

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA**

**EMANUELLY MELO DE OLIVEIRA MENDES**

**INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO PARCIAL E DA COBERTURA  
DO SOLO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE ABACAXI  
GIGANTE-DE-TARAUACÁ**

São Luís – MA  
2014

**EMANUELLY MELO DE OLIVEIRA MENDES**  
**Engenheira Agrônoma**

**INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO PARCIAL E DA COBERTURA  
DO SOLO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE ABACAXI  
GIGANTE-DE-TARAUACÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, como parte das exigências para a obtenção de título de Mestre em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis

São Luís – Ma  
2014

EMANUELLY MELO DE OLIVEIRA MENDES  
Engenheira Agrônoma

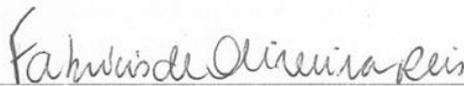
INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO PARCIAL E DA COBERTURA DO SOLO  
SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE ABACAXI GIGANTE-DE-  
TARAUACÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-  
Graduação em Agroecologia da Universidade  
Estadual do Maranhão, como parte das exigências  
para a obtenção de título de Mestre em Agroecologia.

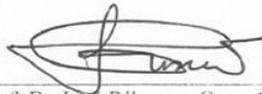
Orientador: Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis

Data da defesa: 15 / 12 / 2014

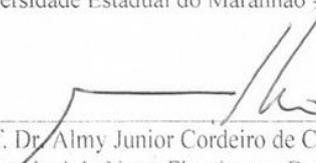
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Fabrício de Oliveira Reis (Orientador)  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Prof. Dr. José Ribamar Gusmão Araujo  
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Prof. Dr. Almy Junior Cordeiro de Carvalho  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças e saúde para a realização deste trabalho.

À minha mãe, por ter me dado à vida, guiado meus passos e não ter medido esforços para a realização dos meus sonhos.

Ao meu marido, Fabrício Mendes, por ser meu maior incentivador profissional e pessoal.

À minha irmã, pelo apoio e presteza em todos os momentos em que necessitei.

A todos da comunidade eclesial Nossa da Paz pelas orações em especial à Raimunda Nonata Santos de Lemos, madrinha e grande amiga.

Ao meu orientador, Professor Dr. Fabrício de Oliveira Reis, pela oportunidade, paciência, atenção e orientação ao longo de todas as dúvidas e desânimo.

A todos os mestres, doutores e professores do curso de pós-graduação em Agroecologia da UEMA, por transmitirem e compartilharem todo o seu conhecimento e de alguma forma contribuírem para realização deste trabalho. Em especial, aos professores José Ribamar Gusmão Araújo e ao professor Heder Braun.

Ao Sr. Arthur (*In memoriam*) proprietário da área em que o estudo foi instalado e conduzido e a seu filho Walter por ter iniciado as indagações sobre a cultivar de abacaxi que posteriormente receberia o nome de Gigante-de-Tarauacá.

À estagiária Girlaynne Veloso, pelo auxílio em todas as atividades de campo e por todo o empenho e esforço no decorrer da execução deste trabalho.

À secretária do curso de pós graduação em Agroecologia Rayanne Cristine pela presteza e auxílio em todas as questões burocráticas.

À todos os colegas de mestrado pela convivência durante o curso, em especial as Amigas Marta Jordana, Hulda Rocha e Silva, Rafaela Souza, Virley Sena e Suelen Rayane, pela amizade, companheirismo e pelos momentos pra sempre guardados no coração.

Agradeço também á FAPEMA pelo apoio financeiro na concessão da bolsa.

**“Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”**

**Fernando Pessoa**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	8
LISTA DE QUADRO.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE SIGLAS.....	10
<b>RESUMO.....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRAT.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>14</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Caracterização do abacaxizeiro.....	16
2.2 Principais cultivares de abacaxi.....	18
2.3 A cultivar gigante-de-Tarauacá.....	20
2.4 Sistemas de cultivo de abacaxizeiro.....	20
2.4.1. Sistema convencional.....	20
2.4.2. Sistema de culvico consorciado.....	21
2.5 Parâmetros fisiológicos.....	22
2.5.1 Estimativa do teor de clorofila (SPAD).....	22
2.5.2 Eficiência fotoquímica.....	23
2.6 Nitrogênio na planta e no solo.....	24
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 2: INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO PARCIAL E DA COBERTURA DO SOLO SOBRE DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ABACAXI GIGANTE-DE-TARAUACÁ</b>	
<b>RESUMO.....</b>	<b>32</b>
<b>ABSTRAT.....</b>	<b>33</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
2.1 Condições de cultivo e material vegetal.....	36
2.2 Parâmetros avaliados .....	38
2.2.1 Parâmetros fisiológicos.....	38
<i>Estimativa do teor de clorofila (índice SPAD).....</i>	<i>38</i>
<i>Determinação da eficiência fotoquímica.....</i>	<i>39</i>
2.2.2 Desenvolvimento vegetativo das plantas.....	40

<i>Avaliação biométrica das plantas</i> .....	40
<i>Massa dos frutos</i> .....	40
2.2.3 Determinação do Nitrogênio total das folhas.....	41
2.3 Análises estatísticas.....	41
<b>3 RESULTADO E DISCUSSÃO</b> .....	43
<i>Estimativa do teor de clorofila</i> .....	43
<i>Estimativa da eficiência fotoquímica</i> .....	43
<i>Biometria das plantas</i> .....	45
<i>Massa dos frutos</i> .....	49
<i>Nitrogênio total nas folhas</i> .....	50
<b>CONCLUSÃO</b> .....	52
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
<b>ANEXO</b> .....	58

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Dados de temperatura máxima e mínima; e Precipitação Pluvial Total (PPT), no município de Santa Rita/Ma (local do experimento).	36
<b>Figura 2.</b>	Área de plantio de abacaxizeiro gigante-de-Tarauacá consorciado com banana cv. prata	37
<b>Figura 3.</b>	Área de plantio de abacaxizeiro gigante-de-Tarauacá em regime a pleno sol.	38
<b>Figura 4.</b>	Determinação do índice SPAD	39
<b>Figura 5.</b>	Utilização do fluorômetro para determinação da eficiência fotoquímica	39
<b>Figura 6.</b>	Material vegetal coletado para análises biométricas e mensuração.	40
<b>Figura 7.</b>	Fruto de abacaxi gigante-de-Tarauacá	41

## LISTA DE QUADRO

<b>Quadro 1.</b>	Resultado da análise química das amostras de solo coletadas em Santa Rita, Ma.	36
------------------	--	----

