were evaluated: the number of leaves, height, pseudostem circumference, gas exchange, water use efficiency (U.S.), relative chlorophyll index (CRI), foliar macro and micronutrients and production. In the pre-planting legumes evaluated the biomass by fresh weight (MV) and shoot dry (MS) and evaluated in perennial legumes to MV, MS, CRI and contribution of N, exchanges gas and chlorophyll content. The witness provided plants with greater height and pseudostem circumference, higher leaf N content, lower cycle time and increased productivity followed by the consortium with calopogônio in succession to the bean-pork and kudzu in succession to crotalaria. The calopogônio responds to high radiation and seems to be more sensitive to shading and cutting, and kudzu most suitable for intercropping with banana plants, due to its excellent adaptation to shade imposed by the banana plantation.

Keywords: irrigation management, green manure, *Musa spp.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	-Imagem por satélite da área experimental setor de irrigação da FEVC-UFC. Retângulo pontilhado em amarelo corresponde o local exato da área experimental.....	28
Figura 2	- Precipitações pluviométricas no período de novembro de 2010 a novembro de 2011.....	29
Figura 3	-Croqui do bloco (A) e parcela (B) da área experimental.....	31
Figura 4	- Valores médios da Altura (A), circunferência do pseudocaule (B) e número de folhas (C) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura, aos 90, 140, 195 e 245 dias após o transplântio (DAT).....	42
Figura 5	- Teor foliar de N da bananeira cv Prata Anã em função das lâminas de irrigação correspondentes a 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura (ETc).....	48
Figura 6	- Figura 6 - Teor foliar de Mn da bananeira cv Prata Anã em função das lâminas de irrigação correspondentes a 50, 75, 100 e 125% da ETc.....	50
Figura 7	-Correlação da fotossíntese (A) e condutância estomática (gs).....	53
Figura 8	-Correlação da condutância estomática (gs) e transpiração (E).....	57
Figura 9	- Transpiração (A) e eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) (B) da bananeira cv Prata Anã em função da lâmina de irrigação aos 310 DAT.....	58
Figura10	- IRC nas folhas da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura aos 190 e 310 DAT.....	59
Figura11	- Eficiência do uso da água (EUA) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação.....	63
Figura12	- Produtividade de massa verde e seca dos tratamentos de plantas de cobertura no pré plantio da bananeira.....	66
Figura13	- Teor de Nas plantas de coberturas consorciadas com a bananeira Prata Anã em função da lâmina de irrigação.....	72
Figura14	- Fotossíntese (A) e condutância estomática (B) do calopogônio e do kudzu em função da radiação fotossinteticamente ativa.....	75
Figura15	- IRC de folhas das leguminosas calopogônio e kudzu tropical aos 160 dias após plantio (DAP). Médias seguidas pela mesma letra entre espécies, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	-Atributos químicos e físicos do solo da área experimental.....	30
Quadro 2	-Coeficiente da cultura (Kc) da bananeira Prata Anã no estágio vegetativo e floração-frutificação estimada pelo método do tanque de classe A.....	32
Quadro 3	-Quantidades de P ₂ O ₅ , K ₂ O, calcário, FTEBR12 e nitrogênio (N) aplicado durante o primeiro ano da cultura.....	33
Quadro 4	-Parcelamento da adubação nitrogenada para o primeiro ano cultivo da bananeira cv Prata Anã.....	33
Quadro 5	- Quantidade de água aplicada na irrigação e precipitação na área experimental. Pentecoste – CE.....	34
Quadro 6	-Produtos fitossanitários utilizados no primeiro ciclo da bananeira cv Prata Anã.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Resumo da análise de variância para a altura, circunferência do pseudocaule e número de folhas da bananeira Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação, aos 90, 140, 195 e 245 dias após o transplantio (DAT).....	41
Tabela 2	- Resumo da análise de variância para os teores de N, P, K, Ca, Zn, Cu, Fe e Mn, em folhas da bananeira Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação.....	45
Tabela 3	- Valores Teores foliares de N, P, K, Ca, Zn, Cu, Fe e Mn da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura.....	46
Tabela 4	- Resumo da análise da variância para fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EU _{Ai}) e eficiência momentânea do uso da água (EU _{Am}) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação aos 140 e 190 dias após transplantio (DAT).....	51
Tabela 5	- Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EU _{Ai}) e eficiência momentânea do uso da água (EU _{Am}) da bananeira cv Prata Anã em função do tratamento com plantas de cobertura aos 140 e 190 dias após transplantio (DAT).....	52
Tabela 6	- Resumo da análise da variância para a fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EU _{Ai}) e eficiência momentânea do uso da água (EU _{Am}) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação, aos 310 e 380 dias após transplante (DAT).....	55
Tabela 7	- Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EU _{Ai}) e eficiência momentânea do uso da água (EU _{Am}) da bananeira cv Prata Anã em função das plantas de cobertura aos 310 e 380 dias após o transplantio (DAT).....	56
Tabela 8	- Resumo da análise de variância da clorofila nas folhas da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos de plantas de coberturas e lâminas de irrigação aos 190 e 310 dias após transplantio (DAT).....	58
Tabela 9	- Resumo da análise da variância para o peso do cacho com engajo (PCCE); peso do cacho sem engajo (PCSE); número de pencas (NP); número de frutos por cacho (NFC); número de frutos por penca (NFP); produtividade (PRT); eficiência do uso da água (EUA) e duração do ciclo (DC) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de coberturas e lâminas de irrigação.....	60
Tabela 10	- Peso do cacho com engajo (PCCE); peso do cacho sem engajo (PCSE); número de pencas (NP); número de frutos por cacho (NFC); número de frutos por penca (NFP) e produtividade (PRT) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas em cobertura.....	61

Tabela 11	- Duração do primeiro ciclo da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura.....	64
Tabela 12	- Resumo da análise da variância de produtividade de massa verde e seca da parte aérea das plantas de coberturas cultivadas no pré-plantio da bananeira.....	65
Tabela 13	- Resumo da análise da variância de produtividade de massa verde (MV) e seca (MS) dos tratamentos de plantas de coberturas e lâminas de irrigação aos 105, 200 e 400 dias após plantio (DAP).....	67
Tabela 14	- Produtividade de massa verde e seca das plantas de coberturas em consórcio com a bananeira cv Prata Anã, aos 105, 200 e 400 dias após plantio (DAP).....	68
Tabela 15	- Resumo da análise da variância para o teor de N; aporte de N no primeiro e segundo cortes; e total de N aportado nos tratamentos de plantas de coberturas consorciados com a bananeira cv Prata Anã.....	70
Tabela 16	- Teor de N; aporte de N no primeiro e segundo corte; e total de N aportado nos tratamentos com plantas de cobertura consorciados com a bananeira cv Prata Anã.....	71
Tabela 17	-Resumo da análise da variância para a fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) das leguminosas calopogônio e kudzu tropical sob quatro lâminas de irrigação e duas intensidades luminosas (140 e 1800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).....	73
Tabela 18	-Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) das leguminosas calopogônio e kudzu tropical (A) sob duas intensidades luminosas (B).....	74
Tabela 19	- Resumo da análise da variância do IRC das folhas das leguminosas calopogônio e kudzu tropical sob quatro diferentes lâminas de irrigação aos 160 dias após plantio (DAP).....	76

ANEXOS

Anexo 1	– Leguminosas anuais <i>Crotalaria juncea</i> e <i>Canavalia ensiformes</i> dias após plantio.....	90
Anexo 2	– Mudas micropropagadas de bananeira (A), bananeiras um mês após transplantio.....	90
Anexo 3	– Consórcio do calopogônio com a bananeira (A) <i>Calopogonium muconoides</i> (B).....	91
Anexo 4	– Consórcio do kudzu tropical com a bananeira (A) leitura das trocas gasosas do kudzu tropical (<i>Pueraria phaseoloides</i>) (B).....	91
Anexo 5	– Foto da parcela (A) e borda de área experimental (B).....	92
Anexo 6	– Amostragem foliar (A) e eliminação do botão floral da bananeira (B).	92
Anexo 7	– Frutos colhidos (A) e pesagem de pencas (B).....	92

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	Aspectos gerais e morfológicos da bananeira.....	17
2.2	Principais cultivares de bananeira.....	18
2.3	Exigências edafoclimáticas.....	19
2.4	Manejo da Irrigação no cultivo da banana.....	21
2.5	Aspectos nutricionais na cultura da bananeira.....	22
2.6	Uso de leguminosas como fonte alternativa de N em sistemas agrícolas.....	23
<i>2.6.1</i>	<i>Adubação verde e espécies de leguminosas.....</i>	<i>23</i>
<i>2.6.2</i>	<i>Leguminosas em consórcio com fruteiras.....</i>	<i>25</i>
2.7	Crescimento e fisiologia da bananeira e leguminosas.....	26
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1	Localização do experimento.....	28
3.2	Delineamento experimental.....	30
3.3	Instalação do experimento e manejo da cultura.....	32
<i>3.3.1</i>	<i>Preparo do solo e sistema de irrigação.....</i>	<i>32</i>
<i>3.3.2</i>	<i>Semeadura e manejo das leguminosas anuais.....</i>	<i>32</i>
<i>3.3.3</i>	<i>Transplântio e tratos culturais da bananeira.....</i>	<i>32</i>
<i>3.3.4</i>	<i>Semeadura e manejo das leguminosas perenes.....</i>	<i>35</i>
3.4	Características avaliadas.....	35
<i>3.4.1</i>	<i>Análise de crescimento da bananeira.....</i>	<i>35</i>
<i>3.4.2</i>	<i>Estado nutricional da bananeira.....</i>	<i>36</i>
<i>3.4.3</i>	<i>Trocas gasosas e teor de clorofila da bananeira.....</i>	<i>36</i>
<i>3.4.4</i>	<i>Componentes de produção, eficiência do uso da água (EUA) e duração do ciclo da bananeira.....</i>	<i>37</i>
<i>3.4.5</i>	<i>Biomassa das leguminosas anuais, perenes e da vegetação espontânea.....</i>	<i>37</i>
<i>3.4.6</i>	<i>Teor e aporte de nitrogênio das leguminosas perenes e vegetação espontânea.....</i>	<i>38</i>
<i>3.4.7</i>	<i>Trocas gasosas e teor de clorofila das leguminosas perenes.....</i>	<i>38</i>
3.5	Análise estatística.....	38

4	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	40
4.1	<i>Crescimento da bananeira</i>	40
4.2	<i>Estado nutricional da bananeira.....</i>	44
4.3	<i>Trocas Gasosas e teor de clorofila.....</i>	50
4.4	<i>Produção da bananeira e eficiência do uso da água</i>	60
4.5	<i>Produtividade das leguminosas anuais.....</i>	65
4.6	<i>Produtividade das leguminosas perenes.....</i>	67
4.7	<i>Teor e aporte de nitrogênio das leguminosas perenes e da vegetação espontânea.....</i>	70
4.8	<i>Trocas gasosas e teor de clorofila das leguminosas perenes.....</i>	72
5	CONCLUSÃO.....	78
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta mundialmente consumida e uma das mais exploradas no mundo. Sua grande importância se deve ao seu valor econômico, nutricional e social. A produção mundial de banana em 2009 foi de 95.596 milhões de megagramas (Mg) e o Brasil ocupou o quarto lugar no *ranking* de países produtores com 7.193 milhões de Mg (FAO, 2011). Dentre as regiões brasileiras, a Nordeste corresponde à região geográfica com a maior área plantada (227.338 hectares), sendo o Ceará o estado possuidor da terceira maior área plantada, com 43.694 hectares (FAO, 2011).

Mesmo com grandes áreas cultivadas, a produtividade da bananeira tem sido aquém do potencial da cultura. Dados do IBGE (2011) revelam um rendimento médio de pouco mais de 14,4 Mg ha⁻¹. Gondim *et al.* (2009), justificam os baixos rendimentos como o resultado da não utilização de tecnologias disponíveis e adequadas para a exploração da cultura, além da pequena atenção dada aos tratamentos culturais essenciais ao cultivo.

Uma das tecnologias importantes principalmente em regiões semiáridas, devido à escassez e a irregularidade pluviométrica é o suprimento de água por meio da irrigação. O uso dessa tecnologia tem induzido aumentos na produtividade de diversas culturas em comparação com a situação sem irrigação. No caso da bananeira os incrementos na produtividade são da ordem de 40% (EMBRAPA, 2009a), o que é fato relevante sob a ótica da expansão da bananicultura irrigada em regiões semiáridas. Outra tecnologia de grande potencial e que pode representar uma fonte de nitrogênio de baixo custo é os consórcios com leguminosas. As leguminosas são capazes de fixar nitrogênio (N) atmosférico que é disponibilizado para o sistema solo-planta a partir de seus restos culturais e tem grande potencial na contribuição da melhoria da qualidade do solo.

O fornecimento de nutrientes às plantas por meio de leguminosas se mostra ainda mais relevante quando se busca a sustentabilidade agrícola, haja vista, que permite a redução ou mesmo a substituição da fertilização nitrogenada mineral e pode ser principalmente desenvolvida nas condições da agricultura familiar, que tem grande importância para um desenvolvimento sustentável e é responsável por aproximadamente 60% da produção de banana no país (EMBRAPA, 2009b).

Diante do exposto, pretende-se com esse estudo, avaliar o crescimento,

fisiologia e produção da bananeira Prata Anã consorciada com coberturas vivas de leguminosas e lâminas de irrigação, visando o uso eficiente dos recursos hídricos limitados e o atendimento da demanda de N de maneira equilibrada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais e morfológicos da bananeira

A bananeira (*Musa* spp.) é a frutífera tropical mais difundida no mundo, apresentando grandes áreas cultivadas e grandes volumes de comercialização, devido tratar-se de uma das frutas mais consumidas e exploradas nos países tropicais. O fato deve-se a sua riqueza em nutrientes e vitaminas C, A e B e também pela disponibilidade durante o ano inteiro.

No cenário mundial, a banana com uma produção superior a 95,0 milhões de Mg ocupa a segunda posição na produção de frutas, sendo superada apenas pela melancia, com 99,2 milhões de Mg. A maçã com 69,6; uva e laranja, com 67,7 milhões de Mg ocupam a 3^a, 4^a e 5^a posições respectivamente (FAO, 2011). No Brasil a bananeira é a segunda fruteira mais cultivada e além do expressivo volume produzido e da área ocupada, ela é de suma importância no cenário nacional por estar presente na mesa da maioria da população (FAO, 2011). É importante frisar que em 2008 o montante gerado com a produção nacional de banana foi correspondente a R\$ 31.653.12 mil (IBGE, 2011) e nesse mesmo ano, as vendas brasileiras de banana para o mercado externo atingiram R\$ 143,9 mil, sendo os Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Norte, Ceará e Rio Grande do Sul, os principais exportadores de bananas frescas e secas (SECEX, 2010).

O centro de origem das bananeiras é o continente Asiático, embora existam centros secundários de origem na África Central e nas Ilhas do Pacífico, além de um importante centro de diversidade na África Ocidental (SOTO, 1992). Essa frutífera é uma planta herbácea com pseudocaule aéreo que se origina de um rizoma (verdadeiro caule). Suas raízes têm origem na parte central do rizoma, na união entre o cilindro central e o córtex. Geralmente, surgem em grupo de três ou quatro, distribuindo-se por toda a superfície do rizoma, em processo de diferenciação contínua. As raízes primárias são brancas e pusilânimes quando novas; depois amarelecem; possuem numerosas radículas laterais providas de pelos absorventes responsáveis pela absorção da água e nutrientes (SOTO, 1992).

O desenvolvimento das folhas inicia a partir do ponto de crescimento do rizoma, sendo que cada uma se desloca por todo o interior do pseudocaule, emergindo enrolada na forma de vela (SIMMONDS, 1966). As folhas são compostas de bainha,

pecíolo, limbo foliar, nervuras e aguilhão (MOREIRA, 1999), são emitidas a cada sete a onze dias (BORGES; OLIVEIRA, 2000), possuindo vida útil de 100 a 200 dias (RUGGIERO, 1984). Quando 60% das folhas totais são emitidas, ocorre à diferenciação da gema apical de crescimento, dando origem à inflorescência. A inflorescência é terminal e cresce através do pseudocaulé para alcançar a superfície no topo da planta e seu desenvolvimento resultará na formação do cacho (SOTO, 1992).

O ciclo de vida da bananeira é definido, com a fase inicial de crescimento ou rebroto variando de 1 a 6 meses, a floração de 7 a 11 meses e a colheita de 12 a 15 meses (GUERRA *et al.*, 2004b). A fase de propagação inicia com a geração de um rebento que originará outra bananeira. O início da contagem da vida da nova planta somente se faz após o aparecimento do broto-rebento ao nível do solo. Botanicamente, os rebentos constituem a primeira, segunda, terceira, etc., gerações da planta original que popularmente recebem as denominações de “mãe”, “filho”, “neto” (LIMA NETO *et al.*, 2003). A propagação vegetativa da bananeira é devido à bem conhecida esterilidade das bananas comestíveis (SOUZA *et al.*, 2000). De modo geral, os frutos são produzidos por partenocarpia e sem a presença de sementes. São bagas alongadas, o epicarpo corresponde à casca e o mesocarpo à polpa. Fazem parte da penca, onde estão reunidos por seus pedicelos em duas fileiras horizontais à base da ráquis (MANICA, 1998).

2.2 Principais cultivares de bananeira

As bananeiras foram originadas a partir de espécies selvagens diplóides *Musa acuminata* e *Musa balbisiana* e apresentam três níveis cromossômicos: diplóide, triplóide e tetraplóide (DANTAS; SOARES FILHO, 2000). As cultivares que produzem frutos comestíveis são da espécie *Musa acuminata* (genoma A) ou do seu cruzamento com a *Musa balbisiana* (genoma B). Os grupos varietais agrupam variedades de características semelhantes: Cavendish – grupo genômico AAA (Nanica, Nanicão, Grand Naine e Caipira); Ouro – grupo genômico AA (Ouro); Maçã – grupo genômico AAB (Maçã, Mysore, Thap Maeo e Figo) e Prata – grupo genômico AAB (Prata, Prata Anã, Pacovan, Branca e FHIA 01) (SOTO, 1992).

As características fenológicas da planta podem variar em função dos genótipos, apresentando maior ou menor crescimento e desenvolvimento vegetativo. Influenciando nos tratos culturais, fitossanitários, no tombamento de plantas e na

colheita (GONZAGA NETO; SOARES, 1995). No Brasil as cultivares mais difundidas são do grupo Prata (Prata, Pacovan e Prata-Anã), do grupo Cavendish (Nanica, Nanicão e Grande Naine) e Maçã. Estima-se que os plantios das variedades Prata, Prata Anã e Pacovan sejam responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (EMBRAPA, 2004).

A Cultivar Prata Anã, também conhecida por 'Enxerto' ou 'Prata-de-Santa-Catarina' é uma planta bastante vigorosa, o que dispensa escoramento. Apresenta porte médio a baixo (2,0 a 3,5 m), e tem frutos típicos do subgrupo Prata. No entanto, apesar da semelhança dos frutos quanto à forma, tamanho, sabor e resistência ao transporte, algumas outras vantagens podem ser consideradas como: menor altura da planta, maior produtividade, boa duração na prateleira e excelente aceitabilidade comercial (ALVES, 1985). No tocante à resistência a intempéries e moléstias é considerada tolerante ao frio (LICHTEMBERG; MALBURG; HINZ, 2001) e mediamente tolerante a nematóides, susceptível à sigatoka-negra, sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá (EMBRAPA, 2004).

2.3 Exigências edafoclimáticas

Algumas variáveis climáticas são determinantes para o cultivo e qualidade dos frutos da bananeira. A faixa de latitude em que pode ser cultivada se situa entre os paralelos 30°S e 30°N e em altitudes variando de 0 a 1000 m. Seu melhor desenvolvimento é alcançado entre a faixa de temperaturas variando de 18°C e 34°C, com 26°C sendo considerada a temperatura ideal, para o crescimento máximo dos frutos. Em temperaturas menores que 15°C e superiores a 35°C, o processo fisiológico é impedido comprometendo seu desenvolvimento (ALVES; OLIVEIRA, 1997). Apesar dessa exigência climática, existem cultivos fora das condições climáticas ótimas para o crescimento e desenvolvimento da bananeira, como nos subtrópicos frios ou nos trópicos semiáridos onde são comuns períodos durante o ano com temperaturas baixas ou estresse por calor (EMBRAPA, 2009b).

Em termos de umidade relativa do ar, apresenta melhor desenvolvimento em locais com médias anuais acima de 80%, devido à umidade relativa alta acelera a emissão de folhas, prolonga sua longevidade, torna sua casca e polpa mais túrgida, favorece o lançamento da inflorescência e uniformiza a coloração da fruta, porém

propicia boas condições para o desenvolvimento da sigatoka (*Mycosphaerella sp*), além de outras doenças (MOREIRA, 1999).

O vento é importante por atuar amplificando a ação dos outros elementos meteorológicos, aumentando a energia disponível para planta transpirar, mediante o transporte energético por advecção de uma condição mais seca para outra mais úmida. A velocidade do vento afeta, também, a condutância difusiva da camada limítrofe da folha, influenciando na taxa transpiratória (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2002). Prejuízos causados pelo vento são proporcionais à sua intensidade e podem provocar: a) *chilling*, no caso de ventos frios; b) desidratação da planta em consequência de grande evaporação; c) fendilhamento das nervuras secundárias; d) diminuição da área foliar pela laceração da folha fendilhada; e) rompimento de raízes; f) quebra da planta; g) tombamento da planta (EMBRAPA, 2004).

Na bananeira, a atividade fotossintética aumenta rapidamente quando a intensidade lumínica se encontra na faixa de 2.000 a 10.000 lux (horas de luz por ano) (ALVES; OLIVEIRA, 1997) e os níveis de radiação para a fotossíntese máxima situam-se entre 0,3 e 0,8 cal cm⁻² min⁻¹ ou 209 e 557 W m⁻² (SENTELHAS; PEREIRA; ANGELOCCI, 2000).

Com relação aos fatores edáficos a fertilidade e a estrutura física do solo são fundamentais. O solo deve possuir boa qualidade química e física, haja vista que o sistema radicular efetivo está concentrado nos primeiros 20 a 30 cm (RUGGIERO, 1984). Um solo considerado ideal é o aluvião profundo (mais de 1 m), rico em matéria orgânica e bem drenado, pois a disponibilidade adequada de oxigênio é de fundamental importância para o bom desenvolvimento do sistema radicular. Portanto, em áreas com tendência ao encharcamento deve-se estabelecer um bom sistema de drenagem (BORGES *et al.*, 1997). Os solos arenosos podem ser usados, mas é recomendada a adição de matéria orgânica, por ocasião do plantio e sempre que for possível (MOREIRA, 1999).

A umidade do solo desempenha importante papel no desenvolvimento dos frutos, fazendo com que as maiores produções de banana estejam sempre associadas a altas precipitações bem distribuída no decorrer do ano (EMBRAPA, 2004). Em condições de seca, a bananeira interrompe seu desenvolvimento, as folhas ficam amarelas e o ciclo vegetativo aumenta, os cachos são menores e os frutos de qualidade inferior (SILVA *et al.*, 2003).

