



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
Campus II - Areia – PB



Tese

**FISIOLOGIA DO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ CULTIVADO SOB
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ADUBAÇÃO, NO LITORAL
NORTE DA PARAÍBA**

AREIA-PB
JUNHO DE 2015

JOSÉ MADSON DA SILVA
engenheiro agrônomo

**FISIOLOGIA DO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ CULTIVADO SOB
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ADUBAÇÃO, NO LITORAL
NORTE DA PARAÍBA**

ORIENTADOR:

Prof^o Dr. Ricardo Elesbão Alves

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, em cumprimento à parte das exigências para obtenção do título de Doutor (Dr.) em Agronomia, Área de concentração de Agricultura Tropical.

Areia-PB

Junho de 2015.



CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Campus II - Areia - PB



PARECER FINAL DE JULGAMENTO DE TESE DO DOUTORANDO

JOSÉ MADSON DA SILVA

Tese

**FISIOLOGIA DO ABACAXIZEIRO 'VITÓRIA' CULTIVADO SOB
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ADUBAÇÃO, NO LITORAL
NORTE DA PARAÍBA**

BANCA EXAMINADORA

Ricardo Elesbão Alves
Orientador
Embrapa Fruticultura

Aprovado
Parecer

Rejane Maria Nunes Mendonça
Co-orientadora

Aprovado
Parecer

Alberto Soares de Melo
Examinador
UEPB

Aprovado
Parecer

Alexandre Paiva da Silva
Examinador
DSER/CCA/UEPB

APROVADO
Parecer

Dedico

Ao meu filho, Pedro Renan Lima da Silva, por ser fruto da minha história.

À minha esposa, Joana Paula, pelo carinho, companheirismo, amor, por compartilhar dos meus sonhos.

À minha mãe, Geni Maria da Silva (In Memoriam), por ser a fonte de inspiração das minhas vitórias.

Ao meu pai, Vital Luis da Silva, por ser um exemplo de força e dedicação para minha vida.

Ofereço

Aos meus irmãos Sebastião Edson, Pedro Luis, João Paulo, Maria Aparecida e Maria de Fátima, por compartilharem da mesma história de vida.

Agradecimentos

A DEUS, por permitir a nossa existência, e nela momento como estes, sonhados, desejados, mas galgados degrau a degrau com muita humildade.

Aos meus pais, meus irmãos e a todos os meus familiares pelo apoio, carinho e estímulo durante esta caminhada.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade na realização deste curso.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos, e ao Banco do Nordeste pelo apoio financeiro na pesquisa.

A professora Rejane Mendonça pelo apoio, orientação e ensinamentos ao longo dessa pesquisa.

Ao professor Ricardo Elesbão Alves pela orientação

Ao proprietário da Fazenda Guandu em Itapororoca-PB, Francisco de Castro, pelo fornecimento da área experimental para desenvolvimento da pesquisa.

Ao doutor Janivan Fernandes, pós doutorando da UEPB, pelo apoio nas avaliações fisiologias.

Á funcionaria Jandira Pereira Costa, laboratorista do laboratório de fruticultura da UFPB-CCA, pelo apoio incondicional nas análises.

Aos amigos da equipe de laboratório, Alberto, Leandro Firmino, Jeferson Dutra, Edson, Elica, Seu Doda, pelo apoio na atividade de campo.

A todos os membros do laboratório de fruticultura que direta ou indiretamente contribuíram com a pesquisa.

Á secretária da Coordenação de Pós-graduação, Eliane, pela ajuda irrestrita na documentação necessária durante o curso.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em agronomia da UFPB-CCA, por todos os ensinamentos e amizade.

Aos colegas de curso, pela ajuda nas horas mais difíceis e união.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente, contribuíram para a minha formação profissional, visando à realização desta pesquisa.

SUMÁRIO	Pg.
LISTA DE TABELA.....	VII
LISTA DE FIGURA.....	X
RESUMO.....	XVIII
ABSTRACT.....	XV
1.Introdução.....	1
2.Objetivos.....	3
2.1.Geral	3
2.2.Específico.....	3
3.Referencial Teórico.....	4
3.1. Aspectos socioeconômicos e nutricionais do abacaxizeiro.....	4
3.2. Adubação orgânica do abacaxizeiro.....	6
3.2.1. Adubação com esferco.....	6
3.2.2. Adubação verde.....	8
3.2.3.A cultivar ‘Vitória’	8
4.Material e métodos.....	11
4.1. Delineamento experimental e tratamentos.....	12
4.2. Instalação e condução do experimento.....	13
4.3. Variáveis avaliadas.....	18
4.3.1 Crescimento vegetativo.....	118
4.3.2. Condutância estomática, transpiração, fotossíntese líquida, concentração interna de carbono.....	19
3.3. Eficiência no uso da água e carbono.....	20
4.3.4. Nutrição mineral.....	20
4.4.Análise estatística.....	20
5.Resultados e discussão	21
5.1.Crescimento vegetativo.....	21
5.2. Trocas gasosas.....	39

5.3.Nutrição mineral.....	61
1. Conclusões.....	77
2. Referencias Bibliograficas.....	78

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Comparação das características agronômicas das cvs. “Vitória”, “Perola” e “Smooth Cayenne”.	10
Tabela 2: Análise química do solo da área experimental	14
Tabela 3: Caracterização física do solo da área experimental	15
Tabela 4: Análise química dos materiais orgânicos usados na aplicação dos tratamentos na área experimental. Itapororoca-PB, 2014.	16
Tabela 4: Análise química dos materiais orgânicos usados na aplicação dos tratamentos na área experimental. Itapororoca-PB, 2014.	17
Tabela 5: Quantidades de esterco bovino (EB) (g/planta), esterco de ave (EA) (g/planta) e esterco misto (EM) (g/planta), aplicado por planta de abacaxizeiro cv. Vitória, de acordo com a dose de N aplicada. Itapororoca 2014.	16
Tabela 6: Fonte e doses de micronutrientes aplicados na área experimental de abacaxizeiro cv. Vitória, em Itapororoca-PB.	17
Tabela 7: Massa seca e teores de nitrogênio, fósforo e potássio da parte aérea do feijão de porco (<i>Canavalia ensiformis</i> (L) D.), plantado na área experimental. Itapororoca – PB, 2014.	17
Tabela 8: Resumo da análise de variância para a massa fresca (MF), massa seca (MS), comprimento (COM) e largura da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. ‘Vitória’, cultivado com fontes e doses de adubação orgânica no município de Itapororoca – PB.	22
Tabela 9: Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. ‘Vitória’ nos intervalos de tempo equivalentes a 240 – 300 (TCA 1 e TCR 1), 300 – 360 (TCA 2 e TCR 2) e 360 -420 (TCA 3 e TCR 3) dias após o plantio das mudas do abacaxizeiro vc. ‘Vitória’, cultivado com fontes e doses de adubação orgânica no município de Itapororoca – PB.	34

Tabela 10: Resumo da análise de variância para a concentração interna de carbono (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), do abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’ cultivado sob fontes e doses de adubo orgânico na presença e ausência de adubação verde, no município de Itapororoca-PB.....	40
Tabela 11: Teste de Tukey para a concentração interna de carbono (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	43
Tabela 12: Teste de média para a transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	46
Tabela 13: Teste de média para a condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	49
Tabela 14: Resumo da análise de variância para a fotossíntese (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência no uso da água (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$] e a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})$],.....	50
Tabela 15: Teste de médias para a fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.....	53
Tabela 16: Teste de média para a eficiência no uso da água (EUA) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)/($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) pelo abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	56

Tabela 17: Teste de média para a eficiência instantânea na carboxilação (A/Ci) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) pelo abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	60
Tabela 18: Resumo da análise de variância para o teor de nitrogênio na planta (NP), índice SPAD, teor de fósforo na planta (PP), teor de potássio na planta (KP), relação potássio/nitrogênio (K/N), teor de nitrogênio no solo (NS), teor de fósforo no solo (PS) e o teor de potássio de solo (KS), em abacaxizeiro ‘Vitória’ cultivado sob diferentes fontes orgânicas, na presença e ausência da pratica da adubação verde. Itapororoca, 2014.....	61
Tabela 19: Teste de média para o teor foliar de N em abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.	64
Tabela 20: Correlação entre o índice SPAD e o teor de N na folha ‘D’ do abacaxizeiro cv. Vitória. Itapororoca-2104.....	66
Tabela 21: Teste de média para o teor foliar de N em abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.....	68
Tabela 22: Teste de média para a relação K/N em abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.....	72
Tabela 23: Teste de média para o teor de N no solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.....	73

LISTA DE FIGURA

Figura 1: Mapa do Estado da Paraíba com detalhe da localização da Fazenda Guandú no município de Itapororoca-PB, onde foi realizado o experimento.....	11
Figura 2: Precipitação pluviométrica na área experimental, e atividades de plantio, adubação mineral, adubação orgânica e adubação verde, realizadas durante a condução do experimento.....	12
Figura 3: Seleção das mudas pelo tamanho e peso no campo de produção (Figura 3A), e plantio no sistema de fileira dupla em camalhão (Figura 3B). Itapororoca-PB, 2014.	14
Figura 4: Detalhe da aplicação do adubo orgânico, evidenciando as plantas do Feijão de Porco usadas na adubação verde (Figura 4A), Itapororoca-PB, 2014.....	18
Figura 6: Massa seca da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. Vitoria, aos 420 dias após o plantio, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns} , * e **, não significativo, significativo (p<0,05), significativo (p<0,01) pelo Teste F, respectivamente.	26
Figura 7: Comprimento da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. Vitoria, aos 420 dias após o plantio, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns} , * e **, não significativo, significativo (p<0,05), significativo (p<0,01) pelo Teste F, respectivamente.....	28
Figura 8: Largura mediana da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. Vitoria, aos 420 dias após o plantio, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns} , * e **, não significativo, significativo (p<0,05), significativo (p<0,01) pelo Teste F, respectivamente . Itapororoca, PB, 2014.....	31
Figura 9: Taxa de crescimento absoluto da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. Vitoria, nos intervalos de 240-300 dap, 300-360 dap e 360-420dap, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns} , * e **, não significativo, significativo (p<0,05), significativo (p<0,01) pelo Teste F, respectivamente . Itapororoca, PB, 2014.....	36

Figura 10: Taxa de crescimento relativo (g/g/dia) da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. Vitoria, nos intervalos de 240-300 dias após o plantio (dap), 300-360 dap e 360-420 dap, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	38
Figura 11: Concentração interna de carbono (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	41
Figura 12: Transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	45
Figura 13: Condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	48
Figura 14: Fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	52
Figura 15: Eficiência no uso da água (EUA) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)/($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) pelo abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	55
Figura 16: Eficiência instantânea na carboxilação (A/C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) pelo abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	58
Figura 17: Teor foliar de N em abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação, submetido a presença (\diamond CADV) e ausência (\bullet SADV) da prática de adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	62

Figura 18 : Superfície de resposta para o índice SPAD no abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’, em função da época de avaliação e da dose de N aplicada por planta, cultivado com (CAD) e sem (SAD) a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	65
Figura 19: Teor foliar de P em abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação, submetido a presença (◊CADV) e ausência (•SADV) da prática de adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	68
Figura 20: Teor foliar de K em abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação. Itapororoca, PB, 2014.....	70
Figura 21: Relação K/N em folhas do abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação, submetido a presença (◊CADV) e ausência (•SADV) da prática de adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	71
Figura 22: Teor de N em solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação, submetido a presença (◊CADV) e ausência (•SADV) da prática de adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	73
Figura 23: Teor de P em solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação. Itapororoca, PB, 2014.....	74
Figura 24: Superfície de resposta para o teor de K em solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação e da dose de N aplicada por planta, cultivado com (CAD) e sem (SAD) a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.....	75

JOSÉ MADSON DA SILVA. Fisiologia do abacaxizeiro ‘Vitória’ cultivado sob diferentes condições de adubação, no litoral norte da Paraíba.

Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, maio de 2015. Tese. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Ricardo Elesbão Alves.

RESUMO

A abacaxicultura é uma atividade de relevante importância socioeconômica nas regiões onde é explorada, mas o aumento no preço dos insumos e a demanda por produtos de maior qualidade tem impulsionado o uso de fontes alternativas na adubação. Neste sentido, o presente trabalho objetivou avaliar o crescimento vegetativo, as trocas gasosas e a nutrição da cultura do abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’, cultivado sob diferentes fontes de adubação orgânica. O estudo foi instalado na Fazenda Guandu, município de Itapororoca-PB. Para as variáveis de crescimento e trocas gasosas, o experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em três repetições, com os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas. Os fatores em estudo constaram de três fontes de materiais orgânicos (esterco bovino, cama de frango e esterco misto), quatro doses destes materiais [(100 % da dose de N recomendada pela análise de solo (DRN); 75 % DRN, 50 % DRN e sem adubação)], os quais constituíram a parcela, a subparcela foi formada pela presença e ausência de adubação verde. Paralelamente foi instalada uma parcela com adubação mineral na dose recomendada para a cultura. As épocas de avaliação formaram a subsubparcela. Foi avaliada matéria fresca, matéria seca, comprimento, largura das folhas, taxa de crescimento absoluto e relativo, condutância estomática, transpiração, fotossíntese líquida, concentração interna de carbono, eficiência no uso da água e carbono, índice SPAD, teores foliares e no solo de nitrogênio, fósforo e potássio. Os resultados foram submetidos a análise de variância, de regressão e teste de média. Independentemente da fonte de N usada, a dose de 7,5 g de N/planta proporcionaram maior crescimento da folha ‘D’ do abacaxizeiro ‘Vitória’. Os maiores valores das trocas gasosas foram observados na adubação com 7,5 g de N na ausência da adubação verde, independente do esterco utilizado. A maior concentração de NPK na folha do abacaxizeiro ‘Vitória’ foi observada aos 300 dias após o plantio das mudas. Não houve correlação entre o índice SPAD e o teor de N nas folhas do abacaxizeiro ‘Vitoria’. Os teores de NPK no solo atingiram o máximo valor aos 300 dias após o plantio, diminuindo até o final da fase de

crescimento. As fontes de esterco utilizadas não alteraram as características de crescimento, troca gasosa e nutrição do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Palavras chave: *Ananas comosus comosus* L., adubo orgânico, adubação verde, nutrição mineral, trocas gasosas.

JOSÉ DA SILVA MADSON. **Physiology of pineapple ‘Vitória’ grown under different fertilization conditions, on the north coast of Paraíba.** Areia-PB, Agrarian Science Center, UFPB, May 2015. Thesis. Graduate Program in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Ricardo Alves Elesbão.

ABSTRACT

The pineapple crop is an important social and economic activity where it is cultivated, but the increase in the inputs price and demand for high quality production has increased the use of alternative fertilizer sources. Then, it was conducted the actual study in order to evaluate the vegetative growth, gas exchange and nutrition of pineapple ‘Vitória’, cultivated under different organic fertilizer sources. The study was accomplished in the Fazenda Guandu, Itapororoca-PB. For growth variables and gas exchange, the experiment was conducted in a randomized block design with three replications, with treatments arranged in a split plot. The treatment consisted of three sources of organic materials (animal manure, poultry manure and mixed manure), four doses of these materials [(100% of N recommended by soil analysis (DRN), 75% DRN, 50% DRN and without fertilization)], which formed the plot. The subplot was formed by presence and absence of green fertilizer. At the same time installed a parcel with mineral fertilizer at the recommended dose for crop. The evaluation times formed the subsubplot. It was evaluated fresh weight, dry weight, length and width of leaves, absolute and relative growth rate, stomatal conductance, transpiration, net photosynthesis, internal carbon concentration, water and carbon use efficiency, SPAD index, leaf and soil nitrogen, phosphorus and potassium content. The results were submitted to analysis of variance, regression and mean test. Regardless of the nitrogen source used, 7.5 g N/plant showed higher growth leaf 'D' of pineapple ‘Vitória’. The highest values of leaf gas exchange were observed in fertilization with 7.5 g N in the absence of green manure, independent of manure used. The highest NPK concentration in the leaves of pineapple ‘Vitória’ was observed at 300 days after planting. There was no correlation between SPAD and N content in the leaves of the pineapple ‘Vitória’.

NPK soil content it were highest at 300 days after planting, decreasing at the end of the growth phase. The fertilizer sources used did not change the growth characteristics, gas exchange and nutrition of pineapple 'Vitória'.

Key words: *Ananas comosus comosus* L., organic fertilizer, green fertilizer, mineral nutrition, gas exchange.

1. Introdução

A cultura do abacaxi (*Ananas comosus* L) possui relevante importância socioeconômica nas regiões onde é produzida. Segundo o Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE (LSPA, 2015), o Brasil contou com uma área colhida de 65.176 hectares de abacaxi, com uma produção de 1.752.858 mil frutos. A região Nordeste desponta como a maior produtora do país, com 23.151 hectares, representando 37,1% da área colhida, seguido das regiões Sudeste e Norte, com percentuais da área plantada de 28,5 e 28,1% do total nacional, respectivamente. Nestas três regiões que produzem 93,7% do total produzido no país, o Estado do Para é o principal produtor (353.721 frutos), seguido dos estados da Paraíba (280.042 frutos), Minas Gerais (267.671 frutos), Rio Grande do Norte (102.533 frutos) e São Paulo (97.696 frutos).

Na Paraíba a cultura do abacaxi concentra-se nas Microrregiões de Sapé e no Litoral Paraibano, destacando-se os municípios de Itapororoca, Santa Rita, Araçagi, e Pedras de Fogo como principais produtores (IBGE, 2015). De forma consorciada, intercalado, ou em monocultivo, o cultivo do abacaxizeiro no Estado da Paraíba vem melhorando a economia local e alterando o panorama agrícola (Souza et al., 2007). Nas regiões produtoras de abacaxi as principais cultivares utilizadas é a ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’, porém, devido a suscetibilidade a fusariose tem-se procurado a utilização de variedades resistentes a essa doença. De acordo com Ventura et al. (2006), a cultivar Vitória é uma das mais cotadas para essa finalidade, por apresentar resistência a essa doença é uma das alternativas para minimizar as perdas com fusariose, as quais podem chegar de 30% a 40% nos frutos e 20% nas mudas. Além disso, os frutos desses genótipos possuem boa aceitabilidade pelos consumidores.

Resultado do programa de melhoramento da Embrapa, visando a criação de cultivares resistentes a fusariose, a cv. ‘Vitória’ apresenta características agrônômicas semelhantes ou superiores em relação às cvs. ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’, usadas como referência. Uma das vantagens dessa cultivar, além da resistência a fusariose, é a ausência de espinhos nas folhas, o que facilita os tratos culturais, sendo as recomendações técnicas de cultivo as mesmas atualmente em uso pelos produtores para a cv. ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’. Possui praticamente o mesmo porte da ‘Pérola’ e plantas vigorosas (Ventura et al., 2006).

Além dos aspectos genéticos, um dos fatores que tem grande influência no desempenho agrônômico das culturas é a nutrição mineral. A absorção de nutrientes pelo abacaxizeiro é elevada e varia com os fatores edafoclimáticos, com as práticas de manejo, com a produtividade, com a cultivar utilizada, com a densidade de plantio e com a forma de comercialização, ou seja, destinado ao consumo in natura ou a indústria (Malezieux & Bartholomew, 2003; Silva, 2006).

Com o aumento dos preços dos insumos e demanda por produtos de melhor qualidade tem-se procurado usar fontes alternativas de adubação. Neste sentido, a adubação orgânica com insumos produzidos dentro da propriedade tem sido uma das mais cotadas. No Litoral Norte do estado da Paraíba, além das atividades agrícolas da região, é também uma importante produtora de bovinos e aves. Essas atividades de produção de animais é grande geradora de insumos orgânicos (esterco), que podem ser utilizados nas propriedades que produzem abacaxi. Esse fator, além de trazer uma série de benefícios para o produtor, diminui os custos de produção através da diminuição da compra de insumos externos, como adubos químicos, os quais têm alcançado índices históricos de aumento de preço. Neste sentido, o produtor que cria frango e/ou gado pode utilizar seus esterco na produção de abacaxi, insumo que segundo Andreola et al. (2000), além de promover a melhoria das características de fertilidade dos solos, tem forte influência positiva nas propriedades físicas e biológicas dos solos cultivados sob sistema convencional.

Na literatura existem muitos trabalhos que se reportam a exigência nutricional do abacaxizeiro (Carvalho et al., 1992; Veloso et al., 2001; Soares et al., 2005; Rodrigues, 2009; Souza 2010), porém são pautados no uso de adubos químicos. No que se refere a adoção da adubação orgânica nas regiões produtoras paraibanas as pesquisas são escassas, tendo em vista os benefícios que podem ser conseguidos com a adoção dessa técnica.

2. Objetivo

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o crescimento vegetativo, as trocas gasosas e a nutrição mineral do abacaxizeiro cv. 'Vitoria', cultivado sob adubação orgânica e verde no Litoral Norte do Estado da Paraíba.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a influência das diferentes fontes e doses de esterco sobre o crescimento vegetativo do abacaxizeiro, na presença e ausência da adubação verde;
- Avaliar as trocas gasosas do abacaxizeiro cv. 'Vitória' cultivado sob diferentes fontes e doses de esterco, na presença e ausência de adubação verde;
- Avaliar o índice SPAD na folha 'D' do abacaxizeiro 'Vitória' cultivado sob diferentes fontes e doses de esterco na presença e ausência da adubação verde;
- Avaliar a influencia das diferentes fontes e doses de esterco e da presença e ausência da adubação verde, sobre os teores foliares de N, P e K do abacaxizeiro 'Vitória';
- Avaliar a influência das diferentes fontes e doses de esterco e da presença e ausência da adubação verde, sobre os teores de N, P e K no solo';

3. Referencial teórico

3.1. Aspectos socioeconômicos e nutricionais do abacaxizeiro

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* var, *comosus*) é uma planta de clima tropical e subtropical, monocotiledônea, herbácea e perene pertencente a família bromeliaceae (Souza et al., 2009). Segundo o Anuário Brasileiro de Frutas (2012), o Brasil é importante na produção de frutas tropicais, e dentre as frutas produzidas no país, o abacaxi é uma espécie de relevante importância social e econômica, no entanto, o maior volume na comercialização dessa fruta restringe-se ao comércio interno, no que refere-se à exportação, esta concentra-se basicamente para a Itália, Alemanha e países Baixos.

A Paraíba encontra-se entre os principais estados produtores de abacaxi, sendo esta a cultura de maior importância no setor frutícola do estado, gerando centenas de empregos diretos e indiretos durante todo o ano. Esse fato acontece porque o cultivo do abacaxizeiro não pode ser totalmente mecanizado, necessitando de mão-de-obra humana para realização de diversas atividades, desde o plantio da muda a colheita do fruto (IBRAF, 2012).

No estado da Paraíba predomina a agricultura familiar, na qual o abacaxizeiro adapta-se adequadamente, pois esse tipo de agricultura baseia-se no uso da mão-de-obra familiar e, em alguns casos de vizinhos e diaristas, ressaltando ainda que o sistema de produção da cultura tem preconizado a adoção de várias técnicas, que são orgânicas, naturais e que não agredem o meio ambiente (EMATER, 2010). Brito Neto et al. (2008), ressaltam ainda que além do pequeno produtor familiar, que predominantemente usa o trabalho da própria família, a abacaxicultura paraibana envolve produtores de médio e grande porte, que contratam pessoas para trabalhar em seu plantio.

Vários fatores, como a exemplo do aumento dos custos de produção, e sobretudo, a exigência do mercado consumidor em relação à qualidade dos frutos, tem impulsionado as pesquisas para melhoria das técnicas de cultivo para a cultura. Neste sentido um dos aspectos mais importantes no abacaxi pauta em sua nutrição, haja vista, ser uma planta exigente em termos nutricionais e, o desbalanço desse fator pode ter

sérios reflexos no crescimento, desenvolvimento, produção e principalmente na qualidade do fruto.

Segundo Souza et al. (2009), a maioria dos solos cultivados não conseguem suprir integralmente a demanda nutricional do abacaxizeiro, com exceção de alguns solos virgens recém desmatados ou em pousio prolongado. Esse elevado nível de exigência justifica a quase obrigatoriedade da prática de adubação, em plantio com fins comerciais. Esses mesmos autores descrevem a ordem decrescente de acumulação de macronutriente pela cultura do abacaxi que é de $K > N > Ca > Mg > S > P$. Com relação aos micronutrientes, a ordem decrescente de acumulação é de $Mn > Fe > Zn > B > Cu$.

A maioria dos trabalhos realizados estão voltados para a cultivar ‘Perola’, sendo a mais cultivada nas regiões produtoras do país, com exceção dos estados de São Paulo e Minas Gerais nos quais predominam o cultivo do Smooth Cayenne. Neste sentido vale salientar que a demanda nutricional depende de vários fatores relacionados as condições edafoclimáticas, densidade de plantio, manejo de cultivo, do mercado consumidor, da produtividade esperada e da cultivar utilizada (Marlizeux e Bertholomew, 2003).

Souza (2010), estudando diferentes relações K/N, observou que as menores relações (1,3/1 e 1,1/1) possibilitaram um maior crescimento da folha ‘D’, e não influenciou o crescimento da infrutescência. No entanto, aspectos de qualidade do fruto como a firmeza da polpa e sólidos solúveis, foram melhoradas em maiores relações aplicadas (3/1).