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b>	Estimativa do teor de clorofila (SPAD) em plantas de abacaxi submetido a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo em Santa Rita, MA.	43
<b>Tabela 2.</b>	Fluorescência Máxima (Fm), Fluorescência inicial (F0) e Fluorescência variável (Fv) em plantas de abacaxi submetida a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo, em Santa Rita, MA.	44
<b>Tabela 3.</b>	Eficiência quântica máxima do FSII (Fv/Fm) em plantas de abacaxi submetido a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo , Santa Rita, MA.	45
<b>Tabela 4.</b>	Médias do comprimento caule e da folha “D”, diâmetro do caule, massa fresca (MF) do caule e das folhas das plantas de abacaxizeiro.	46
<b>Tabela 5.</b>	Somatório de ranques do número de folhas das plantas de abacaxizeiro.	47
<b>Tabela 6.</b>	Médias da Massa seca (MS) das folhas “D”, do caule e das folhas das plantas de abacaxizeiro.	48
<b>Tabela 7.</b>	Médias de massa total dos frutos com coroa, massa da coroa e massa da casca.	49
<b>Tabela 8</b>	Nitrogênio total ( $\text{g.kg}^{-1}$ ), em folhas de abacaxi submetido a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo, Santa Rita, MA.	51

**LISTA DE SIGLAS**

<b>FSII</b>	Fotossistema II
<b>NADPH</b>	Nicotinamida adeninina dinucleotídio fosfato
<b>ATP</b>	Trifosfato de adenosina
<b>CO<sub>2</sub></b>	Gás carbônico
<b>F<sub>0</sub></b>	Fluorescência inicial
<b>F<sub>m</sub></b>	Fluorescência máxima
<b>F<sub>v</sub></b>	Fluorescência variável
<b>F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub></b>	Rendimento quântico máximo do FSII
<b>F<sub>dr</sub></b>	Ferridoxina reduzida
<b>SPAD</b>	Soil Plant Analysis Development
<b>Q<sub>A</sub></b>	Quinona A
<b>D<sub>1</sub></b>	Proteína D1 (que faz parte do FSII)
<b>MS</b>	Matéria seca
<b>MF</b>	Matéria fresca
<b>LAPOC</b>	Laboratório de pós-colheita

## **INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO PARCIAL E DA COBERTURA DO SOLO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA PLANTA DE ABACAXI GIGANTE-DE-TARAUACÁ**

**RESUMO** – O presente trabalho teve como objetivo estudar os efeitos do sombreamento e pleno sol, e de coberturas vegetais (casca de arroz, palha de babaçu e sem cobertura) no teor de clorofila, na emissão de fluorescência da clorofila *a* e na determinação de Nitrogênio total das folhas de plantas de abacaxi *Ananas comosus var. comosus*. O experimento foi conduzido na Comunidade Rural de Centrinho, localizada a 5 km da sede do município de Santa Rita, Ma. Localizado a uma latitude 03°14'37" Sul e a uma longitude 44°32'33" Oeste, estando a uma altitude de 28 m. A temperatura média anual é de 26,1°C e precipitação total anual de 2.290 mm. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 (três tipos de cobertura e dois sistemas de cultivo) com quatro repetições.. Em duas áreas A e B. Na área A o abacaxi foi consorciado com banana cv. Prata, plantada no espaçamento 5 x 2m. Na área B o abacaxi foi cultivado em regime de pleno sol. As áreas A e B foram subdivididas em três com 4 repetições cada, totalizando 24 parcelas. As determinações da eficiência fotoquímica e do teor de clorofila, ocorreram nos horários entre às 07:00 hs e 10:00 hs da manhã, tomando-se duas plantas da área útil de cada uma das 24 parcelas, totalizando 48 leituras. Para a determinação do Nitrogênio total das folhas das plantas de abacaxi tomou-se três plantas da área útil de todas as parcelas e as análises foram realizadas em laboratório por meio de digestão sulfúrica. Os parâmetros avaliados foram: F<sub>0</sub> (fluorescência inicial), F<sub>m</sub> (fluorescência máxima), F<sub>v</sub> (fluorescência variável) e a relação F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub> (rendimento quântico máximo do fotossistema II), o teor de clorofila, biometria das plantas e dos frutos e o Nitrogênio total das plantas. Em todos esses parâmetros apresentados neste trabalho o tratamento consorciado com banana e com cobertura vegetal de casca de arroz apresentou resultados significativos pelo teste de Tukey em relação aos demais cinco outros tratamentos.

**Palavras chave:** Abacaxi gigante, clorofila, nitrogênio, eficiência fotoquímica.

## **INFLUENCE OF PARTIAL SHADING AND SOIL COVER ON THE DEVELOPMENT OF GIANT PINEAPPLE CV. TARAUCÁ**

**ABSTRACT** - The present work aimed to study the effects of shade and full sun, and toppings vegetables (rice husk, babassu and straw without cover) on chlorophyll content, in the emission of fluorescence of chlorophyll a and total nitrogen determination of plant leaves of pineapple *Ananas comosus* var. *comosus*. The experiment was conducted in the Rural community of village center, located at 5 km from the seat of the municipality of Santa Rita, Ma. Located at a latitude 03° 14 ' 37 "South and a longitude 44° 32 ' 33" West, being to an altitude of 28 m. The average annual temperature is 26, and total annual precipitation 10C of 2,290 mm. the experimental design used was randomized blocks, in 3 x 2 factorial scheme (three types of coverage and two cropping systems) with four repetitions.. In two areas A and B in the area the pineapple was consorted with banana CV. Silver, planted in 5 x 2 m spacing. In area B the pineapple was grown under full sun. Areas A and B were subdivided into three with 4 repetitions each, totaling 24 installments. Photochemical efficiency and determinations of the chlorophyll content, occurred in the timetables between 07:00 and 10:00 a.m., taking up two plants of the area of each of the 24 parcels totaling 48 readings. For the determination of total Nitrogen from leaves of pineapple plants took up three plants of the area of all parcels and the analysis were performed in the laboratory through sulphuric digestion. The parameters evaluated were: F0 (initial fluorescence), Fm (maximum fluorescence), Fv (variable fluorescence) and Fv/Fm ratio (maximum photosystem II quantum yield), the chlorophyll content, plant and biometry of fruits and the total Nitrogen for plants. In all these parameters presented in this work with intercropping banana and treatment with vegetable coverage of rice husk presented significant results by Tukey test compared to other five other treatments.

**Key words:** Giant pineapple, chlorophyll, nitrogen, photochemical efficiency.

**CAPÍTULO I**

---

**INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO DE LITERATURA**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de abacaxi [*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill] (FAO, 2014). No país o abacaxi é produzido em quase todas as regiões e estados da federação. E a região nordeste é a maior produtora de abacaxi do país (IBGE, 2012).

No estado do Maranhão a Mesorregião Central é a mais tradicional no cultivo do abacaxi com destaque para a cultivar ‘Pérola’ que corresponde a 70,2 % da área cultivada (IBGE, 2009). Mas recentemente, tem crescido a exploração da cultivar ‘Turiaçu’, concentrada no município de Turiaçu, com área atual de 149 ha (12,0 % do total), sendo este o segundo maior produtor estadual.