2.4 Manejo da Irrigação no cultivo da banana

A bananeira é uma planta exigente em água, Moreira (1999) afirma que o consumo varia de 3 a 8 mm dia⁻¹, dependendo do tipo de solo, requerendo considerável volume e boa distribuição das precipitações. Sob deficiência hídrica ocorre redução da clorofila das folhas que as leva à morte prematura, retardando o crescimento e, por conseguinte, a produção (TURNER, 1994).

Na bananeira, o fechamento dos estômatos (nas folhas) ocorre muito antes do esgotamento da água disponível do solo (BASSOI *et al.*, 2001). Klar, (1991) corrobora com essa afirmação quando diz que para a bananeira, os níveis máximos de tensão de água no solo, em períodos de baixa e alta evapotranspiração, são de 30 kPa a 150 kPa, respectivamente. Nesse sentido, a água é provavelmente o fator abiótico mais limitante à produção da bananeira (TURNER, 1995).

A exploração da cultura em condições irrigadas tem sido uma solução proposta para os locais em que as precipitações não são suficientes para suprir as necessidades hídricas da bananeira. O uso dessa técnica resulta em frutos de melhor qualidade e induz aumentos na produtividade da cultura em pelo menos 40%, quando comparada à situação sem irrigação em regiões com precipitação inferior a 1200 mm (COELHO; OLIVEIRA; COSTA, 2001). Para tanto, é necessário à adoção de irrigações bem manejadas, para que ocorra o aproveitamento racional dos recursos hídricos, o que é essencial nas regiões onde esses recursos são escassos, como no caso do Estado do Ceará.

Observando o potencial do cultivo irrigado da bananeira, faz-se necessário cada vez mais pesquisas quanto à necessidade hídrica dos cultivares em diferentes sistemas de manejo. Em trabalho desenvolvido no Rio de Janeiro, Figueredo *et al.* (2006), observaram efeito da lâmina de irrigação sobre o ciclo da bananeira Prata Anã. Foram necessários 365 dias do plantio até a colheita das plantas-mãe, e de 150 dias, da colheita das plantas-mãe até a colheita das plantas-filha, quando foram utilizadas as lâminas correspondentes a 100 e 120% da evapotranspiração de referência (ET₀). A lâmina correspondente a 120% da ET₀, também promoveu maior produtividade e maior percentual de pencas. Em outro estudo, Coelho, Ledo e Silva (2006), constataram que houve efeito positivo da lâmina de irrigação sobre a produtividade e o peso médio dos frutos da bananeira Prata Anã quando utilizaram diferentes lâminas de irrigação baseadas na ET₀.

Testando lâminas de irrigação e doses de potássio na Chapada do Apodi - CE, Costa *et al.* (2009), concluíram que todos os tratamentos com lâmina de irrigação influenciaram positivamente a produtividade da bananeira Pacovan Apodi, em todas as características de produção avaliadas, principalmente, o peso do cacho com engaço e o peso da penca central do cacho, e somente o peso do cacho sem engaço apresentou influência das doses de potássio.

2.5 Aspectos nutricionais na cultura da bananeira

A ordem de absorção dos macronutrientes pela bananeira é a seguinte: $K > N > Ca > Mg > S > P$, e para os micronutrientes é a seguinte sequência: $Cl > Mn > Fe > Zn > B > Cu$ (BORGES; OLIVEIRA, 2000). Um bananal retira em média, por tonelada de cachos, 5,2 kg de K; 1,9 kg de N; 0,22 kg de Ca; 0,30 kg de Mg e 0,23 kg de P. Diferenças nas quantidades absorvidas ocorrem entre cultivares e até mesmo dentro de um grupo genômico, em razão das características genéticas, dos teores de nutrientes no solo, do tipo de manejo, entre outros (BORGES *et al.*, 2003). A partir do conhecimento das quantidades de nutrientes extraídas pela bananeira, tem sido unânime entre autores a indicação do potássio e do nitrogênio como os elementos nutricionais mais exigidos (SILVA *et al.*, 1999).

A marcha de absorção de nutrientes pela bananeira é pequena até o quinto mês devido ao crescimento lento da planta nesse período, após o quinto mês a absorção dos macro e micronutrientes aumenta linearmente com o crescimento até o florescimento, quando ocorre a maior demanda por N. A redução na absorção de nutrientes ocorre na colheita, exceção feita ao zinco e potássio devido à grande demanda de potássio para o enchimento dos frutos (BORGES; OLIVEIRA, 2000; SILVA *et al.*, 1999).

Com enfoque especial ao N, tem-se esse elemento como limitante na produção das culturas na maioria dos solos tropicais. Sua principal fonte é a matéria orgânica do solo onde está distribuído em diferentes compostos, com variados graus de recalcitrância, ou como parte de organismos vivos (NOVAIS; ALVAREZ; BARROS, 2007). A reduzida disponibilidade do N nos solos agrícolas torna necessária aplicação de adubos nitrogenados sintéticos ou de fontes alternativas, como os adubos verdes.

A deficiência de N causa a redução nos teores de clorofila e interferem significativamente nos processos de fotossíntese, absorção iônica, respiração,

multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA; VITT; OLIVEIRA, 1997). No caso do excesso de N ocorre a produção de cachos menores e com problemas de enchimento dos frutos, apesar da aparência sadia das plantas (ROBINSON, 1996). A queda de frutos das pencas já amadurecidas (*finger drop*) também tem sido associada à nutrição desbalanceada de N. O excesso de N pode também retardar a frutificação, produzindo cachos com pencas muito espaçadas e alta suscetibilidade aos danos decorrentes do manuseio e transporte.

A produção industrial de fertilizantes nitrogenados exige alta quantidade de energia (1035 kJ mol^{-1}) para quebrar a forte ligação da molécula de N_2 presente no ar, e depende de altas temperaturas ($500 \text{ }^\circ\text{C}$) e pressões (200 a 600 atm). Além disso, o uso de fertilizantes como uréia e sulfato de amônio pode interferir negativamente no solo ocasionando a redução do pH, conseqüentemente, elevando a disponibilidade de micronutrientes como o Mn até que este alcance níveis tóxicos (MALAVOLTA; NEPTUNE, 1983).

Utilizando a adubação verde com leguminosas, como fonte de N, diferentemente do citado acima, a obtenção do N por fixação biológica apresenta maior relação benefício/custo (PRADO, 2008). Outro aspecto que também deve ser considerado em sistemas que envolvem o uso de leguminosas como plantas de cobertura, comparativamente ao sistema baseado no uso exclusivo de fertilizantes minerais, é o aumento da eficiência energética do agroecossistema devido à possibilidade de redução da emissão de poluentes e das perdas de N na forma de N_2O (LI, 1995).

2.6 Uso de leguminosas como fonte alternativa de N em sistemas agrícolas

O N é o nutriente cuja carência se verifica, em geral, mais precocemente na bananeira, sendo considerado muito importante para o crescimento vegetativo da cultura. Desse modo, o conhecimento de práticas de manejo do solo e de adubação é de suma importância quando se trata do aporte desse nutriente no solo. Dentre esses manejos destacam-se: a adubação verde com espécies leguminosas, na forma de pré-cultivos, consórcios ou coberturas vivas.

2.6.1. Adubação verde e espécies de leguminosas

A adubação verde surgiu com a busca por sistemas de manejo que minimizassem o impacto da ação produtiva sobre o meio ambiente (SOUZA *et al.*, 2007). Dentre suas várias funções estão: incremento da fertilidade natural, que ajuda a reduzir o consumo do N sintético; aumento e manutenção dos teores de matéria orgânica do solo; redução das perdas de nutrientes por volatilização e lixiviação; mobilização e reciclagem de nutrientes; proteção do solo contra a erosão hídrica e eólica; controle das variações térmicas das camadas superficiais do solo, reduzindo as perdas de água por evaporação e controle de plantas daninhas (AMABILE; CARVALHO, 2006).

No caso do uso de leguminosas como adubo verde existe ainda o incremento de N ao sistema devido a mecanismos tais como a fixação do N₂ atmosférico pela simbiose com bactérias diazotróficas e a recuperação do N lixiviado para camadas mais profundas do solo, por meio da absorção radicular dessas plantas (COSTA, 1993). No entanto, a identificação de plantas de cobertura mais adequadas é importante para a garantia do sucesso dessa prática e deve levar em conta a região, capacidades de fixação de N, produção de matéria seca, além de outras características mais específica para o caso de consórcios com fruteiras como a bananeira, tal como a competição com as plantas espontâneas e tolerância ao sombreamento (ESPINDOLA *et al.*, 2001). Resultados experimentais com adubação verde, gerados pelo grupo de pesquisa envolvendo as instituições Embrapa Agrobiologia, UFRRJ e PESAGRO-RIO, corroboram com essa premissa, quando demonstram os benefícios desta prática no cultivo orgânico de hortaliças, seja através do manejo na forma de pré-cultivos de leguminosas (OLIVEIRA *et al.*, 2003), consórcios (OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Leguminosas como crotalária (*Crotalaria juncea*), mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), labe-labe (*Lab lab purpureus*, *sin. Dolichos lab lab*) e soja (*Glycine max*), são utilizados com sucesso na rotação em canaviais (PERIN *et al.*, 2004).

Em estudo com leguminosas herbáceas perenes submetidas a diferentes fontes e doses de fósforo na baixada Fluminense-RJ, Espindola, Guerra e Almeida (2005) constataram que o amendoim forrageiro, o kudzu tropical e o siratro foram as espécies melhor adaptadas às condições edafoclimáticas daquela região. No Sub-médio do Vale do Rio São Francisco as leguminosas mucuna-preta, o guandu, a crotalária juncea e o feijão-de-porco foram consideradas as mais promissoras, com produtividades acima de 5000 kg ha⁻¹ de matéria seca, sendo o feijão-de-porco considerado como a leguminosa mais eficiente (FARIAS *et al.*, 2007).

Em outro estudo, Kaho *et al.* (2009) constataram que aos 12 meses após plantio da *Pueraria phaseoloides* (kudzu tropical), a produção de matéria seca foi de 5,87 Mg ha⁻¹ e o N acumulado de 124,03 Mg ha⁻¹. Os citados autores consideraram essa espécie como a melhor cobertura em termos de supressão de plantas daninhas e como produtora de substanciais quantidades de N reciclado para as culturas subseqüentes.

2.6.2. Leguminosas em consórcio com fruteiras

As leguminosas herbáceas perenes mostram-se bastante interessantes como plantas de cobertura em áreas de pomares (BRYAN *et al.*, 2001), pelo fato de serem mantidas como coberturas vivas por meio de roçadas periódicas após semeio, dispensando nova compra de sementes ou mudas em ciclos posteriores da cultura principal.

Em estudo sobre os efeitos da cobertura morta e da vegetação intercalar composta por gramíneas e leguminosas perenes em plantio de laranjeira Pêra (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) enxertada em limoeiro Cravo (*Citrus limonia* Osbeck), Neto *et al.* (2008), concluíram que a leguminosa estilosa proporcionou aumento da concentração foliar de N em relação à vegetação intercalar composta por *Brachiaria ruziziensis*. Alves, Bolonhezi e Ressude (1996), estudando o efeito de adubos verdes sobre as características químicas de um Podizólico Vermelho Amarelo, cultivado com laranja, verificaram o efeito desses adubos na disponibilidade dos nutrientes na camada de 0-10 cm de profundidade.

Com relação à cultura da bananeira, Borges *et al.*, (1997) e Espindola (2001) apontam diversas características desejáveis de uma planta para cobertura vegetal, como a produção de sementes viáveis, boa adaptação às condições edafoclimáticas, facilidade de manejo, resistência a pragas e doenças, competição com as plantas espontâneas e tolerância ao sombreamento. Estas espécies podem ser de ciclo anual, semi-perene ou perene e, portanto, cobrem o solo em determinado período ou durante todo o ano (ESPINDOLA, GUERRA e ALMEIDA, 2005; GUERRA *et al.*, 2004a) e, por isso, sua utilização pode contribuir de forma efetiva para a conservação do solo. Após o roço, os resíduos das plantas de cobertura podem ser mantidos cobrindo a superfície ou serem incorporados ao solo.

Trabalhando com consórcio de bananeira e leguminosas perenes como cobertura viva, Perin *et al.* (2009), concluíram que o consórcio com o kudzu tropical

proporcionou aos 12 meses, bananeiras com o dobro da altura daquelas encontradas sob o consórcio com a vegetação espontânea adubada com N. Eles indicam essa espécie como uma alternativa promissora para a fertilização do solo, adubação e nutrição das plantas de bananeira.

Nas condições da Chapada do Apodi – CE, Pereira (2009) consorciando espécies leguminosas com a bananeira Pacovan concluiu que a produtividade das bananeiras associadas às leguminosas foi equivalente à dose de 220 g de N planta⁻¹ ano⁻¹, sendo a *Crotalaria juncea* dentre as leguminosas estudadas a mais promissora em se tratando do aporte de biomassa.

2.7 Crescimento e fisiologia da bananeira e leguminosas

A vida das plantas começa por meio do processo reprodutivo, seguido pelo desenvolvimento vegetativo, incluindo o crescimento e a formação dos órgãos, finalmente tem-se outro evento da reprodução originando uma nova geração (LARCHER, 2000). O crescimento é um componente quantitativo que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo entre duas amostragens sucessivas. Ele pode ser considerado um meio bastante acessível e preciso para avaliar e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal em diferentes condições ambientais e de manejo (BENINCASA, 2003).

De maneira geral, qualquer manejo que dificulte a absorção de água pela planta e interfira nos processos fisiológicos ocasionará a redução do crescimento e alterará o desenvolvimento das plantas, como é o caso de stress hídrico, deficiência nutricional (TAIZ; ZEIGER, 2004), estresse salino (DIAS; BLANCO, 2010) entre outros. Na bananeira, o déficit hídrico afeta o desenvolvimento das folhas e o número de flores, além do tamanho e qualidade do fruto. Quando este é severo pode ocorrer à redução da área foliar e perda total da parte aérea da planta (DOORENBOS; KASSAM, 1994). Na leguminosa arbustiva *Sophora davidii*, Wu *et al.* (2008) relataram que água e N influenciaram o crescimento das plântulas e que as mudas dessa espécie apesar de exibirem uma resposta forte e positiva à adição de N, tiveram a altura, área foliar, comprimento da raiz e biomassa influenciados negativamente pela seca.

A atividade fotossintética é outro processo de grande importância para as plantas devido ao fato que cerca de 90% da matéria seca acumulada por elas, ao longo

do seu crescimento, resultar da fotossíntese e cerca de 10 % apenas resultar da absorção de nutrientes minerais (BENINCASA, 2003). As trocas gasosas das plantas também são afetadas por vários fatores bióticos e abióticos, tais como luminosidade, temperatura, e stress hídrico e salino. Em muitas espécies, altas taxas de trocas gasosas estão associadas a altas concentrações de N foliar (ALMEIDA, 2001), sendo essa interação entre o metabolismo do carbono e do N bastante intensa e perfeitamente explicada por grande parte do N das folhas está alocada nas proteínas envolvidas no processo fotossintético e pelo fato da assimilação do N derivar direta ou indiretamente da fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2004). Na bananeira cv Prata Anã, Melo *et al.* (2010) verificaram que a maior conversão da irradiação solar em fitomassa seca esteve associada a oferta adequada, notadamente, de N e K.

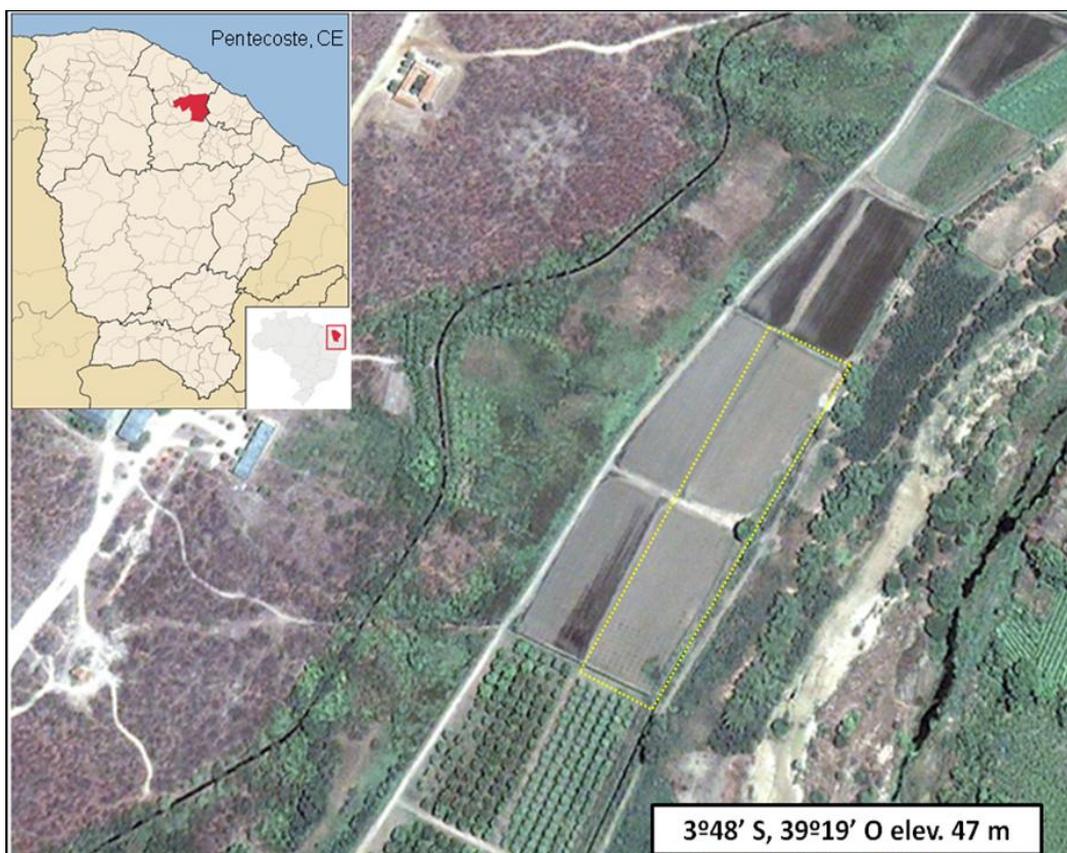
Além da influencia nas trocas gasosas, o N tem efeito no conteúdo de clorofila das plantas, podendo servir como um indicador sensível do estresse do N nas plantas (FERNANDES, 2006; PRADO, 2008; TAIZ e ZENGER, 2004). As determinações da clorofila com o medidor portátil de clorofila SPAD (Soil Plant Analysis Development) tem se mostrado eficazes para estimar o conteúdo relativo de clorofila e de N em várias culturas tal como: *Acer saccharum Marsh* (BERG; PERKINS, 2004); eucalipto (PINKARD; PATEL; MOHAMMED, 2006); cafeeiro (GODOY *et al.*, 2008); milho (ZOTARELLI *et al.*, 2003) e *Panicum maximum Jacq* (JUNIOR; JUNIOR; MONTEIRO, 2010). O SPAD determina a clorofila presente nas folhas, de forma não destrutiva e em avaliações rápidas de campo (CHANG; ROBISON, 2003). Ele mede a absorbância da folha em duas regiões de comprimento de ondas uma na região vermelha do espectro e uma na região infravermelha, como no espectro infravermelho a absorbância de luz pela clorofila não ocorre, sendo o valor numérico proporcional à quantidade de clorofila presente na folha.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

A pesquisa foi conduzida na fazenda experimental do Vale do Curú, pertencente à Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste - CE, distante a 100 km da capital do estado, Fortaleza-CE, com as coordenadas 3°48' de latitude Sul e 39°19' de longitude Oeste, com altitude de 47 m.

Figura 1- Imagem por satélite da área experimental setor de irrigação da FEVC-UFC. Retângulo pontilhado em amarelo corresponde o local exato da área experimental

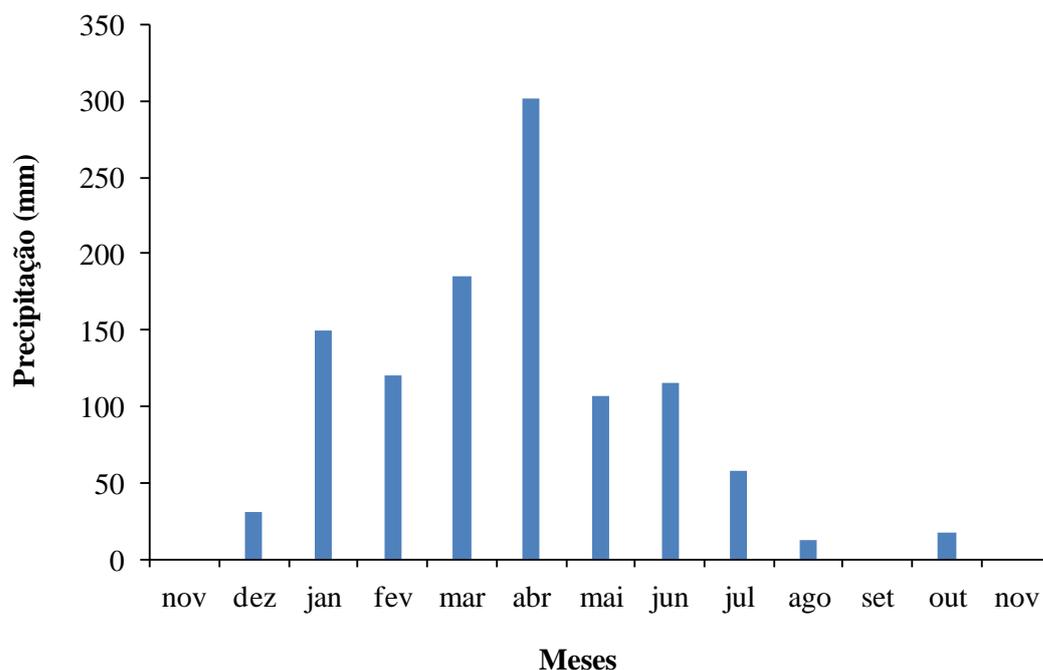


Fonte: Google earth (2012), modificado pelo autor.

O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo BSw'h', semiárido com chuvas irregulares, com precipitação pluvial média anual de 801 mm e período crítico de deficiência hídrica estendendo-se de junho a janeiro.

Os dados pluviométricos da estação meteorológica da fazenda experimental do Vale do Curú, durante o período de julho de 2010 a novembro de 2011, são apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Precipitações pluviométricas no período de novembro de 2010 a novembro de 2011



Fonte: Fundação Cearense de Meteorologia (FUNCEME).

O solo da área experimental é classificado como Neossolo Flúvico (EMBRAPA, 1997). Em Junho de 2010, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm para caracterização dos atributos químicos e físicos (Quadro 1). As análises foram realizadas no laboratório de análise de solo, no Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE, seguindo a metodologia da Embrapa (1997).