Estudando o estado nutricional e as características de crescimento do abacaxizeiro ‘Jupi’ em função da adubação NPK, Coelho et al. (2007) observaram que a massa foliar total aos dez meses após o plantio, comportou-se de forma quadrática em função do aumento na dose da formulação aplicada, obtendo o maior valor estimado na dose de 74,5 g/planta. Com relação aos teores foliares de N, o aumento na aplicação da dose através da formulação 20-05-20, aumentou linearmente a concentração de N nos tecidos foliares. Esses autores concordam que uma adubação com 80 g/planta da formulação 20-05-20 proporciona uma nutrição adequada do abacaxizeiro para N, P e K.

No Brasil e nas principais regiões produtoras do mundo, observa-se que as recomendações têm variado de 6 a 10 g/planta de N, 1 a 4 g/planta de P_2O_5 e 4-15 g/planta de K_2O (Rodrigues, 2005). Para suprir essa demanda Silva (2006), elaborou um sistema de recomendação de fertilizante e corretivo para a cultura do abacaxi, a qual leva em consideração as fontes de adubos químicos, a prática da adubação orgânica com esterco e a incorporação dos restos vegetais da cultura, pois esses representam uma importante fonte orgânica que podem fornecer nutrientes para cultivos subsequentes.

3.2. Adubação orgânica do abacaxizeiro

3.2.1. Adubação com esterco

A Fruticultura orgânica ainda se encontra incipiente, o que resulta na oferta irregular de produtos nas prateleiras dos supermercados e nas feiras orgânicas. No entanto, o crescimento do mercado brasileiro para o consumo de produtos orgânicos tem sido significativo (22,5%). Na agricultura orgânica, as frutas ocupam a maior área plantada, correspondendo a 11% do total (30 mil hectares) e 3,9% de produtores (Borges et al., 2003). Com a crescente demanda interna e externa por frutas produzidas em sistemas orgânicos, busca-se não apenas produtos saudáveis e elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a vida do consumidor, do agricultor e do meio ambiente, mas também a preservação da biodiversidade dos ecossistemas, a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo e da qualidade da água e do ar.

O mercado mundial de abacaxi orgânico ainda é pequeno e de baixa oferta, é restrito a países com pequena produção como Honduras, Costa Rica, Nicarágua, Gana, Uganda. No Brasil não é diferente, pois é restrito a poucas áreas, apenas uma pequena parcela contribui na exportação de orgânicos o que significa em torno de 0,01 % da exportação Brasileira (IBGE, 2013). A dificuldade em se adotar o manejo orgânico na região produtora de abacaxi na Paraíba, é em decorrência do uso da terra por longo tempo para a cultura da cana-de-açúcar e o problema do controle da fusariose em cultivares como o “Pérola”. O abacaxi orgânico agrega valor à agricultura familiar, entretanto cultivares mais resistentes a fusariose precisam ser introduzidas (Lima, 2011).

Esterco bovino e de aves têm sido os principais materiais orgânicos utilizados na adubação orgânica do abacaxizeiro, sendo a maioria das recomendações de caráter empírico (Oliveira et al., 2002). Além disso, existem poucas informações sobre os efeitos da adubação orgânica nos aspectos vegetativos e nutricionais do abacaxizeiro, tanto para cultivares tradicionais quanto para as recentemente lançadas.

Estudando o teor de clorofila e o índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação orgânica e mineral, Leonardo et al.(2013) constataram que o aumento na quantidade de cama de frango e da ureia na adubação aumentaram o índice SPAD, o teor de clorofila e o de N na folha. Houve uma correlação positiva com o teor de N na folha e o rendimento da cultura. Sendo o N um dos elementos usados na síntese de clorofila, esta relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50% a 70% do N total das folhas fazem parte de enzimas que estão associados ao cloroplasto (Reinbothe et al., 2010). Tendo em vista, que o efeito da cama de frango na dose de 200,6 g/planta foi igual a adubação com ureia na dose de 16,3 g/planta, para as características citadas acima, pode-se dizer que a nutrição com adubação orgânica do abacaxizeiro pode ser adequada com relação as variáveis analisadas (Leonardo et al.,2013).

Costa (2013), estudando o desenvolvimento de infrutescência em abacaxizeiro cv. ‘perola’ sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos, verificou que os frutos que foram tratados com adubação orgânica apresentaram maior diâmetro dos frutos concomitante com o comprimento á medida que se incrementou as doses de N. Destacando-se dessa forma, que frutos tratados com 100% de N recomendada, apresentam maior comprimento e diâmetro de frutos, proporcionando, consequentemente maior rendimento de polpa e, portanto, maior agregação de valor ao produto.

Avaliando a qualidade de infrutescência de abacaxi perola e MD2, em função do manejo convencional e orgânico, Lima (2011) observou que características como sólidos solúveis, Polifenóis extraíveis totais e açúcares redutores foram maiores no manejo orgânico. Já características como massa fresca da infrutescência, comprimento, diâmetro, firmeza, rendimento de polpa, foram superiores em abacaxi produzido no sistema convencional. Esses resultados foram atribuídos a nutrição mineral disponibilizada para a planta.

No estudo de Cardoso et al.(2013), ficou evidente a maior eficiência da adubação nitrogenada na forma de ureia, em relação ao crescimento da planta, comparado a adubação da planta com esterco bovino, no entanto são necessários mais estudos sobre a capacidade de fornecimento de nitrogênio e efeito residual de adubos orgânicos.

3.2.2. Adubação verde

Com relação a extração de nutrientes de camadas mais profundas do solo, Alvarenga (2001) estudando diferentes fontes de adubos verdes, constatou que o feijão de porco (*Canavalia ensiformis* (L) D.) é a espécie de maior potencial para a penetração de raízes no solo, conseguindo exportar para a parte aérea nutrientes das camadas mais profundas do solo, e conseqüentemente depositando-os nas camadas superiores do solo, tornando-os disponíveis as plantas com raízes menos profundas. Além dessas características a produção de fitomassa da parte aérea é de fundamental importância, no entanto Borges et al. (2003) afirmam que a quantidade de biomassa produzida depende de fatores como época de plantio, disponibilidade de água, práticas culturais, fertilidade do solo e incidências de doenças.

Em frutíferas, a planta usada como adubo verde deve ser plantada entre as linhas da cultura e quando esta se encontra em pleno florescimento é preferencialmente ceifada e deixada na superfície do solo. Borges et al. (2003) reportam ao plantio de várias espécies de plantas juntas em pré-plantio, denominando esta técnica como coquetel, e afirmando ainda que o objetivo dessa prática é produzir em quantidade e qualidade a biomassa usada como adubo verde. Notadamente o uso dessa técnica tem sido comum em áreas de fruticultura orgânica no Nordeste do Brasil, principalmente na cultura da acerola, banana, coco, maracujá, melão e uva com reflexos positivos na propriedade.

3.2.3. A cultivar Vitória

Nas diversas regiões produtoras de abacaxi no mundo, ocorre o ataque de diversos patógenos à cultura. Entre todas as doenças que afetam o abacaxizeiro no Brasil, a fusariose apresenta-se como a mais importante, sendo causada pelo fungo

Fusarium subglutinans f. sp. Ananás. No Brasil as cultivares mais plantadas é a “Perola”, “Jupi”, “Smooth Cayenne”, apresentando-se como suscetíveis a fusariose. Essa doença pode causar danos irreparáveis a essa cultura, uma vez que ela ataca todas as partes da planta, e o controle químico apresenta efeito preventivo e caro, podendo inviabilizar o cultivo em algumas regiões (Cardoso et al., 2013).

Neste sentido, o uso de um material genético resistente a doença é uma estratégia, que além de diminuir custos traz um ganho ambiental, pela diminuição do uso de defensivos químicos. O Instituto de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), desde 1976, vem introduzindo e avaliando genótipos de abacaxizeiros, no intuito de selecionar plantas resistentes as principais doenças, e apresentem características produtivas e qualitativas comercialmente aceitável.

Em 1984 a Embrapa Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas-BA, introduziu o programa de melhoramento do abacaxizeiro, com o objetivo de obter fontes de resistência e desenvolver híbridos resistentes a fusariose. Neste programa de melhoramento, utilizou-se como parental feminino a cv. Primavera, e como parental masculino a cv. Smooth Cayenne. Foram gerados centenas de híbridos, que após avaliações, geraram genótipos promissores. Destes, três foram introduzidos pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, nas fazendas experimentais do Incaper, onde se realizou uma seleção recorrente clonal no híbrido Primavera X Smooth Cayenne-08, originando o genótipo de acesso EC-099, que deu origem a cultivar Vitória (Ventura et al., 2006).

A cv. “Vitória”, lançada na fazenda experimental do Incaper, em Sooretama-ES no mês de novembro de 2006, é resistente a fusariose e apresenta características agronômicas semelhante e/ou superior as cvs, “Perola” e “Smooth Cayenne” (suscetíveis). Os frutos dessa cultivar são de polpa branca, tem elevado teor de açúcar, excelente sabor, podendo ser consumido in natura ou destinado a agroindústria (Ventura et al., 2009).

Caetano et al. (2015), estudando o comportamento do abacaxizeiro resistente a fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis, constataram que a cultivar

Imperial apresenta características qualitativas do fruto importantes, mas a cv. “Vitória” reuniu características desejáveis como: massa do fruto semelhante ao da cv. “Perola”, reduzido diâmetro do eixo central do fruto, baixo aderência de mudas tipo “filhote” ao fruto, baixo tombamento de frutos, boa produção de mudas aproveitáveis, apresentando-se como boa opção para as regiões produtoras da fruta.

Tabela 1: Comparação das características agrônômicas das cvs. “Vitória”, “Perola” e “Smooth Cayenne”.

Características	Cultivares		
	Vitória	Pérola	Smooth Cayenne
Tipo de folha	Sem espinho	Espinhosa	Parcialmente
Cor da folha	Verde claro	Verde escuro	Verde escuro
Comprimento da folha ‘D’ (cm)	92,8	93,4	86,4
Largura da folha ‘D’ (cm)	10,48	9,58	10,26
Muda filhote por planta (n°)	4,2	7,4	3,7
Peso do fruto com coroa (g)	1557	1473	1773
Peso do fruto sem coroa (g)	1427	1309	1543
Peso da coroa (g)	131	164	230
Diâmetro médio do fruto (cm)	12	11	13
Diâmetro do eixo central (cm)	1,2	2,3	2,7
Forma do fruto	Cilíndrica	Cônica	Cilíndrica
Cor da casca do fruto maduro	Amarela	Verde	Alaranjada
Cor da polpa do fruto	Branca	Branca	Amarela
SST (°Brix)	15,8	13,2	14
ATT (%)	0,8	0,5	0,7

Fonte: Ventura et al. (2006).

4. Material e Métodos

O trabalho foi realizado na propriedade Nova Quandú, localizada à 12 km da sede do município de Itapororoca, microrregião de Guarabira, estado da Paraíba, o qual foi definida pelas coordenadas geográficas 06°49'48" S, 35°14'49" O e 81 m de altitude. De acordo com a classificação de Köppen a região está sob influência do clima As' (quente e úmido), com chuvas de outono-inverno e período de estiagem de cinco a seis meses, com média de precipitação em torno de 1500 mm por ano.

Figura 1: Mapa do Estado da Paraíba com detalhe da localização da Fazenda Guandú no município de Itapororoca-PB, onde foi realizado o experimento.



Fonte: Google earth (2016).

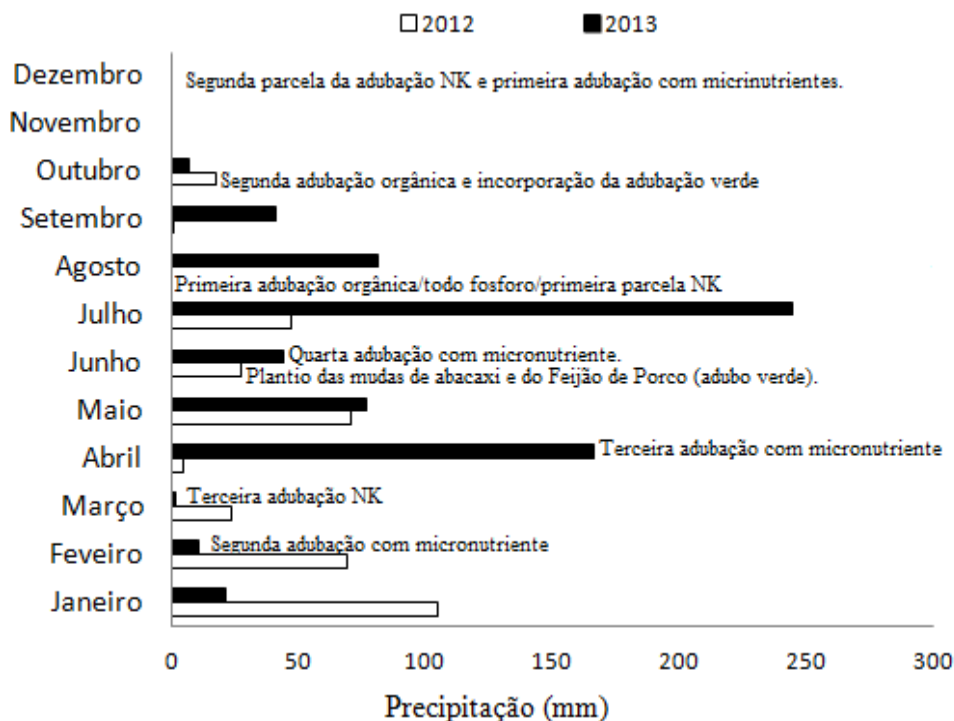


Figura 2: Precipitação pluviométrica na área experimental, e atividades de plantio, adubação mineral, adubação orgânica e adubação verde, realizadas durante a condução do experimento.

4.1. Delineamento experimental e tratamentos

Para avaliar o crescimento e as trocas gasosas, o experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em três repetições, com os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas. Os fatores em estudo constaram de três tipos de materiais orgânicos (esterco bovino, cama de frango e esterco misto), quatro doses destes materiais [(100 % da dose de N recomendada pela análise de solo (DRN); 75 % DRN, 50 % DRN e sem adubação, 0% da DRN)], os quais constituíram a parcela, a subparcela foi formada pela presença e ausência de adubação verde. A parcela foi constituída por 60 plantas, e a subparcela por 30 plantas. Paralelamente ao experimento foi instalado uma parcela com adubação mineral (NPK) na dose recomendada.

No estudo nutricional do abacaxizeiro Vitoria utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, em três repetições, com os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas. Os fatores em estudo constaram de três tipos de materiais orgânicos (esterco bovino, cama de frango e esterco misto), quatro doses destes materiais [(100 % da dose de N

recomendada pela análise de solo (DRN); 75 % DRN, 50 % DRN e sem adubação, 0% da DRN)], os quais constituíram a parcela, a subparcela foi formada pela presença e ausência de adubação verde. A parcela foi constituída por 60 plantas, e a subparcela por 30 plantas. A subsubparcela foi constituída de quatro épocas de avaliação (240, 300, 360 e 420 dap)

4.2. Instalação e condução do experimento

O experimento foi conduzido em área utilizada nos últimos dez anos como pastagem para gado de corte. Utilizou-se mudas do tipo filhote da cultivar ‘Vitória’, pesando 200 g e medindo 20 cm de comprimento em média (Figura 3A), plantadas no sistema de fileiras duplas sob leirões, no espaçamento de 0,90 m × 0,40 m × 0,30 m. O plantio foi realizado em junho de 2012, após operações de preparo do solo, que constaram de limpeza da área, gradagem cruzada e incorporação dos restos culturais do abacaxizeiro do ciclo anterior e construção das leiras (Figura 3B).



Figura 3: Seleção das mudas pelo tamanho e peso no campo de produção (Figura 3A), e plantio no sistema de fileira dupla em camalhão (Figura 3B). Itaporoca-PB, 2014.

As doses de cada material orgânico foram definidas com base nos resultados da análise de solo (Tabela 2) e dos materiais orgânicos (Tabela 4) usados nas recomendações de N para a cultura, conforme Silva et al. (2009) e na taxa de liberação de N dos materiais orgânicos para o primeiro ano de 50 %, conforme proposições de Silva (2008).

Tabela 2: Análise química do solo da área experimental

Características do solo	Profundidade 0-20 cm	Classificação*
Cálcio (cmol _c /dm ³)	1,79	Baixo
Sódio (cmol _c /dm ³)	0,00	-
Magnésio (cmol/dm ³)	0,43	Baixo
Potássio (mg/dm ³)	200	Alto
Fósforo (mg/dm ³)	6,7	Baixo
pH em H ₂ O (1:2,5)	4,2	Baixo
Soma de Bases (cmol/dm ³)	2,82	Médio
Hidrogênio + Alumínio (cmol/dm ³)	8,5	Alto
Alumínio (cmol/dm ³)	0,49	Médio
CTC (cmol/dm ³)	3,31	Baixa
V (%)	24,9	Distrófico
Matéria Orgânica (dag/kg ⁻¹)	2,99	Média
Zinco (mg/dm ⁻³)	1,77	Alto
Ferro (mg/dm ⁻³)	25,5	Alto
Manganês (mg/dm ⁻³)	15,2	Alto
Cobre (mg/dm ⁻³)	0,01	Muito baixo
Boro (mg/dm ⁻³)	0,51	Médio
Enxofre (mg/dm ⁻³)	9,2	Alto

*classificação do manual de recomendação de adubação e calagem do Estado de Pernambuco.

Tabela 3: Caracterização física do solo da área experimental.

Característica	Valor
Areia grossa (g/kg)	532
Areia fina (g/kg)	258
Silte (g/kg)	77
Argila (g/kg)	133
Classe textural	Franco Arenoso
Densidade do solo (g/dm ³)	1,35
Densidade de partículas (g/dm ³)	2,60
Porosidade total (%)	51,3

As doses dos materiais orgânicos foram aplicadas em duas doses no cume do leirão, sendo 70% aos 45 dias após o plantio (dap) das mudas e 30% aos 120 dap.

No tratamento com adubação sintética (NPK) foram aplicados conforme análise do solo, utilizando-se como fontes uréia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. As doses de P foram aplicadas aos 30 dap, em sulcos feitos ao lado das plantas, enquanto que as doses de N e K foram aplicadas na axila das folhas basais e parceladas aos 60, 180 e 270 dias após o plantio.

Tabela 4: Análise química dos materiais orgânicos usados na aplicação dos tratamentos na área experimental. Itapororoca-PB, 2014.

Características	Esterco Bovino (EB)	Esterco de Ave (EA)
Matéria Orgânica (dag/kg)	63	60,8
Cinzas (dag.kg ⁻¹)	37	39,2
Carbono total (dag/kg)	21,1	19,9
Densidade (kg/dm ³)	0,23	0,43
pH	9,29	8,81
Cálcio (dag/kg)	2,33	7,42
Nitrogênio (dag/kg)	2,03	3,46
Magnésio (dag/kg)	1,03	1,72
Potássio (dag/kg)	3,15	2,52
Alumínio (mg/kg)	*	*
Cobre (mg/kg)	197,1	634
Zinco (mg/kg)	319	699,3
Manganês (mg/kg)	284,1	663,6
Ferro (mg/kg)	1572,9	2190,3
Relação C/N	10,4	5,75

*não detectado na análise.

Tabela 5: Quantidades de esterco bovino (EB) (g/planta), esterco de ave (EA) (g/planta) e esterco misto (EM) (g/planta), aplicado por planta de abacaxizeiro cv. Vitória, de acordo com a dose de N aplicada. Itapororoca 2014.

Material	-----g /planta-----		
orgânico	-----5-----	-----7,5-----	-----10-----
EB	492,6	738,9	935,2
EA	289	433,5	578
EM	364,9	547,4	729,9

Os micronutrientes foram aplicados via foliar no abacaxizeiro ‘Vitória’ a partir do quanto mês após plantio das mudas, com os produtos: sulfato de cobre, sulfato de zinco, sulfato de ferro, ácido bórico e sulfato de manganês. A quantidade descrita na Tabela 6 foi parcelada em quatro aplicações (180, 240, 300 e 360 dias após o plantio das mudas), com exceção para o sulfato de cobre, o qual foi aplicado em dose única antes da floração. O sulfato de cobre foi neutralizado com uma dose de cal extinta,

adicionado em igual dose ao sulfato de cobre, eliminando a ação tóxica ao abacaxizeiro (Oliveira et al., 2002; Souza, 2010).

Tabela 6: Fonte e doses de micronutrientes aplicados na área experimental de abacaxizeiro cv. Vitória, em Itapororoca-PB.

Micronutriente	Fonte	Dose kg ha ⁻¹ *
Cobre	Sulfato de Cobre	3
Zinco	Sulfato de Zinco	8
Ferro	Sulfato de Ferro	16
Manganês	Sulfato de Manganês	8
Boro	Ácido Bórico	7,5

* doses recomendadas por Oliveira et al.(2002) e Souza (2010)

Na adubação verde foi utilizado o feijão-de-porco (*Canavalias ensiformis* (L) D.), sendo plantado junto com as mudas de abacaxi, no espaçamento de 0,7x0,25m. Aos 150 dias após o plantio as plantas foram cortadas e incorporadas entre as fileiras de abacaxi. As características do feijão-de-porco estão descritas na Tabela 7.

Tabela 7: Massa seca e teores de nitrogênio, fósforo e potássio da parte aérea do feijão de porco (*Canavalias ensiformis* (L) D.), plantado na área experimental. Itapororoca – PB, 2014.

Característica	Valor	Unidade
Massa seca	6146,25	(kg/ha)
Nitrogênio	29,9	(g/kg)
Fósforo	4,1	(g/kg)
Potássio	9,2	(g/kg)



Figura 4: Detalhe da aplicação do adubo orgânico, evidenciando as plantas do Feijão de Porco usadas na adubação verde (Figura 4A), Itapororoca-PB, 2014.

Durante o período experimental foram realizados os tratos culturais recomendados por Oliveira et al. (2002). O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de capinas manuais. As plantas foram conduzidas sob condições de sequeiro, com irrigação suplementar, por meio de aspersão, aplicando-se uma lâmina de 15mm a cada 15 dias.

4.3. Variáveis avaliadas

4.3.1. Crescimento vegetativo

Para avaliar o crescimento vegetativo das plantas foi coletada aos 240, 300, 360 e 420 dias após o plantio (dap), em cada unidade experimental, cinco folhas ‘D’ para determinação dos valores de matéria fresca, matéria seca, comprimento, largura das folhas.

Taxa de crescimento da cultura

A taxa de crescimento absoluto (TCA) da cultura do abacaxizeiro cv. ‘Vitória’ foi estimada pela relação apresentada em Benincasa (2003) e Floss (2004):

$$TCA = \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Equação 1}$$

Em que, M_1 medida da fitomassa da folha ‘D’ na época um (t_1) e M_2 a medida realizada em intervalos de tempo (t_2) em dias entre duas avaliações até a época da indução floral.

A taxa de crescimento relativo (TCR) do abacaxizeiro cv. ‘Vitória’ foi estimada pela relação apresentada em Benincasa (2003) e Floss (2004):

$$TCR = \frac{\ln M_2 - \ln M_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Equação 2}$$

Em que, TCR (taxa de crescimento relativo); \ln (logaritmo neperiano) da fitomassa da folha ‘D’ na época um (t_1) da medida realizada em intervalos entre leituras consecutivas (t_2) até a época da indução floral.

4.3.2. Trocas gasosas.

A condutância estomática (g_s) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e concentração interna de carbono (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) foram medidas na fase de produção da cultura, com um analisador de gás infravermelho IRGA (ACD, modelo LCPro, Hoddessdon, UK), com fluxo de ar de 300 mL.min^{-1} e fonte de luz acoplada de $995 \mu\text{mol. m}^{-2}. \text{s}^{-1}$. Essas medidas foram realizadas na folha “D” de cinco plantas por parcela, das 6 às 8 horas, no oitavo mês após o plantio (fase vegetativa da cultura).

4.3.3. Eficiência no uso da água e carbono

A eficiência no uso da água (EUA) foi determinada relacionando à fotossíntese líquida com a transpiração (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}) / (\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$], e a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}) / (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})$] foi calculada relacionando a fotossíntese líquida com a concentração interna de carbono.

4.3.4. Nutrição Mineral

O estado nutricional das plantas foi realizado a partir da coleta e análise de cinco folhas 'D' e solo, em cada unidade experimental, aos 240, 300, 360 e 420 dap. Após coletadas as folhas foram pesadas, lavadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até peso constante. Em seguida as amostras foram passadas em moinho tipo Wiley e retiradas sub-amostras para determinação dos teores de N, P e K (Tedesco et al., 1995).

4.4. Análise estatística

Os dados das variáveis foram submetidos a análise de variância, sendo significativo, o fator quantitativo foi submetido à análise de regressão, adotando-se como critérios para escolha dos modelos, além do significado biológico, a significância dos estimadores dos parâmetros de regressão até 5% e os valores de R^2 (Steel et al., 1997). O fator qualitativo foi avaliado pelo teste de Tukey até 5%. Em todas as análises foi utilizado o Sistema de Análises Estatísticas versão 9.0 (SAEG, 2007).

5. Resultados e Discussão

5.1. Crescimento vegetativo

É apresentado na Tabela 8, o resumo da análise de variância do efeito das doses de N aplicadas através de diferentes fontes de adubos orgânicos, na presença e ausência da adubação verde com feijão-de-porco (*Canavalias ensiformis* (L) D.), sobre a massa fresca e seca da folha 'D' (g/folha), comprimento da folha 'D' (cm/folha), largura mediana da folha 'D'. Constata-se que houve efeito isolado das doses de N, fontes de adubos orgânicos e da adubação verde sobre a massa fresca da folha 'D' do abacaxizeiro 'Vitória'.