Há um permanente esforço da pesquisa em relação aos trabalhos de prospecção e domesticação de novas cultivares ou seleções clonais de abacaxizeiro e outras fruteiras nativas da região Amazônica e do Cerrado (CARVALHO et al., 2003; FERREIRA et al., 2010; SPIRONELLO, 2010), além do melhoramento genético por meio da hibridação (CHAN et al., 2003; CABRAL et al., 2009), visando gerar genótipos resistentes à fusariose e frutos de qualidade superior (VENTURA et al., 2009; CABRAL & MATOS, 2009), assim como a seleção de espécies e híbridos ornamentais visando alcançar outros mercados (SOUZA et al., 2007).

Além das cultivares Pérola e Turiaçu, chama a atenção um tipo exuberante de abacaxi cultivado há uma década, em baixa escala, no município de Santa Rita, denominado Gigante-de-Tarauacá, cujo as mudas iniciais foram introduzidas do município de Zé Doca, região Oeste Maranhense.

Ritzinger (1992), em experimento realizado no Acre, descreve a cultivar Gigante-de-Tarauacá (*Ananas comosus*) como tendência a porte horizontal, devido às folhas com presença de espinhos serem muito compridas o que levou o referido pesquisador a não recomendá-la para plantio comercial, o que foi justificado pela dificuldade da realização de tratos culturais. As folhas apresentaram coloração em tons arroxeados, o que pode estar relacionado ao excesso de luminosidade e frutos que podem alcançar entre 12 e 15 kg.

A ecofisiologia tem auxiliado a compreender a flexibilidade das respostas bem como a capacidade de aclimação de espécies vegetais às variantes ambientais, relatando, sobretudo, as respostas fotossintéticas das plantas às diversas condições promotoras de estresse. Nesse sentido, fatores ambientais como seca, déficit nutricional e radiação ultravioleta (UV), dentre outros, são frequentemente associados à diminuição da produção de culturas agrícolas, o que torna extremamente importante investigar as respostas fisiológicas de espécies agrícolas a

estresses abióticos. Segundo as clássicas definições encontradas na literatura, o estresse pode ser considerado como pressões ambientais sobre os organismos (LEVITT, 1972) ou respostas dos organismos aos distúrbios ambientais (SELYE, 1973).

Nesse sentido, o uso de parâmetros de fluorescência tem sido difundido principalmente no estudo de fotossíntese por ser um método que, além de não destrutivo, permite analisar qualitativa e quantitativamente a absorção e o aproveitamento da energia luminosa através do FSII e as possíveis relações com a capacidade fotossintética (MOUGET; TREMBLIN, 2002; NETTO, 2005).

Dessa forma, o presente trabalho visou avaliar o comportamento das plantas em um sistema de cultivo consorciado com banana e solteiro, aliado à cobertura do solo com palha vegetal, sobre a influência no teor de clorofila, a capacidade fotossintética, a biometria das plantas e dos frutos e a quantidade de Nitrogênio total de plantas de abacaxi gigante.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização do abacaxizeiro

O abacaxizeiro, *Ananas comosus* L. Merrill, é uma planta originária da América do Sul, herbácea, monocotiledônea, que pode atingir até um metro de altura, com talo rodeado de 30 a 40 folhas pontiagudas, com ou sem espinhos, pertencente à família Bromeliaceae, com fruto caracterizado por até duas centenas de pequenos frutos, os gomos, que se formam em torno de um eixo central em que cada “escama” da casca do abacaxi é um fruto verdadeiro (JIMENEZ DIAS, 2002).

Kerbaux (2004) caracteriza o abacaxi como pertencente do grupo de plantas de metabolismo MAC (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), muitas das quais adaptadas a regiões áridas, cuja principal característica é fechar os seus estômatos durante o dia e abri-los à noite, a fim de economizar água.

É uma planta semi-perene, com sistema radicular formado por parte sob o solo, com 0,15 m a 0,50 m de profundidade, bem estendido lateralmente, podendo atingir 1,5 m de raio da planta; e outra parte sobre o solo, com raízes adventícias. Sua reprodução normalmente é feita por via vegetativa, através de rebento da base da haste, filhotes ou das coroas das plantas (DONADIO, 2007).

O abacaxizeiro é uma planta herbácea e semi-perene, possui um caule (talo) curto e grosso, ao redor do qual crescem as folhas, em forma de calhas estreitas e rígidas, e no qual também se inserem as raízes axilares. O sistema radicular é fasciculado, superficial e fibroso, encontrado em geral à profundidade de 0 a 30 cm e, raras vezes, a mais de 60 cm da superfície do solo. A planta adulta das variedades comerciais mede de 1,00 m a 1,20 m de altura e de 1,00 m a 1,50 m de diâmetro (CRESTANI et al., 2010). O pedúnculo desenvolve-se a partir do talo, e é a parte da planta que sustenta a inflorescência e, posteriormente, o fruto.

As folhas são classificadas, segundo seu formato e sua posição na planta, em A, B, C, D, E, F, da mais velha e externa, para a mais nova e interna, respectivamente. A folha D é a mais importante do ponto de vista do manejo da cultura, sendo a mais jovem dentre as folhas adultas e, metabolicamente, a mais ativa de todas, e, por conseguinte, usada na análise do crescimento e do estado nutricional da planta (REINHARDT et al., 2000).

Uma planta de abacaxi pode possuir de 70 a 80 folhas, as quais são rígidas, e cerosas na superfície, e são protegidas por uma camada de pelos (os tricomas). Estas estruturas são encontradas na superfície inferior destes órgãos, e podem reduzir a transpiração (CUNHA et al., 1999).

Em 2002, o abacaxi (*Ananas comosus*) e o gravatá de rede *Pseudananas sagenarius* foram reclassificados e ambos incluídos no gênero *Ananas*, que se diferencia dos outros da família Bromeliaceae pelo fato das suas espécies apresentarem um fruto do tipo sincarpo formado pela coalescência dos frutos individuais, das brácteas adjacentes e do eixo da inflorescência, enquanto nos outros gêneros os frutos são livres. Esta nova classificação reconhece apenas um gênero com duas espécies: *Ananas macrodentes* (gravatá de rede), planta típica de floresta na Mata Atlântica brasileira, ao longo dos rios, possui folhas compridas (até 3 m) com espinhos agressivos, o fruto é de tamanho muito variável (10 a 20 cm) e não apresenta coroa, é tetraplóide com 100 cromossomos; e *Ananas comosus* (ananás ou abacaxizeiro comum): diferencia-se da outra espécie pela presença de coroa, tem propagação por fillhotes, rebentões ou pela coroa, geralmente é diplóide, com 50 cromossomos, mas existem formas triplóides espontâneas, nesta espécie estão incluídas cinco variedades botânicas que são o *Ananas comosus* var. *ananassoides*, *Ananas comosus* var. *parguanzensis*, *Ananas comosus* var. *erectifolius*, *Ananas comosus* var. *Bracteatus* e *Ananas comosus* var. *comosus* (CABRAL et al., 2004).