Quadro 1- Atributos químicos e físicos do solo da área experimental

Atributos	Profundidade (cm)	
	0 – 20	20 – 40
pH (H ₂ O)	7,0	7,3
MO (g kg ⁻¹)	13,9	12,8
P (mg kg ⁻¹)	27,0	21,0
CE (dS m ⁻¹)	0,5	0,3
Ca ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	8,5	9,7
Mg ²⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	2,4	2,0
Na ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,4	0,4
K ⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,3	0,2
H ⁺ + Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	1,0	1,0
Al ³⁺ (cmol _c kg ⁻¹)	0,1	0,1
C (g kg ⁻¹)	8,0	7,4
N (g kg ⁻¹)	0,8	0,8
S (cmol _c kg ⁻¹)	11,6	12,3
CTC (cmol _c kg ⁻¹)	12,6	13,3
V (%)	92,0	92,0
PST	3,0	3,0
Areia Grossa (g kg ⁻¹)	24,0	26,0
Areia Fina (g kg ⁻¹)	403,0	414,0
Silte (g kg ⁻¹)	399,0	410,0
Argila (g kg ⁻¹)	174,0	150,0
Umidade - 0,033 Mpa (g 100g ⁻¹)	23,4	21,8
Umidade - 1,5 Mpa (g 100g ⁻¹)	9,7	8,9
Classe textural	Franco	Franco

3.2 Delineamento experimental

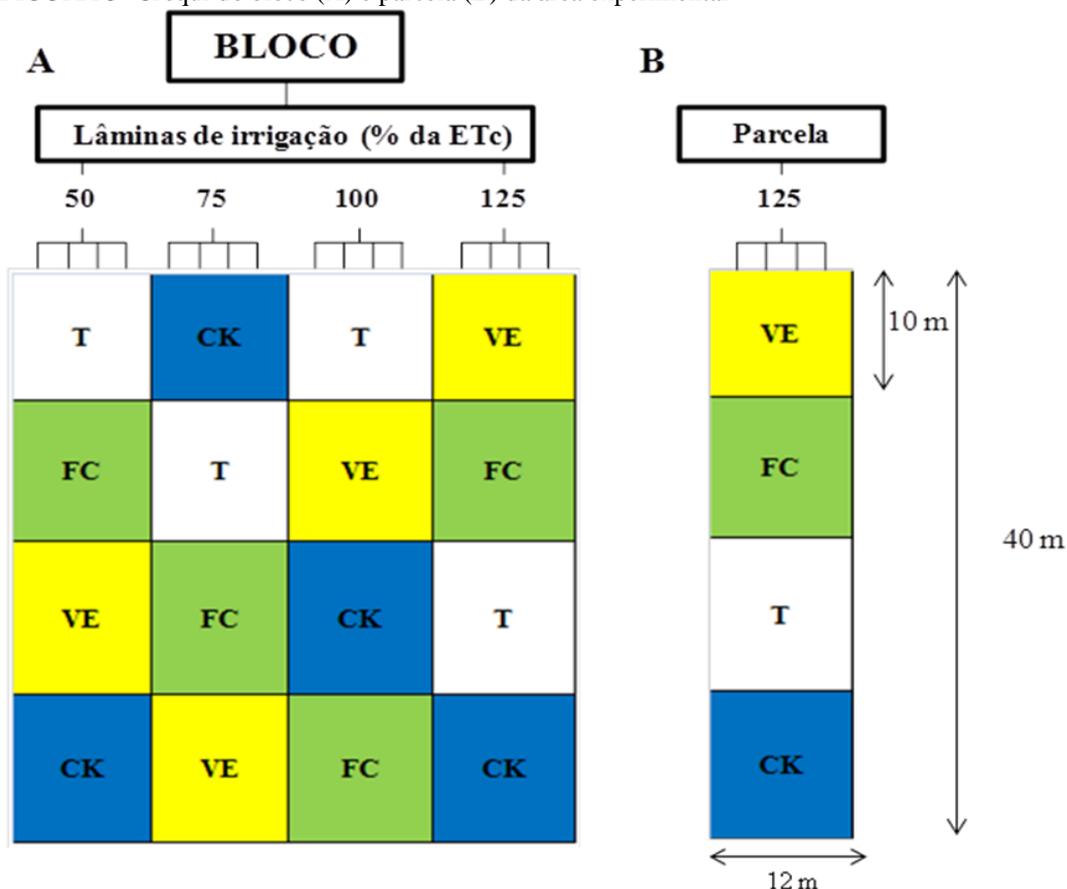
O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com cinco repetições. As parcelas foram formadas por quatro lâminas de irrigação: 50, 75, 100 e 125 % da evapotranspiração da cultura (ET_c) e as subparcelas pela testemunha (manejo convencional sem plantas de cobertura) e três tipos de plantas de cobertura consorciadas com a bananeira, são elas: vegetação espontânea (VE), kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) em sucessão à crotalária

(*Crotalaria juncea*) (CK) e calopogônio (*Calopogonium muconoides* L) em sucessão ao feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*) (FC).

As leguminosas crotalária e feijão-de-porco foram conduzidas antes do transplântio da bananeira, e serviram de cobertura morta, enquanto o kudzu tropical e o calopogônio foram plantados um mês após o transplântio das bananeiras e desenvolveram-se em consórcio e foram manejadas como coberturas vivas. Na área com plantas espontâneas foram encontradas espécies de leguminosas tais como: *Desmanthus virgatus* (L) Willd e *Rhynchosia minima* (L) DC, com predomínio da gramínea *Panicum máximum* Jack.

As parcelas (12 x 40 m) foram compostas de quatro fileiras de bananeira cv Prata Anã, plantadas em sistema de fileiras simples com espaçamento de 3 x 2 m, sendo constituída de 80 plantas. Cada parcela foi subdividida em quatro (subparcelas) (12 x 10 m) com vinte plantas, sendo as seis plantas centrais a subparcela útil, totalizando oitenta unidades experimentais. O croqui da parcela com a disposição das lâminas de irrigação e consórcios está apresentado na figura 3.

FIGURA 3- Croqui do bloco (A) e parcela (B) da área experimental



Fonte: Arquivo pessoal.

Para a estimativa das lâminas de irrigação foi utilizado o valor diário da evapotranspiração de referência (ET₀), obtida com base no monitoramento climático do tanque de classe A e pelo coeficiente da cultura (K_c) nos estádios de crescimento vegetativo e floração-frutificação (Quadro 2) obtidos por Silva e Bezerra (2009).

Quadro 2 - Coeficiente da cultura (K_c) da bananeira Prata Anã no estágio vegetativo e floração-frutificação estimada pelo método do tanque de classe A

DAT ⁽¹⁾	Estádio	K _c
0 - 100	Crescimento vegetativo	0,7
100 - 157	Floração – Frutificação	0,9

⁽¹⁾Dias após transplantio.

3.3 Instalação do experimento e manejo da cultura

3.3.1 Preparo do solo e sistema de irrigação

Em agosto de 2010 a área experimental foi preparada com uma subsolagem de 0,40 m de profundidade seguida de duas gradagens cruzadas para a uniformização da superfície do solo. Em seguida foi instalado um sistema de irrigação localizado do tipo microaspersão, com um emissor para duas plantas, espaçados de 3 x 4 m. A vazão de cada emissor a pressão de 1,0 kgf cm⁻³ foi de 52 L h⁻¹, com um raio molhado de aproximadamente 5,5 m.

3.3.2 Semeadura e manejo das leguminosas anuais

No início de setembro de 2010 foram semeadas as leguminosas anuais crotalária (*Crotalaria juncea*) e feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*). As sementes foram distribuídas em quatro fileiras espaçadas de 0,50 m e localizadas nas entrelinhas onde posteriormente foram transplantadas as bananeiras. A densidade de plantio utilizada foi de 27 e de 5 sementes por metro linear para a crotalária e feijão-de-porco, respectivamente. A irrigação foi realizada diariamente repondo o total evapotranspirado. Aos 55 dias após plantio (DAP) as plantas foram cortadas a 0,10 m do solo e deixadas como cobertura morta.

3.3.3 Transplantio e tratos culturais da bananeira

O transplântio das mudas de bananeira foi no início de novembro de 2010, imediatamente após o corte das leguminosas anuais. Nas covas com dimensões de 40 x 40 cm, foram adicionadas 10 L de esterco bovino curtido mais a adubação de fundação composta por calcário dolomítico, uréia, superfosfato simples, cloreto de potássio e FTEBR12, com as quantidades conforme quadro 3.

A recomendação de adubação seguiu as propostas no manual de adubação e calagem do Estado do Ceará (FERNANDES, 1993) e as de Borges *et al.* (2002) (Quadro 3). As quantidades de N e K recomendadas para a formação e produção da cultura foram somadas e parceladas em quatro vezes (0, 65, 155 e 240 dias após transplântio - DAT) e o P adicionado em uma única aplicação.

A adubação nitrogenada ocorreu de forma diferenciada nas subparcelas (Quadro 4). Na fundação todos os tratamentos receberam 20 g de ureia por planta, no entanto, nas adubações posteriores o adubo nitrogenado foi aplicado apenas na testemunha perfazendo 440 g.

Quadro 3 - Quantidades de P₂O₅, K₂O, calcário, FTEBR12 e nitrogênio (N) aplicado durante o primeiro ano da cultura

Época	P ₂ O ₅	K ₂ O	Calcário	FTEBR12
	----- g planta ⁻¹ -----			
Plantio	60	30	50	15
Formação	0	216	0	0
Produção	30	216	0	0
Total	90	462	50	15

Quadro 4 - Parcelamento da adubação nitrogenada para o primeiro ano cultivo da bananeira cv Prata Anã

Adubação nitrogenada				
Época	T	FC	CK	VE
	----- g planta ⁻¹ -----			
Plantio	20	20	20	20
Formação	240	0	0	0
Produção	180	0	0	0
Total	440	20	20	20

T- testemunha; FC-calopogônio em susessão ao feijão-de-porco; CK-kudzu tropical em susessão a crotalária e VE- vegetação espontânea.

O manejo das lâminas de irrigação nas parcelas foi iniciado aos 54 DAT e interrompido aos 71 DAT devido ao início das chuvas que impossibilitaram a diferenciação das lâminas. A retomada desse manejo ocorreu aos 245 DAT, período de

intensa frutificação permanecendo até o final do ciclo. A quantidade de água aplicada em cada lâmina de irrigação e as precipitações ocorridas no período experimental estão no Quadro 5.

Quadro 5 – Quantidade de água aplicada na irrigação e precipitação na área experimental. Pentecoste – CE

Datas	Precipitação (mm)	Lâminas (mm)			
		L1 (50% da ETc)	L2 (75% da ETc)	L3 (100% da ETc)	L4 (125% da ETc)
dez/10	30,8	18,6	27,8	37,1	46,4
jan/11	150,0	11,9	17,9	23,9	29,8
fev/11	120,2	23,0	34,6	46,1	57,6
mar/11	184,7	0,0	0,0	0,0	0,0
abr/11	301,5	0,0	0,0	0,0	0,0
mai/11	107,0	0,0	0,0	0,0	0,0
jun/11	115,1	30,6	45,9	61,2	76,5
jul/11	57,2	43,7	65,6	87,5	109,4
ago/11	12,0	74,8	112,3	149,7	187,1
set/11	0,0	87,6	131,4	175,2	219,0
out/11	17,4	68,0	102,1	136,1	170,1
nov/11	0,0	32,4	48,6	64,8	81,0
Subtotal	1095,9	390,7	586,1	781,5	976,9
Total⁽¹⁾	-	1486,6	1682,0	1877,4	2072,8

⁽¹⁾ somatório de cada lâmina de irrigação, mais precipitação aplicados no 1º ciclo da bananeira cv Prata Anã.

Ao longo do ciclo foram realizados os seguintes tratos culturais: toalete e desfolha, desbaste, corte do botão floral (coração) e controle fitossanitário de pragas e doenças (Quadro 6), sendo a testemunha mantida sem vegetação por meio da aplicação de herbicidas.

A colheita dos frutos iniciou-se aos 10 meses (setembro de 2011) e estendeu-se até o início de dezembro (13 meses) com frutos colhidos no estágio de maturação I (fruto fisiologicamente maduro, mas com casca totalmente verde), de acordo com a escala de graus de coloração da casca, adaptada por Oliveira Neto, (2002).

Quadro 6 - Produtos fitossanitários utilizados no primeiro ciclo da bananeira cv Prata Anã

Produto	Princípio ativo	Praga alvo	Tratamento
Glifosato	Glicina	ervas daninhas	Testemunha
Gramoxone	Paraquat	ervas daninhas	Testemunha
Podium S	Fenoxaprope-P- etílico + cletodim	erva daninha de folha estreita	<i>Calopogonium muconóides</i>
Agritoato	Dimetil	ácaro rajado (<i>Tetranychus urticae</i>)	Bananeiras
Decis	Deltametrina	broca (<i>Diaphania nitidalis</i>)	Leguminosas
Vertimec	Abamectina	ácaro (<i>Pananychus ulmi R</i>)	Bananeiras
Cercobin 700	Tiofanato- Metílico	sigatoca-amarela (<i>Mycosphaerella musicola</i>)	Bananeiras
Daconil	Tetrachloroi- sophthalonitrile	sigatoca-amarela (<i>Mycosphaerella musicola</i>)	Bananeiras
Nativo	Trifloxistrobina + Tebuconazol	sigatoca-amarela (<i>Mycosphaerella musicola</i>)	Bananeiras
Opera	Piraclostrobina + Epoxiconazol	sigatoca-amarela (<i>Mycosphaerella musicola</i>)	Bananeiras

3.3.4 Semeadura e manejo das leguminosas perenes

O plantio das leguminosas perenes kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) e calopogônio (*Calopogonium muconoides L*), foi realizada um mês após o transplântio das bananeiras. As plantas foram distribuídas em sete fileiras espaçadas de 0,25 m e localizadas nas entrelinhas da bananeira. A densidade de plantio utilizada foi de 30 sementes por metro linear para ambas as espécies. Foram realizados cortes (roço) aos 105, 200 e 400 DAP, das leguminosas a uma altura superior a 15 cm do solo para garantir a rebrota das plantas.

O manejo fitossanitário ocorreu mediante aplicação de inseticidas para o controle de pragas, sempre que necessário. No calopogônio o controle das ervas daninhas após o segundo corte foi necessário, devido à dificuldade de restabelecimento dessa espécie.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Análise de crescimento da bananeira.

Foram realizadas aos 90, 140, 195 e 245 DAT da bananeira. A altura das plantas medindo-se com auxílio de uma fita métrica, do solo até a roseta foliar e circunferência do pseudocaule, a base da planta junto ao solo, também realizou-se a contagem das folhas não senescentes.

3.4.2 Estado nutricional da bananeira

Amostras foliares das seis plantas úteis de cada subparcela foram obtidas para formar uma amostra composta. As coletas foram realizadas no período em que se iniciou a emissão da inflorescência. A parte interna mediana do limbo da 3ª folha da planta a contar do ápice foi amostrada, selecionando-se de 10 a 15 cm e eliminando-se a nervura central (EMBRAPA, 2004). As amostras foram lavadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C, até peso constante, em seguida foram moídas em moinho tipo Wiley. As determinações dos teores foliares de P, K, Ca, Mn, Cu, Fe e Zn, foram realizadas em extrato nítrico-perclórica e para a determinação do teor de N foi utilizado a extração sulfúrica, conforme metodologia descrita por Malavolta, Vitt e Oliveira, (1997).

3.4.3 Trocas gasosas e teor de clorofila da bananeira

Aos 140 e 190 DAT da bananeira no 1º ciclo (planta mãe) e aos 310 e 380 DAT nas plantas do 2º ciclo (planta filha), foram realizadas medições da taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e condutância estomática (gs) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na terceira folha totalmente expandida, utilizando um analisador de gás no infravermelho (IRGA, modelo LI-6400XT, Licor), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min⁻¹. As leituras foram realizadas entre 10 e 12 horas, utilizando-se uma fonte de radiação artificial com intensidade de 1800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. A partir dos dados das trocas gasosas foram calculadas a eficiência momentânea do uso da água (EUAm), pela relação A/E, e a eficiência intrínseca do uso da água (EUAi), pela relação A/g_s.

Para a determinação do índice relativo de clorofila (IRC) das folhas da bananeira, foi utilizado o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Camera Co. Ltd.). As medições foram realizadas aos 190 DAT nas plantas do 1º ciclo e aos 320 DAT nas plantas do 2º ciclo, entre 9 e 11 horas, na superfície adaxial e mediana da 3ª

folha da bananeira a contar do ápice. A média das cinco leituras de duas folhas em cada subparcela foi utilizada como uma repetição.

3.4.4 Componentes de produção, eficiência do uso da água (EUA) e duração do ciclo da bananeira

Na colheita foram selecionados os cachos das plantas úteis de cada subparcela e determinados: peso do cacho com engaço, peso do cacho sem engaço, número de frutos por cacho, número de frutos por penca e calculada a produtividade a partir do produto do peso do cacho sem engaço das plantas úteis (valor médio) e densidade de plantas de 1 ha.

A eficiência de uso da água (EUA) foi calculada dividindo-se a produtividade de cada subparcela pelo total de água aplicado durante o 1º ciclo da bananeira, correspondente ao somatório da precipitação e irrigação de cada lâmina, segundo a equação:

$$EUA = PRT/Lt \quad \dots (1)$$

Em que:

EUA = eficiência de uso da água ($\text{kg mm}^{-1} \text{ha}^{-1}$);

PRT = produtividade obtida no tratamento (kg ha^{-1});

Lt = lâmina bruta total aplicada no tratamento (mm).

A duração do ciclo foi determinada com base na média das datas de colheita das plantas uteis de cada tratamento.

3.4.5 Biomassa das leguminosas anuais, perenes e da vegetação espontânea

As determinações de biomassa das leguminosas anuais *Canavalia ensiformes* e *Crotalaria juncea* e da vegetação espontânea foram realizadas aos 55 DAP. Amostras da parte aérea de cada unidade experimental foram coletadas em uma área de 0,5 m², com o auxílio de uma moldura de madeira (ARMECIN *et al.*, 2005). A massa verde foi determinada imediatamente após o corte. Em seguida as mesmas amostras foram levadas para secagem em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante, para obtenção da massa seca.

As determinações da massa fresca e massa seca das leguminosas perenes *Calopogonium muconoides* e *Pueraria phaseoloides* e da vegetação espontânea foram realizadas aos 105, 200 e 400 DAP e seguiram a mesma metodologia descrita acima.

3.4.6 Teor e aporte de nitrogênio das leguminosas perenes e vegetação espontânea

Parte da massa seca das leguminosas calopogônio e kudzu tropical e da vegetação espontânea, obtidas para a determinação da biomassa, foi utilizada na determinação do teor de N da parte aérea das plantas, conforme metodologia descrita por Malavolta, Vitt e Oliveira, (1997). O aporte de N no 1º corte, 2º corte e total foram calculados com base nos teores de N e na massa seca do 1º corte, o 2º corte e o somatório dos dois cortes, respectivamente.

3.4.7 Trocas gasosas e teor de clorofila das leguminosas perenes

No kudzu tropical e calopogônio foram realizadas aos 190 DAP medições da taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e transpiração (E) ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), em folhas totalmente expandidas, utilizando um analisador de gás no infravermelho (IRGA, modelo LI-6400XT, Licor), em sistema aberto, com fluxo de ar de 300 mL min^{-1} . As leituras foram realizadas entre 10 e 12 horas, utilizando-se uma fonte de radiação artificial com intensidade de $1800 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e de luz natural. A média da radiação nas medições com luz natural não ultrapassou $140 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Para a determinação da concentração da clorofila das folhas do calopogônio e kudzu tropical foi utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Minolta Câmera Co. Ltd.) As medições ocorreram entre as 9 e 11 horas, na parte central de folhas totalmente expandidas, aos 160 DAP. Duas folhas selecionadas aleatoriamente em cada subparcela foram utilizadas para as leituras, sendo realizadas cinco leituras por folha.

3.5 Análise estatística

Os dados de cada característica avaliada foram submetidos à análise de variância (Anova) e posteriormente, quando significativos pelo teste F, foram

submetidos ao teste de médias de Tukey (5%) e análise de regressão. Na análise de regressão, as equações que melhor se ajustaram aos dados, foram selecionadas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F e com maior coeficiente de determinação (R^2).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Crescimento da bananeira

Com base nos dados da análise de variância (Tabela 1), verificou-se o efeito significativo do consórcio sob a altura, circunferência do pseudocaule e número de folhas da bananeira, no entanto, para a lâmina de irrigação nenhum efeito foi observado.

Comparando o efeito dos diferentes consórcios na altura das plantas (Figura 4A), observou-se que aos 90 DAT as plantas consorciadas com leguminosas possuíam alturas significativamente superiores em comparação à testemunha e ao consórcio com a vegetação espontânea. Nas avaliações seguintes, a altura das plantas na testemunha superou as plantas consorciadas com as leguminosas, enquanto as plantas consorciadas com a vegetação espontânea apresentaram alturas significativamente menores que as demais.