Na presença da adubação verde (Figura 5A), o crescimento da massa fresca da folha 'D' ajustou-se ao modelo quadrático, quando a adubação foi realizada com esterco bovino (EB) e esterco misto (EM). Para essas duas fontes a adubação com a dose de 10 g de N/planta proporcionou os maiores valores para a variável, que foram da ordem de 17,8 g e 18,1 g, respectivamente para o esterco bovino e o esterco misto. As doses de N aplicadas com esterco de ave não alteraram a massa fresca da folha 'D', proporcionando uma média de 15,2 g, na presença da adubação verde. Já para a adubação mineral recomendada para a cultura, as plantas de abacaxizeiro produziram folhas 'D' com peso médio de 18,3 g.

Na ausência da adubação verde (Figura 5B), as doses de N quando aplicadas via esterco de ave e bovino, promoveram um comportamento quadrático na massa fresca da folha 'D'. Na dose estimada de 5,03 g de N/planta aplicada com esterco bovino, o valor máximo da variável foi de 22,8 g/folha. Quando a adubação ocorreu com esterco de ave, o valor mínimo da variável (16,2 g/folha) foi obtido na dose estimada de 6,1 g/planta de N. Para o esterco misto, a variação na dose de N aplicada de 0 a 10 g/planta, não alterou a massa fresca da folha 'D', que apresentou uma média de 19,3 g/folha. A média para essa variável foi de 20,7 g/folha quando as plantas foram adubadas com a adubação mineral,

Tabela 8:Resumo da análise de variância para a massa fresca (MF), massa seca (MS), comprimento (COM) e largura da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’, cultivado com fontes e doses de adubação orgânica no município de Itapororoca – PB.

Fonte de variação	G.L.	MF	MS	COM	LAR
		QM			
Bloco	2	15,9 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,8 ^{ns}	0,10 ^{ns}
Fonte (FON)	2	44,9*	0,47*	18,5*	0,02 ^{ns}
Dose (DOS)	3	16,3*	0,07 ^{ns}	10,8*	0,13 ^{ns}
FON x DOS	6	15,6 ^{ns}	0,17 ^{ns}	2,6 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Erro (1)	22	14,1	0,17	17,3	0,11
Adubo Verde (ADV)	1	221,4**	1,7**	429**	1,5**
ADV x FON	2	13,11 ^{ns}	0,06 ^{ns}	14,02*	0,08*
ADV x DOS	3	5,89 ^{ns}	0,041 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,11*
ADV x FON x DOS	6	5,24 ^{ns}	0,15 ^{ns}	9,51 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Erro (2)	24	6,98	0,20	7,9	0,03
cv. 1 (%)		21,2	12,53	8,5	9,04
cv. 2 (%)		14,9	13,41	5,8	4,94
		(g.folha ⁻¹)	(g.folha ⁻¹)	(cm.folha ⁻¹)	(cm.folha ⁻¹)
Média		17,6	3,4	48,2	3,69

*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} não significativo. QM: quadrado médio

Cardoso et al. (2013), estudando o crescimento do abacaxizeiro Vitoria irrigado e cultivado sob diferentes densidades populacionais, adubado com fontes e doses de N, constataram que independentemente da densidade de plantas, quando adubado com esterco bovino e ureia como fontes de N na dose de 20g/planta, a massa fresca da folha 'D' foi de 60 e 70 g/folha na época da indução floral. Esses resultados ficaram acima dos dados encontrados nesta pesquisa, esse fato pode estar associado a técnica de irrigação usada no trabalho de Cardoso et al. (2013).

Estudando o efeito de doses de N no crescimento do abacaxizeiro Vitoria, aplicadas com fonte química nas condições climáticas do Tabuleiro Costeiro da Paraíba, Silva et al. (2012) averiguaram que a adubação com 600 kg/ha produziu folhas 'D' com 47,1 g aos 420 dias após o plantio, resultado acima do encontrado neste trabalho, em plantas de abacaxizeiro com mesma idade.

O baixo aproveitamento das doses de N para o crescimento da folha, refletidos nos baixos valores da massa fresca da folha 'D' encontrados neste trabalho, podem estar associados a baixa precipitação ocorrida durante a fase de crescimento da cultura (163, 1 mm de precipitação pluviométrica), fato que pode ter sido prejudicial para a absorção e utilização do N presente no solo.

A média de crescimento da folha 'D' do abacaxizeiro 'Vitoria' submetido a adubação verde foi menor comparada as encontradas em plantas que receberam adubação verde. Esse fato pode estar relacionado ao plantio do feijão de porco, o qual ocorreu na mesma época do abacaxizeiro, sendo cortado e incorporado no solo aos 150 dias após o plantio, período que estava concorrendo diretamente por água, nutrientes e luz com o abacaxizeiro.

A literatura mostra que o emprego de leguminosas na prática de adubação verde tem crescido, principalmente pela capacidade de fixar nitrogênio ao solo, melhorando a fertilidade, as condições para a microbiota, a parte física do solo. Na fruticultura tem sido prática de fundamental importância (Borges et al., 2003; Rodriguez et al., 2012). O efeito negativo do feijão de porco (*Canavalias enslifomis* (L) D.) sobre a massa fresca da folha 'D' pode estar relacionado ao plantio consorciado como o abacaxi, prática que pode ter causado concorrência por luz e nutrientes, já que o abacaxizeiro é uma frutífera que apresenta um crescimento inicial lento.

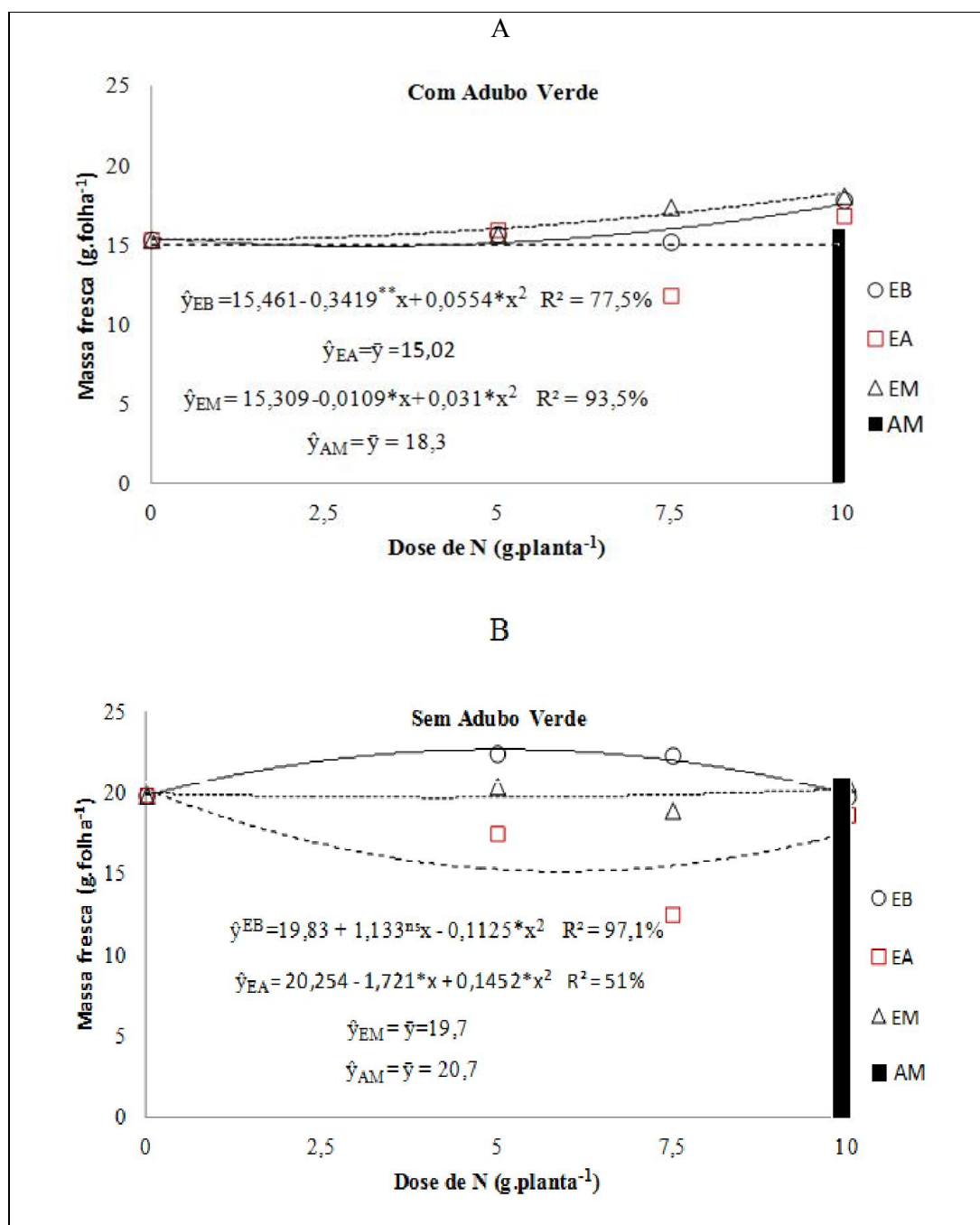


Figura 5: Massa fresca da folha 'D' de abacaxizeiro cv. Vitoria, aos 420 dias após o plantio, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns}, * e **, não significativo, significativo ($p < 0,05$), significativo ($p < 0,01$) pelo Teste F, respectivamente.

Sousa et al. (2011), estudando a adubação verde com feijão de porco no cultivo do abacaxi perola, constataram aumento no desenvolvimento da parte vegetativa, quando a cultura foi plantada no sistema de fileira dupla, adubada com fonte orgânica e mineral associada a prática da adubação verde, evidenciando que esse resultado foi possível pela manutenção da umidade do solo, devido a cobertura morta proporcionado pelo adubo verde, além da melhoria na fertilidade do solo.

A Figura 6 mostra a massa seca da folha 'D' em função de doses de N aplicadas através de diferentes fontes de adubos orgânicos, na presença e ausência da adubação verde. Nota-se que, ao utilizar o esterco de ave, na presença da adubação verde, como fonte de adubo (Figura 6A) para aplicar as doses de N, houve tendência quadrática no ajuste dos dados, tendendo ao mínimo de 2,89 g/folha de massa seca para a dose de N estimada de 5,4 g/planta. Para as fontes de adubo composta por esterco bovino e esterco misto não houve alterações na massa seca da folha 'D' quando aumentou-se a dose de N de 0 para 10 g/planta, apresentando média de 3,2 g e 3,3 g, respectivamente. Já quando as plantas foram submetidas a adubação mineral recomendada, a média da massa seca foi de 3,4 g/folha.

Na ausência da adubação verde, como é observado na Figura 6B, em nenhuma das fontes de adubação utilizadas, ao variar dose de N de 0 para 10 g/planta, não houve alterações na massa seca da folha 'D'. Constatando-se as médias de 3,5 g, 3,3 g, 3,5 g e 3,5 g para a adubação com esterco bovino, esterco de ave, esterco misto e adubação mineral recomendada, respectivamente.

Sousa et al. (2007) estudando o crescimento do abacaxizeiro 'Perola' nas condições edafoclimáticas dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba, submetidos a adubação química recomendada, averiguaram que não havendo limitações nutricionais e hídricas, principalmente na fase de crescimento vegetativo, plantas de abacaxi tem alta capacidade de acumulação de fitomassa seca, a qual chegou a 411 g/planta, sendo 75,2% deste total representados pela massa seca das folhas. Para Malézieux et al. (2002) essa alta representação percentual da fitomassa seca das folhas na fitomassa total, reflete os elevados valores de índice de área foliar característicos da família das bromeliáceas, e a alta capacidade da planta em manter a capacidade fotossintética por um período maior de tempo.

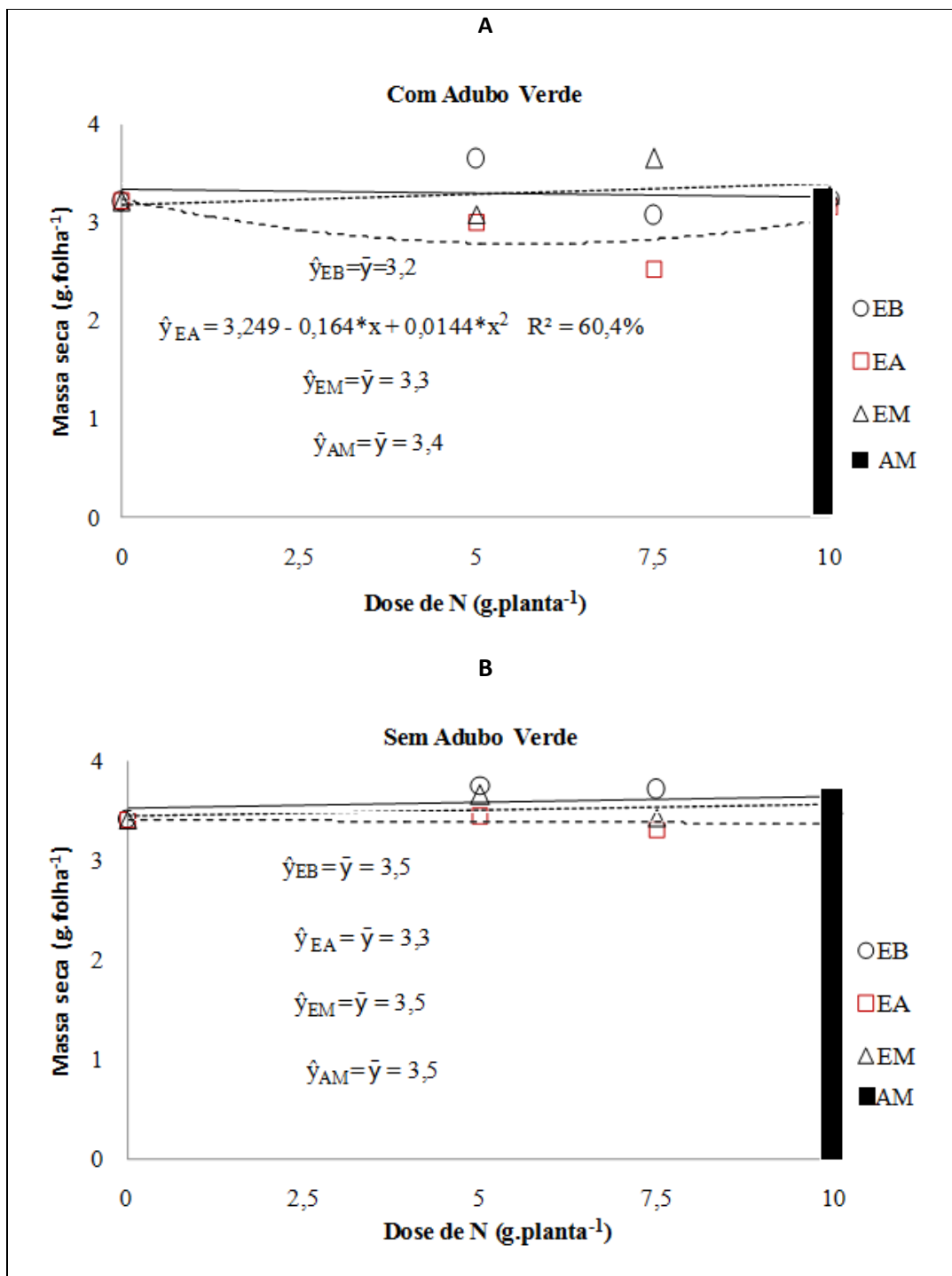


Figura 6: Massa seca da folha 'D' de abacaxizeiro cv. Vitoria, aos 420 dias após o plantio, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns}, * e **, não significativo, significativo (p<0,05), significativo (p<0,01) pelo Teste F, respectivamente.

Avaliando o desenvolvimento vegetativo de duas cultivares de abacaxi, no município de Santa Rita-PB, Rodrigues et al. (2010), constataram que o acúmulo na massa seca nas folhas A, B, C e D para o abacaxizeiro ‘Perola’ foi de 30, 62, 120 e 171 g, e para o ‘Smooth Cayenne’ foi de 22, 26, 62, 140 g. Esses autores ainda reforçam que esses acúmulos se intensificam a partir do oitavo mês após o plantio, obedecendo a sequência $D > C > B > A$, reportando a alta capacidade de produção de fotoassimilados pela folha ‘D’. Esses dados reforçam a importância do estudo da folha ‘D’ na cultura do abacaxi, uma vez que, a indução floral na cultura é baseada no crescimento desse tipo de folha.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são inferiores aos encontrados na literatura, tal fato pode estar ligado a deficiência hídrica ocorrida no período de crescimento da cultura, que podem ter influenciado na absorção e utilização de nutrientes pela planta.

Assim como para a massa fresca, observa-se efeito negativo da adubação verde sobre a massa seca da folha ‘D’. O efeito negativo da adubação verde sobre a massa seca da folha ‘D’ pode estar relacionado ao sistema de plantio utilizado, pois o feijão de porco foi plantado na mesma época que o abacaxizeiro Vitoria, como o abacaxizeiro tem um crescimento inicial lento (Malézieux et al., 2002), e o feijão de porco apresenta crescimento e desenvolvimento mais rápido (Dias et al., 2013), pode ter ocorrido a utilização dos nutrientes pelo adubo verde, prejudicando a nutrição do abacaxizeiro, refletindo-se de forma negativa na fitomassa seca da folha ‘D’.

A Figura 7 mostra o comprimento da folha ‘D’ em função das doses de N, aplicadas através do esterco bovino, esterco de ave e esterco misto. Observa-se que dependendo da fonte de adubo orgânico utilizado, a dose de N aplicada influenciou a variável analisada. Na presença da adubação verde (Figura 7A), a dose de 10 g de N/planta, proporcionou o máximo comprimento da folha ‘D’ (48,1). Quando as plantas foram adubadas com esterco misto, houve ajuste linear dos dados em função das doses de N aplicadas, que ao variarem de 0 a 10 g/planta, houve um aumento proporcional de 10,6% no comprimento da folha ‘D’. As doses de N aplicadas com esterco de ave não

influenciaram essa variável, cujo valor médio foi de 45,1 cm/folha. Para a adubação mineral recomendada, essa média foi de 50,8 cm/folha.

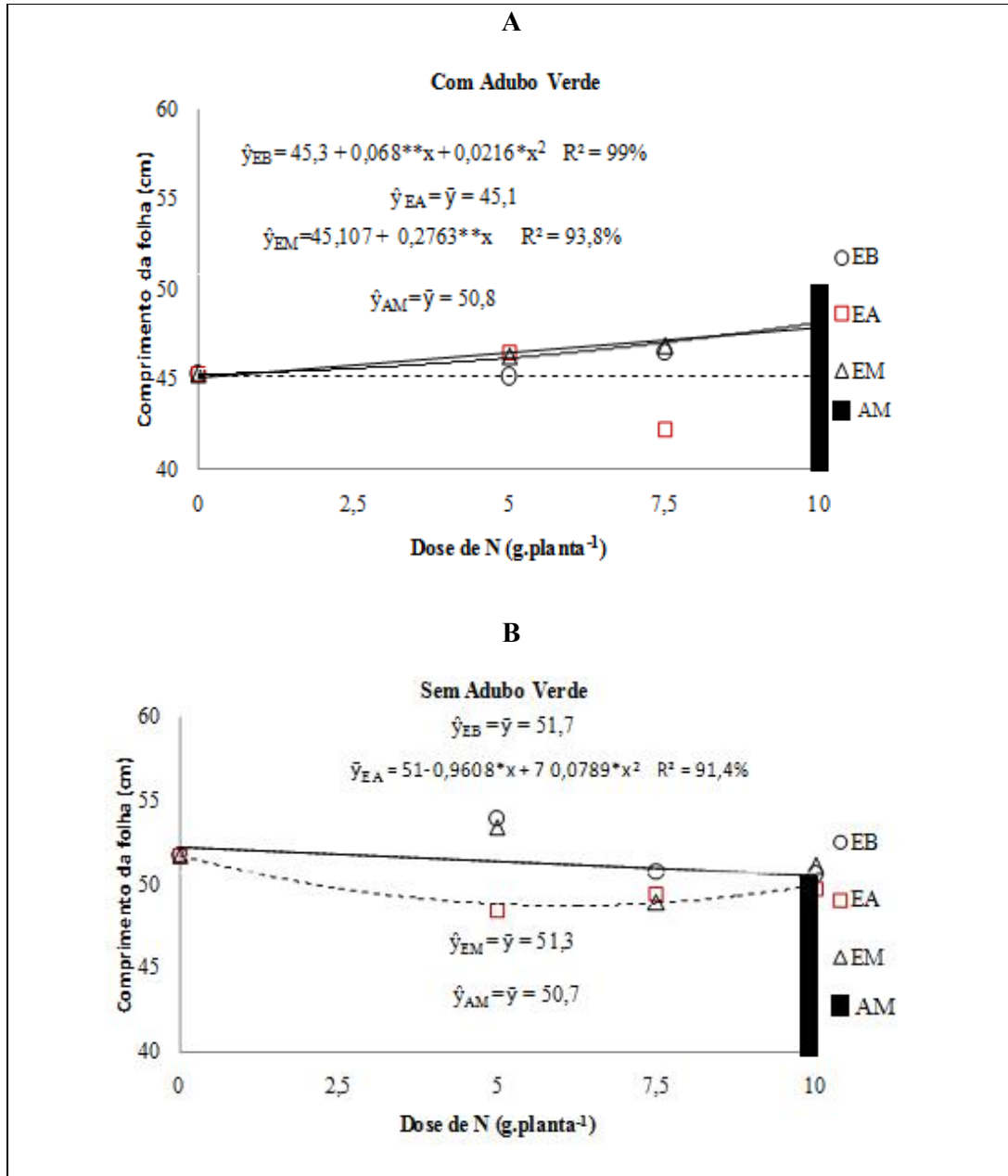


Figura 7: Comprimento da folha 'D' de abacaxizeiro cv. Vitoria, aos 420 dias após o plantio, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns}, * e **, não significativo, significativo ($p < 0,05$), significativo ($p < 0,01$) pelo Teste F, respectivamente.

Na ausência da adubação Verde (Figura 7B), apenas a adubação com esterco de ave alterou o comprimento da folha quando as doses de N variaram de 0 para 10 g/planta. Nesta condição, a variável analisada ajustou-se ao modelo quadrático, observando-se o mínimo de 48,1 cm/folha, na dose de N estimada de 4,9 g/planta. Nesta mesma condição, as doses de N aplicadas com esterco bovino e com esterco misto não influenciaram o comprimento da folha 'D' do abacaxizeiro Vitoria, registrando-se médias de 51,7 cm/folha e 51,3 cm/folha, respectivamente. Quando as plantas foram adubadas com a fonte mineral recomendada, observou-se a média de 50,7 cm/folha.

Entre as características de crescimento, o comprimento da folha 'D' tem sido referência para iniciar o tratamento de indução floral na cultura do abacaxizeiro (Oliveira, et al., 2002; Malézieux et al., 2003). Para o abacaxizeiro 'Perola', variedade mais cultivada na região Nordeste do Brasil, os trabalhos realizados mostram que o comprimento médio da folha 'D' ótimo para o tratamento de indução floral é de 80 cm (Oliveira et al., 2004). Segundo Ventura et al.(2006), a cultivar Vitoria possui crescimento semelhante ao da cultivar 'Perola' e 'Smooth Cayenne', e o comprimento médio da folha 'D', em condições ideais dos fatores que influenciam o crescimento da planta, pode chegar em média a 92,8 cm.

Várias pesquisas realizadas em regiões produtoras do Brasil têm mostrado divergências. Cardoso et al., (2013), avaliando o crescimento da cultivar Vitoria sob diferentes doses e fontes de adubação nitrogenada, submetidas a diferentes densidades de plantio, e em condições irrigadas, no município de Janaúba, Norte de Minas Gerais, constataram que o aumento nas doses de N utilizando ureia como fonte, resultou em acréscimos no comprimento da folha 'D', que variou de 61,9 cm para 76,1 cm, quando aumentou as doses de N de 0 para 20 g/planta. Já quando adubou com esterco bovino, o máximo valor observado para essa variável foi de 45,8 cm/folha na dose estimada de 7 g de N/planta.

Nas condições dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba, Silva et al.(2012) estudando a resposta do abacaxizeiro 'Vitoria' a doses de N, averiguaram aumento no comprimento da folha 'D'. Aos 300 dias após o plantio foi observado 69,7 cm/folha para a menor dose aplicada de N (100 kg/ha), e de 79,9 cm/folha para maior

dose de N (600 kg/ha). Quando avaliou esse crescimento aos 420 dias após o plantio, constatou-se valores para essa variável de 77,7 cm/folha para a dose de N de 100 kg/ha, e de 81,4 cm/folha para a dose de N de 600 kg/ha.

Para a cultivar 'Smooth Cayene', Marques et al. (2011) não observaram influência no aumento das doses de N aplicadas (250 kg/ha a 1000 kg/ha) sob o comprimento da folha 'D', produtividade e qualidade de frutos. Rogrigues et al. (2013) reportam a importância da correlação do estudo do crescimento da planta de abacaxi, com os parâmetros de produção e qualidade do fruto. Neste sentido Melo et al. (2006), estudando a irrigação do abacaxizeiro 'Perola' em São Cristóvam-SE, observaram correlação positiva entre o comprimento da folha 'D' e massa média do fruto, reportando a importância no estudo do crescimento do abacaxizeiro, como indicativo para indução floral.

Os valores do comprimento da folha 'D' encontrados neste trabalho, são menores que os encontrados na literatura para essa variável. Esse fator pode estar relacionado a diversos fatores como o tamanho da muda utilizada (20 cm), a deficiência hídrica ocorrida no período de crescimento (200 mm até os 180 DAP). Esses fatores podem ter prejudicado a utilização dos nutrientes presentes nas fontes de adubos aplicados, em detrimento do crescimento da planta.