*Ananas comosus* var. *comosus* é a principal forma cultivada, com distribuição mais ampla. Abrange todas as cultivares plantadas nas regiões tropicais e subtropicais do mundo para a exploração do fruto (CABRAL et al., 2004).

## 2.2 Principais cultivares de abacaxi

A cultivar Pérola é a mais plantada no Brasil, principalmente nos Estados do Nordeste. A planta possui porte ereto, folhas com espinhos nos bordos e produz muitas mudas tipo filhote. O fruto tem forma ligeiramente cônica, polpa branca, rica em açúcares e acidez moderada, adequado para o consumo interno sob a forma de fruta fresca. Apresenta tolerância à murcha associada à cochonilha *Dysmicoccus brevipes* e é suscetível à fusariose (*Fusarium subglutinan*) (CABRAL et al., 1997).

A cultivar Smooth Cayenne foi introduzida em São Paulo, na década de trinta e, posteriormente, foi difundida para outros estados como Paraíba, Minas Gerais, Espírito Santo, Goiás e Bahia. A planta apresenta porte semi-ereto e as folhas só apresentam espinhos nas extremidades dos bordos. O fruto tem forma ligeiramente cilíndrica, polpa amarela, rica em açúcares e acidez elevada. É bastante sensível à murcha associada à cochonilha *Dysmicoccus brevipes* e suscetível à fusariose (*Fusarium subglutinan*) (CABRAL et al., 1997).

Outras cultivares são plantadas no Brasil para consumo e comercialização locais, principalmente na Amazônia. No Nordeste brasileiro há plantios da cultivar Jupi, planta

semelhante à Pérola, mas com fruto ligeiramente cilíndrico. Esta cultivar é mais conhecida nos estados da Paraíba e Pernambuco e, atualmente, está sendo difundida no estado do Tocantins, no qual são produzidos frutos cilíndricos, os quais estão sendo preferidos pelos agricultores e consumidores (CABRAL et al., 1997).

O fato da abacaxicultura brasileira ser constituída predominantemente pelas cultivares Pérola e Smooth Cayenne, ambas suscetíveis à fusariose, aumenta a importância desta doença, fazendo-se necessário o desenvolvimento de cultivares resistentes (CABRAL et al., 2003).

A BRS Imperial relatada por Cabral & Matos (2005) foi obtida a partir do cruzamento entre a 'Perolera', oriunda dos Andes da Colômbia, e a 'Smooth Cayenne' e foi lançada pela Embrapa em 2003. A planta tem porte médio e apresenta folha de cor verde escuro, sem espinhos nas bordas. É de crescimento relativamente lento e produz número médio de filhotes (três a cinco), próximos e às vezes presos à base do fruto, o que exige maior atenção no momento da colheita, tem por características a resistência à fusariose com frutos de boa qualidade com polpa amarela elevado teor de açúcar, acidez titulável moderada, alto conteúdo em ácido ascórbico e excelente sabor nas análises sensoriais realizadas. Por outro lado, essa cultivar apresenta características que podem ser consideradas não desejáveis tais como, crescimento lento, pedúnculo de diâmetro delgado, fruto de tamanho pequeno a médio, perfil do frutinho (olho) proeminente, produção de três a cinco mudas tipo filhote presas à base do fruto, o que dificulta a colheita mediante método de quebra do fruto.

Ventura et al. (2006), afirmam que o abacaxizeiro 'Vitória' resultou da hibridação entre a cultivar Primavera, oriunda da Amazônia brasileira, e a cultivar Smooth Cayenne. A planta possui folhas de cor verde claro, sem espinhos nos bordos. O fruto é de tamanho pequeno a médio (1,0 a 1,5 kg), com polpa branca, de boa succulência, pequeno eixo central, elevado teor de açúcares (média de 15,8 o brix), acidez média, superior a da 'Pérola' e da 'Imperial', e bom sabor. Pode ser destinado ao mercado de consumo in natura e principalmente ao processamento.

Além disso, a BRS 'Vitória' tem como principal característica a resistência à fusariose, considerado o principal problema fitossanitário da cultura do país. Dessa forma, essa cultivar preencheria a lacuna deixada pelas outras cultivares de abacaxizeiro suscetíveis a doença o que a torna uma alternativa economicamente rentável aos produtores de abacaxi. Como pontos positivos essa cultivar possibilita uma redução nos custos de produção das lavouras dada economia pelo não uso de fungicidas, bem como a redução dos riscos ambientais e vantagens para a saúde de produtores e consumidores.

A cultivar IAC Fantástico foi lançada pelo Instituto Agronômico de Campinas – IAC em 2010. Essa cultivar foi obtida por meio do cruzamento entre cv. Tapiracanga – TP (não cultivada para fins comerciais) e cv. Smooth Cayenne – SC. A planta de abacaxizeiro cv. IAC Fantástico é bastante vigorosa, resistente à doença fusariose, e as folhas apresentam espinhos somente na extremidade da borda foliar. O fruto é de tamanho mediano a grande, formato intermediário entre a cv. Pérola e a cv. Smooth Cayenne. A polpa é saborosa, doce (média > 16°Brix), pouco ácida e de coloração amarelo intenso, servindo para o consumo in natura ou para a agroindústria (SPIRONELLO et al., 2010).

No estado do Maranhão o abacaxi de Turiaçu possui destaque na linha de prospecção, caracterização e seleção de materiais regionais visando a suprir a demanda por boas cultivares. A cultivar é nativa do município de Turiaçu, localizado na Microrregião do Gurupi (Amazônia Maranhense) a 10 de latitude sul, selecionada por agricultores familiares e que se encontra em processo de domesticação e de inovações em seu sistema produtivo. Os frutos dessa cultivar são muito apreciados no mercado consumidor regional, devido ao elevado teor de açúcares, peso médio e polpa amarela, mas ainda é cultivada com técnicas rústicas e tradicionais, em que predomina o plantio sem espaçamento definido, baixa densidade de plantas e colheita desorganizada, normalmente com frutos em elevado estágio de maturação.

Levando em conta que a cultura é baseada em um número restrito de genótipos, torna-se necessária à diversificação de cultivares (CABRAL et al., 1997).

### 2.3 A Cultivar Gigante-de-Tarauacá

Em experimento realizado no Acre, Ritzinger (1992) descreve o abacaxi "Gigante-de-Tarauacá" com tendência a porte horizontal, devido às folhas com presença de espinhos serem muito compridas o que levou o referido pesquisador a não recomendar o plantio comercial pela dificuldade na realização de tratamentos culturais.