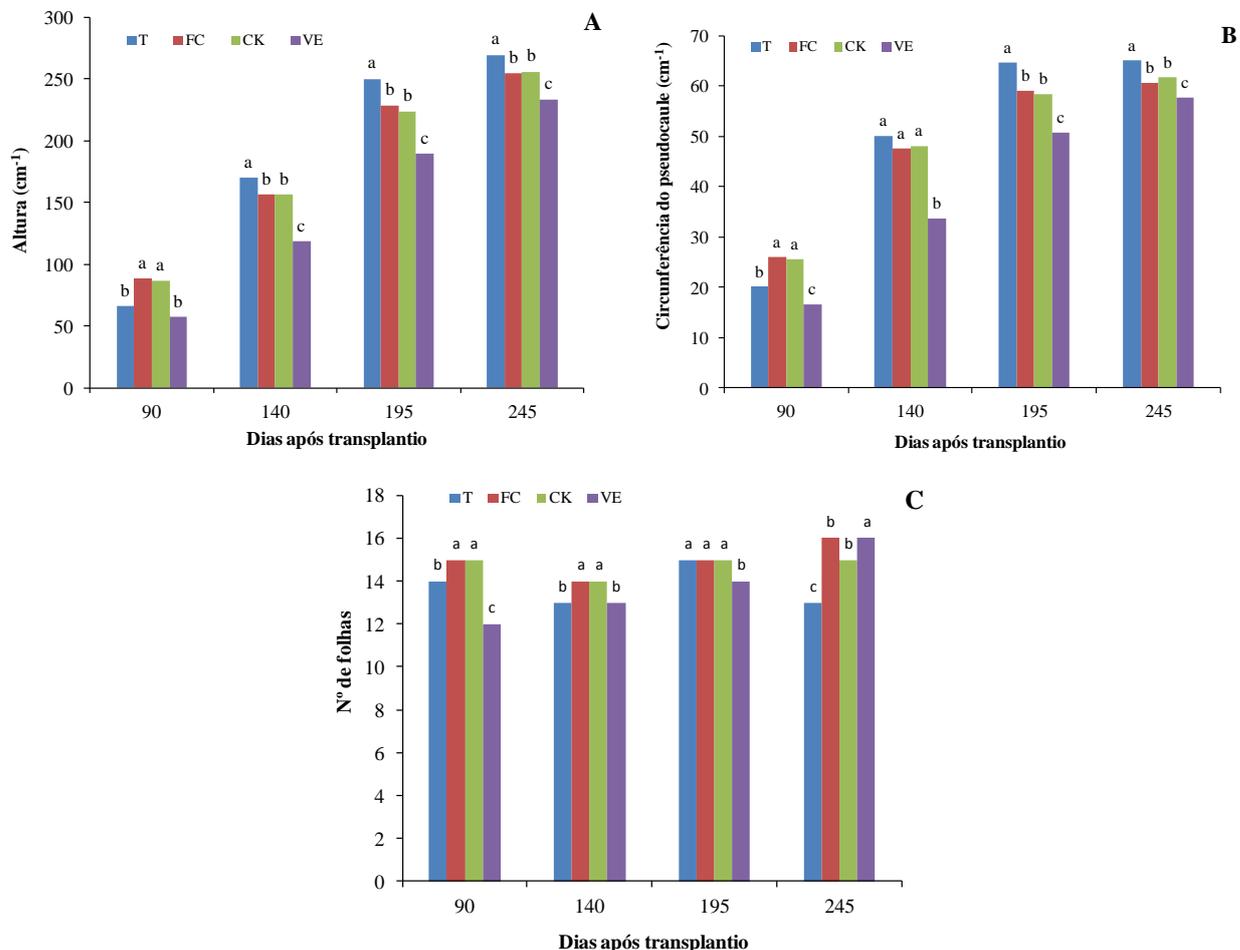
Os dados da circunferência do pseudocaule das bananeiras (Figura 4B) apresentaram a mesma tendência dos dados da altura (Figura 4A) com exceção da avaliação realizada aos 140 DAT, onde a circunferência das plantas na testemunha não diferiu das plantas consorciadas com as leguminosas. Quanto ao número de folhas (Figura 4C), observou-se aos 90 DAT um total de 15 folhas nas bananeiras consorciadas com as leguminosas, 14 na testemunha e 12 no consórcio com vegetação espontânea, no entanto, nas avaliações posteriores os dados não foram coerentes com os das outras características avaliadas (Figura 4A e B).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para a altura, circunferência do pseudocaule e número de folhas da bananeira Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação, aos 90, 140, 195 e 245 dias após o transplântio (DAT)

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios									
		Altura da planta				Circunferência do pseudocaule				Nº de	
		DAT									
	90	140	195	245	90	140	195	245	90	140	
Blocos	4	578,6*	1111,0*	224,8ns	331,1ns	53,3*	117,0 *	36,9 ns	3,9ns	4,2ns	2,0ns
Lâmina (A)	3	126,6ns	335,1ns	376,7ns	5,0ns	7,6ns	36,1ns	10,8ns	3,3ns	3,9ns	0,5ns
Resíduo (A)	12	109,7	225,6	539,3	184,4	14,3	31,3	47,9	12,2	1,5	0,8
Cobertura (B)	3	4776,1**	9782,2**	12768,3**	4470,4**	397,6**	1127,9**	653,1**	178,4**	25,1**	5,3**
Int. (AxB)	9	51,1ns	127,0ns	482,5ns	230,8ns	5,0ns	15,8ns	11,6ns	9,4ns	0,8ns	0,4ns
Resíduo (B)	48	127	197,6	390,1	189,7	9,2	19,7	14,9	7,5	0,8	0,2
CV% (A)		14	10	10,4	5,4	17,1	12,5	11,9	5,7	9	6,2
CV% (B)		15,1	9,3	8,9	5,4	13,8	9,9	6,6	4,5	6,4	3,6

** , * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F respectivamente.

Figura 4 - Valores médios da Altura (A), circunferência do pseudocaule (B) e número de folhas (C) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura, aos 90, 140, 195 e 245 dias após o transplante (DAT)



T- testemunha (manejo convencional sem plantas de cobertura); FC- calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco; CK- kudzu tropical em sucessão a crotalária; VE- vegetação espontânea. Médias seguidas pela mesma letra em cada DAT, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Arquivo pessoal.

No presente estudo, a adubação de fundação correspondeu a 20 g de ureia por planta tanto nas subparcelas testemunha (manejo convencional), como com consórcio de leguminosas (FC e CK) e vegetação espontânea (VE). Diante desse fato, a maior altura, circunferência do pseudocaule e número de folhas observadas nas bananeiras consorciadas com as leguminosas aos 90 DAT, se deve provavelmente à maior disponibilidade do N proveniente da mineralização da parte aérea das leguminosas anuais: feijão-de-porco e crotalária, cultivadas no pré-plantio das bananeiras.

Maior altura e perímetro do pseudocaule da bananeira Pacovan nas áreas com pré-plantio das leguminosas crotalária e feijão-de-porco em comparação às plantas adubadas com N mineral, principalmente nos primeiros meses de desenvolvimento das

plantas também foi observada por Pereira (2009). Outros trabalhos mostraram efeitos positivos do N fornecido por leguminosas manejadas como adubo verde (pré-cultivo) em espécies anuais como o milho (PERIN, 2005); berinjela (CASTRO *et al.*, 2004) e algodoeiro (CARVALHO *et al.*, 2004).

Os maiores valores de altura das bananeiras testemunhas a partir dos 140 DAT e da circunferência do pseudocaule a partir dos 195 DAT, foram influenciados pelas adubações realizadas com ureia aos 65, 155 e 230 DAT, que proporcionou o aumento do N disponível no solo. No mesmo período, a disponibilidade do N nas áreas com consórcio de leguminosas foi possivelmente reduzida, devido já ter ocorrido a mineralização do N do tecido dessas plantas.

Relações C/N de 17,6 e 11,6 na matéria seca de crotalária e feijão-de-porco, respectivamente, foram observadas por Pereira (2009). Esses valores, segundo Espindola *et al.* (2006a) podem representar tempos de meia vida da mineralização do N do tecido de leguminosas herbáceas, correspondentes a 36 e 68 dias na estação seca. Valores semelhantes também foram encontrados por Torres *et al.* (2005) quando utilizou a crotalária cultivada no pré-plantio da soja.

Fazendo referência ao esgotamento do N fornecido por adubos verdes plantados anteriormente aos cultivos comerciais, Kramberger *et al.* (2009) afirmaram que mesmo com efeitos positivos do pré-cultivo de leguminosas sobre o rendimento do milho, quando se comparou o manejo com leguminosas e o tratamento controle (N fornecido pelo fertilizante mineral), o rendimento do milho no tratamento controle foi maior, possivelmente pela influencia do curto tempo de mineralização do N das leguminosas.

Nesse contexto, se torna de grande importância o conhecimento do tempo de meia vida da mineralização do N do tecido de leguminosas utilizadas como adubo verde, quando se busca um manejo eficiente do N em sistema de consórcio como o adotado nesse estudo.

A vegetação espontânea da área em estudo foi formada principalmente pela gramínea *Panicum maximum* Jacq. Espindola *et al.* (2006a) observaram um tempo de meia vida da decomposição do N correspondente a 239 dias para a mesma espécie, o que causou imobilização desse nutriente. Nesse estudo, a imobilização do N pelos microorganismos do solo pode ter reduzido a disponibilidade do N para as plantas consorciadas com a vegetação espontânea, proporcionando assim a menor altura e circunferência do pseudocaule das bananeiras desse tratamento.

Quanto aos dados do número de folhas, sugere-se que a descontinuidade dos dados do nº de folhas, observada a partir dos 140 DAT, é resultado da desfolha, um trato cultural iniciado aos 100 dias que promove o corte das folhas senescentes. Pereira (2009) também afirma que as desfolhas realizadas por volta dos 180 DAT afetaram o ajuste das curvas obtidas para a evolução do número de folhas da bananeira cv Pacovan.

Do ponto de vista nutricional, bananeiras saudáveis possuem normalmente de 10 a 15 folhas verdes antes da floração (MOREIRA, 1999) o que pode ser um bom indício do potencial produtivo das plantas, nesse estudo que apresentaram em média 15 folhas por planta.

4.2 Estado nutricional da bananeira

Com base nos dados da análise de variância (Tabela 2), verificou-se efeito independente da lâmina de irrigação sobre os teores de N e Mn e do consórcio sob os teores de N, K, Zn, Fe e Mn.

Dentre os macro e micronutrientes apresentados na Tabela 3, os teores foliares do K e Mn foram os mais elevados. O maior teor de N foi observado nas bananeiras da testemunha, seguido das plantas sob os consórcios FC e CK, sendo os menores teores desse elemento observados nas bananeiras consorciadas com a vegetação espontânea. Dentre os micros, o Zn apresentou menores teores nas bananeiras da testemunha e o inverso ocorreu com o Mn, cujos teores atingiram 527 mg kg^{-1} nesse tratamento. Nas plantas consorciadas com a vegetação espontânea o teor de Fe das folhas foi significativamente maior que nos demais tratamentos.

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para os teores de N, P, K, Ca, Zn, Cu, Fe e Mn, em folhas da bananeira Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios							
		N	P	K	Ca	Zn	Cu	Fe	Mn
Blocos	3	6,13ns	0,02ns	13,83ns	1,23ns	146,19ns	0,46ns	8996,56ns	14734,94ns
Lâmina (A)	3	14,68**	1,07	19,69ns	5,99ns	350,62ns	5,09ns	4335,52ns	24008,92ns
Resíduo (A)	9	2,04	0,15	17,68	6,41	182,94	3,27	4116,84	9175,19
Cobertura (B)	3	121,21**	0,01ns	98,42*	4,98ns	484,78*	0,53ns	43730,55**	455844,87*
Int. (AxB)	9	15,83ns	0,09ns	68,74ns	4,38ns	307,02ns	6,65ns	4751,45ns	11115,28ns
Resíduo (B)	36	3,87	0,12	31,95	4,53	129,74	2,53	5193,96	8360,28
CV% (A)		6,78	21,26	13,05	39,20	49,49	27,50	54,99	34,89
CV% (B)		9,34	18,88	17,54	32,97	41,68	24,19	61,76	33,31

** , * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3 - Valores Teores foliares de N, P, K, Ca, Zn, Cu, Fe e Mn da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura

Tratamentos	N	P	K	Ca	Zn	Cu	Fe	Mn
	----- g kg ⁻¹ -----				----- mg kg ⁻¹ -----			
T	24,71 a ¹	1,78 a	29,53 a	7,08 a	20,99 b	6,56 a	84,64 b	526,95 a
FC	21,46 b	1,83 a	34,38 a	6,58 a	31,24ab	6,76 a	96,74 b	208,41 b
CK	19,76 bc	1,85 a	34,29 a	5,72 a	32,58 a	6,33 a	90,61 b	177,13 b
VE	18,31 c	1,80 a	30,71 a	6,44 a	24,52ab	6,66 a	194,76 a	185,66 b

T- testemunha (manejo convencional, sem plantas de cobertura); FC- calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco; CK- kudzu tropical em sucessão a crotalária e VE- vegetação espontânea.

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na bananeira, teores mais elevados de K em comparação aos de N são constantemente relatados (BORGES e CALDAS, 2004; BORGES e OLIVEIRA, 2000; SILVA *et al.*, 2002). Esse nutriente está envolvido em processos como balanço hídrico, translocação de fotossintatos e propriedades organolépticas dos frutos e corresponde a 62% do total dos macronutrientes e 41% do total de nutrientes da bananeira (BORGES; OLIVEIRA, 2000). É também o elemento mais exportado pelos frutos (TEIXEIRA; RAIJ; NETO, 2008), podendo ser considerado o mais importante na nutrição dessa planta.

Os teores de K obtidos nas folhas das bananeiras testemunhas e nas plantas consorciadas com a vegetação espontânea estão dentro da faixa de 25 a 30 g kg⁻¹ obtida para a bananeira Prata-Anã nos estudos de Gomes (2004) e Teixeira (2000). No caso das bananeiras consorciadas com as leguminosas, ainda que acima da faixa citada, os teores podem ser considerados adequados, pois Prezotti (1992) e Raij *et al.* (1997) sugerem que a faixa de concentração de K em folhas de bananeira deve estar entre 32 e 54 g kg⁻¹.

Apesar dos teores de K não serem significativamente diferentes entre os tratamentos, é possível perceber seu aumento nas bananeiras sob o consórcio com leguminosas. Tal fato pode ser resultado do maior aproveitamento desse nutriente, devido a sua liberação mais lenta do tecido das leguminosas em comparação com a vegetação espontânea. Torres e Pereira (2008) relataram que a liberação do K parece não estar associada à taxa de decomposição das plantas, tendo em vista que no primeiro ano de um estudo sobre a liberação do K do tecido de gramíneas e leguminosas foi observado que apesar do acúmulo de K ser maior nas gramíneas sua liberação ocorreu de forma diferenciada, sendo que o milheto, aveia e braquiária liberaram 49, 54 e 55 %

respectivamente de total de K, enquanto a crotalária liberou 43 % e o feijão guandu 25% aos 42 dias após manejo. Em estudo com cana em sistema de plantio direto, Junior e Coelho (2008) observaram que os teores de K nas folhas da cana foram 43% maiores quando as plantas foram cultivadas sobre os resíduos de leguminosas em comparação as plantas cultivadas sob os resíduos da vegetação espontânea.

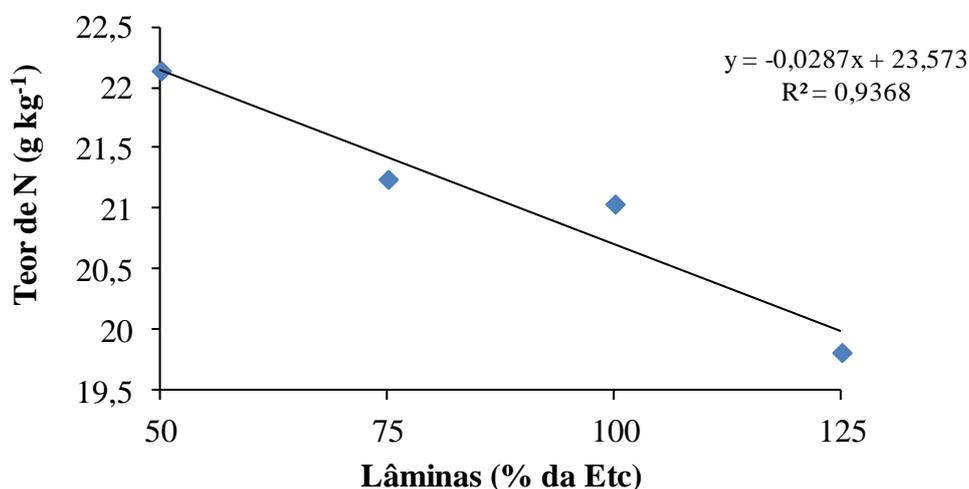
Os teores de N obtidos nesse estudo encontram-se abaixo da faixa correspondente a 27-36 g kg⁻¹ considerada ideal por Malavolta, Vitt e Oliveira (1997) e também dos 25-29 g kg⁻¹ sugeridos por Silva *et al.* (2002) para bananeira Prata-Anã.

Nas bananeiras sob consórcio, foram encontrados teores de N inferiores aos observados por Espindola *et al.* (2006b) num consórcio da bananeira cv Nanicão com leguminosas herbáceas perenes e vegetação espontânea composta por capim colonião. Esses autores encontraram teores de N correspondentes a 27,6 g kg⁻¹ em plantas consorciadas com o kudzu tropical, 27,3 g kg⁻¹ no consorcio com o siratro e de 20,2 g kg⁻¹ nas plantas consorciadas com a vegetação espontânea, adubada com ureia.

De maneira geral, todos os tratamentos apresentaram teores de N inferiores aos relatados na literatura como adequados o que pode ser resultado do baixo teor desse nutriente no solo, haja vista, que o teor médio de 0,75 g kg⁻¹, obtido na análise do solo da área experimental é inferior a 0,8 g kg⁻¹ considerado como baixo no solo por Malavolta, Vitt e Oliveira (1997).

Observou decréscimo linear no teor foliar de N com o aumento da lâmina de irrigação (Figura 5). Isto pode ser resultado da lixiviação de N nítrico para além do alcance do sistema radicular da bananeira. Em um estudo de campo durante dois anos, Zhu *et al.* (2005) identificaram o aumento da lixiviação de nitrato com o aumento do volume de água aplicada ao solo e afirmam que irrigações além das exigências das culturas e chuvas fortes afetaram a drenagem profunda e lixiviação de nitrato de um cambissolo em Fengqiu County, na planície norte da China.

Figura 5 - Teor foliar de N da bananeira cv Prata Anã em função das lâminas de irrigação correspondentes a 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração da cultura (ETc)



Fonte: arquivo pessoal.

O N nítrico predomina na maioria dos solos agrícolas em condições aeróbias, devido estes solos geralmente apresentarem limitações de C e energia favorecendo o consumo do amônio (NH_4^+) pelos organismos nitrificadores e sua rápida oxidação a NO_2^- e, posteriormente, a NO_3^- (NOVAIS; ALVAREZ; BARROS, 2007).

Quanto ao P, foram encontrados teores superiores a $1,8 \text{ g kg}^{-1}$ que são considerados adequados para a bananeira (MALAVOLTA; VITT; OLIVEIRA, 1997). O menor teor desse nutriente em comparação aos demais macronutrientes analisados é coerente com sua baixa absorção pela bananeira (BORGES; OLIVEIRA, 2000). Os teores de Ca e dos micronutrientes Cu, Fe e Zn estão todos nas faixas consideradas adequadas a bananeira de $2,5$ a 12 g kg^{-1} ; 6 a 30 , 80 a 360 e 20 a 50 mg kg^{-1} respectivamente (MALAVOLTA; VITT; OLIVEIRA, 1997). Desse modo, pode-se inferir que nenhum desses nutrientes foi limitante ao desenvolvimento das plantas nesse estudo. Para o Mn, Silva *et al.* (2002) citaram como faixa adequada os teores de $173,0$ a $630,0 \text{ mg kg}^{-1}$ que incluem os observados nesse trabalho.

Os maiores teores de Zn das bananeiras sob consórcio podem ser atribuídos aos efeitos dos resíduos das leguminosas e vegetação espontânea, que tenham influenciado positivamente a quantidade e a disponibilidade desse elemento no solo. Fernandes (2006) afirma que a presença do Zn nos horizontes superficiais do solo é

dependente da liberação desse nutriente dos resíduos de plantas depositados na superfície e de sua capacidade de fixação a matéria orgânica e a alguns colóides do solo.

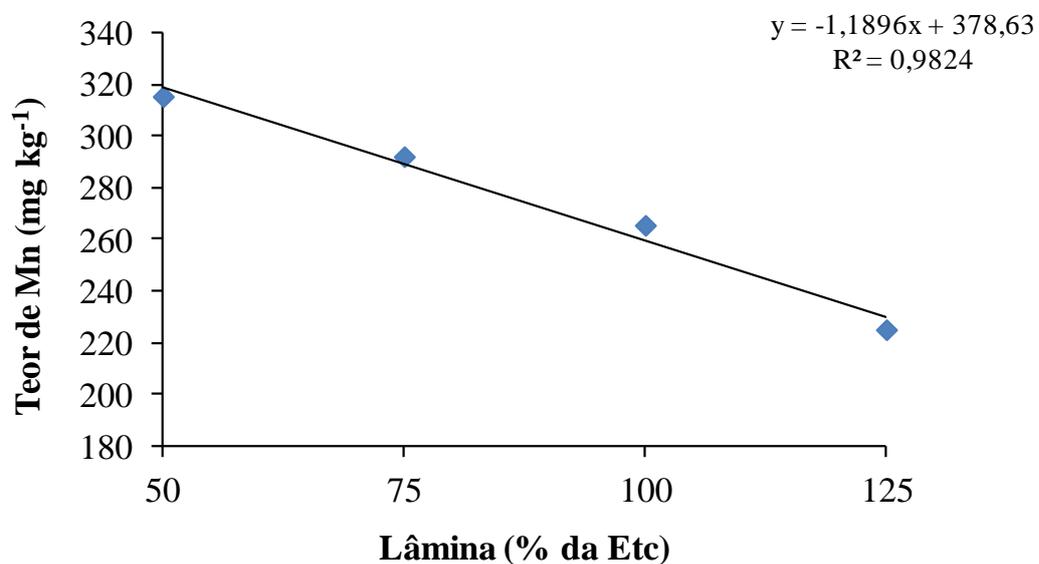
Os teores significativamente maiores do Fe nas plantas consorciadas com a vegetação espontânea podem ser resultado do maior teor desse nutriente nos resíduos das gramíneas que compunham a vegetação espontânea e do maior aporte total de massa seca nesse tratamento. Plantas da família das gramíneas são geralmente mais eficientes na absorção de ferro em comparação a outras espécies de plantas, pois a absorção ocorre via sideróforos (quelato) sem redução e independentemente do pH (PRADO, 2008). Kabaija e Smith (1998) verificaram que os teores de ferro iguais 315 e 301 mg kg⁻¹ encontrados nas graminhas capim guiné e capim gigante foram significativamente maiores que os 171 e 166 mg kg⁻¹ encontrados nas leguminosas glicíndia e leucena respectivamente.

A interação antagonica entre Mn e Fe é bem conhecida e pode ser explicada pela inibição da absorção e até mesmo do transporte de Mn quando da presença do Fe e outros cátions como Ca, Zn e Mg. A semelhança do raio iônico entre esses elementos pode favorecer a absorção de um em detrimento do Mn, no entanto, o contrário também é verdadeiro, principalmente para o Fe (PRADO, 2008). Nesse caso, a maior concentração de Fe no solo das subparcelas com o consórcio com vegetação espontânea pode ter interferido negativamente a absorção de Mn pelas bananeiras nesse tratamento.

Teores significativamente superiores de Mn foram observados nas plantas testemunhas e podem ter sido influenciados pelo antagonismo do Mn com o Fe e pelo maior teor de N das plantas desse tratamento. Resende *et al.* (2010) observaram incrementos no teor de Mn da parte aérea da alface com o aumento de doses de N no solo. Em estudo com o milho Resende *et al.* (1997) também verificaram aumentos nos teores de Mn nas plantas bem supridas com N. A maior disponibilidade de Mn nas subparcelas testemunha também pode ser resultado da redução do pH do solo pela adição da ureia, haja vista que a redução do pH pode elevar a disponibilidade desse micronutriente (MALAVOLTA; NEPTUNE, 1983).

De maneira similar ao observado com os teores de N na folha da bananeira, os de Mn reduziram com o aumento da lâmina de irrigação (Figura 6). No entanto, considerando que a lixiviação de Mn é pouco provável, principalmente por ele está presente no solo na forma dos cátions Mn⁺², Mn⁺³ e Mn⁺⁴ (PRADO, 2008), a redução nos teores foliares desse elemento com o aumento da lâmina de irrigação pode está relacionada á redução do teor de N.