Os menores valores obtidos para o comprimento da folha 'D' quando as plantas foram submetidas a adubação verde foram menores, fato que pode estar associado a imobilização dos nutrientes pelo feijão-de-porco, na época de crescimento da cultura do abacaxizeiro, já que ambos foram plantados na mesma época. Além de concorrer pelos nutrientes, o feijão-de-porco pode ter competido por luz e água.

A largura mediana da folha 'D' sofreu influência das doses e fontes de adubação orgânica ($p < 0,05$). Observa-se na Figura 8A, que na ausência da adubação verde com feijão-de-porco, apenas o esterco misto alterou a largura mediana da folha, notando-se ajuste linear dos dados em função da variação das doses de N, nesta situação, quando a dose de N aplicada variou de 0 a 10 g houve um incremento de 11% na variável analisada.

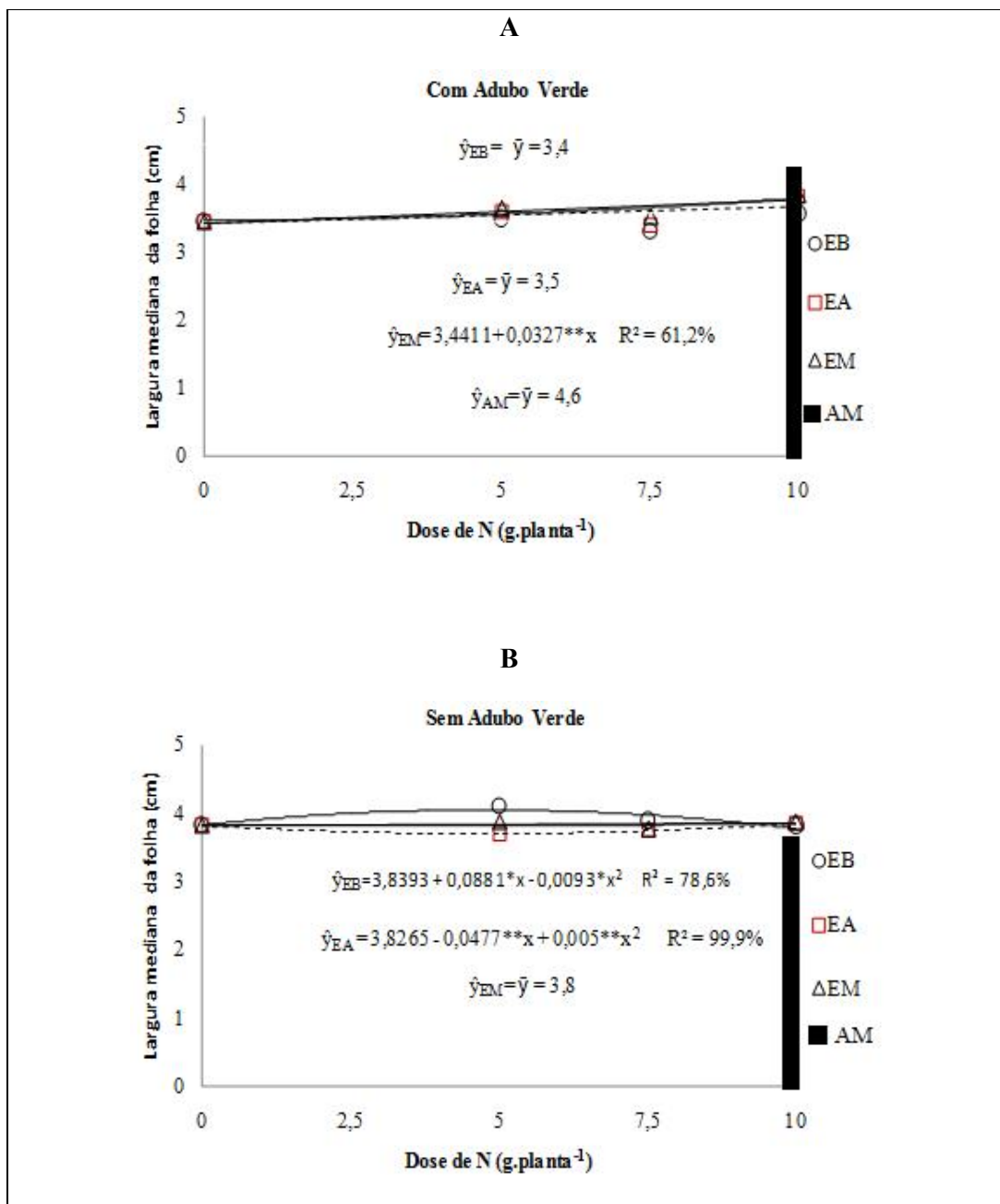


Figura 8: Largura mediana da folha 'D' de abacaxizeiro cv. Vitoria, aos 420 dias após o plantio, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde.^{ns}, * e **, não significativo, significativo (p<0,05), significativo (p<0,01) pelo Teste F, respectivamente . Itapororoca, PB, 2014.

Para o esterco bovino e o esterco misto (Figura 8A), a variação das doses de N não alterou a largura da folha 'D', constatando-se médias de 3,4 cm e 3,5 cm, respectivamente. A adubação química recomendada para a cultura produziu plantas com folhas 'D' de 4,6 cm de largura.

Na ausência da prática de adubação verde (Figura 8B), houve alteração na largura mediana da folha 'D' do abacaxizeiro Vitoria, averiguando efeito das doses de N apenas quando as plantas foram adubadas com esterco bovino e esterco de ave. Para o esterco bovino, o aumento nas doses de N, alterou de forma quadrática a largura da folha, observando o máximo valor (4,3 cm/folha) na dose estimada de 6,4 g de N/planta. De acordo com a derivação da equação que representa a variação nas doses de N aplicadas, através do esterco de ave, observa-se efeito quadrático sobre a variável, averiguando o valor mínimo calculado (3,6 cm/folha) na dose estimada de 5,2 g de N/planta. A média observada para o comprimento da folha 'D' na adubação com esterco misto foi de 3,8 cm/folha. Já para a adubação mineral a média da variável foi de 3,9 cm/folha.

Ventura et al. (2009), descrevendo as características da folha 'D' do abacaxizeiro Vitoria, cultivada sob condições ideais, afirmam que a largura da folha 'D' dessa cultivar pode atingir 10,2 cm. Os valores encontrados nesta pesquisa foram muito baixos, comparados aos citados na literatura. Vários trabalhos realizados nas regiões produtoras do Brasil, com novas cultivares e cultivares tradicionais, tem revelado crescimento menor de plantas de abacaxizeiro adubadas com fontes orgânicas (Cardoso et al., 2013; Melo et al., 2006; Sousa et al., 2007; Silva et al., 2012).

Os menores valores obtidos neste trabalho podem estar associados a deficiência hídrica ocorridas durante o período de crescimento da planta. Rodrigues et al.(2013) estudando o crescimento do abacaxizeiro 'Perola' e 'Smooth Cayenne', observaram maior crescimento a partir do oitavo mês após o plantio. Essa tendência de crescimento é observada por Sampaio et al.(2011), ao estudarem o crescimento de cinco cultivares de abacaxizeiro nas condições edafoclimáticas do estado de São Paulo. Malézieux et al. (2003), reportam que o crescimento inicial lento esta associado ao incipiente desenvolvimento do sistema radicular, e isso pode diminuir a eficiência da adubação. Neste sentido, a deficiência hídrica que ocorreu nos dez primeiros meses de

cultivo (fase de crescimento) pode ter prejudicado o aproveitamento das doses de N, aplicadas através do esterco bovino, esterco de ave, esterco misto e mineral.

Na Figura 9 é apresentada a taxa de crescimento absoluto (TCA) do abacaxizeiro cv. 'Vitoria' em função da dose de N aplicada, de acordo com o material orgânico utilizado na adubação. Observa-se na figura 9A, que na presença da adubação verde a TCA da folha 'D' do abacaxizeiro 'Vitoria' no intervalo de 240-300 dias após plantio (dap), ajustou-se ao modelo quadrático nas três fontes de adubação orgânicas utilizadas. Para o esterco bovino, esterco de ave e o esterco de misto, as doses estimadas de N de 6,1 g/planta, 9,2 g/planta e 7,6 g/planta promoveram a TCA de 0,007 g/dia, 0,0068 g/dia e 0,009 g/dia, respectivamente. A TCA da folha 'D' em plantas adubadas com a fonte química na dose recomendada, foi de 0,006 g/dia. Na ausência da adubação verde, os valores observados da TCA de 0,0097 g/dia, 0,0085 g/dia e 0,0074 g/dia, foram contatados na dose estimada de 9,8 g/planta de N, 5,2 g/panta de N e 6,9 g/planta de N, respectivamente para a adubação com esterco bovino, esterco de ave e esterco misto. Nesta condição, a TCA promovida pela adubação química recomendada foi de 0,007 g/dia.

Constata-se na Figura 9B que a TCA no intervalo de 300-360 dap, com a prática da adubação verde ajustou-se ao modelo quadrático nas três fontes de adubação orgânica usadas. Em plantas adubadas com esterco bovino e esterco de ave, observaram-se os máximos valores desta variável (0,0075 g/dia e 0,0079 g/dia) nas doses estimadas de 5,1 g/planta e 5,2 g/planta, respectivamente. Em plantas adubadas com esterco misto, o valor máximo de 0,0065 g/dia foi averiguado na dose estimada de 10 g de N/planta. Em plantas adubadas com adubação mineral recomendada, o valor estimado da TCA da folha 'D' do abacaxizeiro foi de 0,057 g/dia. Na ausência da adubação verde, foi observado ajuste quadrático para as três fontes de adubação orgânicas usadas, averiguando nas doses estimadas de 5 g/planta de N, 5,2 g/planta de N e 6,9 g/planta de N, os valores mínimos calculados de 0,0075 g/dia, 0,0055 g/dia e 0,0045 g/dia, respectivamente para a adubação com esterco bovino, esterco de ave e esterco misto. Em plantas adubadas quimicamente com a dose recomendada, foi constatado uma TCA de 0,007 g/dia de massa seca da folha 'D' do abacaxizeiro cv. 'vitoria'.

Tabela 9: Resumo da análise de variância para a taxa de crescimento absoluto (TCA) e relativo (TCR), da folha ‘D’ de abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’ nos intervalos de tempo equivalentes a 240 – 300 (TCA 1 e TCR 1), 300 – 360 (TCA 2 e TCR 2) e 360 -420 (TCA 3 e TCR 3) dias após o plantio das mudas do abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’, cultivado com fontes e doses de adubação orgânica no município de Itapororoca – PB.

Fonte de variação	G.L.	TCA 1	TCR 1	TCA 2	TCR 2	TCA 3	TCR 3
		-----QM-----					
Bloco	2	0,00006 ^{ns}	0,000007 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,000005 ^{ns}	0,00010 ^{ns}	0,00006 ^{ns}
Fonte (FON)	2	0,000005 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,0000047 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,000004 ^{ns}
Dose (DOS)	3	0,000032 ^{ns}	0,000016*	0,00002 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,00027*	0,000064*
FON x DOS	6	0,00004 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,00005 ^{ns}	0,000048 ^{ns}	0,00010 ^{ns}	0,000006 ^{ns}
Erro (1)	22	0,000025	0,000006	0,00003	0,000027	0,0001	0,000015
Adubo Verde (ADV)	1	0,000033 ^{ns}	0,000033*	0,00028*	0,000009 ^{ns}	0,0016**	0,000044*
ADV x FON	2	0,000014 ^{ns}	0,000009 ^{ns}	0,000066 ^{ns}	0,000015 ^{ns}	0,0002*	0,000031 ^{ns}
ADV x DOS	3	0,000089*	0,000042*	0,000064 ^{ns}	0,000018 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,000036*
ADV x FON x DOS	6	0,000019 ^{ns}	0,000006 ^{ns}	0,00009 ^{ns}	0,000011 ^{ns}	0,000041 ^{ns}	0,000034*
Erro (2)	24	0,000024	0,000008	0,00005	0,000046	0,00008	0,000012
c.v. 1 (%)		21,1	19,2	25,1	28,1	29,7	22,3
c.v. 2 (%)		15,2	23,3	13,2	18,3	26,6	17,4
Média		(g.dia ⁻¹)	(g.g.dia ⁻¹)	(g.dia ⁻¹)	(g.g.dia ⁻¹)	(g.dia ⁻¹)	(g.g.dia ⁻¹)
		0,007	0,004	0,007	0,004	0,034	0,006

*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} não significativo. QM: quadrado médio

No último período de avaliação da TCA, que compreendeu o intervalo de 360-420 dap (Figura 9C), observa-se um ganho diário de fitomassa mais expressivo. Utilizando a técnica da adubação verde, as doses de N aplicadas através do esterco bovino promoveram um incremento na TCA de 0,0009 g de massa seca, para cada g de N aplicado. Já quando as plantas foram adubadas com esterco de ave e esterco misto, os valores dessa variável ajustaram-se ao modelo quadrático, tendendo a valores mínimos da TCA de 0,029 g/dia e 0,03 g/dia, nas doses estimadas de 6,9 g/planta e 7,1 g/planta, para o esterco de ave e misto, respectivamente. Adubando com a fonte química na dose recomendada, o valor constatado para a TCA foi de 0,036 g/dia.

Na ausência da prática de adubação verde (Figura de 9C), observa-se efeito das doses de N aplicadas através do esterco bovino, de ave e misto. Nota-se ajuste ao efeito quadrático com tendência de valores mínimos da TCA de 0,038 g/dia, 0,037 g/dia e 0,041 g/dia, nas doses estimadas de N de 4,8 g/planta, 7,2 g/planta e 5,3 g/planta, respectivamente para as fontes de adubação orgânicas compostas por esterco bovino, esterco de ave e esterco misto. Quando as plantas de abacaxizeiro foram adubadas com a adubação química recomendada, a TCA foi de 0,039 g/dia.

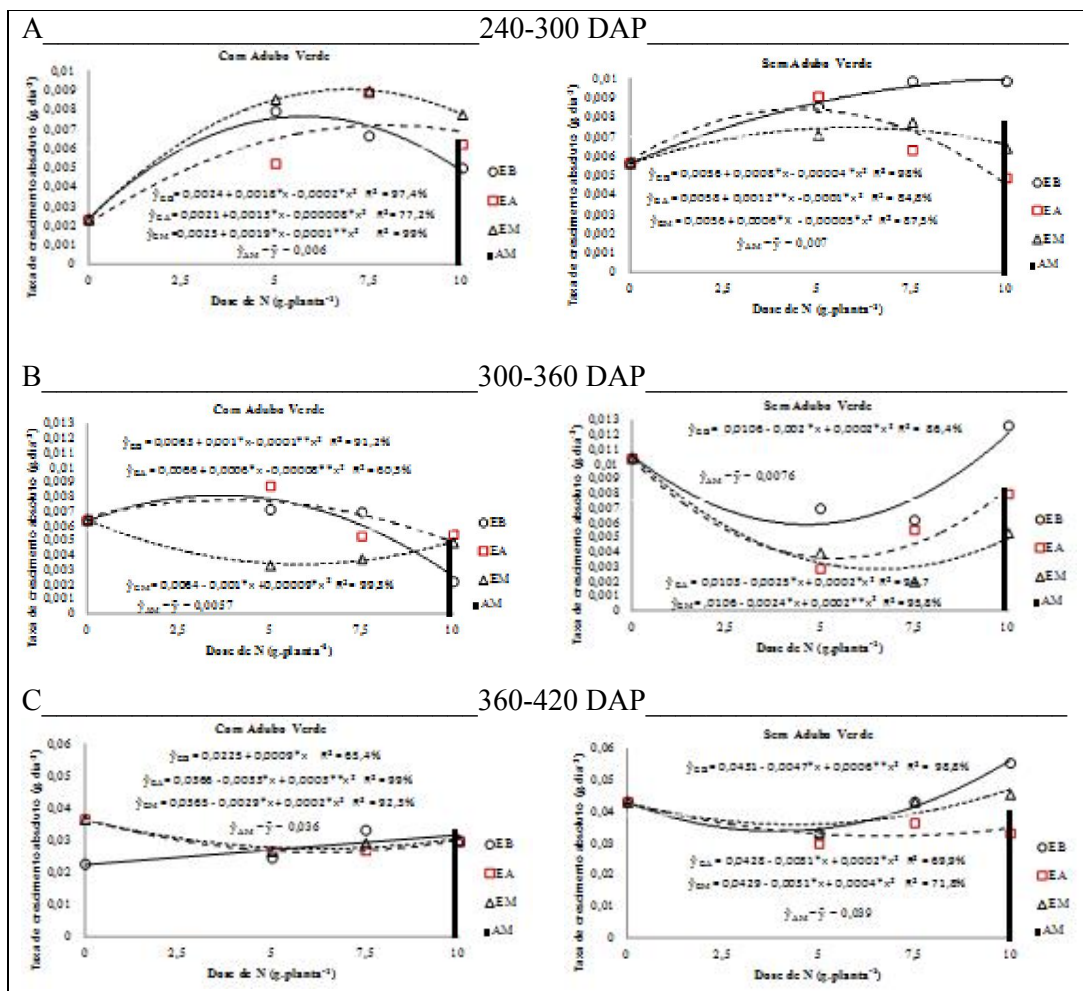


Figura 9: Taxa de crescimento absoluto da folha 'D' de abacaxizeiro cv. Vitoria, nos intervalos de 240-300 dap, 300-360 dap e 360-420dap, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. ^{ns}, * e **, não significativo, significativo ($p < 0,05$), significativo ($p < 0,01$) pelo Teste F, respectivamente. Itapororoca, PB, 2014.

Na Figura 10 é apresentado o crescimento relativo ($g.g.dia^{-1}$) do abacaxizeiro cv. Vitoria, em função da adubação com diferentes doses de N aplicadas através de distintas fontes de materiais orgânicos, na presença e ausência da prática da adubação verde. Evidencia-se que essa variável foi influenciada pelas doses de N, dependendo do esterco utilizado.

No intervalo de tempo compreendido entre 240 e 300 dap, verifica-se que na presença da adubação verde, o aumento das doses de N de 0g/planta para 10 g/planta aplicados com esterco bovino, promoveu decréscimo na taxa de crescimento relativo na

proporção de 54,5%. Quando essas doses foram plicadas com esterco de ave e esterco misto, a taxa de crescimento relativo não variou, sendo observadas as medias de 0,00482 g.g.dia⁻¹ e 0,00478 g.g.dia⁻¹, respectivamente. A adubação química da cultura do abacaxizeiro na dose recomendada promoveu média de 0,00467 g.g.dia⁻¹ para a variável.

Quando não se utilizou a adubação verde (Figura 10A), o efeito das doses de N aplicadas com esterco bovino sobre a taxa de crescimento relativo, foi modelada pela equação linear, observando na dose de N de 0 g/planta o valor de 0,0029 g.g.planta⁻¹, e na dose máxima de 10 g de N por planta, a variável chegou ao valor de 0,0049 g.g.planta⁻¹, aumento que correspondeu a 48,4%.

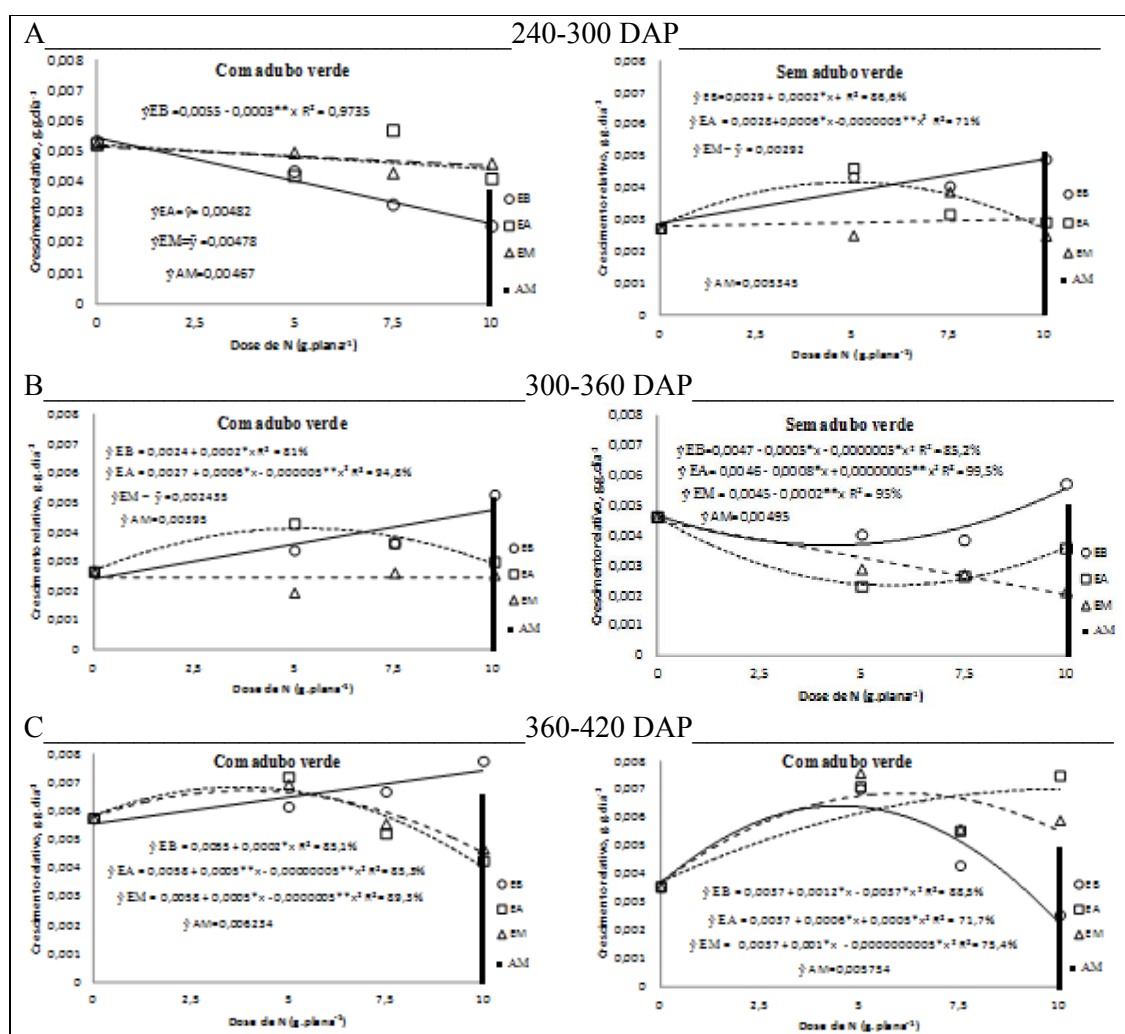


Figura 10: Taxa de crescimento relativo (g/g/dia) da folha 'D' de abacaxizeiro cv. Vitoria, nos intervalos de 240-300 dias após o plantio (dap), 300-360 dap e 360-420 dap, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

5.2. Trocas gasosas

Na tabela 10 é apresentado o resumo da análise de variância para a concentração interna de carbono (C_i), transpiração (E) e condutância estomática (g_s) em função dos materiais orgânicos, doses de nitrogênio e adubação verde. Constatou-se que houve efeito da interação entre a adubação verde e as doses ($p < 0,05$) sobre a C_i e a E_i . A interação tripla entre fonte, dose de N e adubação verde influenciou a g_s ($p < 0,05$).

Na Figura 11 é observado o efeito das doses de N aplicadas com esterco bovino, esterco de ave, esterco misto e adubação mineral, na presença e ausência da adubação verde. Nota-se que o aumento nas doses de N influenciou a concentração interna de carbono.

Tabela 10: Resumo da análise de variância para a concentração interna de carbono (*Ci*) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), transpiração (*E*) ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), condutância estomática (*gs*) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$), do abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’ cultivado sob fontes e doses de adubo orgânico na presença e ausência de adubação verde, no município de Itapororoca-PB.