As folhas apresentam espinhos nos bordos da folha, semelhante à cultivar Pérola, a mais explorada no Brasil e ainda de acordo com Ritzinger (1992), possuem um comportamento diferenciado quando exposta a pleno sol, caracterizado por um coloração vermelho arroxeado de suas folhas, Kim et al (2005), afirma que mudanças nos níveis de luminosidade a que as espécies são submetidas podem acarretar diferentes respostas nas características anatômicas, fisiológicas, bioquímicas e de crescimento das plantas. Essa resposta à luminosidade ambiental permite que as plantas aperfeiçoem sua eficiência fotossintética.

Na realização de tratamentos culturais e colheita é exigida cautela dado ao grande porte das plantas. A produção de mudas é do tipo rebentão, que por ser precoce é mais um atrativo para realização de estudos dessa cultivar.

A variabilidade de frutos selecionados pelos índios amazônicos foi observada nesse abacaxi, que apresenta variações de peso, cor de fruto, sabor mais ou menos ácido e/ou doce.

Existe também a necessidade de “escoramento” dos frutos, pois devido ao seu peso excessivo os pedúnculos se quebram antes da maturação (RITZINGER, 1992)

#### 2.4. Sistemas de cultivo de abacaxizeiro

O plantio comercial de abacaxi é destacado por seu potencial produtivo, mas para que as plantas expressem sua capacidade produtiva plena são necessárias uma série de práticas culturais, dentre elas a escolha da área, preparo do solo a escolha certa da época de plantio, o sistema de plantio e espaçamento.

A escolha do preparo de solo deve considerar, além de outros fatores como a textura e profundidade, também o relevo do local onde vai ser implantada a lavoura, assim como o melhor manejo a ser dado à cobertura existente no local.

##### 2.4.1. Sistema convencional

Para o abacaxizeiro o plantio convencional, consiste em uma aração e duas gradagens ou o cultivo em faixas, com revolvimento do solo na linha do plantio. Cunha et al (1994) afirmam que esse tipo de plantio ainda é bastante utilizado por facilitar a abertura de sulcos e covas para o plantio e o crescimento das raízes frágeis e superficiais, que exploram apenas os primeiros 15 a 20 cm do solo.

Oliveira et al (2009) relatam que o preparo convencional do solo para o cultivo de abacaxizeiro preconiza as práticas sequenciais de roçagem, aração e gradagem, seguidas das etapas de coveamento ou sulcamento para o plantio. O que ocasiona em uma grande exposição do solo aos efeitos erosivos da chuva, devido ao solo ficar completamente descoberto, o que facilita a rápida mineralização da matéria orgânica ao solo e a falta de proteção das entrelinhas do solo ao longo da primeira fase do ciclo da cultura.

E ainda em função do ciclo bianual da cultura do abacaxizeiro em condições de sequeiro, Pinotti & Sampaio (2014) sugerem aos produtores o planejamento da produção em módulos de 3 a 5 ha, em anos sucessivos, a fim de se promover uma renda anual da propriedade.

#### 2.4.2. Sistema de cultivo consorciado

A cultura do abacaxi é pode ser bastante rentável apesar da grande exigência com tratamentos culturais, por esta razão agricultores em geral de pequeno porte procuram alternativas para a diminuição nos riscos desta produção, para isso a adoção de consórcios com culturas de ciclo curto tem sido uma alternativa benéfica que diversifica a produção e aumenta a renda familiar, além de diminuir os riscos de perda total da safra.

Cunha et al (1999) relata a necessidade de atenção na escolha das culturas consórcios levando em conta o aspecto fitossanitário, rentabilidade, redução nos custos com capina e o sombreamento excessivo para o abacaxi.

O sistema ecológico de consórcio é considerado um sistema conservacionista de exploração agrícola, dentre os benefícios tem como princípio manter ou aumentar o teor de matéria orgânica do solo. Sistemas de manejo que aumentem a adição de resíduos vegetais e a retenção de carbono no solo se constituem em alternativas importantes para aumentar a capacidade de dreno de CO<sub>2</sub> atmosférico e diminuição do aquecimento global (AMADO et al, 2001). A prática de consórcios com culturas alimentares, forrageiras, fibras e oleaginosas é muito utilizada pelos agricultores familiares do Semi-árido brasileiro (ARAÚJO et al., 2006; AZEVEDO, 1993).

Para a escolha do melhor consórcio é necessário levar em consideração as condições de área e necessidades de cada produtor. Algumas pesquisas em várias regiões do Brasil têm apontado muitas vantagens nesse tipo de sistema. O plantio consorciado do abacaxi reduz o desenvolvimento de plantas daninhas durante os primeiros meses.

O plantio do abacaxi nas entrelinhas de pomares de citros, manga, coco, abacate e de outras fruteiras de porte arbóreo, de ciclo longo ou perene, é uma boa opção para a exploração mais intensiva da terra disponível, servindo para custear a instalação da cultura principal. Um cuidado importante neste tipo de consórcio é a manutenção de uma distância adequada entre as fruteiras perenes e as linhas adjacentes do abacaxi, a qual não deve ser inferior a 1,50 m no caso da laranjeira. Além disso, o manejo do abacaxi tem que seguir as recomendações técnicas para esta cultura (REINHARD et al., 2000).

Cunha et al (1999) afirmam que o abacaxi também pode ser consorciado com culturas de subsistência tais como feijão (*Phaseolus* e *Vigna*), amendoim, quiabo, repolho, tomate, mandioca e arroz e outras culturas de ciclo curto, que são plantadas nas entrelinhas e na mesma época da cultura do abacaxi. Esses tipos de cultura são colhidas apenas uma vez e ficam restritas aos primeiros seis meses do ciclo do abacaxi com exceção da mandioca que possui um ciclo mais longo.

## 2.5 Parâmetros fisiológicos

### 2.5.1 Estimativa do teor de clorofila (valor SPAD)

As clorofilas proporcionam a cor verde às plantas devido à baixa absorção de luz na região do espectro electromagnético correspondente a esta cor, enquanto apresentam forte absorbância na região espectral do vermelho e azul (BROGE; LEBLANC, 2001). A determinação do conteúdo de clorofila é um procedimento comumente utilizado na pesquisa com plantas. Atualmente, muitas técnicas podem ser utilizadas para a determinação do teor de clorofila em folhas de plantas. Entre eles, os métodos destrutivos que por usarem uma quantidade relevante de reagentes químicos, tornam esta extração dispendiosa e bastante trabalhosa (TUCKER, 1977). Esses métodos utilizam solventes orgânicos que incluem acetona, DMSO (HISCOX; ISRAELSTAM, 1979), metanol, N, N-dimetil formamida e éter de petróleo (INSKEEP; BLOOM, 1985; LICHTENTHALER; WELLBURN, 1985; MORAN; PORATH, 1980). Durante a extração e diluição, podem ocorrer significativas perdas de pigmentos, ocasionando elevada variabilidade nos dados.