Figura 6 - Teor foliar de Mn da bananeira cv Prata Anã em função das lâminas de irrigação correspondentes a 50, 75, 100 e 125% da ETc



Fonte: arquivo pessoal

4.3 Trocas Gasosas e teor de clorofila

Os resultados da análise de variância para as trocas gasosas e eficiências intrínseca e momentânea do uso da água no 1º ciclo da bananeira cv Prata Anã (Tabela 4), mostraram efeito significativo das plantas de cobertura na fotossíntese das plantas apenas na avaliação realizada aos 140 DAT.

Tabela 4 - Resumo da análise da variância para fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação aos 140 e 190 dias após transplântio (DAT)

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		140 DAT				
		A	gs	E	EUAi	EUAm
Blocos	2	0,039 ns	0,029**	23,756**	43,513**	0,694**
Lâmina (A)	3	0,999 ns	0,001ns	0,579ns	1,157ns	0,053ns
Resíduo (A)	6	0,335	0,002	0,870	2,230	0,038
Cobertura (B)	3	3,468*	0,004ns	0,149ns	0,659ns	0,019ns
Int. (AxB)	9	0,875ns	0,003ns	0,142ns	2,640ns	0,007ns
Resíduo (B)	24	0,825	0,002	0,217	4,059	0,009
CV% (A)		3,084	6,388	8,725	5,325	11,093
CV% (B)		4,840	7,337	4,358	7,183	5,261
190 DAT						
Blocos	2	0,557ns	0,009ns	5,504ns	72,454ns	0,747ns
Lâmina (A)	3	28,774ns	0,011ns	0,063ns	188,666ns	0,639ns
Resíduo (A)	6	5,388	0,004	2,290	48,981	0,588
Cobertura (B)	3	6,290ns	0,006ns	1,577ns	27,416ns	0,108ns
Int. (AxB)	9	11,314ns	0,002ns	0,838ns	40,703ns	0,102ns
Resíduo (B)	24	5,409	0,005	0,743	36,271	0,103
CV% (A)		11,250	13,547	17,352	14,903	31,909
CV% (B)		11,271	15,340	9,887	12,825	13,384

** , * e ^{ns} , Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Observando os dados das trocas gasosas aos 140 DAT (Quadro 5), verifica-se que a maior taxa fotossintética foi obtida nas plantas testemunhas seguida do consórcio com FC.

Tabela 5 - Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) da bananeira cv Prata Anã em função do tratamento com plantas de cobertura aos 140 e 190 dias após transplantio (DAT)

Tratamento	A	gs	E	EUAi	EUAm
140 DAT					
	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-2}$		
T	19,55 a ¹	0,70 a	10,76 a	28,14 a	1,83 a
FC	18,67 ab	0,68 a	10,74 a	27,74 a	1,76 a
CK	18,36 b	0,65 a	10,52 a	28,30 a	1,77 a
VE	18,50 b	0,66 a	10,75 a	28,01 a	1,74 a
190 DAT					
T	20,38 a	0,44 a	8,69 a	47,80 a	2,37 a
FC	19,79 a	0,44 a	8,53 a	46,08 a	2,34 a
CK	20,87 a	0,43 a	8,42 a	48,62 a	2,54 a
VE	21,49 a	0,48 a	9,24 a	45,34 a	2,35 a

T- testemunha (manejo convencional sem plantas de cobertura); FC- calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco; CK- kudzu tropical em sucessão a crotalária; VE- vegetação espontânea.

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Tendo em vista que nas avaliações das trocas gasosas das bananeiras do primeiro ciclo foi utilizada uma luz artificial com radiação saturante e não houve diferenciação das lâminas de irrigação devido às intensas e constantes precipitações. Pode-se inferir que a maior fotossíntese na testemunha está relacionada ao maior teor de N das plantas desse tratamento. Essa afirmação se apóia em vários estudos que mostram uma correlação positiva entre o teor de N da folha e a capacidade fotossintética (BOUSSADIA *et al.*, 2010; CORREIA *et al.*, 2005; ZHOU *et al.*, 2011).

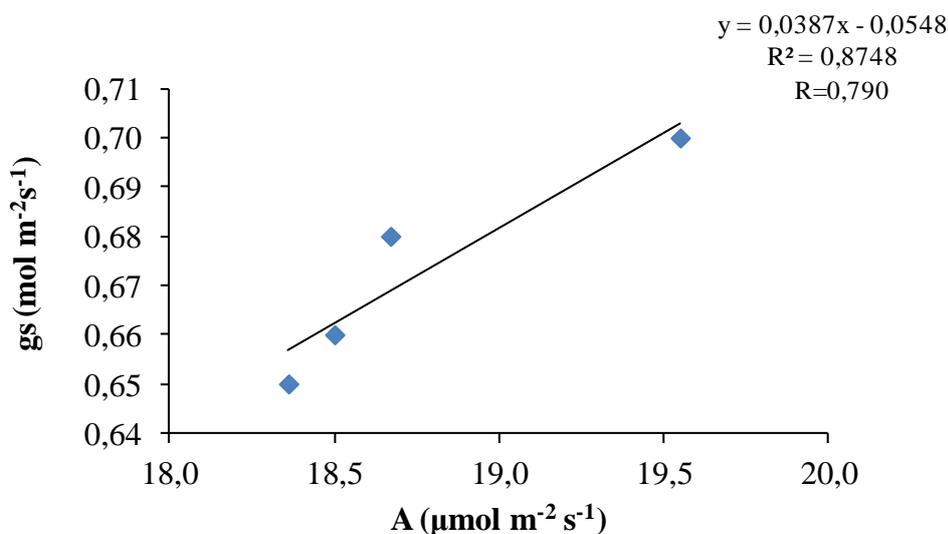
A justificativa mas comum no que diz respeito, a atuação do N no metabolismo fotossintético das plantas, deve-se ao fato de cerca de 75% do N da folha está alocado nos cloroplastos e grande parte desse total ser usado para a síntese de componentes do aparelho fotossintético, na rubisco em particular, uma enzima-chave na fixação de dióxido de carbono (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Submetendo cultivares de oliveiras (Meski e Koroneiki) a diferentes doses de N, Boussadia *et al.* (2010) constataram reduções significativas na fotossíntese máxima das plantas deficientes em N em comparação às plantas controle (100% da recomendação de N). Correia *et al.* (2005) testando o efeito de doses de N e da radiação ultravioleta (UV-B) nas trocas gasosas do milho, observaram um efeito interativo do N e da radiação UV-B, sendo que plantas com deficiência desse nutriente tiveram menor sensibilidade à radiação UV-B e possuíram menores taxas fotossintéticas. Os mesmos

autores constataram efeitos depressivos em reações bioquímicas no estroma e na atividade da rubisco e PEPCase quando houve redução na dose do N. No trigo cultivado sem restrições hídricas, a fotossíntese e condutância estomática também foram maiores no tratamento com maior N disponível (SHANGGUAN; SHAO; DYCKMANS, 2000).

Na bananeira Prata Anã, Melo *et al.* (2009) avaliando as trocas gasosas de plantas submetidas a diferentes doses de N e K verificaram que houve correlação positiva entre A e g_s ($0,7698^{***}$) sendo que aumentos na g_s implicaram em aumentos nos influxos de CO_2 no mesófilo foliar possibilitando altas taxas de assimilação de dióxido de carbono. Foi também verificado pelos autores que os maiores valores da transpiração foram induzidos pela maior g_s . No presente estudo, apesar de não significativo, os dados da g_s se correlacionaram positivamente com os dados da fotossíntese (Figura 7) indicando que a maior fotossíntese foi associada à maior abertura dos estômatos.

Figura 7- Correlação da fotossíntese (A) e condutância estomática (g_s)



Fonte: arquivo pessoal.

Quanto a EUAi e EUAm, os menores valores de g_s e E aos 190 DAT induziram os melhores resultados em comparação aos 140 DAT (Tabela 5). É provável que essa redução da g_s e E tenham sido resultado da menor disponibilidade hídrica do solo, tendo em vista que a média das precipitações dos dois dias que antecederam as leituras foi de 24,2 e 2,2 mm aos 140 e 190 DAT respectivamente.

No que diz respeito aos valores absolutos das trocas gasosas, Cayón Salinas (2001) verificou que na fase inicial do desenvolvimento das folhas da bananeira, a fotossíntese é baixa, com valores de aproximadamente $6,8 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, incrementando rapidamente até alcançar valores máximos de $12,67 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Esse comportamento foi observado entre 20 e 40 dias após a expansão completa da folha, diminuindo gradualmente até a senescência total (140 DAE). Em comparação aos valores relatados acima, as maiores taxas fotossintéticas observadas nesse estudo podem estar relacionados à maior idade das plantas. Raven, Evert e Eichhorn (2001) observaram valores da taxa de assimilação líquida de CO_2 em plantas C3, como a bananeira, correspondentes a faixa de 10 a $20 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

Thomas e Turner (2001) encontraram valores de g_s oscilando entre 0,25 e $0,5 \text{ mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ em bananeiras da cultivar Grande Naine. Jaimez *et al.* (2005) relataram que, em condições ótimas de umidade do solo, a transpiração pode atingir valores entre 4 e $5,5 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Para a transpiração os valores observados no presente estudo são bastante superiores, podendo indicar o bom suprimento hídrico das plantas, coerente com o grande volume de água precipitado no período da primeira avaliação e posteriormente, pelas irrigações.

Os resultados da análise de variância das trocas gasosas e eficiências intrínseca e momentânea do uso da água no 2º ciclo da bananeira cv Prata Anã (Tabela 6), demonstram o efeito do consórcio sob a transpiração, EUAi e EUAm nas avaliações realizadas aos 310 e 380 DAT. Foi também observado a tendência linear crescente da transpiração e EUAi em relação ao incremento da lâmina de irrigação aos 310 DAT.

Tabela 6 - Resumo da análise da variância para a fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação, aos 310 e 380 dias após transplante (DAT)

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		310 DAT				
		A	Gs	E	EUAi	EUAm
Blocos	4	7,657ns	0,624ns	3,825ns	273,085ns	0,355ns
Lâmina (A)	3	10,684ns	1,600ns	14,012*	476,294*	0,178ns
Resíduo (A)	12	19,833	1,1870	6,710	138,600	0,150
Cobertura (B)	3	6,514ns	0,693ns	5,162*	573,775**	0,387**
Int. (AxB)	9	6,009ns	0,516ns	2,822ns	172,373ns	0,063ns
Resíduo (B)	48	5,225	0,357	1,742	89,031	0,078
CV% (A)		45,09	52,383	38,743	23,261	25,572
CV% (B)		23,143	28,713	19,739	18,643	18,509
380 DAP						
Blocos	2	9,733ns	0,041ns	16,262**	449,174*	3,854**
Lâmina (A)	3	4,874ns	0,029ns	1,037ns	126,040ns	0,028ns
Resíduo (A)	6	16,033	0,018	1,399	59,583	0,241
Cobertura (B)	3	1,608ns	0,023ns	1,119*	211,419*	0,338*
Int. (AxB)	9	5,773ns	0,013ns	0,554ns	39,733ns	0,077ns
Resíduo (B)	24	4,981	0,009	0,256	65,45	0,086
CV% (A)		26,119	33,954	20,2	19,007	18,321
CV% (B)		14,558	24,234	8,644	19,921	10,918

** , * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

De maneira geral, os valores de transpiração foram significativamente menores na testemunha, no entanto, a EUAi e EUAm alcançaram os maiores valores nesse tratamento (Tabela 7). Entre as plantas consorciadas com leguminosas e vegetação espontânea, não foram observadas diferenças.

Quanto a A e gs, apesar dessas não terem sido influenciados pelo consórcio, houve um aumento médio em A de $5,55 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e na gs de $0,19 \text{ mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ entre as épocas de avaliação.

Tabela 7 - Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) da bananeira cv Prata Anã em função das plantas de cobertura aos 310 e 380 dias após o transplântio (DAT)

Tratamento	A	gs	E	EUAi	EUAm
310 DAT					
	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-2}$		
T	10,36 a ¹	0,19 a	6,13 b	58,13 a	1,72 a
FC	9,17 a	0,20 a	6,48 ab	50,43 ab	1,45 b
CK	10,31 a	0,23 a	7,32 a	45,78 b	1,43 b
VE	9,67 a	0,21 a	6,81 ab	48,11 b	1,46 b
380 DAT					
T	15,66 a	0,35 a	5,40 b	46,36 a	2,91 a
FC	15,58 a	0,46 a	6,00 a	36,48 b	2,69 ab
CK	15,22 a	0,39 a	6,06 a	40,66 ab	2,55 b
VE	14,86 a	0,40 a	5,95 ab	38,95 ab	2,57 b

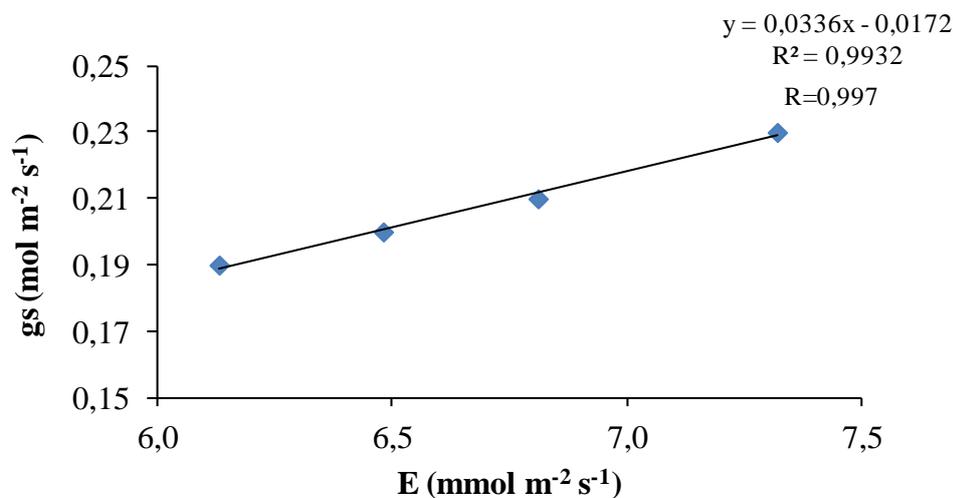
T- testemunha (manejo convencional sem plantas de cobertura); FC- calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco; CK- kudzu tropical em sucessão a crotalária; VE- vegetação espontânea.

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

O efeito do consórcio nas trocas gasosas das bananeiras no 2º ciclo diferiu do observado no 1º ciclo das plantas, por provavelmente não estar relacionado ao teor de N, mas sim a maior retenção de água proporcionada pela biomassa das espécies consorciadas com a bananeira. Souza *et al.* (2011) corroboram a afirmação acima quando afirmaram que os resíduos da vegetação espontânea propiciaram níveis de umidade nas camadas de 0,10 e 0,20 m em média 2% superior em comparação ao solo exposto. Em um trabalho com as leguminosas calopogônio e kudzu, Teodoro *et al.* (2011) também verificaram aumentos significativos no volume de água acumulado no solo dos tratamentos com ambas as leguminosas.

A ausência de cobertura morta na testemunha, possivelmente alterou o potencial hídrico do solo, reduzindo a transpiração das plantas. O esgotamento progressivo de água do solo tem efeito direto sob gs e E, sendo utilizado como indicador fisiológico de iniciação de estresse (ROBINSON; BOWER, 1988). Na África do Sul, Robinson e Bower (1987) confirmaram a grande sensibilidade da bananeira ao estresse hídrico quando registraram uma redução de 35% na gs quando ocorreu uma depleção de apenas 25% no potencial de umidade do solo. Apesar da gs não ter sido influenciada pelo consórcio sua correlação com a transpiração foi positiva (Figura 8).

Figura 8- Correlação da condutância estomática (gs) e transpiração (E)



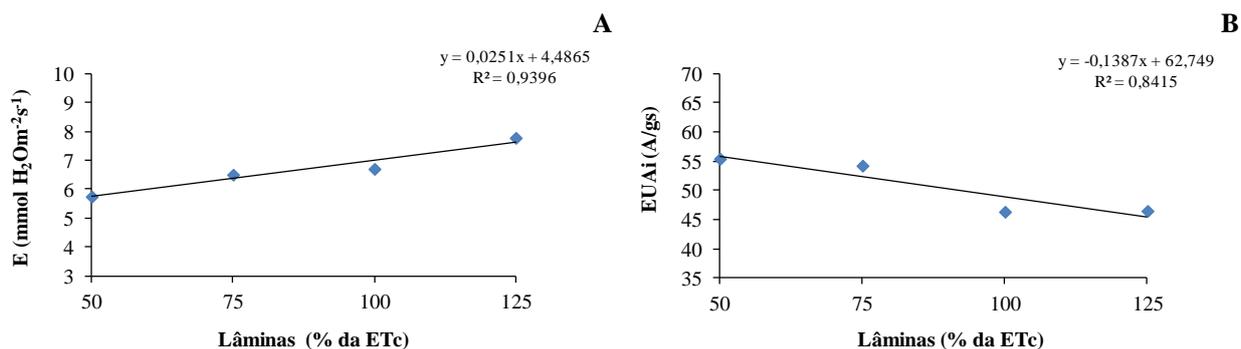
Fonte: arquivo pessoal.

Os valores mais elevados da fotossíntese verificados nos 380 DAT podem ser resultado do aumento no metabolismo da planta (filha), haja vista, que à medida que o tempo passa é menor sua dependência por fotossimilados da planta mãe. Segundo Soto (1992), a atividade fisiológica da planta-filha correlaciona-se com a da planta-mãe aparentemente até a planta-filha emitir as primeiras 7,5 a 12,5 folhas iniciais.

No que diz respeito às eficiências intrínseca e momentânea do uso da água, foi verificado um maior controle da gs e transpiração nas plantas testemunhas, mesmo com valores de A, similares aos das plantas sob consórcio (Tabela 7).

A relação da transpiração e lâminas de irrigação (Figura 9A) se apresentou de forma linear e crescente. No caso da EUAi (Figura 9B), a tendência dos dados foi linear mais decrescente, com os maiores valores apresentados na lâmina correspondente a 50% da ETc. A tendência crescente dos dados da transpiração é esperada, devido ao fato da maior disponibilidade de água no solo favorecer maiores taxas de transpiração. Nesse caso, a lâmina correspondente a 125 % da ETc garantiu maior disponibilidade hídrica para as plantas e conseqüentemente proporcionando maiores taxas de transpiração. Os valores crescentes da gs com o incremento da lâmina de irrigação causou o aumento do denominador da relação (A/gs), fazendo com que a EUAi fosse maior na lâmina correspondente a 50% da ETc (Figura 9B).

Figura 9 - Transpiração (A) e eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) (B) da bananeira cv Prata Anã em função da lâmina de irrigação aos 310 DAT



Fonte: arquivo pessoal.

Os resultados da análise de variância (Tabela 8) evidenciaram o efeito apenas do consórcio na concentração de clorofila da folhas de bananeira em ambas as datas de avaliação.

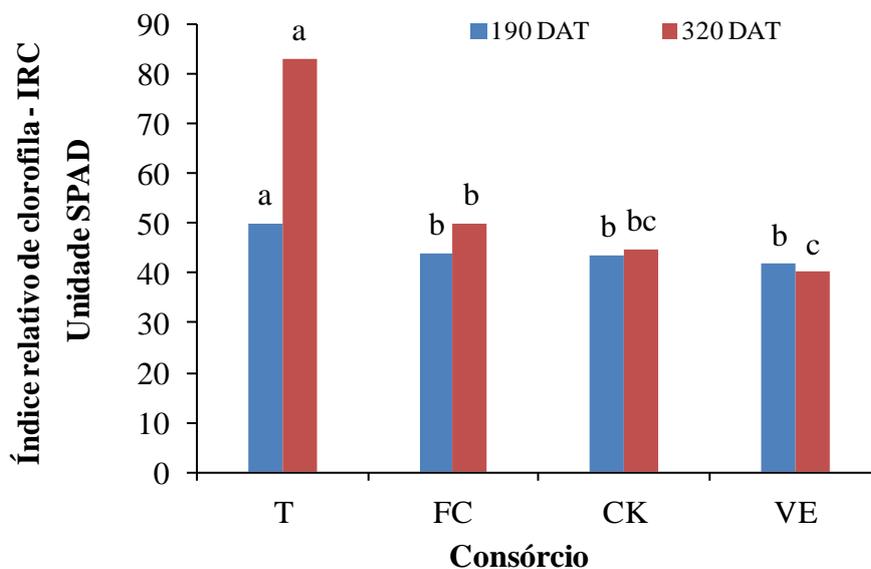
Tabela 8 - Resumo da análise de variância da clorofila nas folhas da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos de plantas de coberturas e lâminas de irrigação aos 190 e 310 dias após transplantio (DAT)

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios	
		190	310
Blocos	2	18,72771 ns	5,18974 ns
Lâmina (A)	3	8,32167 ns	17,88936 ns
Resíduo (A)	6	13,23854	186,26092
Cobertura (B)	3	146,75000 **	4546,50196 **
Int. (AxB)	3	10,97241 ns	93,0978 ns
Resíduo (B)	9	8,84056	58,65066
CV% (A)	24	8,09	25,00
CV% (B)		6,61	14,03

**, * e ns, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Os maiores valores de clorofila foram obtidos nas plantas testemunhas e os menores valores em plantas consorciadas com a vegetação espontânea aos 310 DAT. Nessa mesma época foi verificada uma elevação acentuada da concentração de clorofila nas folhas das testemunhas (Figura 10).

Figura 10 - IRC nas folhas da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura aos 190 e 310 DAT



T- testemunha (manejo convencional com ausência de consórcio); FC- calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco; CK- kudzu tropical em sucessão a crotalária; VE- vegetação espontânea. Médias seguidas pela mesma letra em cada tratamento não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Fonte: arquivo pessoal.

O IRC da folha vem sendo amplamente utilizado para prever o nível nutricional de N nas plantas, devido principalmente ao fato de que 50 a 70 % do N total das folhas serem integrante de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (CHAPMAN; BARRETO, 1997) ou mesmo por fazer parte da molécula de clorofila. Nesse contexto, o maior IRC da testemunha se deve ao maior teor de N foliar nas plantas (Tabela 3).

Utilizando medidor de clorofila SPAD, Torres Neto *et al.* (2005) verificaram que valores de clorofila nas folhas de café aumentaram linearmente com o teor de N nas folhas. Boussadia *et al.* (2010) cultivando oliveiras em solução nutritiva com diferentes concentrações de N por 35 dias, verificaram que o IRC das plantas tratadas em soluções com 0 % de N foram significativamente menores em comparação aos tratamentos com 20, 40 e 100% de N. Num estudo com milho, Correia *et al.* (2005) também verificaram o aumento da clorofila total, carotenóides totais, proteínas e açúcares solúveis, quando o fornecimento de N as plantas foi aumentado.

Os valores de clorofila nas plantas sob consórcio não diferiram entre si aos 190 DAT (Figura 10), mesmo assim foi observada uma correlação positiva do IRC e teor de N ($r=0,967$). No entanto, Argenta *et al.* (2001) relataram que o IRC determinado com o SPAD pode ser pouco correlacionado com o teor de N quando a disponibilidade

desse nutriente foi alta, devido ao fato do potencial do sistema fotossintético já se encontrar estabelecido e atuante na conversão de energia luminosa em energia química, e o excedente de N se encontrar na forma de outros compostos de reserva. Aos 310 DAT os dados de clorofila seguiram a mesma tendência dos dados de N ($r=0,962$).