Fonte de variação	G.L.	<i>Ci</i>	<i>E</i>	<i>gs</i>
		-----QM-----		
Bloco	2	13005,70 ^{ns}	0,00611 ^{ns}	0,00003 ^{ns}
Fonte (FON)	2	3277,05 ^{ns}	0,00146 ^{ns}	0,00119 ^{ns}
Dose (DOS)	3	122312 ^{ns}	0,00922 ^{ns}	0,00055 ^{ns}
FON x DOS	6	2674, 96 ^{ns}	0,00802 ^{ns}	0,00048 ^{ns}
Erro (1)	22	5390,9	0,00716	0,00063
Adubo Verde (ADV)	1	654,01 ^{ns}	0,00002 ^{ns}	0,00081*
ADV x FON	2	3651,55 ^{ns}	0,013195 ^{ns}	0,00056*
ADV x DOS	3	21209,23*	0,01302*	0,00057*
ADV x FON x DOS	6	5848,38 ^{ns}	0,00528 ^{ns}	0,00061**
Erro (2)	24	6643,44	0,01346	0,00013
cv. 1 (%)		23,6	30,1	29,1
cv. 2 (%)		26,2	28,2	32,3
Média		($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
		312,2	0,17	0,14

*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. ns não significativo. QM: quadrado médio

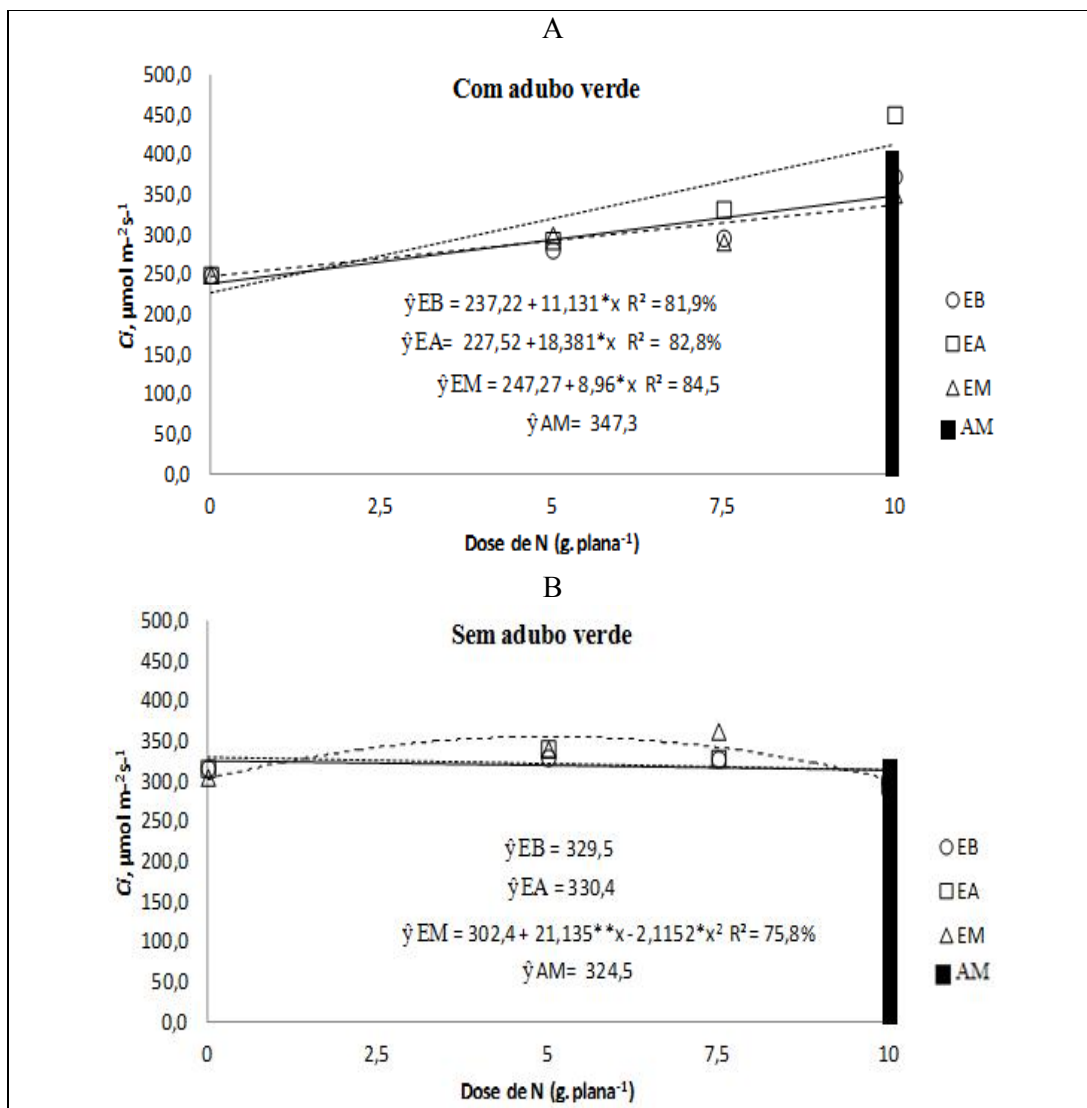


Figura 11: Concentração interna de carbono (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

Na presença da adubação verde (Figura 11A), a concentração interna de carbono (C_i) sofreu ajuste linear quando a dose de N aplicada aumentou de 0 para 10 g/planta, nas três fontes de adubação orgânica usadas. Quando utilizou esterco bovino, esterco de ave e esterco misto como fonte de adubo orgânico, aumentos na ordem de 32,6%, 44,6% e 26,5% foram constatados, respectivamente, quando a dose de N aplicada variou de 0 para 10 g/planta. Nesta condição de adubação verde, a média da C_i

observada foi de $347,3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, quando submetida a adubação química recomendada.

Na Figura 11B, observa-se a *Ci* na ausência da adubação verde em função das doses de N aplicadas com diferentes fontes orgânicas. As doses de N aplicadas apenas influenciaram a *Ci* quando foram aplicadas através do esterco misto. Nesta condição os resultados tiveram ajuste quadrático, observando na dose estimada de 5,6 g/planta de N o máximo valor da *Ci* ($353,2 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Para a aplicação das doses de N com esterco bovino e esterco de ave, as médias para a *Ci* foram de $329,4 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e $330,6 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente. Nesta situação de adubação verde, a adubação com fonte mineral na dose recomendada, proporcionou uma *Ci* de $324,5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

As plantas de abacaxizeiro cv. Vitória, passaram por um período longo de estiagem, porém devido ao seu metabolismo CAM facultativo, nota-se que a concentração interna de carbono não foi afetada, pois mesmo com a baixa transpiração houve uma capacidade de absorver o CO_2 atmosférico. Para Melo et al. (2009) a concentração interna de carbono, reflete a disponibilidade de substrato para a fotossíntese e pode indicar se o fechamento estomático está restringindo essa atividade. Não obstante Taiz & Zeiger (2013) afirmam que a diminuição da perda de água pela transpiração e fatores que provoquem o desequilíbrio nutricional, afetam o fechamento estomático, podendo prejudicar o fluxo de dióxido de carbono da atmosfera para a câmara subestomática.

O desdobramento do efeito da adubação verde dentro das fontes e doses de adubação orgânicas é observado na Tabela 17. Constatou-se que houve efeito da prática da adubação verde, quando as plantas foram adubadas com esterco bovino, nesta situação, as plantas que não foram submetidas a adubação verde apresentaram média da *Ci* ($318,1 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) estatisticamente superior a média ($318,1 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) encontrada em plantas submetidas a adubação verde. Nas demais situações de adubação orgânica não houve diferença estatística entre as medidas da *Ci* em plantas cultivadas com e sem a prática da adubação verde. No entanto, verificou-se efeito da adubação verde sobre a *Ci* de plantas adubadas com fonte química na dose recomendada, nesta situação, a prática da adubação verde promoveu uma *Ci* ($347,3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)

estatisticamente superior a C_i ($324,5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) de plantas de abacaxizeiro cultivadas sem a adubação verde.

O fato de o adubo verde ter sido plantado ao mesmo tempo em que as plantas de abacaxizeiro, pode ter ocorrido inicialmente a imobilização de nutrientes pelo feijão-de-porco, fato que associado ao período de estiagem prolongado podem ter afetado negativamente as trocas gasosas das plantas de abacaxizeiro.

O abacaxizeiro em condições normais de nutrição e fornecimento de água, seja pela precipitação ou pela irrigação, tende a apresentar metabolismo C_3 , porém em situação de estresse ela migra para o metabolismo CAM. Silva (2011), estudando o maracujazeiro, que é uma planta C_3 , sobre regimes de água, constatou uma C_i média de $215 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Esses resultados evidenciam a grande capacidade das plantas CAM em absorver CO_2 , mesmo em condições desfavoráveis.

Tabela 11: Teste de Tukey para a concentração interna de carbono (C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitória, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014

	Doses de N (g.planta ⁻¹)				
Adubação Verde	-----Esterco Bovno-----				Média
	----0----	---5----	---7,5--	---10---	
Com adubação verde	249,3	281,0	296,0	373,0	299,8 b
Sem adubação verde	316,3	329,7	327,7	298,7	318,1 a
	-----Esterco de Ave-----				
Com adubação verde	249,3	292,7	331,7	450,0	330,9 a
Sem adubação verde	316,3	341,0	328,7	296,7	320,7 a
	-----Esterco Misto-----				
Com adubação verde	249,3	299,6	291,1	350,6	297,6 a
Sem adubação verde	305,2	274,3	362,3	294,6	309,0 a
	-----Adubação Mineral-----				
Com adubação verde	-	-	-	347,3	347,3 a
Sem adubação verde	-	-	-	324,5	324,5 b

A transpiração (E) foi afetada pelas doses de N aplicadas com diferentes fontes orgânicas (Figura 12). Na presença da adubação verde (Figura 12A) o valor

observado da E ajustou-se a modelos quadráticos nas três fontes de adubação orgânicas utilizadas. Em plantas de abacaxizeiro cv. Vitória adubadas com esterco bovino, a máxima E calculada ($0,23 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) foi observada na dose estimada de $5,2 \text{ g de N/planta}$. A adubação com esterco de ave na dose estimada de $5,1 \text{ g de N/planta}$ promoveu a máxima E de $0,25 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Em plantas de abacaxizeiro adubadas com esterco misto, a E máxima calculada de $0,22 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ foi constatada na dose estimada de $8,5 \text{ g de N/planta}$. Ao utilizar na adubação fonte química na dose recomendada, a transpiração do abacaxizeiro foi de $0,19 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Na ausência da adubação verde (Figura 12B) houve ajuste quadrático da E , com alta capacidade preditiva nas três fontes de adubação orgânica usadas, quando a dose de N aplicada variou de 0 a 10 g/planta . Os máximos valores observados para essa variável foram de $0,24 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, $0,19 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, $0,18 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$, para as doses calculadas de $5,5 \text{ g/planta de N}$, $4,9 \text{ g/planta de N}$, $4,8 \text{ g/planta de N}$, respectivamente, nas fontes de adubação orgânicas compostas por esterco bovino, esterco de ave e esterco misto. Nas plantas adubadas com adubação mineral na dose recomendada, a E foi de $0,18 \text{ mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Apesar das trocas gasosas terem sido medidas nas primeiras horas da manhã, observam-se baixos valores para a transpiração, demonstrando que a planta está atuando com características de metabolismo CAM. Esse fato pode ter sido causado pelo estresse hídrico que as plantas foram submetidas, devido a exposição ao longo período de estiagem, o que afeta de forma expressiva a dinâmica de absorção de nutrientes do solo.

Para Couro (2012) apesar de ser altamente eficiente quanto ao consumo de água, o metabolismo do tipo CAM, ao limitar a perda de vapor d'água por meio dos estômatos, também limita a entrada de CO_2 por eles, resultando numa taxa de assimilação fotossintética inferior ao das plantas mesofíticas com o metabolismo C_3 ou C_4 . Para Taiz e Zeiger (2013) o fechamento estômato diminui a perda de água, mas afeta a dinâmica de absorção de nutrientes, uma vez que estes são absorvidos da solução do solo, e precisão do contínuo solo-planta-atmosfera, o qual pode ser interrompido pelo fechamento estomático.

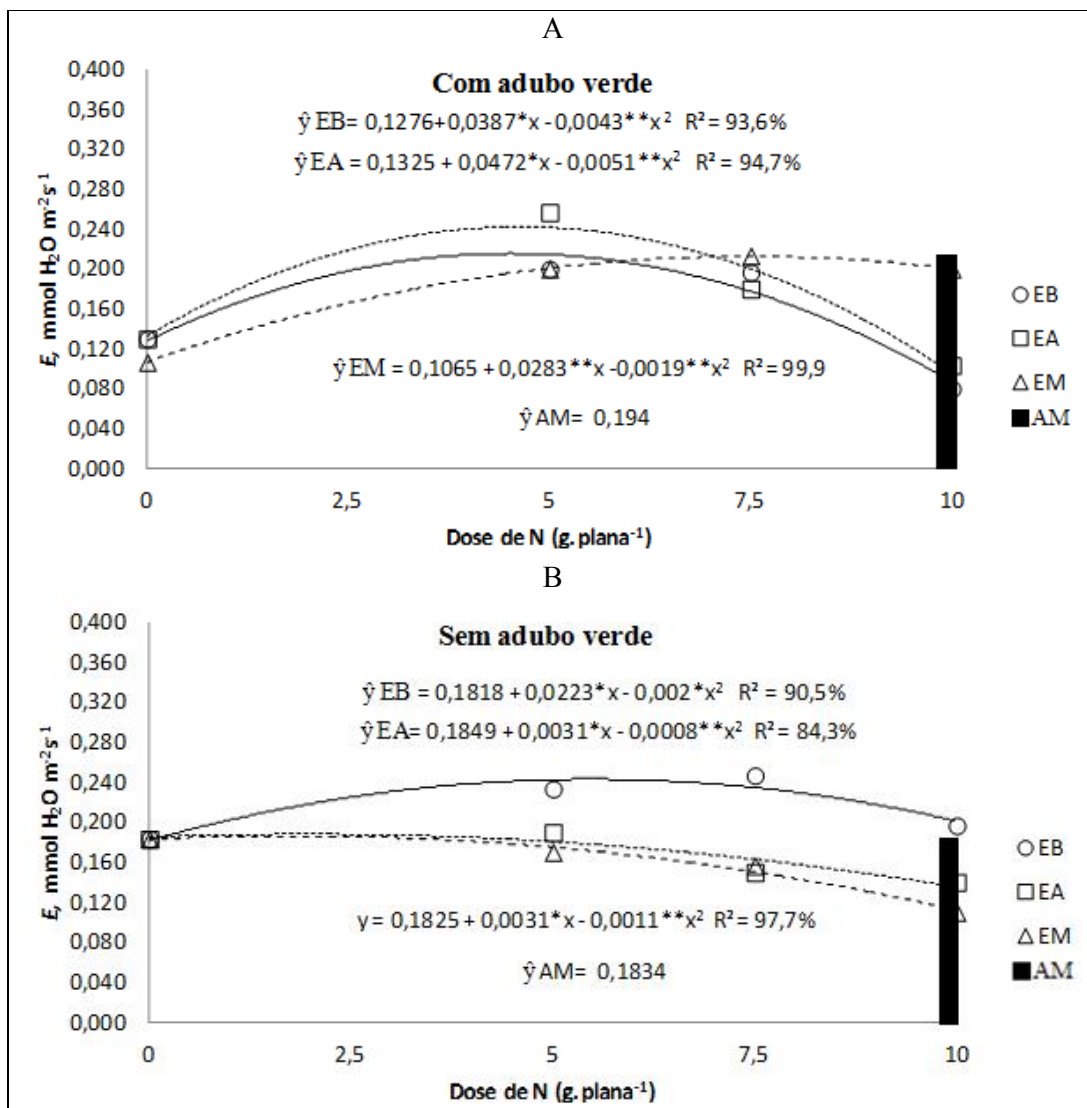


Figura 12: Transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitória, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

O efeito da prática da adubação verde sobre a E , dependeu da dose de N aplicada de acordo com cada tipo de material orgânico (Tabela 18). Na adubação com a dose de 0 g/planta, 7,5 g/planta e 10 g/planta utilizando esterco bovino como fonte, a média da variável foi estatisticamente superior na condição de adubação, comparado a ausência da prática da adubação verde.

A prática da adubação verde proporcionou maior transpiração apenas quando as plantas foram adubadas com 5 g/planta de N provenientes do esterco de ave. Na

condição em que as plantas foram adubadas com 0 g/planta e 10 g/planta, a ausência da adubação verde promoveu média de E estatisticamente superior. Quando utilizou esterco misto na aplicação das doses de N, as doses de 7,5 g/planta e 10 g/planta promoveram maior transpiração quando associadas a técnica da adubação verde. Já quando não foi aplicado N, a ausência da adubação verde promoveu maior transpiração, comparado ao valor da variável em plantas submetidas a adubação verde. Em plantas que receberam adubação mineral recomendada, a técnica da adubação verde não influenciou a variável, sendo a transpiração estatisticamente igual a condição de ausência da adubação verde.

Tabela 12: Teste de média para a transpiração (E) ($\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014

: Raperosa, F.B., 2017					
	Doses de N (g.planta ⁻¹)				
Adubação Verde	-----Esterco Bovino-----				Média
	---0---	----5----	----7,5---	---10---	
Com adubação verde	0,13 b	0,20 a	0,20 b	0,08 b	0,15
Sem adubação verde	0,18 a	0,17 a	0,25 a	0,20 a	0,20
	-----Esterco de Ave-----				
Com adubação verde	0,13 b	0,26 a	0,18 a	0,10 b	0,17
Sem adubação verde	0,18 a	0,19 b	0,15 a	0,19 a	0,18
	-----Esterco Misto-----				
Com adubação verde	0,13 b	0,20 a	0,21 a	0,20 a	0,18
Sem adubação verde	0,18 a	0,17 a	0,16 b	0,11 b	0,16
	-----Adubação Mineral -----				
Com adubação verde	-	-	-	0,19 a	0,19
Sem adubação verde	-	-	-	0,18 a	0,18

A Figura 13 apresenta a condutância estomática (gs) em plantas de abacaxizeiro cv Vitoria, em função da aplicação de distintas doses de N aplicadas com

diferentes materiais orgânicos. Verifica-se efeito das doses aplicadas de N sobre a variável.

A adoção da prática de adubação verde, associada a adubação com esterco ave e misto, promoveram um ajuste quadrático dos dados observados para a variável. Neste sentido, nas doses calculadas de 9,5 g/planta de N e 9,1 g/planta de N, averiguaram-se os máximos valores da condutância estomática de 0,019 mol de H₂O m⁻²s⁻¹ e 0,017 mol de H₂O m⁻²s⁻¹, respectivamente para o esterco de ave e o esterco misto. Quando as doses de N foram aplicadas através do esterco bovino, não influenciaram a variável analisada. Na adubação química recomendada para o abacaxizeiro, foi averiguada uma condutância estomática de 0,014 mol de H₂O m⁻²s⁻¹.

Na ausência da adubação verde (Figura 13 B), nota-se o efeito das doses de N nas três condições de adubação orgânica. Ao variar a dose de N de 0 g/planta para 10 g/planta, houve ajuste quadrático para a condição de adubação com esterco bovino e misto, já o ajuste linear foi observado quando as plantas foram adubadas com esterco de ave. O máximo valor calculado para a condutância estomática de 0,023 mol de H₂O m⁻²s⁻¹ e 0,017 mol de H₂O m⁻²s⁻¹, foi constatado na dose estimada de 7,4 g/planta de N e 5,2 g/planta de N, para o esterco bovino e misto, respectivamente. Na adubação com esterco de ave, quando a dose aplicada de N variou de 0 g/planta para 10 g/planta, houve um incremento de 44,4% na condutância estomática.

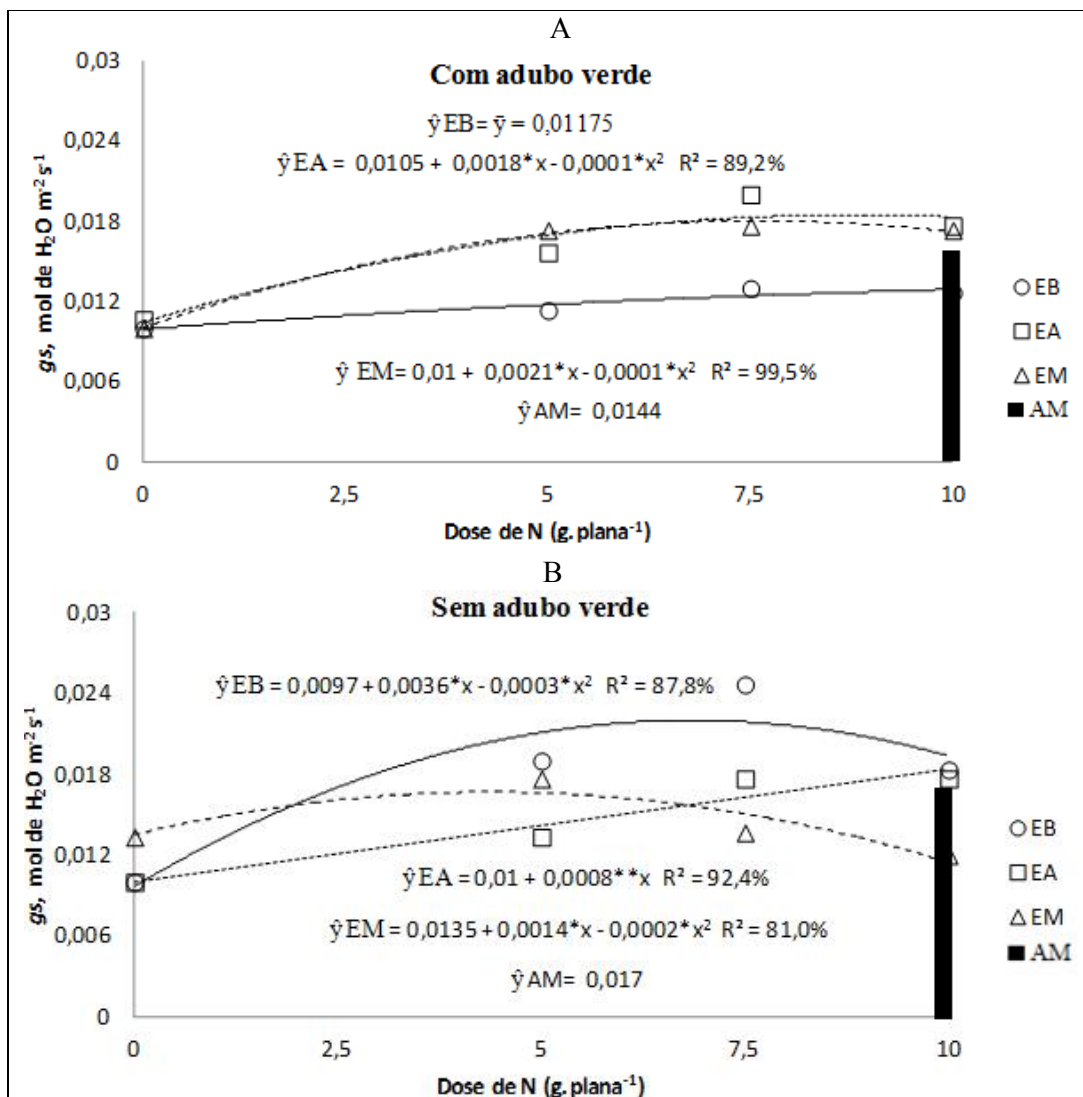


Figura 13: Condutância estomática (gs) (mol de H₂O m⁻² s⁻¹) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

O teste de media comparando as condições de adubação verde é apresentado na Tabela 19. O efeito da presença e ausência da adubação verde foi notado dependendo da dose de N aplicada com cada material orgânico. Pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), nota-se que a ausência da pratica da adubação verde, promoveu valores estatisticamente superiores aos da presença da adubação verde, para a condutância estomática, notadamente, nas doses de 5 g/planta de N e 7,5 g/planta de N aplicados com esterco bovino. No entanto, quando se aplicou a máxima dose de N com esse mesmo material

orgânico, o valor médio da variável na condição de adubação verde foi estatisticamente superior, aos encontrados na ausência dessa prática.

Não houve diferença da condutância estomática entre os dois manejos da adubação verde, quando as plantas foram adubadas com esterco de ave. Para o esterco misto esse fato foi observado quando a dose aplicada foi de 0 g/planta de N e 5 g/planta de N. Nas doses de 7,5 g/planta de N e 10 g/planta de N a prática da adubação verde promoveu condutância estomática estatisticamente superior à condição de ausência de adubação verde. Para essa variável não foi identificada diferença estatística entre os manejos de adubação verde, em plantas adubadas com fonte química na dose recomendada.

Tabela 13: Teste de média para a condutância estomática (gs) ($\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitória, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014

adubação Verde: Rapeseed, 12, 2017					
Adubação Verde	Doses de N (g.planta ⁻¹)				Média
	-----Esterco Bovino-----				
	---0---	---5---	---7,5---	---10---	
Com adubação verde	0,010 a	0,011 b	0,013 b	0,013 a	0,012
Sem adubação verde	0,010 a	0,017 a	0,027 a	0,018 b	0,018
	-----Esterco de Ave-----				
Com adubação verde	0,011 a	0,013 a	0,020 a	0,017 a	0,015
Sem adubação verde	0,010 a	0,013 a	0,018 a	0,018 a	0,015
	-----Esterco Misto-----				
Com adubação verde	0,010 a	0,017 a	0,018 a	0,017 a	0,016
Sem adubação verde	0,013 a	0,018 a	0,012 b	0,012 b	0,014
	-----Adubação Mineral-----				
Com adubação verde	-	-	-	0,014 a	0,014
Sem adubação verde	-	-	-	0,017 a	0,017

Tabela 14: Resumo da análise de variância para a fotossíntese (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), eficiência no uso da água (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$] e a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})$],

Fonte de variação	G.L.	A ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	A/E	A/C_i [$(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})$]
		-----QM-----		
Bloco	2	0,02 ^{ns}	0,094 ^{ns}	0,0000007 ^{ns}
Fonte (FON)	2	0,001 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,00000008 ^{ns}
Dose (DOS)	3	0,007 [*]	1,68 [*]	0,0000001 [*]
FON x DOS	6	0,004 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,00000008 ^{ns}
Erro (1)	22	0,004	0,72	0,00000008
Adubo Verde (ADV)	1	0,0004 ^{ns}	4,62 [*]	0,0000001 ^{ns}
ADV x FON	2	0,0034 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,0000004 ^{ns}
ADV x DOS	3	0,0015 [*]	2,12 [*]	0,00000011 [*]
ADV x FON x DOS	6	0,0052 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,000000109 ^{ns}
Erro (2)	24	0,007	1,42	0,00000016
cv. 1 (%)		30,2	25,7	29,1
cv. 2 (%)		27,3	26,8	24,6
Média		($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)/ mmol H ₂ O ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) / ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
		0,026	0,20	0,00008

*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. ns não significativo. QM: quadrado médio

A fotossíntese líquida da cultura do abacaxizeiro cv. Vitória, em função das doses de N aplicadas através de distintas fontes orgânicas, é apresentada na Figura 14. Na presença da adubação verde (Figura 14A), quando as doses de N foram aplicadas com esterco bovino, ocorreu um ajuste linear decrescente, no qual a fotossíntese líquida diminuiu $0,001 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ com o incremento de cada g de N. Quando as plantas foram adubadas com esterco de ave, a variável tendeu a diminuir ($0,022 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) até a dose de 5 g/planta de N, aumento em seguida para $0,029 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ na dose máxima de 10 g/planta de N. Para a aplicação das doses de N através do esterco misto, observou-se ajuste quadrático com tendência do máximo valor da variável ($0,037 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) na dose estimada de 7,8 g/planta de N. Na condição em que as plantas receberam a adubação química na dose recomendada, a líquida foi de $0,025 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

Na Figura 14B, ocasião em que as plantas não receberam a adubação verde, foi constatado efeito semelhante aos encontrados para plantas que receberam a adubação verde, ou seja, para as doses de N aplicadas com esterco de ave e esterco misto, o ajuste foi quadrático, já quando utilizou o esterco bovino houve tendência linear decrescente. Nesta última condição o decréscimo na fotossíntese líquida foi de 31,5% quando a dose aplicada de N variou de 0 g/planta para 10 g/planta. Na adubação com esterco de ave e esterco misto, o máximo valor calculado da fotossíntese líquida foi de $0,33 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ e $0,031 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, respectivamente, na dose de N de 10 g/planta para ambos materiais orgânicos. Na adubação química com dose recomendada, essa variável alcançou valor de $0,027 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$.