Outro método, neste caso não destrutivo o clorofilômetro Soil Plant Analysis Development (SPAD, Minolta, Japão) é um equipamento portátil disponibilizado na década de 90 capaz de gerar grandezas relacionadas com os teores de clorofila, esse equipamento mede a transmissão de luz vermelha a 650 nm, quando ocorre absorção de luz pela molécula de clorofila, e de luz infra-vermelha, a 940 nm, sem absorção. Os valores obtidos são proporcionais ao teor de clorofila presente na folha (MARKWELL et al., 1995; SILVEIRA et al., 2003).

### 2.5.2 Eficiência fotoquímica

A técnica de medição da fluorescência da clorofila *a* tem sido praticada expansivamente na determinação do desempenho fotossintético de plantas (BAKER E ROSENQVIST, 2004) e a determinação do índice de concentração de clorofila (AMIRJANI, 2010), usado como indicador de resposta para determinar o estresse (PAKNEJAD et al., 2009). Além disso, a luz excessiva recebida pelas plantas, possivelmente, irá danificar pigmentos fotossintéticos e a estrutura tilacoidal das plantas que conduz a um fotodano (LARCHER, 2003) e, definitivamente, a ocorrência de fotoinibição (STANCATO et al., 2002).

O uso de parâmetros da fluorescência da clorofila *a* tem sido difundido principalmente no estudo do desempenho fotossintético das plantas, por ser um método muito sensível e não destrutivo que permite a análise qualitativa e quantitativa da absorção e do aproveitamento da

energia luminosa pelo aparato fotossintético (KRAUSE; WEIS, 1991). Nessa avaliação são utilizados fluorômetros, cujas aplicações variam desde a rápida identificação de injúrias causadas ao aparato fotossintético, mesmo quando o sintoma ainda não é visível, até a análise detalhada da alteração da capacidade fotossintética da planta (CATUNDA et al, 2005).

Dados obtidos pela técnica de determinação da fluorescência sugerem que o principal alvo do dano fotoquímico é o fotossistema II (P680). O decréscimo na razão fluorescência variável/ fluorescência máxima (Fv/Fm) é geralmente atribuído à inibição do centro de reação do PSII ou a redução da capacidade de transportar elétrons entre os fotossistemas. Isso protege o aparelho fotossintético dos possíveis danos, que possam ocorrer naturalmente, ou que sejam induzidos por poluentes (KOLBER et al., 1998, RALPH E BURCHETT, 1998).

Os estresses, suas inter-relações com as plantas e com o meio ambiente, podem, em várias situações, serem avaliados por meio da medição da fluorescência da clorofila *a*. Em plantas sadias e não estressadas, a relação Fv/Fm (rendimento quântico máximo do fotossistema II) tem valor aproximadamente de  $0,80 \pm 0,05$ . Todavia, quando as plantas se encontram sob condições adversas de meio-ambiente, essa relação decresce progressivamente. O declínio no rendimento quântico do fotossistema em folhas fotoinibidas é avaliado por um correspondente decréscimo na relação Fv/Fm (KRAUSE E WEISS, 1991; FOYER, 1996; JONES, 1998).

## 2.6 Nitrogênio da planta e no solo

O nitrogênio é elemento essencial para as plantas por fazer parte de uma série de compostos indispensáveis ao seu desenvolvimento, como das moléculas de clorofila, das bases nitrogenadas dos nucleotídeos, dos aminoácidos, proteínas (dentre as quais a enzima ribulose 1,5-bifosfato carboxilase oxigenase – Rubisco, catalisadora da redução fotossintética do CO<sub>2</sub>) e de vários compostos do metabolismo secundário (TAIZ; ZEIGER, 2008).

O conteúdo das clorofilas das folhas representa uma característica apropriada na avaliação da aquisição de N pelas plantas, sob diferentes condições ambientais. Assim, a disponibilidade de N pode influenciar decisivamente na capacidade fotossintética das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2008).

O efeito negativo da deficiência de nitrogênio sobre a taxa fotossintética pode estar relacionado, dentre outros fatores, à redução no conteúdo de clorofila (CIOMPI, 1996). Quase sempre existe uma forte associação entre a taxa fotossintética e a concentração de nitrogênio foliar, independentemente se a relação for expressa com base na área ou na matéria seca (EVANS, 1989).

Kerbaudy (2004) faz referência ao abacaxizeiro como uma planta com metabolismo especial tipo MAC, e afirma que estudos sobre alguns nutrientes merecem atenção, em especial o nitrogênio, cuja assimilação tem estreita relação com a fotossíntese.

A capacidade fotossintética depende do suprimento de nitrogênio, pois grande parte do nitrogênio das folhas está alocada nas proteínas envolvidas no processo fotossintético (SEEMANN, 1987).

Ntanos & Koutroubas (2002) afirmam que a capacidade fotossintética vegetal, e o posterior acúmulo e distribuição de massa seca e N, estão fortemente relacionados a fatores ambientais como as condições climáticas e edáficas, e a disponibilidade de nutrientes.

Trabalhos com espécies de plantas mostraram acentuada e positiva relação entre o teor de nitrogênio na folha e a capacidade fotossintética, como os de Fahl e Carelli (1994), que estudando o efeito do sombreamento de 30, 50 e 100% de luz solar em processos fisiológicos envolvidos na produção de café (crescimento, teores de clorofila, nitrogênio total e atividade da redutase do nitrato), verificaram que os diversos cultivares estudados responderam de forma diferente aos níveis de luz..

O conteúdo das clorofilas das folhas representa uma característica apropriada na avaliação da aquisição de N pelas plantas, sob diferentes condições ambientais. Assim, a disponibilidade de N pode influenciar decisivamente na capacidade fotossintética das plantas (TAIZ; ZEIGER, 2008).

No abacaxizeiro, o nitrogênio é o nutriente que apresenta maior efeito sobre a produtividade. Experimentos realizados com diferentes cultivares, em vários locais do Brasil apontam efeito positivo do nitrogênio no aumento do peso dos frutos do abacaxi. Souza e Reinhardt (2004), que relataram a necessidade de boa nutrição em N no período vegetativo da planta para o maior crescimento dos frutos.

Marques et al (2011) observaram que a adubação nitrogenada incrementou a produtividade e a qualidade de frutos de abacaxi cv. Smooth Cayenne.

Silva et al (2012) obtiveram aumento de peso de frutos na cultivar cv. Vitória e produtividade em resposta à adubação nitrogenada.

Coelho et al (2007) em estudos com a cultivar 'Jupi' e Spironello et al (2004) estudando o efeito da adubação de NPK em solos tropicais no efeito da produção de abacaxi afirmam que a dose de N influencia no tamanho do fruto de abacaxi.