Com base nos dados do presente trabalho, pode-se inferir que o SPAD-502 Minolta é eficaz para estimar o conteúdo relativo de clorofila e de nitrogênio da bananeira, tendo grande potencial como ferramenta na gestão de adubações nitrogenadas dessa cultura. Para tanto, serão necessários estudos mais apurados, principalmente no que diz respeito aos estádios fenológicas da cultura.

Para tanto, é importante também frisar que medidores do índice de clorofila baseados na reflexão ou absorção de um comprimento de onda particular, como no caso do SPAD, precisam ser calibrados para dar uma estimativa real da clorofila ou de N (PINKARD; PATEL; MOHAMMED, 2006).

4.4 Produção da bananeira e eficiência do uso da água

Os resultados da análise de variância referentes à produção da bananeira Prata Anã no primeiro ciclo de cultivo evidenciaram o efeito independente do consórcio em todas as variáveis analisadas (Tabela 9). Foi também observada à interação lâmina x consórcio para a EUA.

Tabela 9 - Resumo da análise da variância para o peso do cacho com engajo (PCCE); peso do cacho sem engajo (PCSE); número de pencas (NP); número de frutos por cacho (NFC); número de frutos por penca (NFP); produtividade (PRT); eficiência do uso da água (EUA) e duração do ciclo (DC) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de coberturas e lâminas de irrigação

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios							
		PCCE	PCSE	NP	NFC	NFP	PRT	EUA	DC
Blocos	4	6,18ns	4,52ns	0,11ns	53,53ns	0,15ns	12,54ns	5,51ns	1394,85**
Lâmina (A)	3	5,04ns	0,57 ns	0,36 ns	45,89 ns	0,36ns	1,58ns	21,13ns	105,82ns
Resíduo (A)	12	3,27	2,23	0,13	50,39	0,16	6,19	2,76	171,24
Cobertura(B)	3	91,10**	98,16**	12,96**	7282,21**	17,69**	272,44**	162,82**	6519,93**
Int. (AxB)	9	7,76ns	4,24ns	0,11ns	39,94ns	0,17ns	11,76ns	5,64*	92,14ns
Resíduo (B)	48	4,06	2,05	0,08	36,35	0,22	5,7	2,28	79,72
CV% (A)		11,64	10,36	4,54	6,34	2,88	10,36	11,26	0,03
CV% (B)		12,98	9,94	3,6	5,38	3,35	9,94	10,22	0,02

**, * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F respectivamente.

De maneira geral, os maiores valores dos componentes de produção foram observados na testemunha e as plantas consorciadas com leguminosas alcançaram valores mais elevados em comparação às plantas consorciadas com a vegetação espontânea (Tabela 10). Apenas o peso do cacho sem engajo e a produtividade não foi observada diferença significativa entre as plantas sob o consórcio com CK, em comparação ao consórcio VE, apesar dos maiores valores desses componentes terem sido observados nas áreas com as leguminosas.

Tabela 10 - Peso do cacho com engajo (PCCE); peso do cacho sem engajo (PCSE); número de pencas (NP); número de frutos por cacho (NFC); número de frutos por penca (NFP) e produtividade (PRT) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas em cobertura

Tratamento	PCCE	PCSE	NP	NFC	NFP	PRT
	-----kg-----		----- un -----			Mg ha ⁻¹
T	18,18 a ¹	17,61 a	9 b	139 a	15 a	29,34 a
FC	15,71 b	13,86 b	8 b	108 b	14 b	24,00 b
CK	15,31 b	13,67 bc	8 b	108 b	14 b	22,78 bc
VE	12,97 c	12,51 c	7 c	93 c	13 c	20,84 c

T- testemunha (manejo convencional sem plantas de cobertura); FC- calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco; CK- kudzu tropical em sucessão a crotalária e VE- vegetação espontânea.

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em estudo semelhante, Espindola *et al.* (2006b) verificaram que o consórcio do kudzu tropical com a bananeira, cultivar Nanicão (subgrupo Cavendish), proporcionou aumentos na produtividade, na massa total do cacho, massa total das pencas, no número de frutos por cacho e de pencas por cacho, em relação ao consórcio com a vegetação espontânea adubada com ureia. Entretanto, os valores dos componentes de produção citados pelo referido autor, foram inferiores aos observados no presente estudo, exceto o nº de frutos por cacho e nº de frutos por penca. Esse resultado por ser explicado pela diferente cultivar utilizada ou até pela maior oferta de N devido à utilização de leguminosas também no pré-plantio.

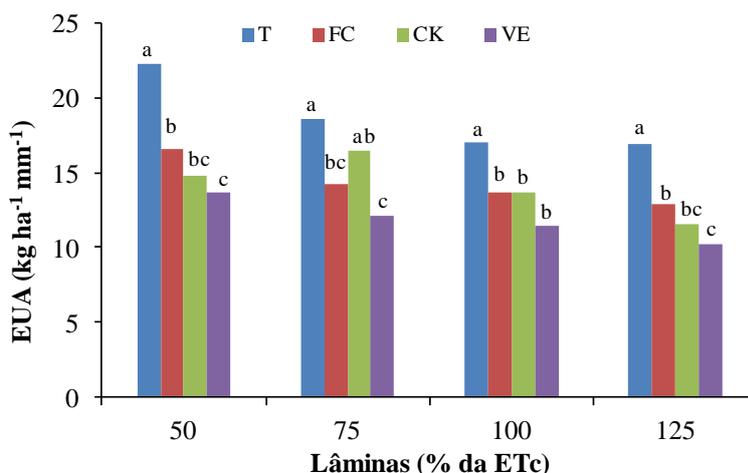
Ao contrário dos resultados observados nesse estudo, Pereira (2009) utilizando adubação mineral e as leguminosas crotalária e feijão-de-porco no pré-plantio e em consórcio com a bananeira Pacovan, verificou efeito pouco expressivo da adubação tanto orgânica (adubação verde) quanto mineral sob os componentes de produção e atribui ao efeito residual da bananeira incorporada ao solo em ciclos anteriores.

Quanto a produtividade e número de pencas da cv Prata Anã, Melo *et al.* (2010) utilizando doses de N e K similares a da testemunha do presente trabalho (700 kg ha⁻¹ de N e 400 kg ha⁻¹ de K₂O) conseguiu uma produtividade de 24,84 Mg ha⁻¹, e o valor estimado de 7,92 pencas cacho⁻¹, inferiores a 29,34 Mg ha⁻¹ e 9 pencas cacho⁻¹ alcançados neste estudo. No entanto, valores correspondentes a 9,3 pencas cacho⁻¹ foram verificados na mesma cultivar por Gomes (2004), e estão em acordo com o observado no tratamento testemunha. Para o número de frutos cacho, Pereira *et al.* (2003) no primeiro ciclo da bananeira cv Prata-Anã no município de Lavras-MG obtiveram em média 97,52 frutos cacho⁻¹, valor inferior aos obtidos no presente estudo com as plantas testemunha e com as consorciadas com leguminosas.

A partir dos resultados do presente estudo pode se afirmar que tanto a aplicação de 700 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, quanto a adubação verde com as leguminosas crotalária e feijão-de-porco no pré-plantio da bananeira associada ao consórcio com o calopogônio e kudzu tropical, manejados como cobertura viva, exercem influências positivas sobre o desenvolvimento e produção da bananeira quando comparados aos dados mencionados na literatura, propiciando a colheita mais precoce, sem comprometer o rendimento da cultura. Mesmo no tratamento sob consórcio com a vegetação espontânea, a produtividade foi superior a média nacional (14,4 Mg ha⁻¹) mencionada por IBGE (2011).

A eficiência do uso da água (EUA) pela bananeira no tratamento testemunha e em consórcio com as leguminosas foram de maneira geral, superiores ao consórcio com a vegetação espontânea (Figura 11). A EUA decresceu à medida que a lâmina aplicada aumentou, em todos os tratamentos e a lâmina de irrigação que favoreceu a maior EUA foi a correspondente a 50 % da ET_c, que proporcionou uma EUA de 24% superior em comparação a lâmina correspondente a 125% da ET_c, nas plantas da testemunha.

Figura 11 - Eficiência do uso da água (EUA) da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura e lâminas de irrigação



T- testemunha (manejo convencional, com ausência de consórcio); FC-calopogônio em susessão ao feijão-de-porco; CK-kudzu tropical em susessão a crotalária e VE- vegetação espontânea. Médias seguidas pela mesma letra em cada lâmina, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A EUA pode ser definida como a relação entre a produtividade da cultura e o volume total de água consumido no processo de produção. Ela depende diretamente dos sistemas de irrigação, das condições físicas do solo, das características atmosféricas, do estado nutricional das plantas, de fatores fisiológicos, da natureza genética e do estágio de desenvolvimento da cultura (CALVACHE *et al.*, 1997). Nesse contexto, as plantas testemunhas e de maneira geral, as consorciadas com leguminosas, usaram a água com mais eficiência devido a apresentarem um melhor estado nutricional, principalmente no que diz respeito ao N, e por atingirem as maiores produtividades.

É importante destacar, que as precipitações pluviométricas ocorridas nos meses de fevereiro a junho, impossibilitaram o manejo de diferenciação das lâminas de irrigação e mesmo com a retomada do citado manejo não foi observado efeito da lâmina na produtividade.

No primeiro ciclo da bananeira cv Prata Anã, cultivada em Cruz das Almas, Bahia, a aplicação de 1629 mm (somatório da precipitação, mais irrigação), proporcionou uma produtividade de 27,8 Mg ha⁻¹. Em Sete Lagoas-MG, a produtividade da mesma cultivar chegou a 34 Mg ha⁻¹, com aplicação de apenas 986 mm ano⁻¹ (EMBRAPA, 2004). Esses dados são indicativos de que a adição de 1486,6 mm, resultantes do somatório das precipitações e irrigação da lâmina correspondente a 50 % da ETC, utilizada no presente estudo, não interferiu negativamente na produtividade da plantas.

Quanto à duração do primeiro ciclo da bananeira (Tabela 11), verificou-se que as plantas testemunhas necessitaram de 334 dias do plantio até a colheita dos frutos. Esse valor corresponde à redução de 40 dias no ciclo dessas plantas em comparação ao ciclo das bananeiras consorciadas com a vegetação espontânea. Nas bananeiras consorciadas com leguminosas o ciclo foi de 341 dias para o consócio FC e 342 dias para CK, sendo a diferença de apenas 7 e 8 dias, respectivamente em comparação a testemunha.

Tabela 11- Duração do primeiro ciclo da bananeira cv Prata Anã em função dos tratamentos com plantas de cobertura

Tratamento	Data de colheita	Duração do ciclo
		----- dias -----
T	03/10/2011	334 a ¹
FC	10/10/2011	341 b
CK	11/10/2011	342 b
VE	12/11/2011	374 c

T- testemunha (manejo convencional sem plantas de cobertura); FC- calopogônio em sucessão ao feijão-de-porco; CK- kudzu tropical em sucessão a crotalária e VE- vegetação espontânea.

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A menor duração do ciclo das bananeiras da testemunha pode ser atribuída à melhor nutrição das plantas desse tratamento, particularmente a nitrogenada. Melo *et al.* (2010b) observaram a antecipação de 103 dias na colheita no primeiro ciclo da bananeira Prata-Anã, quando utilizaram conjuntamente 1016 kg ha⁻¹ de N e 1200 kg ha⁻¹ de K₂O e afirmaram que o ciclo dessa cultivar é prolongado em situações de deficiências de N e K.

A antecipação da colheita do primeiro ciclo da bananeira cv Nanica, consorciada com leguminosas foi observada por Espíndola *et al.* (2006b). Estes autores afirmam que o início da colheita das plantas se deu aproximadamente aos 20 meses depois do plantio das mudas, e que nas plantas consorciadas com o kudzu, a colheita ocorreu aos 17,5 meses após o plantio, sendo observado também que no consócio com a vegetação espontânea, sem adubação nitrogenada, cerca de 87% das bananeiras ainda não haviam sido colhidas nos 26 meses.

No presente estudo, as bananeiras consorciadas com leguminosas também apresentaram redução do primeiro ciclo em comparação às plantas consorciadas com vegetação espontânea, no entanto, o total de dias do plantio até a colheita foi inferior ao encontrado por Espíndola *et al.* (2006b) e podem ter sido influenciados pela cultivar,

fatores edafoclimáticos e nutricionais. Durações do primeiro ciclo semelhantes à observada nesse trabalho, foram obtidas por Figueredo *et al.* (2006) para a cultivar Prata anã, e corresponderam a 365 dias. Com a cv Pacovan, Lima *et al.* (2005) relataram um total de 362 dias necessários do plantio até a colheita.

Portanto, pode-se deduzir que o uso do consórcio com as leguminosas no manejo empregado nesse trabalho, bem como a adubação nitrogenada correspondente a 440 g de ureia por planta no primeiro ciclo da bananeira Prata Anã, proporciona a colheita mais precoce dos frutos, reduzindo assim os custos com tratos culturais, mão de obra e podendo favorecer positivamente a comercialização devido ao fornecimento antecipado da fruta, principalmente nas épocas de entressafra.

4.5 Produtividade das leguminosas anuais

Os resultados da análise de variância de produtividade de massa verde e seca da parte aérea das leguminosas cultivadas no pré-plantio da bananeira (Tabela 12) evidenciam o efeito da espécie na produção de massa verde e seca das plantas.

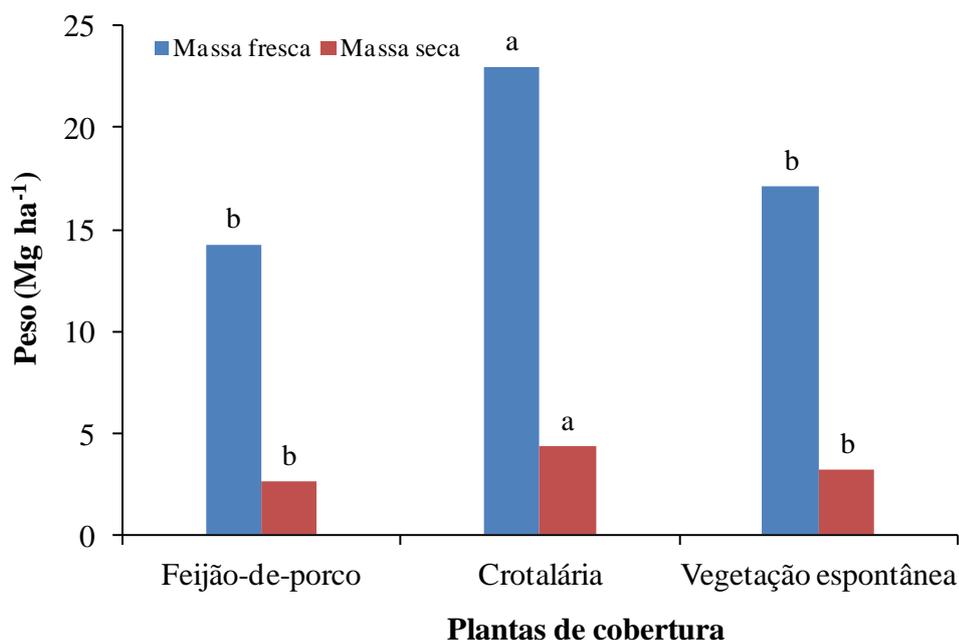
Tabela 12. Resumo da análise da variância de produtividade de massa verde e seca da parte aérea das plantas de coberturas cultivadas no pré-plantio da bananeira

Fonte de Variação	G L	Quadrados médios	
		Massa verde	Massa seca
Plantas de cobertura	2	391371157,1**	14734845,0**
Resíduo	57	19.000.416,8	951.430,2
CV%	-	24,1	28,7

**, * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F respectivamente.

A partir dos dados de biomassa das plantas de cobertura cultivadas no pré-plantio das bananeiras (Figura 12) observou-se que a leguminosa crotalária teve maior produção de massa verde e seca em comparação à leguminosa feijão-de-porco e a vegetação espontânea, com produtividade de massa seca superior a 4,0 Mg ha⁻¹. A produtividade de massa seca do feijão-de-porco foi igual a 2,65 Mg ha⁻¹.

Figura 12 – Produtividade de massa verde e seca dos tratamentos de plantas de cobertura no pré plantio da bananeira



Médias seguidas pela mesma letra nas espécies, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em trabalho semelhante, Neto *et al.* (2010) encontraram produtividade de massa verde e seca da parte aérea da crotalária e feijão-de-porco iguais a 13,90 e 13,23 Mg ha⁻¹ e 3,53 e 3,80 Mg ha⁻¹, respectivamente. Em estudo, na região do submédio do vale do rio São Francisco a crotalária e o feijão-de-porco apresentaram produtividade de massa seca da parte aérea acima de 5,0 Mg ha⁻¹ e foram citadas como as leguminosas mais promissoras quando comparadas a outras espécies como a mucuna-preta e feijão guandu (FARIAS *et al.*, 2007). No presente estudo, a baixa produtividade de massa seca do feijão-de-porco podem ser resultado da competição com ervas daninhas, pelo menos no período inicial de estabelecimento da cultura, devido ao seu crescimento inicial lento (CALEGARI *et al.*, 1993). Outro fato a se considerar é a época de corte, ocorrida aos 55 DAP. Geralmente, o corte é realizado em torno de 130 dias de cultivo (FERNANDES; BARRETO; FILHO, 1999).

Produtividade mais elevadas da massa seca da parte aérea da crotalária, além dos descritos acima foram observados por Perin *et al.* (2004), que obtiveram 9,34 Mg ha⁻¹ em cultivo adensado após 68 dias nas condições ambientais da zona da mata mineira. Esse valor foi 108% maior quando comparado à produtividade da vegetação espontânea no mesmo trabalho. No caso do presente estudo, a menor produtividade da

crotalaria pode ser devido à antecipação da época do corte e menor adensamento de plantio.

4.6 Produtividade das leguminosas perenes

Os resultados da análise de variância da produtividade da massa verde e seca da parte aérea das leguminosas e da vegetação espontânea (Tabela 13) evidenciaram o efeito da espécie sobre a produção de massa verde e seca das plantas aos 105 DAP e 200 DAP. Efeito significativo da lâmina de irrigação não foi observado.

Tabela 13 - Resumo da análise da variância de produtividade de massa verde (MV) e seca (MS) dos tratamentos de plantas de coberturas e lâminas de irrigação aos 105, 200 e 400 dias após plantio (DAP)

Fonte de Variação	G L	Quadrados médios					
		105 DAP		200 DAP		400 DAP	
		MV	MS	MV	MS	MV	MS
Blocos	4	29,878ns	1,092ns	2,579ns	0,14182ns	13,692ns	1,042ns
Lâmina (A)	3	96,316ns	2,237ns	3,624ns	0,49519 ns	60,819ns	1,991ns
Resíduo (A)	12	57,98	1,86	6,05	0,6968	8,14	0,594
Cobertura (B)	2	15,107ns	3,879*	328,549**	12.552,25**	5,843ns	0,189ns
Int. (AxB)	6	25,822ns	1,320ns	8,482ns	0,50399ns	11,417ns	1,013ns
Resíduo (B)	32	30,98	1,44	5,12	0,3401	11,39	0,776
CV% (A)	-	33,64	31,81	32,7	37,63	25,431	28,247
CV% (B)	-	24,6	24,98	30,63	26,23	30,073	32,297

** , * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% não significativo pelo teste F respectivamente.

De maneira geral, a maior produtividade de massa seca foi obtida pela vegetação espontânea (Tabela 14). No primeiro corte não houve diferenças na produção de massa seca das leguminosas. No entanto, no segundo corte o kudzu tropical alcançou produtividade superior aos do calopogônio. A produtividade de massa verde das plantas não diferiu no primeiro corte já no segundo, seguiram a mesma tendência da produção da massa seca (Tabela 14). No terceiro corte não foram observadas diferenças de produtividade entre as plantas de coberturas.

Tabela14 - Produtividade de massa verde e seca das plantas de coberturas em consórcio com a bananeira cv Prata Anã, aos 105, 200 e 400 dias após plantio (DAP)

Tratamentos	Massa verde	Massa seca
	----- Mg ha ⁻¹ -----	
105 DAP		
Calopogônio	21,99 a ¹	4,13 ab
Kudzu tropical	22,28 a	3,93 b
Veg. Espontânea	23,62 a	4,78 a
200 DAP		
Calopogônio	4,26 c	1,55 c
Kudzu tropical	6,26 b	2,01 b
Veg. Espontânea	12,06 a	3,09 a
400 DAP		
Calopogônio	10,66 a	2,62 a
Kudzu tropical	11,74 a	2,75 a
Veg. Espontânea	11,26 a	2,81 a

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A produtividade de massa seca das leguminosas, no primeiro corte, são coerentes com os observados por Armechin *et al.* (2005), que observaram produtividade variando de 3 a 5 Mg ha⁻¹ em plantas de calopogônio cultivadas em consórcio com abacá (*Musa textilis* Nee). Para o kudzu tropical, Perin *et al.* (2004), encontraram produtividade igual a 3,28 Mg ha⁻¹ no primeiro corte, para uma densidade de 20 plantas metro linear que é semelhante ao encontrado no presente estudo. Produtividade superior foram relatados por Espindola *et al.* (2006a), que obtiveram 5 Mg ha⁻¹ para o kudzu.

No corte realizado aos 200 DAT houve uma redução na produtividade de massa seca das plantas em comparação ao primeiro corte. Tal diferença pode ser resultado do sombreamento proporcionado pelas bananeiras, tendo em vista que no período do primeiro corte a altura das plantas era de aproximadamente 1 m enquanto no segundo corte foi superior a 2,3 m e restringia grande parte da radiação incidente. O efeito negativo da redução da radiação, no entanto, parece ser mais acentuado para o calopogônio, pois a redução de produtividade de massa seca do primeiro para o segundo corte foi superior a 50%. Foi também observado após o segundo corte dessa espécie, um lento restabelecimento do crescimento em comparação ao kudzu tropical. Observações semelhantes foram realizadas por Guerra *et al.* (2007), em um estudo sobre o potencial de leguminosas herbáceas perenes como cobertura de solo. Segundo os autores não foi

possível realizar as avaliações da massa seca do calopogônio após o segundo corte, devido à grande sensibilidade dessa espécie ao corte e ao ataque de pragas.

Estudando a tolerância de quatro leguminosas ao sombreamento, Rocha *et al.* (2005) concluíram que o calopogônio tem necessidade de maior aporte de luz ($\approx 70\%$) para atingir sua maior produção de massa seca enquanto o kudzu necessita apenas de 50% para ter sua produção máxima. Esses resultados dão indicativos da menor tolerância do calopogônio ao sombreamento como verificado no segundo corte e também explicam o melhor desempenho do kudzu tropical.