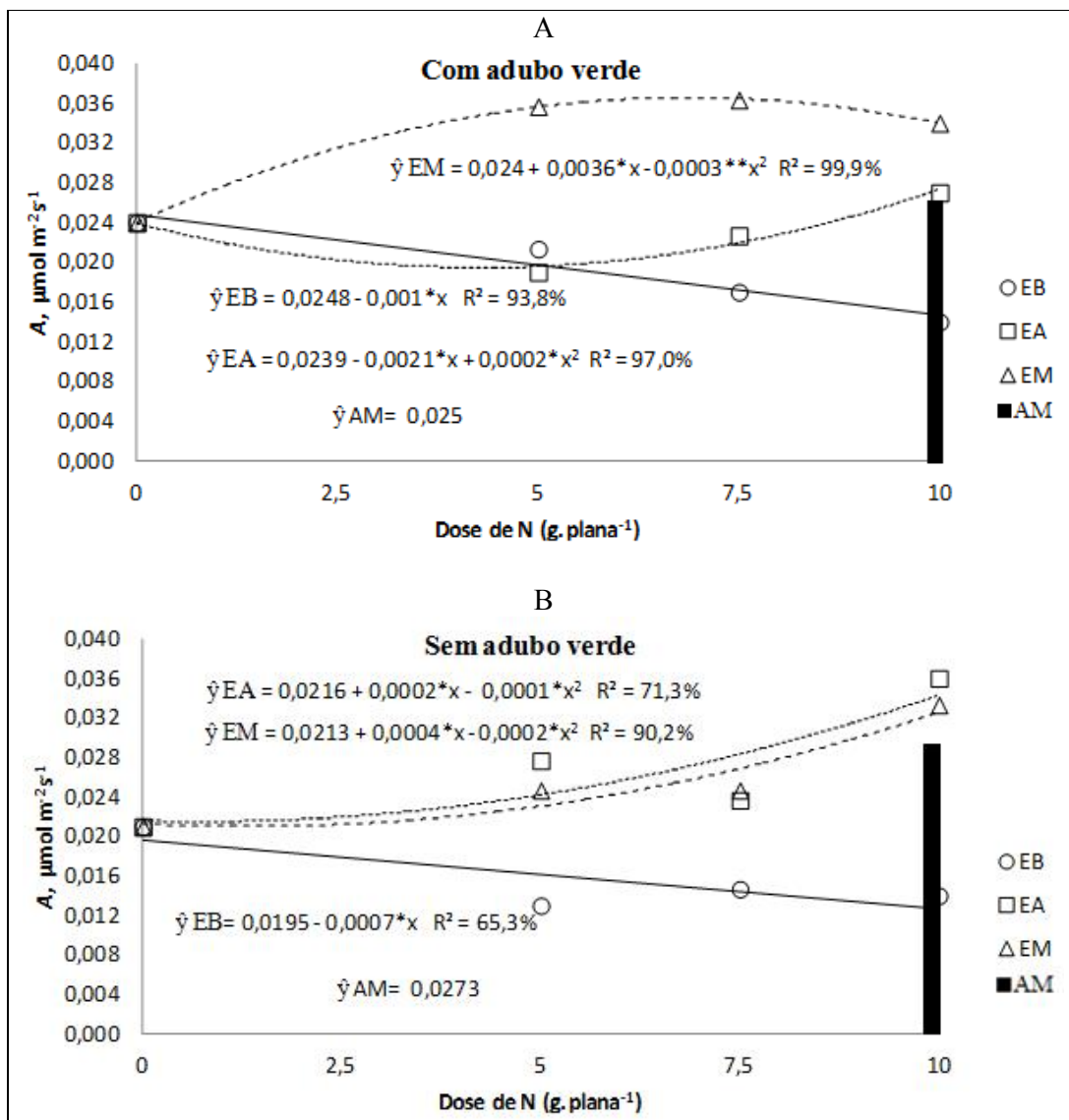


Figura 14: Fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

A comparação dos manejos da adubação verde em função dos fatores estudados, sobre a fotossíntese líquida é apresentada na Tabela 20. O efeito da adubação dependeu da dose de N aplicada e do tipo de material orgânico utilizado. Quando utilizou o esterco bovino, na dose de N de 5 g/planta, a fotossíntese líquida foi estatisticamente superior na condição em que se utilizou adubação verde, observando-se o contrário quando a dose aplicada de N foi de 7,5 g/planta, nesta situação a variável

analisada em plantas que não foram submetidas a adubação verde, foi estatisticamente superior.

Ao utilizar o esterco de ave para aplicar as doses de N, observou-se que a aplicação de 5 g/planta de N e 10 g/planta de N, promoveram uma maior fotossíntese líquida nas plantas que não foram submetidas a prática da adubação verde. Já para plantas de abacaxizeiro cv. Vitoria, adubadas com esterco misto e adubação mineral recomendada, não houve diferença entre os manejos de adubação verde adotado.

Tabela 15: Teste de médias para a fotossíntese líquida (A) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em folhas de abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014

Adubação Verde	Doses de N (g.planta ⁻¹)				Média
	Esterco Bovino				
	0	5	7,5	10	
Com adubação verde	0,024 a	0,021 a	0,014 b	0,017 a	0,019
Sem adubação verde	0,021 a	0,013 b	0,035 a	0,017 a	0,021
	Esterco de Ave				
Com adubação verde	0,024 a	0,019 b	0,023 a	0,027 b	0,023
Sem adubação verde	0,021 a	0,038 a	0,018 a	0,040 a	0,029
	Esterco Misto				
Com adubação verde	0,024 a	0,036 a	0,036 a	0,034 a	0,033
Sem adubação verde	0,021 a	0,039 a	0,025 b	0,033 a	0,036
	Adubação Mineral				
Com adubação verde	-	-	-	0,025 a	0,025
Sem adubação verde	-	-	-	0,027 a	0,027

Ressalta-se que a interdependência expressada pela relação entre a fotossíntese e a transpiração, indica a eficiência no uso da água (EUA), na qual os valores observados indicam a quantidade de carbono que a planta fixa, pela quantidade de água que a planta perde no processo transpiratório (Tais & Zeiger, 2013). Na Figura 15 é expressa a EUA do abacaxizeiro cv. Vitória em função da aplicação de doses de N

através de diferentes fontes orgânicas, na presença e ausência da adubação verde. Constata-se que as doses de N influenciaram a EUA, na presença da adubação verde (Figura 15A), quando as plantas foram adubadas com esterco bovino e esterco de ave, houve ajuste quadrático com tendência de mínimo calculado de $0,09 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$ e $0,11 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$ para as doses de 5,5 g de N/planta e 5,1 g de N/planta, respectivamente. Nesta condição de adubação verde, em plantas adubadas com esterco misto, a variação das doses de N de 0 para 10 g/planta, promoveu ajuste linear decrescente, sendo essa diminuição de $0,0055 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$ para cada g de N aplicada. Quando as plantas de abacaxizeiro foram adubadas com fonte química na dose recomendada, a EUA observada foi de $0,272 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$.

Na ausência da adubação verde (figura 15B), foi observado um comportamento semelhante da EUA em plantas adubadas com esterco bovino e de ave, ou seja, para essas duas condições de adubação houve ajuste ao modelo quadrático, observando os mínimos valores de $0,13 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$ e $0,15 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$ para as doses estimadas de 4,8 g de N/planta e 4,1 g de N/planta, respectivamente. Em plantas adubadas com esterco misto, os valores da variável analisada ajustaram-se a modelo linear com tendência crescente, ou seja, para cada g de N aplicada por planta houve um aumento na EUA de $0,0136 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$. Nesta condição de adubação verde o abacaxizeiro cv. Vitória adubado com fonte química recomendada promoveu uma EUA de $0,294 (\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$.

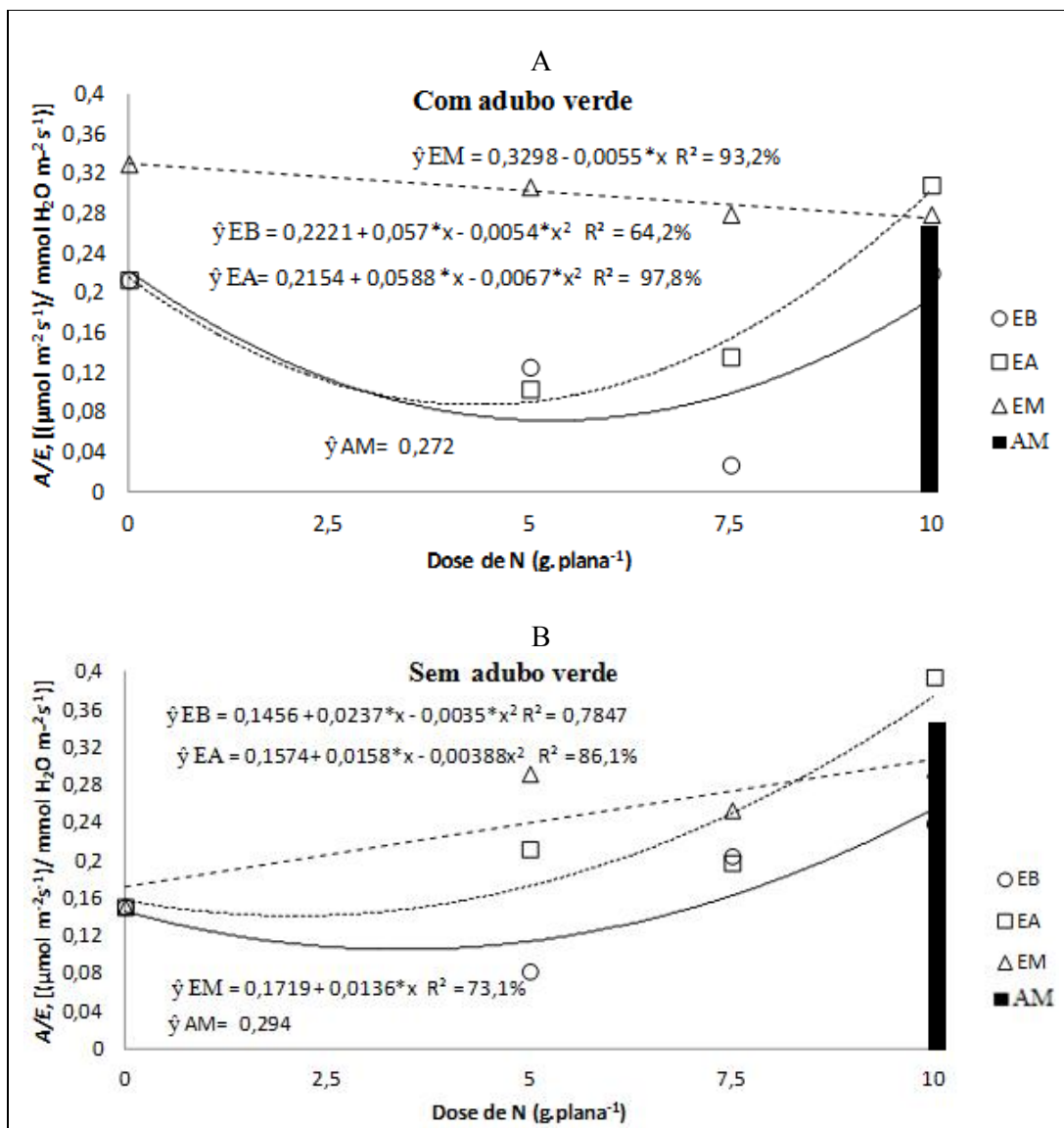


Figura 15: Eficiência no uso da água (EUA) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1})/(\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1})$ pelo abacaxizeiro cv. Vitória, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014

O efeito da adubação verde sobre a EUA (Tabela 21) dependeu da dose de N aplicado por planta de abacaxizeiro, de acordo com cada tipo de material orgânico usado. Pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$), as plantas de abacaxizeiro cv. Vitória que não foram submetidas a prática da adubação verde apresentaram uma maior EUA, quando adubadas com 5 e 7,5 g/planta de N aplicados com esterco bovino, no entanto, a prática da adubação verde apresentou uma maior EUA apenas quando a adubação foi feita com

10 g/planta de N com esterco bovino. Quando não houve a adubação nitrogenada através de esterco bovino, não houve efeito da adubação verde sobre a EUA.

Na adubação com esterco de ave, houve diferenças na variável analisada quando a adubação nitrogenada foi realizada na dose de 5 e 10 g de N/planta, sendo a ausência da adubação verde condição que proporcionou maior média da EUA. As duas práticas de adubação verde não se diferenciaram estatisticamente, na condição de ausência da aplicação de N e na dose de 7,5 g de N/planta.

A prática de adubação verde foi estatisticamente superior comparado ao manejo sem adubação verde para a EUA, em plantas de abacaxizeiro cv. Vitória adubada com esterco misto, aplicando N nas doses de 0 g/planta, 5 g/planta e 7,5 g/planta, no entanto quando a dose de N aplicada foi de 10 g/planta, não se verificou diferença estatística entre as práticas de adubação verde aplicada. Comportamento semelhante foi constatado quando as plantas receberam adubação com fonte mineral na dose recomendada, ou seja, não foi averiguada diferença estatística entre as práticas de adubações verdes aplicadas.

Tabela 16: Teste de média para a eficiência no uso da água (EUA) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)/(mmol $\text{H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) pelo abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

	Doses de N (g.planta ⁻¹)				
Adubação Verde	Esterco Bovino				Média
	0	5	7,5	10	
Com adubação verde	0,21 a	0,13 b	0,09 b	0,22 a	0,16
Sem adubação verde	0,15 a	0,08 a	0,20 a	0,09 b	0,13
	Esterco de Ave				
Com adubação verde	0,21 a	0,10 b	0,14 a	0,31 b	0,19
Sem adubação verde	0,15 a	0,21 a	0,13 a	0,39 a	0,22
	Esterco Misto				
Com adubação verde	0,33 a	0,41 a	0,28 a	0,28 a	0,30
Sem adubação verde	0,15 b	0,31 b	0,15 b	0,30 a	0,25
	Adubação Mineral				
Com adubação verde	-	-	-	0,27 a	0,27
Sem adubação verde	-	-	-	0,29 a	0,29

Na Figura 16 é apresentada a eficiência instantânea de carboxilação (A/C_i) em função das doses de N aplicadas através de diferentes fontes de esterco e adubação mineral, observando-se que a variável foi influenciada pelas doses de N aplicadas. Na ausência da adubação verde (Figura 16A) a A/C_i foi modelada pela equação linear. Quando a dose de N aplicada variou de 0 para 10 g/planta, a A/C_i tendeu a diminuir. Para o esterco bovino, esterco de ave e esterco misto, essa diminuição foi de 0,000005 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), 0,00009 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e 0,000006 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) para cada g de N aplica por planta, respectivamente. Em plantas adubadas com fonte química na dose recomendada, o valor observado para a variável foi de 0,00005 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Na ausência da adubação verde, quando as doses de N foram aplicadas através de esterco bovino, os valores da A/C_i foram modelados pela equação quadrática, observando-se o mínimo valor calculado de 0,000004 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) na dose estimada de 7,6 g de N/planta. Quando as doses de N foram aplicadas com esterco de ave e misto houve ajuste linear com tendência decrescente, ou seja, ao variar a dose de N de 0 para 19 g/planta houve uma diminuição na A/C_i de 66,6% e 33,6%, respectivamente. Nas plantas que foram adubadas com fonte química na dose de N recomendada para o abacaxizeiro a A/C_i foi de 0,00006 ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}/\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

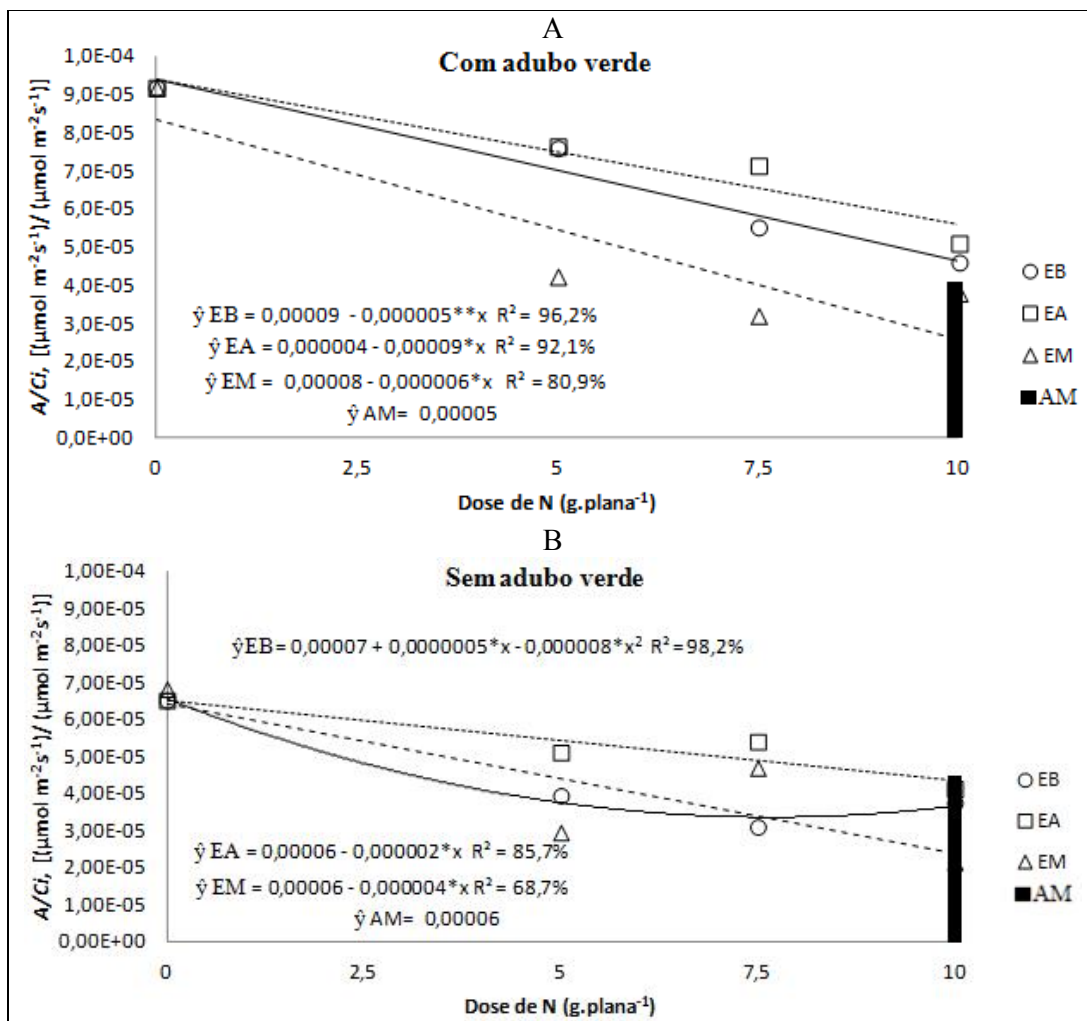


Figura 16 : Eficiência instantânea na carboxilação (A/C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) pelo abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.

A comparação entre os manejos, usado na prática de adubação verde é apresentado na Tabela 22. O efeito da adubação verde sobre a A/C_i dependeu da dose de N aplicada e da fonte de adubação utilizada. Quando se utilizou esterco bovino as doses de 0 e 5 g de N/planta, a prática da adubação verde promoveu uma maior A/C_i , comparada a não utilização da técnica. Já em plantas adubadas com 7,5 g de N/planta através de esterco bovino e sem adubação verde, a A/C_i foi estatisticamente superior a encontrada em plantas nesta mesma condição de adubação nitrogenada e submetidas a

adubação verde. Na dose de 10 g/planta de N aplicados com esterco bovino não houve diferença estatística entre os manejos de adubação verde.

Na adubação com esterco de ave na dose de 5 e 7,5 g/planta de N, não houve diferença estatística entre os manejos de adubação verde. Na dose de 10 g de N/planta, nesta fonte de adubo orgânico, na ausência da prática de adubação verde averiguou-se uma A/Ci ($0,00008 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) estatisticamente superior, a encontrada quando se utilizou a adubação verde ($0,00005 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$). Nesta mesma condição de adubação orgânica, quando não se aplicou N, a adubação verde proporcionou uma maior A/Ci ($0,00009 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), comparado a não utilização da técnica da adubação verde ($0,00006 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

A não utilização da prática da adubação verde associado a adubação nitrogenada com esterco misto na dose de 5, 7,5 e 10 g de N/planta promoveu uma maior A/Ci , comparado aos valores encontrados com utilização da adubação verde. Já a prática da adubação verde foi estatisticamente superior ($0,00009 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) comparada a A/Ci encontrada na ausência da adubação verde ($0,00006 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) quando não se aplicou N com esta fonte de esterco.

Quando a adubação foi realizada com fonte química na dose recomendada, não houve diferença estatística entre os manejos de adubação verde.

Tabela 17: Teste de média para a eficiência instantânea na carboxilação (A/C_i) ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1} / \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$) pelo abacaxizeiro cv. Vitoria, submetidos a adubação com doses de N provenientes do esterco bovino (EB), esterco de ave (EA), esterco misto (EM) e adubação mineral recomendada (AM), cultivado com e sem a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014

prática da adubação verde : Raposo et al., 2014					
	Doses de N (g.planta ⁻¹)				
Adubação Verde	Esterco Bovino				Média
	0	5	7,5	10	
Com adubação verde	0,00009 a	0,00007 a	0,00005 b	0,00004 a	0,00006
Sem adubação verde	0,00006 b	0,00004 b	0,00008 a	0,00005 a	0,00007
	Esterco de Ave				
Com adubação verde	0,00009 a	0,00007 a	0,00007 a	0,00005 b	0,00007
Sem adubação verde	0,00006 b	0,00008 a	0,00005 a	0,00008 a	0,00009
	Esterco Misto				
Com adubação verde	0,00009 a	0,00012 b	0,00013 b	0,00009 b	0,00011
Sem adubação verde	0,00006 b	0,00026 a	0,00037 a	0,00010 a	0,00013
	Esterco Misto				
Com adubação verde	-	-	-	0,00006 a	0,00006
Sem adubação verde	-	-	-	0,00005 a	0,00005

5.3. Nutrição mineral

Na Tabela 18, é apresentado o resumo da análise de variância do efeito dos fatores avaliados sobre o teor de N na planta (g/kg), índice SPAD, teor de fósforo na planta (PP), teor de potássio na planta (KP), relação potássio/nitrogênio (K/N), teor de nitrogênio no solo (NS), teor de fósforo no solo (PS) e o teor de potássio de solo (KS). Observa-se que para o teor de N na planta, houve efeito isolado da época de avaliação ($p < 0,01$) e da interação entre época de avaliação e adubação verde ($p < 0,01$).

Tabela 18: Resumo da análise de variância para o teor de nitrogênio na planta (NP), índice SPAD, teor de fósforo na planta (PP), teor de potássio na planta (KP), relação potássio/nitrogênio (K/N), teor de nitrogênio no solo (NS), teor de fósforo no solo (PS) e o teor de potássio de solo (KS), em abacaxizeiro ‘Vitória’ cultivado sob diferentes fontes orgânicas, na presença e ausência da prática da adubação verde. Itapororoca, 2014.