## REFERÊNCIAS

- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 25, p. 189-197, 2001.
- AMIRJANI, M.R. Salinity and photochemical efficiency of wheat. *International Journal. Botany*, v.69, p.273-279, 2010.
- ANTONIOLLI, L. R.; BENEDETTI, B. C.; FILHO, M. S. M.; GARRUTI, D. S. - Influência da posição e formato de corte na preferência sensorial de abacaxi 'pérola' minimamente processado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 511-513, 2005.
- ARAÚJO, J.R.G.; AGUIAR JÚNIOR, R.A; CHAVES, A.M.S.; REIS, F. de O.; MARTINS, M. R. Abacaxi "Turiaçu": cultivar tradicional nativa do Maranhão. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal – SP. v. 34, n. 4, p. 1270 – 1276, Dezembro 2012.
- ARAÚJO, A. C.; BELTRAO, N. E. de M. ; BRUNO, G. B.; MORAIS, M. S. Cultivares, épocas de plantio e componentes da produção no consórcio de algodão e amendoim. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, v. 10, p. 357-363, 2006.
- AZEVEDO, D. M. P. de. Consórcio algodão-feijão vigna. I. efeito de modalidades de arranjos de fileiras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 28, n. 7, p. 813-822, 1993.
- BAKER, B; Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo. *Annual Review of Plant Biology*, v.59, p.89-113, 2008.
- BARTOLOMÉ, A. P., RUPÉREZ, P. AND FÚSTER, C. Pineapple Fruit: Morphological Characteristics, Chemical Composition and Sensory Analysis of Red Spanish and Smooth Cayenne Cultivars. *Food Chemistry*. v. 53; p.75 – 79, 1995.
- BEZERRA, J.E.F.; MAAZE, U.C.; SANTOS, V.F.; LEDERMAN, I.E. Efeito da adubação nitrogenada, fosfatada e potássica na produção e qualidade do abacaxi cv. Smooth Cayenne. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.3, p. 1-5, 1981. Número único.
- BROGE, N. H.; LEBLANC, E. Comparing prediction power and stability of broadband and hyperspectral vegetation indices for estimation of green leaf area index and canopy chlorophyll density. *Remote Sensing of Environment*, v. 76, p.156-172. 2001.
- CABRAL, J.R.S.; SOUZA, J.S.; FERREIRA, F. R. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, 1997. Variabilidade genética e melhoramento do abacaxi. Embrapa Mandioca e Fruticultura - Cruz das Almas, Bahia, 1997.
- CABRAL, J.R.S.; MATOS, A.P. de; JUGHANS, D.T. Desenvolvimento de híbridos de abacaxi resistentes à fusariose. Cruz da Almas, BA: Embrapa-CNPMF, 2003. 4p. (Embrapa-CNPMF. Comunicado Técnico, 88).
- CABRAL, J. R. S.; JUGHANS, D. T. Variedades de abacaxi. Cruz das Almas – BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 4p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Circular Técnica, 63).

CABRAL, J.R.S.; CASTELLEN, M.S.; SOUZA, F.V.D.; MATOS, A.P.; FERREIRA, F.R.. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Banco ativo de Germoplasma de abacaxi. Embrapa Mandioca e Fruticultura - Cruz das Almas, Bahia, 2004.

CABRAL, J.R.S.; MATOS, A.P. Imperial: Nova cultivar de abacaxi. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005. 4 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Comunicado Técnico, 114).

CATUNDA, M. G.; FREITAS, S.P.; OLIVEIRA, J.G.; SILVA, C. M. M. Efeitos de herbicidas na atividade fotossintética e no crescimento de abacaxi (*Ananas comosus*). Planta daninha, v 23, n. 1, p. 115-121, 2005.

CIOMPI, S. et al. The effect of nitrogen deficiency on leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters in sunflower. Plant Science, Limerik, v.118, n.2, p.177-184, 1996.

COELHO, R. I.; LOPES, J. C.; CARVALHO, A. J. C. de; AMARAL, J. A. T. do; MATTA, F. de P. Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro “Jupi” cultivado em latossolo amarelo distrófico em função da adubação com NPK. Ciência Agrotécnica, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1696-1701. 2007.

CRESTANI, M.; BARBIERE, R. L.; HAWERROTH, F. J. Das Américas para o Mundo – origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. Ciência Rural, Santa Maria, v.40, n. 6, p 1473-1483, 2010.

CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R.S.; SOUZA, L. F. S. (Orgs.). O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia. Brasília: 1999.

CUNHA, G. A. P. da; MATOS, A. P. de; SOUZA, L. F. da S.; SANCHES, N.F; REINHARDT, D.H.R.C; CABRAL, J. R. S. A cultura do abacaxi. Brasília: EMBRAPA- SPI, 1994. Coleção Plantar, 12.

DONADIO, L. C. Dicionário das frutas. Jaboticabal: FUNEP, 2010.

EVANS, J.R. Photosynthesis and nitrogen relationship in leaves of C3 plants. Oecologia, Berlin, v.78, n.1, p.9-19, 1989.

EVANS, J.R.. Nitrogen and photosynthesis in the flag leaf of wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Physiology, 72:297-302, 1983.

FAGUNDES, G. R. Características físicas e químicas do abacaxi Pérola comercializado em 4 estabelecimentos de Brasília-DF. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 22, p. 22-25, 2000.

FAHL, J.I.; CARELLI, M.L.C.; VEGA, J. & MAGALHÃES, A.C. Nitrogen and irradiance levels affecting net photosynthesis and growth of young coffee plants (*Coffea arabica* L.). Journal of Horticultural Science, 69:161-169, 1994.

FAO- *Food and Agriculture organization* of the United Nations. **FAOSTAT Countries by commodity**. Pineapples, 2014.

FOYER, C. H. Oxygen metabolism and electron transport in photosynthesis. In: Scandalios, J. (Eds) Oxidative stress and molecular biology of antioxidant defenses. New York, NY: Cold Spring Harbor Laboratory Press, p. 587-621, 1996.

GONÇALVES, N. B.; ABREU, C. M. P.; AMARAL, C. M.; REINHARD, D. H. R. C.; SILVA, O. L. R.; CARVALHO, V. D. - Abacaxi, Pós-colheita; Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000, p.13 - 17.

GUARÇONI M.A.; VENTURA, J.A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi 'Gold' (MD-2). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v.35, p.1367-1376, 2011.

HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Canadian Journal of Botany, v. 57, p. 1332-1334, 1979.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. v.36, 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Levant. Sistem. Prod. Agríc. Rio de Janeiro v.25 n.02 p.1-88 .2012.

INSKEEP, W. P.; BLOOM, P. R. Extinction coefficients of chlorophyll a and b in N,N-dimethylformamide and 80% acetone. Plant Physiology, v. 77, p. 483-485, 1985.

JIMENEZ DÍAZ, J. A. Manual práctico para el cultivo de la piña de exportación. San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2008.

JONES, H. G. Stomatal control of photosynthesis and transpiration. Journal Experimental Botany, v.04, p.387-398, 1998.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p.452.