A produtividade de massa seca das plantas no terceiro corte apesar de não significativos, confirmam a necessidade de maior luminosidade para o calopogônio, haja vista que aos 400 DAP já havia ocorrido a colheita de todas as bananeiras do primeiro ciclo (plantas mãe) e a eliminação da parte aérea dessas plantas garantiu uma maior radiação favorecendo o aumento na produção de massa seca.

No caso da vegetação espontânea, Santos *et al.* (2003) encontraram valores de massa verde e seca de 27,30 Mg ha⁻¹ e 5,63 para *Panicum maximum* cv mombaça e 25,03 e 5,23 para a cv Tanzânia que são coerentes com os obtidos. Em estudos sobre a tolerância de algumas cultivares de *Panicum maximum* ao sombreamento, todas apresentaram boa tolerância e alta capacidade produtiva (ANDRADE *et al.*, 2004; ANDRADE *et al.*, 2001) o que é fato relevante quando se considera o manejo dessas plantas.

A identificação de espécies de leguminosas adequadas para as condições edafoclimáticas de cada região é essencial para garantir a eficiência dessas plantas no sistema de manejo proposto. Dentre as leguminosas perenes utilizadas no presente estudo, o kudzu parece ser mais adequado para consorciação com a bananeira, pois apresentou maior produção de massa seca, quando a condição de sombreamento do bananal foi maior. Quanto ao calopogônio, além da menor produção de biomassa, pôde-se também verificar a maior sensibilidade ao corte, competição com ervas daninha e suscetibilidade ao ataque de pragas.

Tendo em vista, que as leguminosas perenes apresentam rebrota após o corte, é possível que ocorra elevação do teor de matéria orgânica do solo, ao longo dos anos, por meio da senescência das folhas e deposição da parte aérea após realização dos cortes. Essa característica associada à fixação biológica de nitrogênio torna relevante o uso destas plantas como cobertura viva em consórcios com a bananeira. No entanto, é necessário o acompanhamento desse manejo nos ciclos subsequentes. Fisher e Cruz

(1993) ressaltaram o fato de que o sombreamento acarreta diferentes respostas fisiológicas nas leguminosas, afetando o processo da fotossíntese. Esse aspecto pode acarretar problemas como a redução da cobertura do solo em bananais já formados, permitindo o avanço de espécies invasoras.

4.7 Teor e aporte de nitrogênio das leguminosas perenes e da vegetação espontânea

Os resultados da análise de variância para o teor de N e aporte desse nutriente no primeiro e segundo corte das leguminosas e da vegetação espontânea, e o aporte total de N mostram o efeito individual da lâmina e da espécie no teor de N (Tabela 15).

Tabela 15 - Resumo da análise da variância para o teor de N; aporte de N no primeiro e segundo cortes; e total de N aportado nos tratamentos de plantas de coberturas consorciados com a bananeira cv Prata Anã

Fonte de Variação	G L	Quadrados médios			
		N	Primeiro corte	Segundo corte	Total ⁽¹⁾
Blocos	3	0,40590*	259,60693ns	7,06869ns	335,26286ns
Lâmina (A)	3	29,48215**	1359,56684ns	394,28938ns	2897,41634ns
Resíduo (A)	9	6,28034	1717,17478	398,61813	1654,54418
Cobertura (B)	2	693,68100**	5654,10705**	1236,93191**	5573,47244**
Int. (AxB)	6	10,95009ns	361,53601ns	405,76873ns	719,97944ns
Resíduo (B)	24	9,99546	694,80352	185,08942	938,38852
CV% (A)	-	9,68994	37,25983	36,12379	24,43225
CV% (B)	-	12,22450	23,70089	24,61532	18,39991

** , * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F respectivamente. ⁽¹⁾ Somatório do N aportado no primeiro e segundo corte das leguminosas.

Dentre as plantas consorciadas com a bananeira, as leguminosas apresentaram teor de N significativamente maior que a vegetação espontânea (Tabela 16), no entanto, não foram observadas diferenças no teor desse elemento entre as leguminosas.

O aporte de N diferiu entre o primeiro e segundo cortes, sendo observado no 1º corte um maior aporte de N a partir da parte aérea do calopogônio e kudzu e no 2º corte do kudzu, seguido da vegetação espontânea. O aporte total de N no primeiro ciclo da bananeira foi provido pela leguminosa kudzu tropical seguida do calopogônio e pela vegetação espontânea.

Tabela 16 - Teor de N; aporte de N no primeiro e segundo corte; e total de N aportado nos tratamentos com plantas de cobertura consorciados com a bananeira cv Prata Anã

Tratamentos	N	Aporte de N		
		1º corte	2º corte	Total
	g kg ⁻¹	----- kg ha ⁻¹ -----		
Calopogônio	28,40 a ¹	119,61 a	45,22 b	164,83 ab
Kudzu tropical	30,80 a	124,35 a	61,57 a	185,92 a
Veg. Espontânea	18,39 c	89,68 b	59,02 a	148,70 b

¹Médias seguidas pela mesma letra entre as espécies, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As leguminosas são amplamente conhecidas pela capacidade de fixação do N₂ atmosférico por meio da simbiose com bactérias diazotróficas. Essa característica qualifica as plantas dessa espécie como melhores no que diz respeito ao uso como adubo verde e complementação do N em diversas culturas (ESPINDOLA *et al.*, 2006b; NETO *et al.*, 2008) e explicam os maiores teores de N do calopogônio e kudzu em relação a vegetação espontânea.

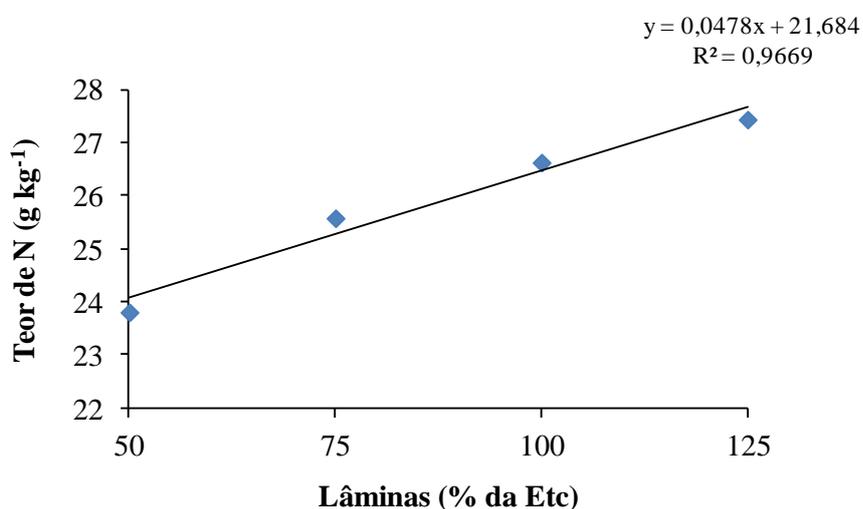
Espindola *et al.* (2006b) também encontraram maiores teores de N nas leguminosas kudzu, siratro e amendoim forrageiro em comparação a vegetação formada por capim-colonião, que é uma das cultivares de *Panicum maximum* Jaqc, espécie predominante na vegetação espontânea do presente estudo. Teodoro *et al.* (2011) encontraram para o calopogônio teores de N iguais a 25,55 g kg⁻¹ e Perin *et al.* (2004) teores iguais a 25 g kg⁻¹ e 31,19 g kg⁻¹, no primeiro e segundo corte do kudzu respectivamente, sendo este último bastante similar ao obtido para essa espécie no presente estudo.

No que diz respeito ao aporte de N ao solo por meio da parte aérea das plantas estudadas, é notável a maior contribuição das leguminosas. No entanto, ficou evidente a importância da quantidade de massa seca produzida por cada espécie para o aporte total desse nutriente. O menor aporte observado no segundo corte para o calopogônio foi resultado da menor massa seca produzida por essa espécie. Perin *et al.* (2004) obteve aportes correspondentes a 75, 66 e 116,32 kg ha⁻¹ de N no primeiro e segundo cortes respectivamente gerando um total de 191,98 kg ha⁻¹ de N, valor bastante próximo ao verificado nesse estudo para o kudzu. Espindola *et al.* (2006b) obtiveram aporte total de N nos três primeiros cortes do kudzu e vegetação espontânea de 375 e

132 kg ha⁻¹, respectivamente. Nesse caso, o elevado aporte de N proporcionado pelo kudzu é resultado da maior massa seca produzida por essa espécie.

Observando os dados da Figura 13, verifica-se um aumento linear do teor de N na medida em que a lâmina de irrigação aumentou. Tais resultados podem indicar que o aumento da lâmina de irrigação favoreceu a absorção do N por fluxo de massa, associado a isso se tem uma menor importância da lixiviação de nitrato nas parcelas sob consórcio devido ao sistema radicular profundo das gramíneas e leguminosas. Outro fator de importância, principalmente para as leguminosas é o favorecimento da atividade das bactérias fixadoras de N, com a elevação da umidade do solo.

Figura 13 - Teor de N nas plantas de coberturas consorciadas com a bananeira Prata Anã em função da lâmina de irrigação



Fonte: arquivo pessoal.

4.8 Trocas gasosas e teor de clorofila das leguminosas perenes

Os resultados da análise de variância evidenciam o efeito individual da espécie e da radiação nas trocas gasosas e eficiência intrínseca e momentânea do uso da água das leguminosas calopogônio e kudzu (Tabela 17). O efeito interativo da espécie e radiação sobre a fotossíntese e condutância estomática também foi evidenciado.

Tabela 17 - Resumo da análise da variância para a fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) das leguminosas calopogônio e kudzu tropical sob quatro lâminas de irrigação e duas intensidades luminosas (140 e 1800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios				
		A	gs	E	EUAi	EUAm
Blocos	2	0,603ns	0,682ns	1,408ns	224,511ns	0,175ns
Lâmina (A)	3	0,539ns	0,363ns	1,645ns	132,382ns	0,114ns
Resíduo (A)	6	2,628	0,349	0,976	69,631	0,123
Cobertura (B)	1	51,323**	13,594**	50,374**	1284,260**	0,675**
Int. (AxB)	3	5,043ns	0,695ns	2,065ns	150,532ns	0,095ns
Resíduo (B)	8	3,113	0,282	0,594	55,167	0,057
Radiação(C)	1	1011,507**	23,656*	38,391**	3064,067**	12,179**
Int. (AxC)	3	2,273ns	0,143ns	0,625ns	212,330ns	0,205ns
Int. (BxC)	1	34,768**	1,038*	0,260ns	42,163ns	0,170ns
Int.(AxBxC)	3	4,662ns	0,352ns	1,802ns	101,429ns	0,086ns
Resíduo (C)	16	2,332	0,2	0,727	73,913	0,068
CV% (A)		16,64	22,14	15,68	22,71	23,1
CV% (B)		18,11	19,9	12,23	20,21	15,67
CV% (C)		15,68	16,77	13,53	23,39	17,18

**, * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

O calopogônio apresentou valores significativamente superiores que o kudzu em todas as características avaliadas, com exceção da EUAi e EUAm (Tabela 18).

Sob radiação saturante (1800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) a fotossíntese, condutância estomática, transpiração, EUAi e EUAm apresentaram valores superiores aos observados sob radiação de 140 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, sendo a fotossíntese aproximadamente 2,8 vezes superior na maior radiação para as duas espécies.

Tabela 18 – Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência intrínseca do uso da água (EUAi) e eficiência momentânea do uso da água (EUAm) das leguminosas calopogônio e kudzu tropical (A) sob duas intensidades luminosas (B)

A					
Espécie	A	Gs	E	EUAi	EUAm
	$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-2}$		
Calopogônio	10,775 a ¹	0,320 a	7,325 a	31,578 b	1,402 b
Kudzu	8,707 b	0,214 b	5,276 b	41,923 a	1,639 a

B					
Radiação	A	Gs	E	EUAi	EUAm
	$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-2}$		
Artificial ⁽²⁾	14,331 a	0,337 a	7,194 a	44,740 a	2,024 a
Natural ⁽³⁾	5,150 b	0,197 b	5,406 b	28,761 b	1,017 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

⁽²⁾Luz artificial com radiação 1800 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. ⁽³⁾ luz natural registrada no momento das medições, cujos valores médios corresponderam a 140 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$; nesse período era observado um alto grau de sombreamento da bananeira sobre as leguminosas.

A capacidade fotossintética é uma característica intrínseca de cada espécie vegetal (LARCHER, 2000), sendo que as trocas gasosas podem mudar durante o ciclo do desenvolvimento do indivíduo e dependem do curso anual e até mesmo do curso diário das flutuações ambientais (luz, temperatura, etc) em torno do vegetal. Nesse contexto, a maior A, gs e E do calopogônio podem estar relacionados a características intrínsecas dessa espécie.

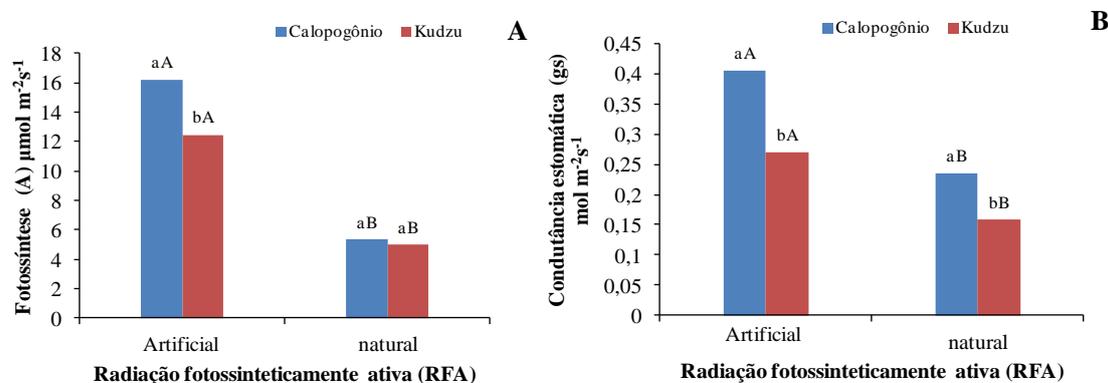
Quanto ao kudzu, a redução na taxa fotossintética pode está relacionada à resistência imposta pela camada de ar limítrofe, devido ao maior tamanho das folhas dessa espécie em comparação ao calopogônio (TAIZ; ZEIGER, 2004) ou devido às altas temperaturas e déficits de pressão de vapor (BRAKKE e ALLEN, 1995; MEDINA, MACHADO e PINTO, 1998). A adaptação dessa espécie a condições de sombreamento como mostrado por Rocha *et al.* (2005), pode ter interferido na assimilação de CO₂, haja visto, que plantas de sombra geralmente apresentam menores taxas fotossintéticas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A intensidade luminosa pode ter efeito pronunciado no desenvolvimento foliar, causando alterações morfofisiológicas, tais como, espessura foliar, diferenciação do mesófilo, divisão celular e desenvolvimento dos estômatos (LEE; TYLER, 1988). Baixos níveis de luz podem ocasionar estresses nas plantas, promovidos pela diminuição da taxa de assimilação de CO₂, decréscimo na produção de carboidratos e diminuição no crescimento e desenvolvimento. Oguchi, Hikosaka e Hirose (2003)

hipotetizaram que o aumento da capacidade fotossintética em condições de alta irradiância é devido ao incremento na atividade e concentração da rubisco nos cloroplastos e no número e volume dos cloroplastos. Silva *et al.* (2010), observaram que na estação chuvosa que a condutância estomática, taxa líquida de fotossíntese e transpiração foram maiores nas plantas expostas ao sol e que a EUA nessas plantas também aumentou, sendo o mesmo comportamento observado nesse estudo.

Quanto ao efeito interativo das espécies e radiação na fotossíntese, a Figura 14A mostra um efeito diferenciado na assimilação de CO₂ do calopogônio no que diz respeito às diferentes radiações. Essa espécie apresenta taxa fotossintética significativamente superiores aos do kudzu tropical sob alta incidência luminosa, no entanto, sob baixa luminosidade sua fotossíntese se iguala a do kudzu. No caso da condutância estomática, o calopogônio é superior, quando submetido à alta ou baixa radiação, indicando que para manter uma fotossíntese igual a do kudzu, precisa de uma maior abertura estomática o que lhe confere uma menor eficiência no aproveitamento da água.

Figura 14 - Fotossíntese (A) e condutância estomática (B) do calopogônio e do kudzu em função da radiação fotossinteticamente ativa.



Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula entre colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: arquivo pessoal

O crescimento satisfatório de algumas espécies em ambientes com diferente radiação fotossinteticamente ativa pode ser atribuído à capacidade de ajustar, eficaz e rapidamente, seu aparelho fotossintético para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente (ZANELLA; SONCELA; LIMA, 2006).

O kudzu tropical sob maior radiação apresenta menores taxas fotossintéticas que as do calopogônio (Figura 14A), parecem controlar mais eficientemente a gs,

principalmente em baixa radiação aumentando assim sua eficiência no uso da água. Esse fato explica a maior produção de massa seca dessa espécie em comparação ao calopogônio (Tabela 15) aos 200 DAP, período de maior sombreamento das leguminosas e conseqüentemente menor disponibilidade de radiação.

É importante salientar que o conhecimento das respostas fisiológicas das plantas em diferentes condições de sombreamento e estresse é de extrema importância no que diz respeito à escolha de espécies mais adequadas para determinado manejo.

Os resultados da análise de variância demonstraram o efeito apenas da espécie de leguminosa no IRC (Tabela 19). O efeito das lâminas de irrigação não foi evidenciado.

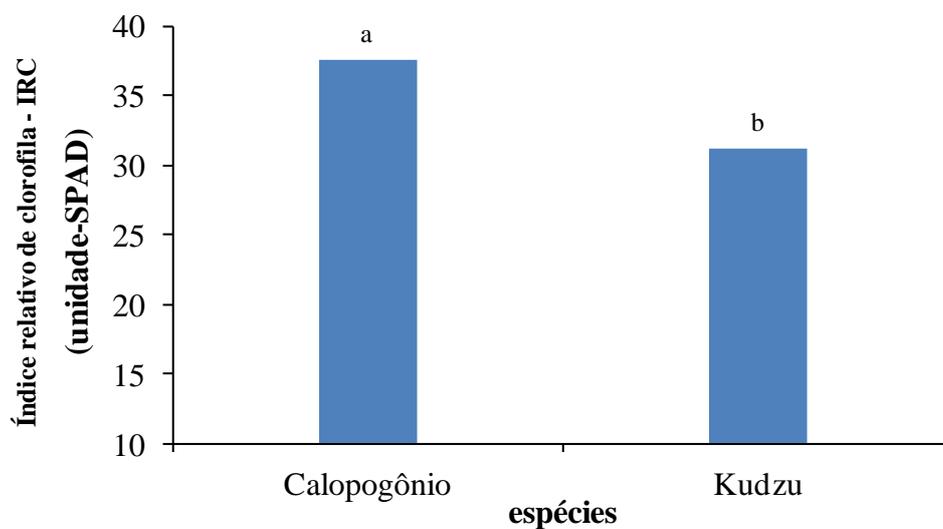
Tabela 19 - Resumo da análise da variância do IRC das folhas das leguminosas calopogônio e kudzu tropical sob quatro diferentes lâminas de irrigação aos 160 dias após plantio (DAP)

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios
		160
Blocos	2	57,91792ns
Lâmina (A)	3	142,86333ns
Resíduo (A)	6	54,91792
Cobertura (B)	1	244,48167*
Int. (AxB)	3	38,61389ns
Resíduo (B)	8	23,33208
CV% (A)		21,55307
CV% (B)		14,04846

**, * e ^{ns}, Significativo a 1, 5% e não significativo pelo teste F, respectivamente.

Observou-se que o IRC do calopogônio foi superior a do kudzu tropical (Figura 15).

Figura 15 - IRC de folhas das leguminosas calopogônio e kudzu tropical aos 160 dias após plantio (DAP)



Médias seguidas pela mesma letra entre espécies, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: arquivo pessoal.

A maior quantidade de clorofila do calopogônio parece coerente com a maior capacidade fotossintética dessa espécie, sendo dessa forma dependente de fatores fisiológicos haja vista, que ambas as plantas são leguminosas herbáceas perenes e apresentam metabolismo C3.

5 CONCLUSÃO

A aplicação de N fertilizante, como a adubação verde com leguminosas no pré-plantio e como cobertura viva exerceu influências positivas no desenvolvimento e produção da bananeira.

O uso de leguminosas consorciadas com a bananeira representa uma boa alternativa para o fornecimento de N a cultura da bananeira principalmente em empreendimentos agrícolas que fazem uso da produção orgânica.

O calopogônio sob as condições de sombreamento proporcionadas pela bananeira apresenta menor produção de biomassa, sensibilidade ao corte, competição com ervas daninhas e ao ataque de pragas.

O Kudzu tropical é mais adequado para consorciação com plantas de bananeira, devido a excelente adaptação as condições de sombreamento impostas pelo bananal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. J. **Cultivares de banana caracterizadas e avaliadas no centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1985. 8p. (comunicado Técnico, 5).

ALVES, E.J. ; OLIVEIRA, M. A. Escolha da área. *In: ALVES, E. J. et al. **Banana para exportação**: aspectos técnicos da produção*. 2.ed. rev. atual. Brasília: Embrapa-SPI, 1997. p.19-23. (Embrapa.SPI. Série Publicações Técnicas Frupex, 18).

ALVES, M. C. ; BOLONHEZI, A. C.; RESSUDE, M. A. Adubação verde em citrus: efeito nas propriedades químicas do solo. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS*, 22., Manaus, 1996. **Resumos expandidos...** Manaus:Universidade do Amazonas, 1996. p.482-483.

AMABILE, R. F ; CARVALHO, A. M. Histórico da adubação verde. *In: EMBRAPA. **Cerrado**: adubação verde*. Planaltina, Embrapa Informação Tecnológica, 2006. p. 23-37

ALMEIDA, L. P. **Germinação, crescimento inicial e anatomia foliar de plantas jovens de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. sob diferentes níveis de radiação**. 2001. 96f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Curso de Agronomia/Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, Mg., v.30, p.1178-1185, 2001.

ANDRADE, C. M. S. *et al.* Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3. 2004.

ARMECIN, R. B. *et al.* Effect of leguminous cover crops on the growth and yield of abaca (*Musa textilis* Nee). **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 21, p 317–323, 2005.

ARGENTA, G. *et al.* Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

ASSISTAT. Assistência Estatística. Download: versão 7.5 beta. 2008. Disponível em: <<http://www.assistat.com>>. Acessado em: 16 de mar.2008.

BASSOI, L. H. *et al.* **Informações sobre a distribuição de raízes da bananeira para o manejo de irrigação**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2001. (comunicado técnico, 108).

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003. 41 p.

BERG, A.K. ; PERKINS, T. D. Evaluation of a portable chlorophyll meter to estimate chlorophyll and nitrogen contents in sugar maple (*Acer saccharum* Marsh.) leaves. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.200 , n. 1-3 , p.113-117 , out. 2004.

BORGES, A.L. ; CALDAS, R.C. Teores de nutrientes nas folhas de bananeira, cv. pacovan, sob irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.5, p.1099-1106, 2004.