Fonte de variação	G.L	NP	SPAD	PP	KP	K/N	NS	PS	KS
		-----QM-----							
Bloco	2	0,08 ^{ns}	0,27 ^{ns}	2,86 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,77 ^{ns}	3,25 ^{ns}	2,23 ^{ns}	1,72 ^{ns}
Fonte (FON)	2	0,73 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,15 ^{ns}	2,11 ^{ns}	3,21 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,02 ^{ns}
Dose (DOS)	3	0,45 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,12 ^{ns}	2,55 ^{ns}	1,38 ^{ns}	3,31 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,80 ^{ns}
FON x DOS	6	0,48 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,41 ^{ns}	1,32 ^{ns}	0,73 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Erro 1	(22)								
Adubo verde (ADV)	1	1,26 ^{ns}	40,6 ^{**}	7,45 [*]	0,94 ^{ns}	6,58 [*]	0,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	2,16 ^{ns}
FON x ADV	2	0,23 ^{ns}	0,96 ^{ns}	1,98 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,76 ^{ns}
DOS x ADV	3	0,09 ^{ns}	4,83 [*]	0,79 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,58 ^{ns}	1,25 ^{ns}	1,60 ^{ns}	4,51 [*]
FON x DOS x ADV	6	0,61 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,65
Erro 2	(24)								
Epoca (EP)	3	6,01 ^{**}	34,7 ^{**}	36,5 ^{**}	22,1 ^{**}	2,61 [*]	9,05 ^{**}	41,3 ^{**}	7,58 ^{**}
FON x EP	6	0,44 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,56 ^{ns}	1,70 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,59 ^{ns}
DOS x EP	9	0,79 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,78 ^{ns}
FON x DOS x EP	18	0,56 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,72 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,59 ^{ns}
ADV x EP	3	10,1 ^{**}	5,38 ^{**}	36,1 ^{**}	2,02 ^{ns}	9,37 ^{**}	2,95 [*]	1,86 ^{ns}	3,49 [*]
FON x ADV x EP	6	0,61 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,48 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,21 ^{ns}	0,45 ^{ns}
DOS x EP x ADV	9	1,44 ^{ns}	2,39 [*]	0,43 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,43 ^{ns}	2,59 [*]
DOS x EP x ADV x FON	18	0,56 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,13 ^{ns}
Erro 3	(72)								
cv. 1		14,1	10,1	18,6	20,1	14,9	22,1	25,2	30,1
cv. 2		16,2	16,4	22,9	17,8	15,8	23,5	22,3	22,5
cv. 3		10,3	12,1	23,4	19,2	20,1	16,3	19,4	25,6

*, ** significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F. ns não significativo. QM: quadrado médio

Analisando os teores foliares de N em planta de abacaxizeiro ‘Vitória’ (Figura 17), averigua-se que na presença da adubação verde houve ajuste quadrático da variável em função das épocas de avaliação, observando o máximo teor foliar de N (8,9 g/kg) aos 307 dias após o plantio. Quando não foi utilizada a prática da adubação verde, houve ajuste quadrático para o teor de N, com tendência do valor mínimo de 7,8 g/kg aos 357 dias após o plantio.

Cunha et al. (1999) afirmam que o estado nutricional do abacaxizeiro tem sido tradicionalmente avaliado por meio da determinação dos teores foliares da folha ‘D’ na época da indução floral, uma vez que antecede o período de maior demanda nutricional. De acordo com Malezieux & Bartholomew (2003) os teores de N considerados adequados correspondem a 15-17 g/kg, neste sentido os teores de N em todos os tratamentos no momento da indução floral (420 dias após o plantio) estavam abaixo do recomendado pelo referido autor. Porém, esses mesmos autores concordam que o limite mínimo de N foliar é de 8 g/kg, condição que ocorre em todo o período de avaliação, com exceção dos teores de N encontrado aos 420 dias após o plantio ao utilizar a prática da adubação verde.

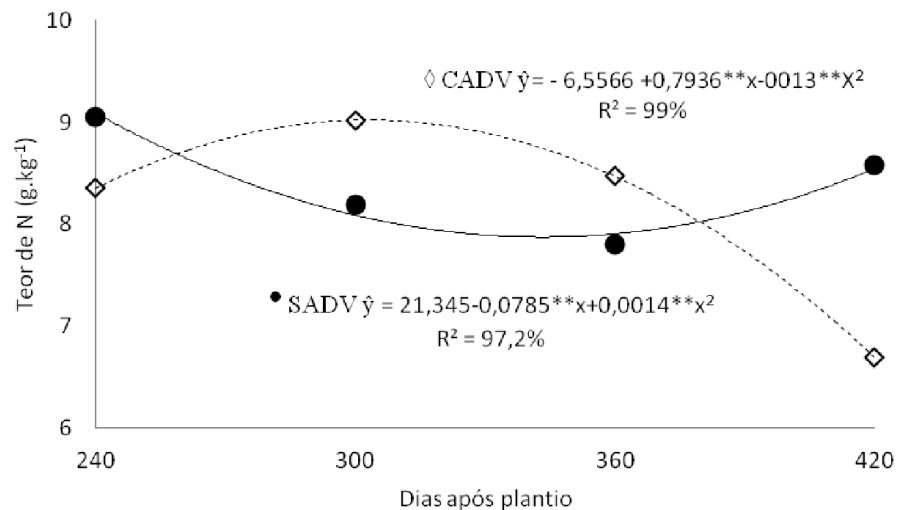


Figura 17 : Teor foliar de N em abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação, submetido a presença (◇CADV) e ausência (●SADV) da prática de adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.

Apesar dos baixos teores foliares de N encontrados nesta pesquisa, observa-se que o padrão de absorção e acúmulo segue paralelo aos observados em outras pesquisas com a cultura, ou seja, o máximo acúmulo no teor de N estão concentrados próximos aos 300 dap. Esse fato pode ser atribuído ao maior requerimento de nutrientes pela cultura, em virtude da intensificação do crescimento vegetativo.

Sousa et al. (2010) estudando o desenvolvimento, nutrição mineral, produção e qualidade do abacaxizeiro “Gold” submetido a adubação com diferentes relações K/N, observou efeito dos períodos de avaliação e sua interação com os tratamentos aplicados, averiguando maiores teores foliares de N nos tratamentos 1 (957,15 kg de K ha⁻¹ + 638,1 kg N ha⁻¹), 3 (1171,8 kg de K ha⁻¹ + 585,9 kg N ha⁻¹) e 8 (1245,00 kg de K ha⁻¹ + 498,0 kg N ha⁻¹).

Estudando a adubação foliar e axilar do abacaxizeiro Smooth Cayenne, Maeda (2005), não constatou efeito dos tratamentos aplicados sobre o teor de N foliar, porém o valor médio (22,5 g/kg) dessa variável apresentou-se acima dos valores ideal para a cultura. Franca (1976) observou pico de absorção de N pela cultivar Perola aos 8 meses após o plantio e tendência de diminuição dos teores com o avanço da idade das plantas em função da intensificação do crescimento vegetativo.

Comparando o efeito da prática da adubação verde sobre a quantidade de N em folhas de abacaxizeiro ‘Vitória’ (Tabela 19), averigua-se que apenas aos 420 dias após o plantio, quando não utilizou-se a adubação verde, o teor foliar de N (8,5 g/kg) foi estatisticamente superior ao encontrado quando utilizou-se a adubação verde (6,6 g/kg). Não foi constatada diferença estatística entre as condições de adubação verde para o teor foliar de N aos 240, 300 e 360 dias após o plantio.

O fato da adubação verde ter apresentado menor eficiência no acúmulo de N foliar no abacaxizeiro ‘Vitória’, pode estar associado a imobilização desse nutriente pelo feijão de porco, tendo em vista, que o plantio do abacaxizeiro e do adubo verde foi realizado na mesma época, fato que contribui para a concorrência nutricional.

Tabela 19: Teste de média para o teor foliar de N em abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.

Adubo verde	Época (dias após plantio)			
	240	300	360	420
	-----Teor de N (g/kg)-----			
Com	8,3 a	9,0 a	8,4 a	6,6 b
Sem	9,0 a	8,1 a	7,8 a	8,5 a

Houve efeito significativo da interação entre os fatores época, dose e adubação verde ($p < 0,05$) sobre o índice SPAD (Tabela 18). O efeito dessa interação sobre o índice SPAD está representado na Figura 18.

Na presença da adubação verde (Figura 18 A), o valor máximo estimado para o índice SPAD foi de 79,1, aos 391 dias após o plantio na dose estimada de 8,2 g/planta de N. Na ausência da adubação verde o índice SPAD calculado de 60,2, foi obtido aos 310 dias após o plantio aplicando-se 7,9 g de N/planta.

Nesta pesquisa, as doses de N aplicadas e as épocas de avaliação, influenciaram o índice SPAD, estando os valores acima dos encontrados na literatura. Esse fato pode estar relacionado ao N, que é um dos elementos utilizados na síntese de clorofila. O teor de clorofila correlaciona-se positivamente com o teor de N na planta. Esta relação é atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas façam parte de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (SINGH et al., 2010; REINBOTHE et al., 2010).

Alguns autores têm encontrado efeito do aumento na aplicação de N sobre o índice SPAD. Leonardo et al.(2013), estudando o teor de clorofila e o índice SPAD em abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada observou que essa variável variou em função da aplicação de N com esterco de frango e fonte mineral na forma de ureia, obtendo os valores de 55,26 e 44,68 nas doses de 16,37 g/planta de ureia e 200,96 g/planta de cama de frango, respectivamente. Souza et al. (2011) estudando N em laranja e Vale et al. (2009) estudando NPK em citromeleiro, averiguaram ajuste linear no índice SPAD com o aumento das doses de N aplicadas.

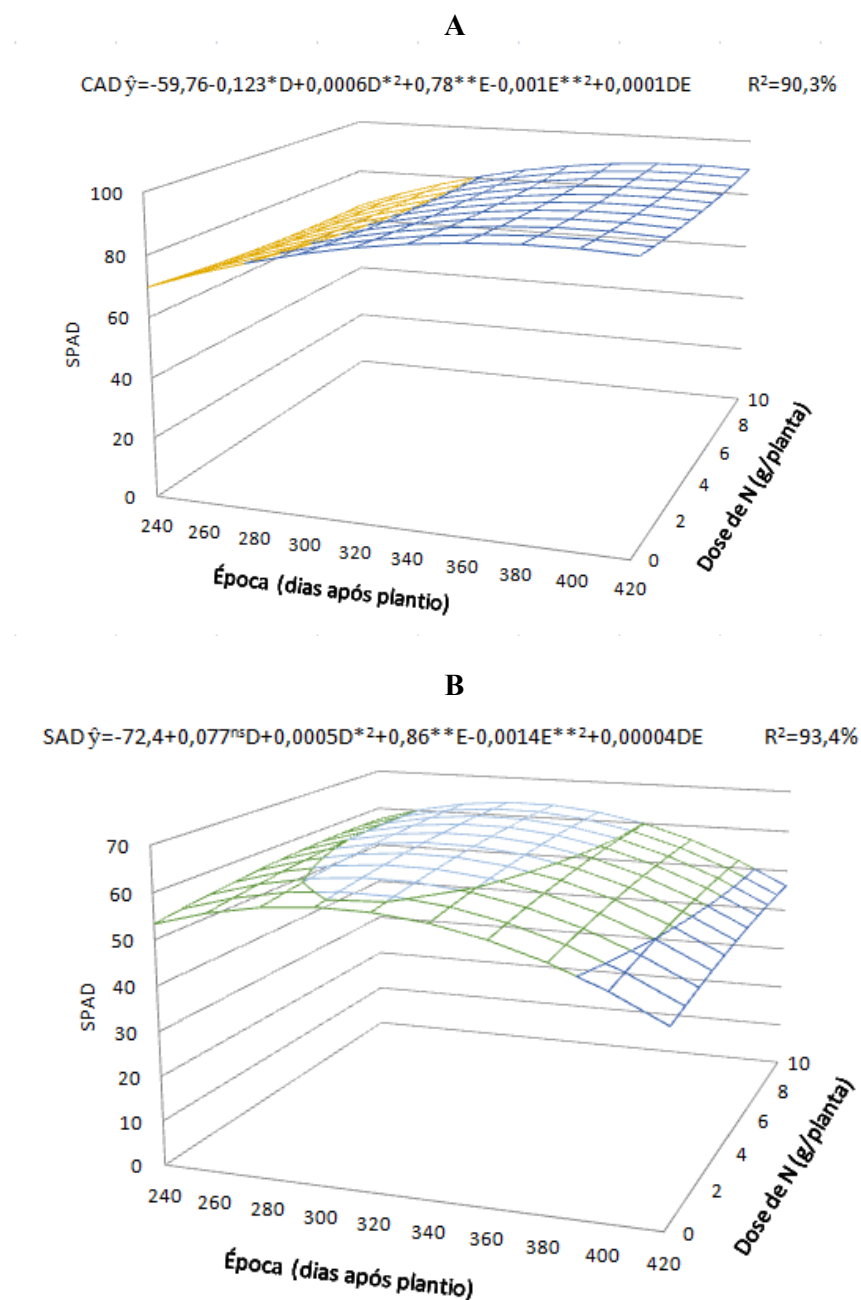


Figura 18 : Superfície de resposta para o índice SPAD no abacaxizeiro cv. ‘Vitoria’, em função da época de avaliação e da dose de N aplicada por planta, cultivado com (CAD) e sem (SAD) a prática da adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.

Na tabela 20 é mostrada a correlação entre o índice SPAD e o teor foliar de N, observando que não houve correlação entre essas variáveis. Esse fato pode estar relacionado a deficiência de N observada nas folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’ nesta pesquisa.

Leonardo et al. (2013), estudando as correlações entre essas variáveis, nesta mesma cultivar de abacaxizeiro, submetida a adubação nitrogenada com ureia e esterco de ave, obteve uma correlação significativa e positiva (0,77). Analisando a leitura SPAD em abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivado com deficiência de macro e micronutrientes, Ramos et al. (2013) constataram que na deficiência de N, o valor do índice SPAD é afetado de forma negativa. No entanto, a medida que a adubação com N aumentou, ocorreu uma correlação linear e positiva como a leitura SPAD e a largura da folha D, averiguando a possibilidade do uso do índice SPAD na determinação do status nutricional e crescimento vegetativo.

Tabela 20: Correlação entre o índice SPAD e o teor de N na folha ‘D’ do abacaxizeiro cv. Vitória. Itapororoca-2104

Variável	Teor de N na folha
Índice SPAD	0,45 ^{ns}

^{ns}, não significativo

O teor foliar de P foi influenciado de forma isolada pela adubação verde ($p < 0,01$), pela época de avaliação ($p < 0,01$) e pela interação desses fatores (Tabela 18). As alterações no teor foliar de P é observada na Figura 19, averiguando-se na presença da adubação verde ajuste quadrático dessa variável em função das épocas de avaliação, com alta capacidade preditiva ($R^2 = 98\%$). Nesta condição o valor máximo estimado de 0,13 g/kg de P, foi observado aos 312 dias após o plantio das mudas do abacaxizeiro ‘Vitoria’ (Figura 19). Ao derivar a equação que modela o teor foliar de P na ausência da adubação verde, observa-se que a equação quadrática com tendência de mínimo modelou essa variável, averiguando aos 362 dias após o planto o valor mínimo de 0,08 g/kg de P em folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Maléuzieux & Bartholomew (2003) consideram os valores críticos de P na folha D de 1 g/kg. Já Quaggio et al. (1997) considera os valores entre 0,8 g/kg e 1 g/kg adequados para a cultura. Neste sentido os valores de P na folha D de abacaxizeiro

‘Vitória’ encontrado neste trabalho foram baixos. Esse fato pode estar relacionado ao baixo teor de P no solo por ocasião do plantio (Tabela 2) e baixa precipitação ocorrida no período experimental, que podem ter influenciado o processo de transformação na matéria orgânica, prejudicado o processo de translocação e absorção desse nutriente pela planta de abacaxizeiro.

Sousa (2010), estudando o desenvolvimento, nutrição mineral, produção e qualidade de abacaxizeiro ‘Gold’, observou que as maiores relações K/N utilizadas na pesquisa, proporcionaram variações no teor foliar de P ao longo do tempo, com médias superiores a 3,5 g/kg de P foliar. Esse autor atribui os resultados elevados no teor foliar de P encontrado neste trabalho ao alto teor de P no solo por ocasião do plantio. Bregonci et al. (2008), estudando o teor foliar de macro e micronutrientes de mudas micropropagadas de abacaxi ‘Gold’ na fase de aclimação, cultivada sob níveis de NPK, constataram que 180 dias após o plantio das mudas, o aumento na adubação de referência, ocasionou aumento no teor foliar de P.

No abacaxizeiro ‘Vitória’, Silva et al. (2012), estudando doses de nitrogênio em solos de tabuleiro costeiro da Paraíba, em distintas épocas de crescimento, observou maiores teores de P aos 300 dias após o plantio (dap), tendendo a diminuir até a época da indução floral (420 dap).

Esse fato corrobora com o exposto por França (1976) e Malézieux & Bartholomew (2003), que observam a tendência de diminuição dos teores desses nutrientes na época de indução floral, ocasião em que se inicia a fase de desenvolvimento das infrutescências e na qual ocorre aumento na translocação das reservas nutricionais acumuladas pelas folhas.

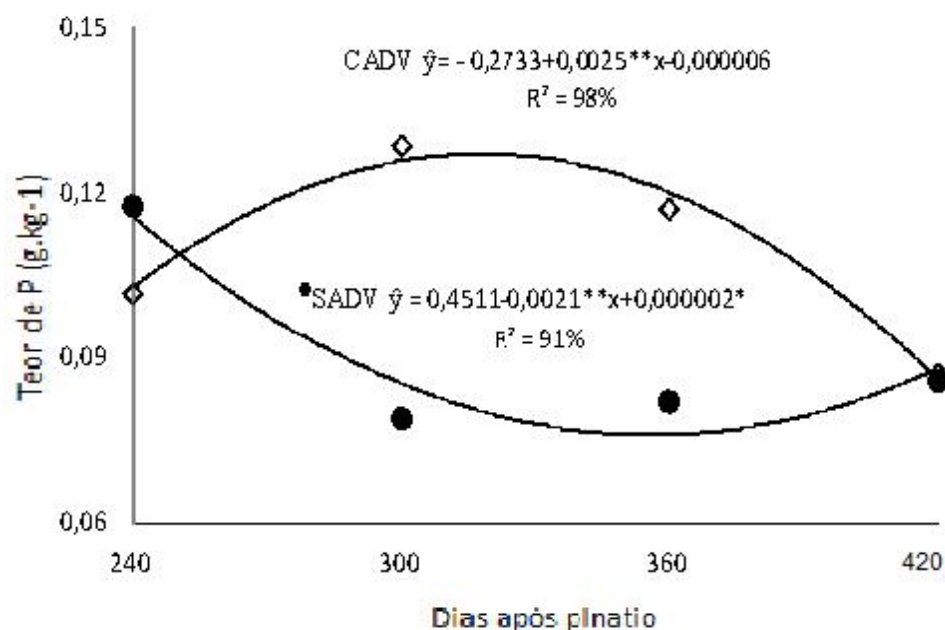


Figura 19: Teor foliar de P em abacaxizeiro 'Vitoria', em função da época de avaliação, submetido a presença (◇CADV) e ausência (•SADV) da prática de adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

Na tabela 21 é apresentada o desdobramento da comparação entre os manejos de adubação verde para cada época de avaliação. Houve diferença entre as adubações verdes utilizadas aos 300 e 360 dias após o plantio, nessas épocas plantas de abacaxizeiro submetidas a adubação verde obtiveram um maior teor foliar de P, comparadas as que não receberam adubação verde.

Tabela 21: Teste de média para o teor foliar de N em abacaxizeiro 'Vitoria', em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.

Adubo verde	Época (dias após plantio)			
	240	300	360	420
	-----Teor de P (g/kg)-----			
Com	0,102 a	0,128 a	0,112 a	0,087 a
Sem	0,117 a	0,079 b	0,082 a	0,085 a

O teor de K na planta sofreu influencia apenas das épocas de avaliação ($p < 0,01$), os demais fatores estudados não influenciaram essa variável (Tabela 18). Na Figura 20, observa-se que houve ajuste quadrático do teor de K no solo em função da época de avaliação. Ao derivar a equação que modelou esse comportamento, averigua-se que aos 283 dias após o plantio estimou-se o maior teor de K em folhas de abacaxizeiro 'Vitória' (4,8 g/kg).

Os teores foliares de K considerados adequados, segundo Malezieux & Bartholomew (2003) estão dentro da faixa de 22 e 30 g/kg de K para a cultura do abacaxizeiro. Neste sentido verificou-se os resultados obtidos nesta pesquisa, estão abaixo dos teores considerado adequados, colando as plantas deste experimento em condição de deficiência deste nutriente. Tal fato pode estar relacionado a deficiência hídrica, ocasionada pela baixa precipitação ocorrida, principalmente no período de crescimento vegetativo, uma vez que, o teor inicial de K no solo (Tabela 2) era alto (200 mg.dm⁻³), esse fato reforça a tese que a deficiência hídrica pode ter prejudicado a absorção dos nutrientes presentes no solo e colocados através da adubação.

Souza (2010) encontrou resultados divergentes ao desta pesquisa, observado efeito das adubações combinadas de K e N sobre os teores de K na folha 'D', averiguando os maiores teores foliares de K nas maiores relações K/N (2,5:1; 3:1; 2:1) nos tratamentos 5 (1757,7 kg de K ha⁻¹ + 585,9 kg N ha⁻¹), 5 (1757,7 kg de K ha⁻¹ + 585,9 kg N ha⁻¹), 4 (1464,75 kg de K ha⁻¹ + 585,9 kg N ha⁻¹) e 7 (996,0 kg de K ha⁻¹ + 498,0 kg N ha⁻¹). Esse mesmo autor observou que os maiores teores de K na folha foram constatados aos 270 dias após o plantio (30 a 45 g/kg) diminuindo até os 510 dias após o transplantio.

Silva et al. (2012) estudando a aplicação da adubação nitrogenada em solos dos tabuleiros costeiros no estado da Paraíba, na cultura do abacaxizeiro cv. Vitória averiguaram que os maiores valores do teor de K na folha (30 a 40 g/kg), foram encontrados aos 300 dias após o plantio, diminuindo aos 420 dias após o plantio, atingindo valores que variaram de 18 a 25 g/kg.

Os valores de K encontrados neste trabalho estão abaixo dos limites exigido pela cultura, fato que pode estar ligado a não absorção do alto teor de K presente no solo na época do plantio (Tabela 2), processo que pode ter sido dificultado pela condição hídrica do solo, imobilização pelo adubo verde, já que foi plantado no mesmo período

do abacaxizeiro. Porém, apesar da discordância dos valores desta variável comparados aos encontrados na literatura, a tendência de acúmulo do K em folhas de abacaxizeiro ‘Vitória’ ocorreu de forma semelhante ao citados na literatura, ou seja, os maiores teores foram encontrados aos 300 dias após o plantio (dap) tendendo a diminuição até a época da indução floral (420 dap). Esse fato pode ser explicado pela relocação das reservas nutricionais para o processo de floração e formação da infrutescência (França, 1976, Maléuzieux & Bartholomew 2003).

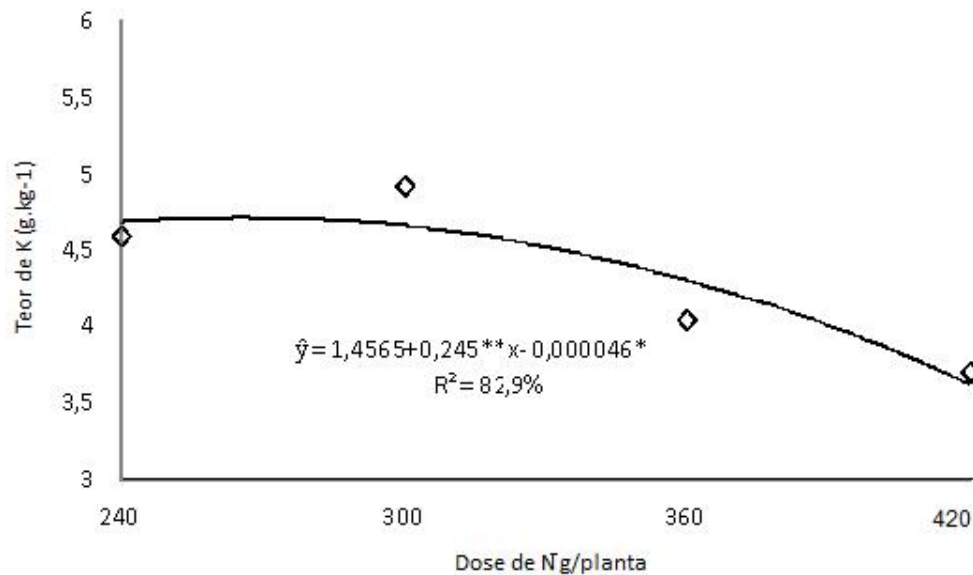


Figura 20: Teor foliar de K em abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da época de avaliação. Itapororoca, PB, 2014.

A relação K/N foi influenciada de forma isolada pela prática da adubação verde ($p < 0,05$), pela época de avaliação ($p < 0,05$) e pela interação desses fatores ($p < 0,01$). Na Figura 22 é apresentada a variação dessa variável em função da interação entre a adubação verde e época de plantio.

Na presença e na ausência da adubação verde, a relação K/N em função das épocas de avaliação foi modelada pela equação quadrática (Figura 22). Observando os valores máximos dessa variável de 0,64 e 0,57, aos 321 e 302 dias após o plantio, para a presença e ausência da prática da adubação verde, respectivamente.

Os resultados desse trabalho corroboram com os encontrados por Souza (2010), estudando diferentes relações na adubação com potássio e nitrogênio em abacaxizeiro ‘Gold’, onde averiguou influência ($p > 0,05$) dos períodos de avaliação sobre a relação K/N. Verificando maiores teores foliares de K/N nas relações com maiores doses de K nos tratamentos 3 (1171,8 kg de K ha⁻¹ + 585,9 kg N ha⁻¹), 4 (1464,75 kg de K ha⁻¹ + 585,9 kg N ha⁻¹), 5 (1757,7 kg de K ha⁻¹ + 585,9 kg N ha⁻¹), 8 (1245,00 kg de K ha⁻¹ + 498,0 kg N ha⁻¹) e 9 (1245,00 kg de K ha⁻¹ + 498,0 kg N ha⁻¹). Nestes tratamentos os maiores valores dessa relação foram alcançados próximos dos 360 dias após o plantio.

Os valores da relação K/N deste trabalho estão muito abaixo dos encontrados por Souza (2010), que ultrapassaram 4, e Silva et al. (2012), que chegou a 5. A baixa relação K/N desse trabalho é explicada pela baixa concentração de K foliar, que está muito abaixo do mínimo recomendado para a cultura, por sua vez, o teor de N foliar chegou ao mínimo exigido para a cultura, fato que levou a relação K/N para valores menores, comparados aos encontrados na literatura.