BORGES, A.L. *et al.* Cultivo orgânico de fruteiras tropicais : manejo do solo e da cultura. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 12p. (Embrapa-CNPMF. Circular Técnica, 64).

BORGES, A.L. *et al.* Nutrição e adubação da bananeira irrigada. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002, 8p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 48).

BORGES, A. L., OLIVEIRA, A. M. G. Nutrição, calagem e adubação. *In:* CODEIRO, Z. (org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa, 2000. p. 47-59.(Frutas do Brasil, 1)

BORGES, A.L.; OLIVEIRA, A. M. G.; SOUZA, L. S. Solos, nutrição e adubação. *In:* ALVES, E. J. (org.). **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CNPMF, 1997. p.197-260.

BOUSSADIA, O. *et al.* Effects of nitrogen deficiency on leaf photosynthesis, carbohydrate status and biomass production in two olive cultivars ‘Meski’ and ‘Koroneiki’. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.123, p. 336–342 , 2010.

BRAKKE, M.; ALLEN, Jr. L. H. Gas exchange of citrus seedlings at different temperatures, vapor-pressure deficits, and soil water content. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 120, p. 497-504, 1995.

BRYAN, H.H. *et al.* Perennial arachis spp. As a multipurpose living mulch, ground cover and forage. **Jornal of vegetable crop production** , Binghamton, v. 7, p. 113-116, 2001.

BORGES, A. L. *et al.* Sistema de produção da bananeira irrigada sistemas de produção. Brasília: 2009. Disponível em: < <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Banana/BananeiraIrrigada/autores.htm> > Acesso em 10 mar. 2012.

CALEGARI, A. *et al.* Aspectos gerais da adubação verde. *In:* BALTASAR, M. B. C. (coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro:AS-PTA, 1993. p. 1-55.

- CALVACHE, A. M. *et al.* Efeito da deficiência hídrica e da adubação nitrogenada na produtividade e na eficiência do uso da água em uma cultura do feijão”. **Scientia Agrícola**, São Carlos, SP., v. 54, n 3, p. 232-240, 1997.
- CASTRO, C. M. *et al.* Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.779-785, 2004.
- CHAPMAN, S. C. ; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.
- CAYÓN SALINAS, D. G. Evolución de la fotosíntesis, transpiración y clorofila durante el desarrollo de la hoja de plátano (*Musa* AAB Simmonds). **Info Musa**, Montpellier, v.10, n.1, p.12-15, 2001.
- CHANG, S. X. ; ROBISON, D. J. Nondestructive and rapid estimation of hardwood foliar nitrogen status the SPAD-502 chlorophyll meter. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.6215, p.1-8, 2003.
- CARVALHO, M. A. C. *et al.* Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p.1205-1211, 2004.
- COELHO, E. F. ; OLIVEIRA, S. L. ; COSTA, E. L. DA. Irrigação da bananeira. In: SIMPÓSIO NORTE MINEIRO SOBRE A CULTURA DA BANANA, 1., 2001, Nova Porteirinha. **Anais...** Montes Claros: Ed. Unimontes, 2001. p. 91 – 101.
- COELHO, E. F. ; LEDO, C.A. da S.; SILVA, S. de O. Produtividade da bananeira ‘Prata-Anã’ e ‘Grande Naine’ no terceiro ciclo sob irrigação por microaspersão em tabuleiros costeiros da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.3. p. 435-438, 2006.
- COSTA, S. C. *et al.* Comportamento dos parâmetros indicativos de produção da bananeira pacovan submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio na chapada do apodi – Limoeiro do Norte-CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.46-52, 2009.
- COSTA, M. B .B. (coord) **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.
- CORREIA, C. M. *et al.* Ultraviolet-B radiation and nitrogen affect the photosynthesis of maize: a Mediterranean field study. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.22, p.337–347, 2005.
- DANTAS, J. L. L.; SOARES FILHO, W. S. Classificação botânica, origem e evolução. In: CORDEIRO, Z. J. M. (org.). **Banana produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 12-16.

- DIAS N. S. ; BLANCO F. F. Efeito dos sais no solo e na planta *In*: GHEYI H. R. ; DIAS N. S. ; LACERDA F. C. (eds). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal., 2010. p. 129-141.
- DOORENBOS, J. ; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p. (FAO. Irrigação e Drenagem, 33).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas. **Curso de bananicultura irrigada**. Cruz das Almas: 2009. 215p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **O cultivo da bananeira**. 21. ed. Cruz das Almas:2004. 279p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- ESPINDOLA, J. A. A. *et al.* Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, Mg. , v. 30, p.321-328, 2006a.
- ESPINDOLA, J. A. A. *et al.* Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.415-420, 2006 b.
- ESPINDOLA, J. A. A. ; GUERRA, J. G. M. ; ALMEIDA, D. L. de . Uso de Leguminosas Herbáceas para Adubação Verde. *In*: AUINO, A. M. ; ASSIS, R. L. (org.). **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica,2005. v. 2, p. 435-451.
- ESPINDOLA, J. A. A. *et al.* **Potencial alelopático e controle de plantas invasoras por leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira**. Brasília: 2001. 8p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 47).
- ESPINDOLA, J. A. A. **Avaliação de leguminosas herbáceas perenes usadas como cobertura viva do solo e sua influência sobre a produção da bananeira (Musa spp.)**. 2001. 144p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001. .
- FOOD AND AGRICULTUR ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Faostat**. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 12 dez. 2011.
- FARIAS, J. R. B. ; NEPOMUCENO, A. L. ; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 10p (Embrapa Soja. Circular Técnica, 48).
- FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade brasileira de ciência do solo, 2006. 432 p.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; FILHO, J. E. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1593-1600, set. 1999.

FERNANDES, V. L. B. (coord.) **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, 1993. 248p.

FIGUEREDO, F. P. *et al.* Produtividade e qualidade da banana prata anã, influenciada por lâminas de água, cultivada no Norte de Minas Gerais **Revista Brasileira de Engenharia. Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10 n.4, 2006.

FISCHER, M. J. ; CRUZ, P. Some ecophysiological aspects of *Arachis pintoi*. *In*: KERRIDGE, P. C. ; HARDY, B. (eds). **Biology and agronomy of forage Arachis**. Colombia: CIAT, Cali, 1993. p. 53-70. (CIAT Publication, 240).

GODOY, L. J. G. *et al.* Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 32, p.217-226, 2008.

GONDIM, A. R. O. *et al.* Balanço hídrico e da salinidade do solo na bananeira irrigada. **Acta Scientiarum : Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 1-6, 2009.

GONZAGA NETO, L. ; SOARES, J. M. A cultura da goiaba. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 75p. il. (Embrapa-SPI. Coleção plantar, 27)

GOMES, E. M. **Crescimento e produção de bananeiras-'Prata-anã' e 'Maçã' fertirrigadas com potássio**. 2004. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

GOOGLE. earth. Disponível em: < <http://www.google.com/earth/download/ge/agree.html> > Acesso em: jan. 2012.

GUERRA, J. G. M. *et al.* **Desempenho de leguminosas tropicais perenes como plantas de cobertura do solo**. Brasília: Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 39p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento).

GUERRA, J. G. M. ; DE-POLLI, H. ; ALMEIDA, D. L. de. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. *In*: ADETOLA BADEJO, M. ; TOGUN, A. O. (ed.). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics**. Ibadan: College Press, 2004a. p. 125-140.

GUERRA, A. G. *et al.* Frequência da fertirrigação da bananeira Prata-Anã com nitrogênio e potássio aplicados por microaspersão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.80-88, jan./abr. 2004b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA- outubro/2010)**. Disponível em: <[HTTP://www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 18 ago.2011.

JAIMEZ, R. E. *et al.* Seasonal variations in leaf gas exchange of platain cv. 'Hartón' (*Musa AAB*) under different soil water conditions in a humid tropical region. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.104, n.1, p.79-89, 2005.

DUARTE JÚNIOR, J. B. ; COELHO, F. C. A cana-de-açúcar em sistema de plantio direto comparado ao sistema convencional com e sem adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.6, p.576–583, 2008.

KABAIJA, E.; SMITH, O.B. The Effect of Age of Regrowth on Content and Release of Manganese, Iron, Zinc and Copper from Four Tropical Forages Incubated in Sacco in Rumen of Sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.20, p. 171-176 , 1988.

KAHO, F. *et al.* Screening of seven plant species for short-term improved fallows in the humid forest zone of cameroon. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.40, p. 1161–1170, 2009.

KLAR, A. E.. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156p.

KRAMBERGER, B. *et al.* Effects of cover crops on soil mineral nitrogen and on the yield and nitrogen content of maize. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 31, p. 103–109, 2009.

KÖPPEN, W. **Climatologia: com um estudo de los climas de la tierra**. México: Fondo de Cultura Econômica, 1918. 478p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

LAVRES JUNIOR, J. ; SANTOS JUNIOR, J. D. G. ; MONTEIRO, F. A. Atividade da redutase do nitrato e leituras SPAD em folhas do capim-mombaça submetido a doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.34, n.3, 2010.

LEE, K. S. ; LEE, G.B.; TYLER J. Determination of soil characteristics from thematic mapper data of a cropped organic-inorganic soil landscape. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, p. 1100-1104, 1988.

LI, C. Modeling impact of agricultural practices on soil C and N₂O emissions. *In*: LAL, R. *et al.* (eds). **Soil management and greenhouse effect**. Boca Raton, Advances in Soil Science: CCR Lewis Publishers, 1995. p.101-112.

LICHTENBERG, L. A. ; MALBURG, J. L. ; HINZ, R. H. Suscetibilidade varietal de frutos de bananeira ao frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.3, p.568-572, 2001.

LIMA, M. B *et al.* Avaliação de cultivares e híbridos de bananeira no Recôncavo Baiano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.3, p.515-520, 2005.

LIMA NETO, F. P. *et al.* Relação entre caracteres de rendimento e desenvolvimento em genótipos de bananeira. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 15, n. 2, p. 275-281, 2003.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p., 1997.

MALAVOLTA ; NEPTUNE, A. M. L. **Caracterização e eficiência dos adubos nitrogenados**. São Paulo: SN Centro de Pesquisa e Promoção de Sulfato de Amônio, 1983. 45p.

MANICA, I. **Bananas: do plantio ao amadurecimento**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1998. 99p.

MEDINA, C. L. ; MACHADO, E. C. ; PINTO, J. M. Fotossíntese de laranjeira 'Valência' enxertada sobre quatro porta-enxertos e submetida à deficiência hídrica. **Bragantia**, Campinas, v.57, p.1-14, 1998.

MELO, A. S. *et al.* Aspectos técnicos e econômicos da bananeira 'prata-anã' sob Fertirrigação nos tabuleiros costeiros de sergipe. **Ciência e Agrotecologia**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 564-571, maio/jun., 2010.

MELO, A. S. *et al.* Alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.3, p.733-741, 2009.

MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1999. CD-ROM.

NETO, R. C. A. *et al.* Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde, **Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14 n.2, fev., 2010.

NETO, H. B. *et al.* Estado nutricional e produção de laranjeira 'Pêra' em função da vegetação intercalar e cobertura morta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.29-35, 2008.

NOVAIS, R. F. *et al.* **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1017 p. 2007.

OLIVEIRA, F. L. *et al.* Desempenho do inhame (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 472-475, 2004.

OLIVEIRA, F.L. *et al.* Uso do pré-cultivo de *Crotalaria juncea* e de doses crescentes de "cama" de aviário na produção do repolho sob manejo orgânico. **Agronomia**, Seropédica, v.37, n.2, p.60 - 66, 2003.

OLIVEIRA NETO, O. do C. **Maturação e conservação sob atmosfera modificada de Bananas Prata, Pacovan e Nanicão tratadas pós-colheita com 1-metilciclopropeno (1-MCP)**. 2002. 155f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB.

OGUCHI, R.; HIKOSAKA, K.; HIROSE, T. Does the photosynthetic light-acclimation need change in leaf anatomy? **Plant Cell & Environment**, New Jersey, v. 26, p. 505–512, 2003.

PERREIRA, N. S. **Utilização de leguminosas como fonte de nitrogênio para a cultura da bananeira**. 2009. 49f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PEREIRA, L. V. *et al.* Avaliação de cultivares e híbridos em Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.1, p.17-25, 2003

PEREIRA, A. R. ; ANGELOCCI, L. R. ; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.

PERIN, A. *et al.* Desempenho de bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, n.6, nov./dec. , 2009.

PERIN, A. **Desempenho do milho e brócolos em sucessão à adubação verde**. Tese de 2005. 86f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa-MG. , 2005.

PERIN, A. *et al.* Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, p. 35-40, 2004.

PINKARD, E. A. ; PATEL, V. ; MOHAMMED, C. Chlorophyll and nitrogen determination for plantation-grown Eucalyptus nitens and E. globulus using a non-destructive meter. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 223, p. 211-217, 2006.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: editora UNESP, 2008.

PREZOTTI, C. **Recomendações de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**. 3ª aproximação. Vitória: EMCAPAR, 1992. 73 p. (Circular Técnica, 12)

RAVEN, P.R.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. *Biologia Vegetal*, 6ª ed., rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

RESENDE. G. M.; ALVARENGA, M. A. R.; YURI. J. E.; SOUZA, R. J. Doses de nitrogênio e molibdênio no rendimento e teor de micronutrientes em alface americana. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.28 , n.3 jul./set., 2010.

RESENDE G. M. *et al.* Resposta do milho (*Zea mays* L.) a doses de nitrogênio e potássio em solo da região de Lavras-MG. III. Micronutrientes na parte aérea. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 21, p. 71-76, 1997.

ROBINSON, J. C. ; BOWER, J.P. Transpiration from banana leaves in the subtropics in response to diurnal and seasonal factors and high evaporative demand. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.37, n.1/2, p.129-143, 1988.

- ROBINSON, J. C. Bananas and plantains South Africa CAB Internacional. **Crop Production Science in Horticulture**, Wallingford, v. 5, p 8-33, 129-142, 1996.
- ROBINSON, J. C. ; BOWER, J. P. Transpiration characteristics of banana leaves (cultivar 'Williams') in response to progressive depletion of available soil moisture. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 30, p. 289–300, 1987.
- RUGGIERO, C. **Bananicultura**. Jaboticabal, SP: FCAV-UNESP, 1984. 17 p. (Mimeografado).
- SANTOS, M. V. F. *et al.* Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v.32 , n.4 , jul./ago., 2003.
- SHANGGUAN, Z.P.; SHAO, M.A.; DYCKMANS. J. Effects of nitrogen nutrition and water deficit on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in winter wheat. **J. Plant Physiology**, Palo Alto, v. 156, p. 46-51, 2000.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior. SECEX. Disponível em: <http://aliceweb.desenvolvimento.gov.br>_. Acesso em: 15 ago. 2010.
- SENTELHAS, P. C. ; PEREIRA, A. R. ; ANGELOCCI, L. R. **Meteorologia agrícola**. 3. ed. Piracicaba: ESALQ, 2000. 172 p.
- SILVA, V. A. *et al.* Resposta fisiológica de clone de café Conilon sensível à deficiência hídrica enxertado em porta-enxerto tolerante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.5, p.457-464, 2010.
- SILVA, E. N. E. ; BEZERRA, F. M. L. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da bananeira no Vale do Curu, CE. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 203-210, 2009.
- SILVA, E. N. **Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da bananeira pelo método do balanço hídrico no Ceará**. 2004. 68f. Dissertação (mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.
- SILVA, T. A. da S. *et al.* A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.152-155, abr. , 2003.
- SILVA, J. A. A. *et al.* Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.225-230, 2002.
- SILVA, S. O. E. *et al.* **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. p.85-106.
- SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 2. ed. London: Longmans Group, 1966.

SOUZA, L. A. G. *et al.* Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em solos de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.207-217, 2007.

SOUZA, A. P. *et al.* Umidade do solo e vegetação espontânea em diferentes coberturas mortas submetidas a lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.6, n.1, p.127-139, 2011.

SOUZA, L. A. G. *et al.* Desenvolvimento e nodulação natural de leguminosas arbóreas em solos de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.207-217, 2007.

SOUZA, A. S.; CORDEIRO, Z. J. M.; TRINDADE, A. V. Produção de mudas. *In*: CORDEIRO, Z. J. M. (org.). **Banana: produção: aspectos técnicos**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. p. 39-46.

SOUZA, V. F. **Níveis de irrigação e doses de potássio aplicados via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims. F. flavicarpa Deg.*)**. 2000. 178f. Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SOTO, B. M. **Bananos: cultivo y comercialización**. 2.ed. San José: LIL, 1992. 674 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TEIXEIRA, L. A. J. ; RAIJ, B. V. ; NETO, J. E. B. Estimativa das necessidades nutricionais de bananeiras do subgrupo Cavendish cultivadas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fiticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, jun., 2008.

TEIXEIRA, L.A.J. **Adubação nitrogenada e potássica em bananeira ‘Nanicão’ (*Musa AAA subgrupo Cavendish*) sob duas condições de irrigação**. 2000. 132f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

TEODORO, R. B. *et al.* Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.2, 2011.

THOMAS, D. S.; TURNER, D. W. Banana (*Musa sp.*) leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence in response to soil drought, shading and lamina folding. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.90, n.1-2, p.93-108, out., 2001.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. P. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, Mg., v. 32, p. 609-1618, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura

em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, Mg., v. 29, p.609-618, 2005.

TORRES NETO, A. *et al.* Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 104 p. 199-209, 2005.

TURNER, D. W. The response of the plant to the environment. *In*: GOWEN, S. (ed.). **Bananas and plantains**. London: Chapman e Hall, 1995. p. 206-229,

TURNER, D. W. Bananas and plantains. *In*: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops**. Massachusetts: Library of Congress, 1994. v.2, p.37-66.

VAN RAIJ, B. *et al.* (ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

WU, F. Z. *et al.* Effects of drought stress and N supply on the growth, biomass partitioning and water-use efficiency of *Sophora davidii* seedlings. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, p. 248–255, 2008.

ZANELLA, F.; SONCELA, R.; LIMA, A. L. S. Formação de mudas de maracujazeiro “amarelo” sob níveis de sombreamento em Ji-Paraná/RO. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.30, n.5, p.880-884, 2006.

ZHOU, [X. et al.](#) Combined effects of nitrogen deposition and water stress on growth and physiological responses of two annual desert plants in northwestern China. **Environmental and Experimental Botany**, [v. 74](#), p. 1–8, 2011.

ZHU, A. *et al.* Water balance and nitrate leaching losses under intensive crop production with Ochric Aquic Cambosols in North China Plain. **Environment International**, v. 31, p. 904 – 912, 2005.

ZOTARELLI, L. *et al.* Calibração do medidor de clorofila Minolta SPAD-502 para avaliação do conteúdo de nitrogênio do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, 2003.

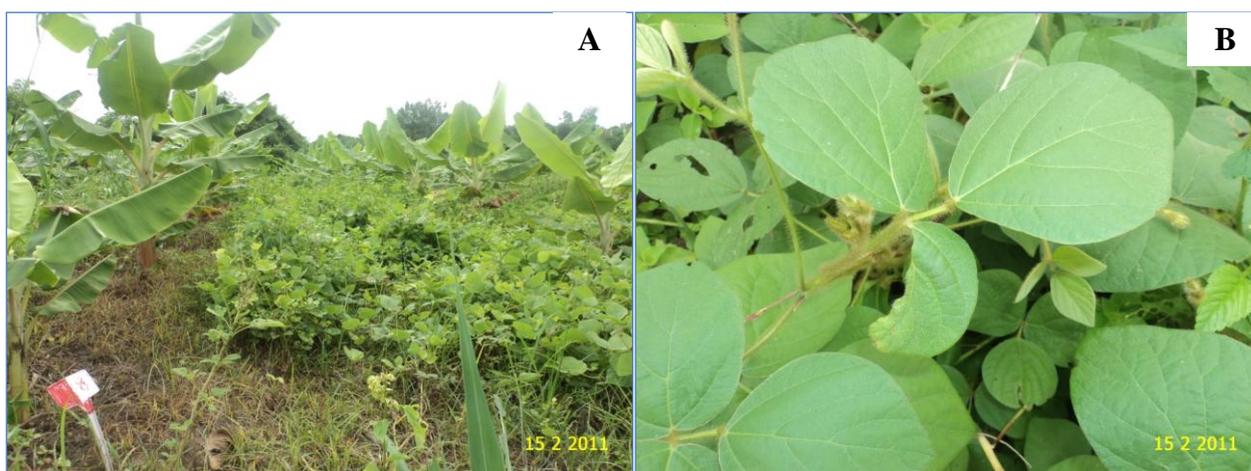
ANEXOS



Anexo 1 - Leguminosas anuais *Crotalaria juncea* e *Canavalia ensiformes* 45 dias após plantio.



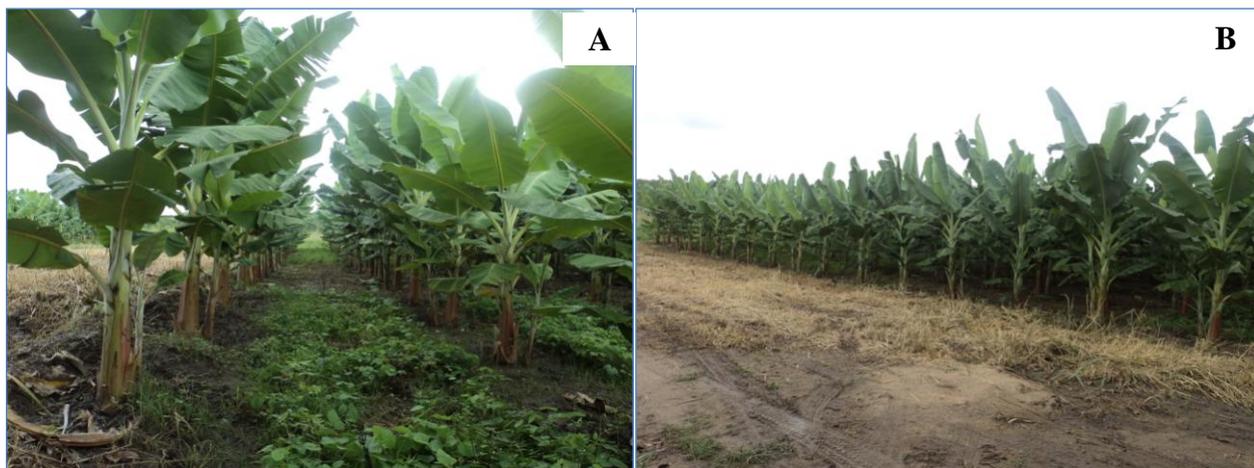
Anexo 2 – Mudanças micropropagadas de bananeira (A), bananeiras após um mês de transplantada.



Anexo 3 – Consórcio do calopogônio com a bananeira (A) *Calopogonium muconoides* (B).



Anexo 4 – Consórcio do kudzu tropical com a bananeira (A) leitura das trocas gasosas do kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) (B).



Anexo 5 – Foto da parcela (A) e borda de área experimental (B).



Anexo 6 – Amostragem foliar (A) e eliminação do botão floral da bananeira (B).



Anexo 7 – Frutos colhidos (A) e pesagem de pencas (B).