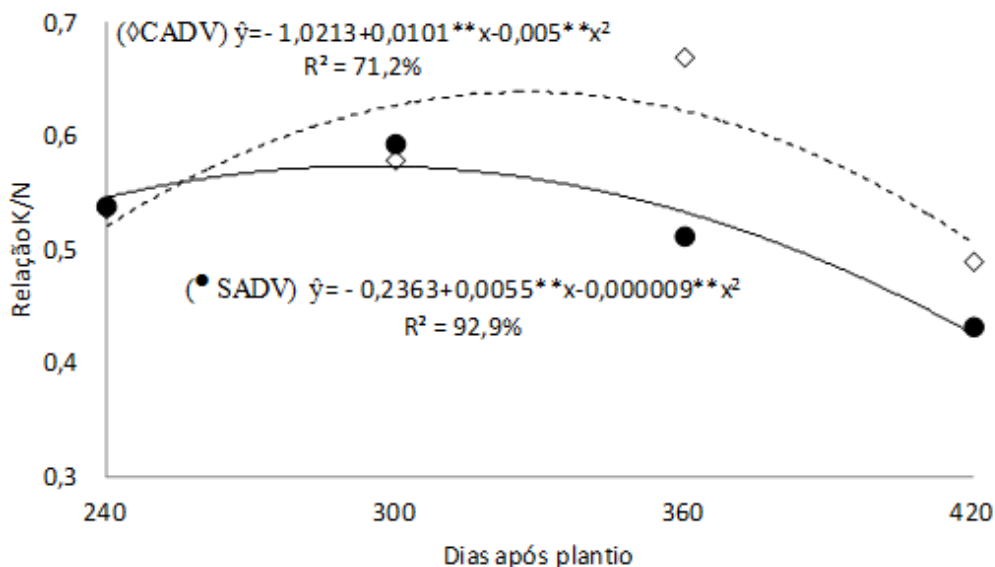


Figura 21: Relação K/N em folhas do abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação, submetido a presença (◇CADV) e ausência (•SADV) da prática de adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

É apresentada na Tabela 22 a comparação de médias da relação K/N em função das práticas de adubação verde para cada época de avaliação. Observa-se efeito

da adubação verde aos 360 e 420 dias após o plantio das mudas de abacaxizeiro ‘Vitoria’. Nas duas épocas de avaliação citadas acima, a utilização da adubação verde proporcionou médias maiores da relação K/N, comparadas a não utilização da adubação verde.

Esse efeito positivo da adubação verde na relação K/N no final do período de crescimento, pode estar ligado a disponibilidade de nutrientes pela mineralização do adubo verde. Rodrigues et al. (2012), estudando a matéria e os nutrientes da parte aérea de adubos verdes, relatam a importância na contribuição na disponibilidade de nutrientes pela decomposição da parte aérea destes.

Tabela 22: Teste de média para a relação K/N em abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.

Adubo verde	Época de plantio			
	240	300	360	420
	-----Relação K/N-----			
Com	0,53 a	0,57 a	0,67 a	0,51 a
Sem	0,53 a	0,59 a	0,49 b	0,43 b

O teor de N no solo foi influenciado pela interação entre adubo verde e época de plantio ($p < 0,01$) (Tabela 18). Na Figura 23 é apresentado as variações no teor de N no solo em função da prática de adubação verde e da época de avaliação. Constata-se que ao utilizar a adubação verde, o máximo teor de N no solo (0,048 dag/kg) foi encontrado aos 307 dias após o plantio. A não utilização da adubação verde em função das épocas de plantio, modelou de forma quadrática as variações no teor de N no solo, observando o máximo valor dessa variável (0,051dag/kg) aos 332 dias após o plantio das mudas do abacaxizeiro 'Vitória'.

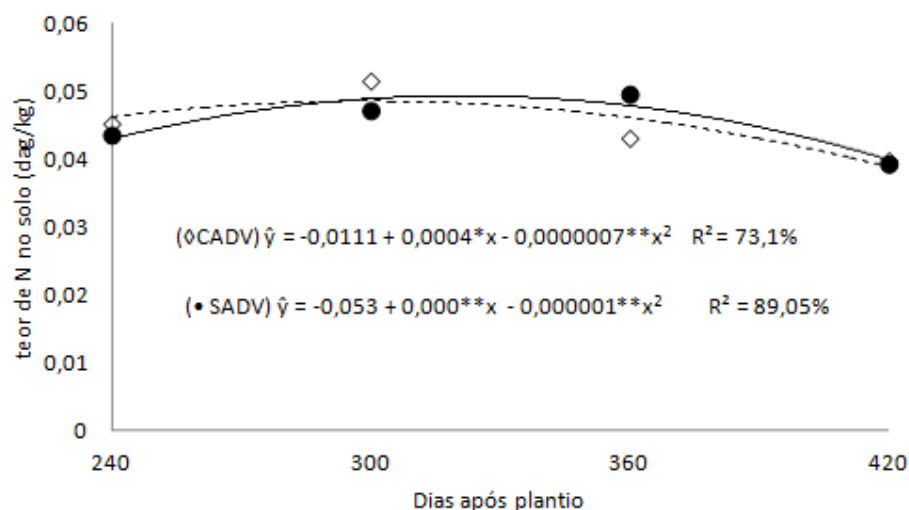


Figura 22: Teor de N em solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação, submetido a presença (◇CADV) e ausência (●SADV) da prática de adubação verde . Itapororoca, PB, 2014.

Na Tabela 23 é apresentada a comparação das praticas de adubação verde utilizadas para cada época de avaliação. Observa-se que houve diferença significativas entre na prática da adubação verde aos 300 dias após o plantio, ocasião em que a utilização da adubação verde possibilitou um maior teor de n no solo. Aos 360 dias após o plantio a não utilização da adubação verde apresentou valores de N no solo estatisticamente superiores aos encontrados quando se utilizou a adubação verde.

Tabela 23: Teste de média para o teor de N no solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitória’, em função da adubação verde e da época de avaliação. Itapororoca, 2014.

Adubo verde	Época de plantio			
	240	300	360	420
-----Teor de N (dag/kg)-----				
Com	0,04 a	0,05 a	0,03 b	0,04 a
Sem	0,04 a	0,04 b	0,04 a	0,04 a

O teor de P no solo foi influenciado de forma isolada pelas épocas de plantio ($p < 0,01$) (Tabela 18). É observado na Figura 24 a variação no valor dessa variável em função da época de plantio. Averigua-se ajuste quadrático do teor de P no solo em

função da época de avaliação, constatando-se aos 352 dias após o plantio das mudas do abacaxizeiro, o máximo valor de P no solo ($3,34 \text{ mg/dm}^3$).

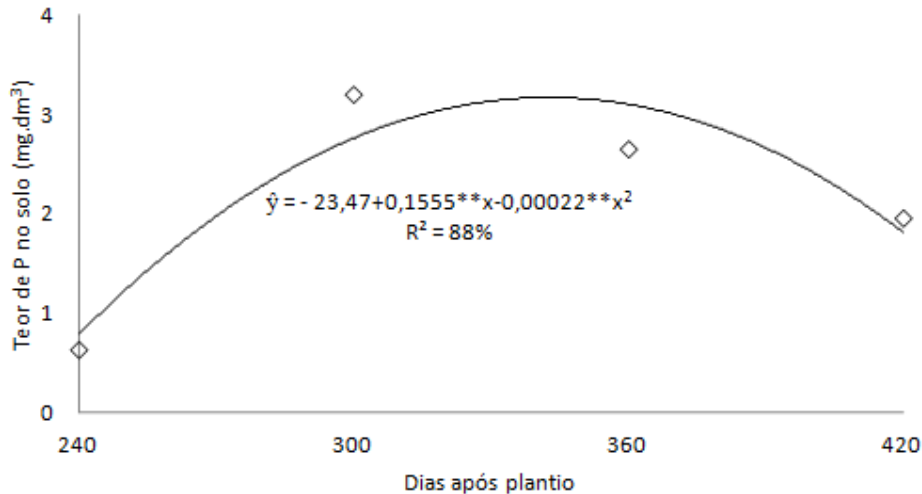


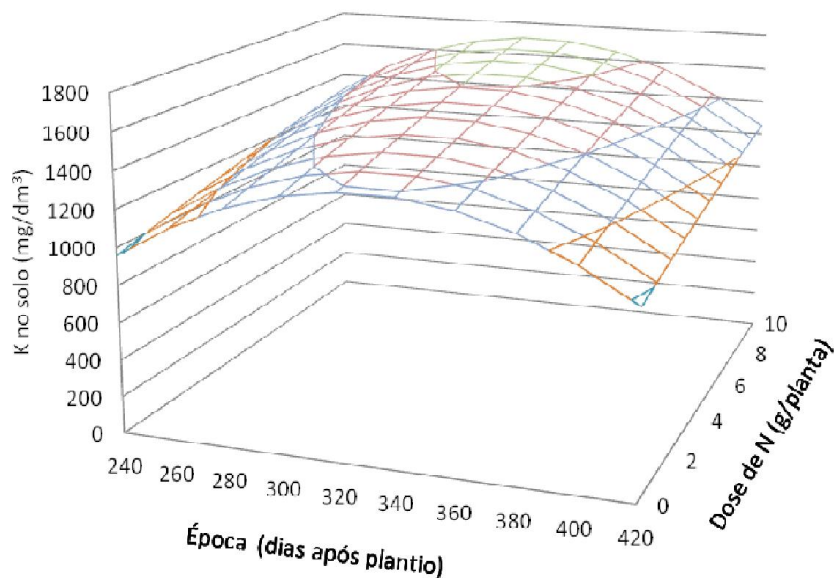
Figura 23: Teor de P em solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação. Itapororoca, PB, 2014.

O teor de K no solo foi influenciado pela interação entre as épocas de avaliação, dose de N e adubação verde ($p,0,05$) (Tabela 18). Na Figura 25 é apresentada a superfície de resposta que modelou o teor de K no solo. Na presença da adubação verde (Figura 25 A), averigua-se que o máximo valor de K no solo (1785 mg/dm^3) foi obtido aos 339 dias após o plantio das mudas na dose de 10 g de N/planta. Na ausência da adubação verde (Figura 25 B), aos 333 dias após o plantio, a aplicação de 10 g de N/planta, promoveu o maior teor de K no solo (1603 mg/dm^3).

Analisando os manejos de adubação verde, observa-se que a utilização da adubação verde promoveu um maior teor de K no solo. Esse fato pode estar associado a contribuição da adubação verde na melhoria da fertilidade do solo, uma vez que, a incorporação da parte aérea de adubos verdes ao solo, pode disponibilizar quantidades significativas de nutrientes ao solo, inclusive o potássio (Rodrigues et al. 2012).

A

$$\text{SADV } \hat{y} = -4407,1 + 5,16^{**}D - 0,007D^{ns2} + 35,07^{ns}E - 0,053E^{**2} + 0,004DE \quad R^2 = 92,6\%$$



B

$$\text{CADV } \hat{y} = -4407,1 + 5,16^{**}D - 0,007D^{ns2} + 35,07^{ns}E - 0,053E^{**2} + 0,004DE \quad R^2 = 88,0\%$$

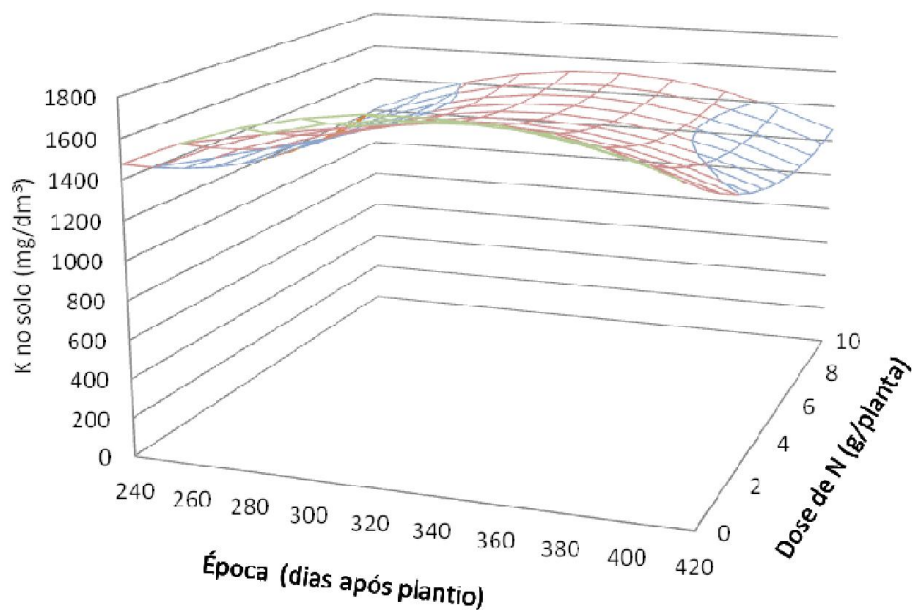


Figura 24: Superfície de resposta para o teor de K em solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitoria’, em função da época de avaliação e da dose de N aplicada por planta, cultivado com (CAD) e sem (SAD) a prática da adubação verde. Itapororoca, PB, 2014.

Independentemente dos tratamentos aplicados, observa-se que o teor de p no solo encontra-se muito elevado, pois para Malézieux e Bartholomew (2003), por ocasião do plantio, um teor de 150 mg/dm³ de K no solo é o suficiente para a cultura do abacaxizeiro, sendo que níveis abaixo de 60 mg/dm³ podem causar deficiência para a cultura. Neste sentido, observa-se que apesar de o teor de K estar muito alto no solo, ocorreu deficiência na planta, fato que pode estar diretamente relacionado a deficiência hídrica do solo durante o crescimento.

Os altos teores de K no solo podem ser explicados devido ao fato de o K não fazer parte de nenhum composto orgânico, tornando-se prontamente disponível a partir do momento em que o material é incorporado ao solo e tem início a decomposição (Moreira & Siqueira, 2006; Silva & Menezes, 2007).

Os resultados desta pesquisa corroboram aos encontrados por Fantondji et al. (2009) e Silva et al. (2007), ao estudarem a liberação de K em esterco bovino e caprino, respectivamente, averiguaram que a liberação de K foi maior em relação a de P e N. Esses autores reportam esse fato a maior hidrosolubilidade do K em relação ao P e ao N.

6. Conclusões

- Plantas de abacaxizeiro ‘Vitória’, adubadas com 7,5 g de N/planta, independente da fonte orgânica utilizada e na ausência da adubação verde, apresentaram melhor crescimento vegetativo.
- A aplicação de 7,5 g de N/planta, independente da fonte orgânica utilizada e na ausência da adubação verde, promoveu maiores trocas gasosas e menor eficiência no uso da água e do carbono.
- Não houve correlação entre o índice SPAD e o teor de N em folhas do abacaxizeiro ‘Vitória’.
- As doses de N aplicadas através de distintas fontes orgânicas não possibilitaram teores adequados de NPK em folhas de abacaxizeiro ‘Vitória’.
- A adubação verde atuou como fonte imobilizadora de nutrientes na fase de crescimento da cultura.
- A adubação orgânica aumentou o acúmulo de K no solo cultivado com abacaxizeiro ‘Vitória’.
- Tornam-se necessários novos estudos com esses materiais orgânicos, com esta e outras cultivares, trabalhando em condições hídricas satisfatórias.

7. Referencias Bibliográficas

- ALVARENGA, R.C.; CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P.. **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto.** V. 22, p.25-36. 2001. (Informe agropecuário)
- ANDREOLA, F.; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N.. Influencia da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica ou mineral, sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** Viçosa, v. 24, n.4, p. 887-905. 2001.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas.** Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- BORGES, A. L.; TRINDADE, A. V.; SOUZA, L. S.; SILVA, M, N. B.. **Cultivo orgânico de fruteiras tropicais – Manejo do solo e da cultura.** Cruz das Almas. Ministerio da Agricultura e Abastecimento. 2003 (Circular técnica 64)
- BHUGALLO, R. A. **Effects of different levels of nitrogen on yield and quality of pineapple variety Queen Victoria.** Port Louis: Food Agricultural Research Council.,Reduit, Mauritius, 1998, (Technical Bulletin).
- CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A.; BALBINO, J. M. S.. Comportamento de genótipos de abacaxizeiros resistentes a fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. **Revista Brasileira de fruticultura.** Jaboticabal, v.37, n.2, p.404-409. 2015.
- CARDOSO, M. M.; PEGORARO, R. F.; MAIA, V. M.; KONGO, M. K.; FERNANDES, L. A.. Crescimento do abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado sob diferentes densidades populacionais, fontes e doses de nitrogênio. **Revista brasileira de fruticultura.** Cruz das Almas, v. 35 n.3 , p.769-781, 2013.
- CARVALHO, M. J.; OLIVEIRA, Z. P.. Níveis de adubação para a cultura do abacaxizeiro em alguns solos do Estado de Alagoas. **Revista brasileira de fruticultura.** Cruz das Almas, n. 14, p.7-11. 2002.
- COSTA, J. P.. Desenvolvimento e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro perola sob diferentes fontes de adubos orgânicos no estado da Paraíba. 2013. 119f. **Tese** (doutorado em agronomia), Universidade Federal da Paraíba, Areia. 2013
- CUNHA, G. A. P. & CABRAL, J. R. S. Taxonomia, espécies, cultivares e morfologia. In: CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S., (Org.). **O abacaxizeiro . Cultivo, agroindústria e economia.** Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa-CNPMPF, 1999. p. 17-51.
- DIAS,F. P. M.; XAVIER, F. A. S.. Adubação verde na produção orgânica de abacaxizeiro na Chapada Diamantina, BA. VII jornada científica. **Anais...** VII jornada científica- Embrapa Mandioca e Fruticultura. 2013.

FATONDJI, D.; MARTIUS, C.; ZOUGMORE, R.; VLEK, P.L.G.; BIELDERS, C.L.; KOALA, S. Decomposition of organic amendment and nutrient release under the zai technique in the Sahel. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 85, p.225-239, 2009.

FRANÇA, G. E. Curva de crescimento, concentração e absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. Merrill) durante um ciclo de cultura . 1976 62f. **Dissertação** (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1976.

FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. Passo Fundo: Editora da UPF. 2004. 536p.

IBGE – sistema IBGE de recuperacao automatica – SIDRA. Disponivel em: **<http://www.sidra.ibge.gov.br>**. Acesso em: 20 de outubro. 2012.

LEONARDO, F. A. P.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P.. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitoria em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v.35, n.2, p.377-387. 2013.

MAEDA, A. S. 2005. Adubação foliar e axilar na produtividade e qualidade de abacaxi. **Tese** (mestrado em Agronomia)-Ilha Solteira-SP, Universidade Estadual Paulista- UNESP, 43p.

MALEZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D.P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E.; ROHRBACH, K.G. (ed.). **The Pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p.143-165.

MALÉZIEUX, E.; CÔTE, F.; BARTHOLOMEW, D.P. Crop environmental, plant growth and physiology. In: Bartholomew, D.P.; Paul, R.E.; Rohrbach, K.G. The pineapple: botany, production and uses. Hononulu: (ed.) University of Hawaii, 2002. 320p.

MARQUES, L. S.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; ISEPON, J. S. Produtividade e produtividade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne cultivado com aplicação de doses e parcelamento do nitrogênio em Guaracy-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v. 33, n.3, p.1004-1014, 2011.

LIMA, A. B.; Qualidade e conservação pós-colheita de abacaxis ‘perola’ e ‘MD2’ sob manejo orgânico e convencional na agricultura familiar. 2011. 211f. **Tese** (doutorado em agronomia). Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2011.

OLIVEIRA, E.F.; CARVALHO, R.A; LACERDA, J.T.; CHOAIKY, S.A.; BARREIRO NETO, M. **Abacaxi: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano**. Joao Pessoa: EMEPA, 2002. 38p.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van.; PIZA JUNIOR, C. T. Frutíferas. In: RAIJ, B. van.;

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p.121-125.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. R.. Leitura SPAD em abacaxizeiro Imperial, cultivado com deficiência de macronutrientes e de boro. **Revista Brasileira e Fruticultura**. Jaboticabal, v.35, n.1, p.277-281. 2013.

REINBOTHE, C.; BAKKOURI, M.; BUHR, F.; MURAKI, N.; NOMATA, J.; KURISU, G.; FUJITA, Y. E REINBOTHE, S. Chlorophyll biosynthesis: spotlight on protochlorophyllide reduction. **Trends in Plant Science**, Oxford, v.15, n.11, p.614-624, 2010.

RODRIGUES, J. A.. Nutrição mineral, produção, qualidade e análise econômica do abacaxizeiro cv. Pérola em função das relações K/N. 2009, 166p. **Tese** (Doutorado em agronomia). Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2009. New York, v.33, n.1, p.1384-1399. 2010.

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SOUZA, A. P.; SANTOS, D.; SILVA, S. M.; SILVA, V. B.. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiro, ‘Perola’ e ‘smooth cayenne’ no Estado da Paraíba. **Journal of plant nutrition**. New.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

SILVA, A.P. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro. 2006. 176 f. **Tese** (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SILVA, A. P.; ALVAREZ, V. V. H.; SOUZA, A. P.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; DANTAS, J. P.. Sistemas de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG. v.33, p.1269-1280. 2009.

SILVA, A. L. P.; SILVA, A. P.; SOUZA, A. P.; SOUZA, A. P.; SANTOS, D.; SILVA, S. M.; SILVA, V. B.. Resposta do abacaxizeiro ‘Vitoria’ a doses de N em solos dos tabuleiro costeiro da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.4, p.447-456, 2012.

SILVA, T. O.; MENEZES, R.S.C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo, **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.51-61, 2007.

SOARES, A. G.; TRIGO L. C.; BOTREL, N.; SOUZA, L. S. F.. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comusus* L) byu preharvest soil aplivation of potassium. **Postharvest Biology end Thecnology**. Amsterdan, v.35, p. 201-207. 2005.

SOUSA, E. P.. Desenvolvimento, nutrição mineral produção e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro “Gold” em função das relações K/N. 2010, 127p. **Tese**

(Doutorado em agronomia). Universidade Federal da Paraíba – Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2010.

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V.. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos tabuleiros costeiros do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**. Campina Grande, v.11, n.2, p.134-141, 2007.

SOUZA, O. P.; ALVAREZ, R. E. F.; MELO, B.; TORRES, J. L.R.. Qualidade de fruto e produtividade do abacaxizeiro em diferentes densidades de plantio e laminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.5, p.471-477, 2009.

SOUZA, T. R.; SALOMÃO, L. C.; ANDRADE, T. F.; BÔAS, R. L. V.; QUAGGIO, J. A. Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 993-1003, 2011.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKET, D.A. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1997. 666p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

VALE, D. W.; PRADO, R. M. Adubação com NPK e o estado nutricional de ‘citrumelo’ por medida indireta de clorofila. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.40, n.02, p. 266-271, 2009.

VELOSO, C. A. C.; OEIRAS, A. H. L.; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S.. Resposta do abacaxizeiro a adição de nitrogênio, potássio e cálcio em Latossolo Amarelo do Nordeste Paraense. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, v. 23, n.2, p. 396-402. 2001.

VENTURA, J. A.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P.; COSTA, H.. **“Vitória”, nova cultivar de abacaxi resistente a fusariose**. Incaper. Vitória-ES. 4p, 2006. (Documento nº 148).

VENTURA, J. A.; COSTA H, H.; CAETANO L. C. S.. Abacaxi ‘Vitória’ uma cultivar resistente a fusariose. **Revista brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p. 931. 2009.

Anexos

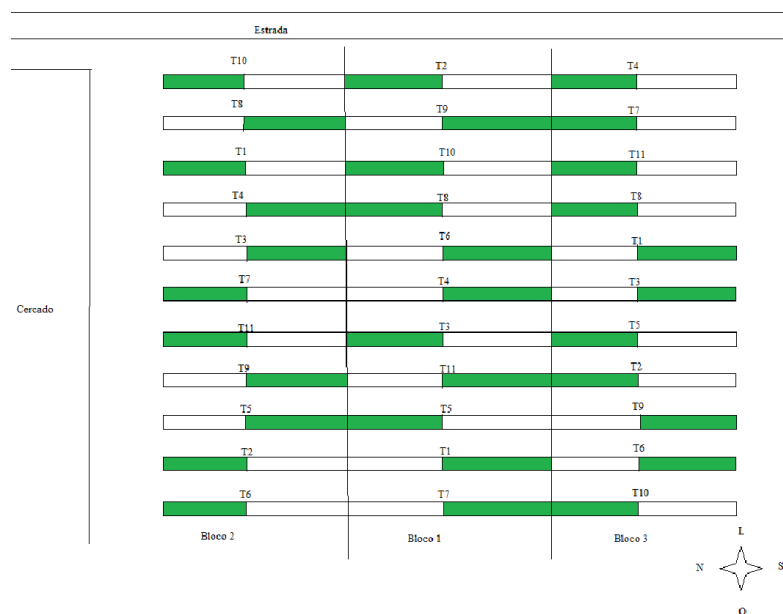


Figura 1: Croqui da área experimental com abacaxizeiro 'Vitória' na fazenda guandu. T1= sem adubação; T2= adubação mineral; T3= 100% de N com esterco bovino (EB); T4= 75% de N com EB; T5 50% de N com EB; T6= 100% de N com esterco de ave (EA); T7= 75% de N com EA; T8 50% de N com EA; T9= 100% de N com esterco misto (EM); T10= 75% de N com EM; T11 50% de N com EM. A parcela com adubação verde é representada pela parte colorida do croqui e a ausência da adubação verde pela parte descolorida do croqui.