KERMASHA, S., BARTHAKUR, N. N., ALLI, I. AND MOHAN, N. K. Changes in chemical composition of the Kew cultivars of pineapple. fruit during development. Journal of the Science of Food and Agriculture, v.39, p.17-24, 1987

KIM, G.; YANO, S.; KOZUKA, T.; TSUKAYA, H. Photomorphogenesis of leaves: shade-avoidance and differentiation of sun and shade leaves. *Photochemistry, Photobiology and Science*, Cambridge, v. 4, n. 5, p. 770-774, May. 2005.

KOLBER, S.Z., PRÁZIL, O., FALKOWSKI, P.G., Measurement's variable chlorophyll fluorescence using fast repetition rate techniques defining methodology and experimental protocols. *Biochimica et Biophysica Acta*, v.1376, p.88-106, 1998.

KRAUSE, G.H.; WEISS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, v.42, p. 313-349, 1991.

LARCHER, W. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Springer- USA, 4ed, 2003.

- LEVITT, J. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press, San Diego. 1972.
- MARKWELL, J.; OSTERMAN, J. C.; MITCHELL, J. L. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*, v. 46, p. 467-472.
- MARQUES, LS.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; ISEPON, J.S. Produtividade e qualidade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, cultivado com aplicação de doses e parcelamentos do nitrogênio, em Guaraçá-SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.33, n.3, p. 1004-1014, 2011.
- MAY, A.; GONÇALVES P. S. de.; BRIOSCHI A. P. Informações Técnicas. *O Agrônomo*, 51(1), 1999.
- MORAN, R.; PORATH, D. Chlorophyll determinations in intact tissue using N,N-dimethylformamide. *Plant Physiology*, v. 65, p. 478-479, 1980.
- MOUGET, J.; TREMBLIN, G. Suitability of the fluorescence monitoring system (FMS, Hansatech) for measurement of photosynthetic characteristics in algae. *Aquatic Botany*, v.74, p.219-231, 2002.
- NETTO, A. T.; CAMPOSTRINI, E.; OLIVEIRA, G. J. *et al.* Photosynthetic pigments, nitrogen, chlorophyll a fluorescence and SPAD-502 readings in coffee leaves. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 104, n. 02, p. 199-209, 2005.
- Ntanos, D.A. & Koutroubas, S.D. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research* 74: 93-101.
- OLIVEIRA, A.M.G.; JUNGHANS, D.T.; CUNHA, G.A.P. Sistema de produção de abacaxi para o extremo Sul da Bahia. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 63 p.
- PAKNEJAD, F. M., MIRAKHORI, M.J., AL-AHMADI, M.R., A.R. PAZOKI. Physiological response of soybean (*Glycine max*) to foliar application of methanol under different soil moistures. *Journal Agricultural Biology Science*, v. 04, p.311-318, 2009.
- PINOTTI, R. N.; SAMPAIO, A. da C. Viabilidade econômica do abacaxi no centro oeste paulista. ISSN 2316-5146. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 11, n. 1. 2014
- RAJASEKHARAN, P. Pineapple intercropping in the first three years of rubber planting in smallholdings: an economic analysis. *Indian Journal of Natural Rubber Research*, India, v. 2, n. 2, p.118-124, 1989.
- RALPH, P.J., BURCHETT, M.D., Impact of petrochemical on the photosynthesis of *Halophila ovalis* using chlorophyll fluorescence. *Marine Pollution Bulletin*, v.36, p.429-436, 1998.
- REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. Abacaxi irrigado em condições semi-áridas. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. da S.; CABRAL, J. R. S. *ABACAXI. Produção. Aspectos Técnicos*. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). — Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p. ; il ; (Frutas do Brasil ; 7).

Reinhardt, D.H. Técnicas de produção e pós-colheita do abacaxi. Fortaleza, FRUTAL/SINDIFRUTA. 2002. 72 p.

Reinhardt, D.H., Cabral, J.R.S., Souza, L.F.S., Sanches, N.F., Matos, A.P. Pérola and ‘Smooth Cayenne’ pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests and diseases, yield and fruit quality aspects. *Fruits*. Paris. 2002.

RITZINGER, R. Avaliação e caracterização de cultivares de abacaxi no Acre. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF./Acre,1992. 28p. (EMBRAPA –CPAF/Acre. Boletim de pesquisa n° 3).

SANTOS, J. C. B. Influência da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado, 2002. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SEEMANN, J.R.; SHAI EY, T.D.;WANG, J.L. & OSMOND, C.B. Environmental effects on photosynthesis, nitrogen use efficiency, and metabolic pools in leaves of sun and shade plants. *Plant Physiology*, 84:796-802, 1987.

Selye, H. The evolution of the stress concept *American Scientist*61: 693-699. 1973.

SILVA, A.L.P.; SILVA, A.P.; SOUZA, A.P.; SANTOS, D.; SILVA S.M.; SILVA, V.B. Resposta do abacaxizeiro ‘Vitória’ a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.36, p. 447-456, 2012.

SINCLAIR, T.R. & HORIE, T. Leaf nitrogen, photosynthesis, and crop use efficiency: A Review. *Crop Science*, 29:90-97, 1989.

SOUZA, L. F. da S.; REINHARDT, D. H. A adubação do abacaxizeiro após indução floral. *Cruza das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura*, 2004. 3p. (Comunicado técnico, 103).

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.26, n.1, p. 155-159, 2004.

Spironello, A., Siqueira, W.J., Usberti Filho, J.A., Teófilo Sobrinho, J., Carvalho, C.R.L., Bettiol Neto, J.E., Sigrist, J.M.M., Ferrari, J.T., Louzeiro, I.M., Martins, A.L.M. (2010) Cultivar de abacaxizeiro IAC Fantástico. Instituto Agrônômico, Campinas, SP, “Folder”, 6p.

STANCATO, G.C., MAZZAFERA, P., BUCKERIDGE M.S. Effects of light stress on the growth of the epiphytic orchid *Cattleya forbesii* Lindl. x *Laelia tenebrosa* Rolfe. *Revista Brasileira Botanica*, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

TUCKER, C. J. Asymptotic nature of grass canopy spectral reflectance. *Applied Optics*, v. 16, p. 1151– 1156, 1977.

VENTURA, J. A.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P.; COSTA, H. ‘Vitória’: nova cultivar de abacaxi resistente à fusariose. Documentos nº 148, 4 p. Vitória, ES: INCAPER. 2006.



---

**CAPÍTULO II**  
**INFLUÊNCIA DO SOMBREAMENTO PARCIAL E DA COBERTURA**  
**DO SOLO SOBRE DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE ABACAXI**  
**GIGANTE-DE-TARAUACÁ**

## RESUMO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de abacaxi. O estado do Maranhão é o quarto maior produtor nacional. Tendo em vista a grande aceitação deste fruto nos mercados nacional e internacional. No estado do Acre um fruto gigante de abacaxi motivou o estudo para apresentar um sistema de cultivo para o estado do Maranhão buscando compreender melhor o comportamento fisiológico caracterizado pela coloração avermelhada das folhas da planta e adequações da cultura para a região Nordeste. Para tanto foram utilizados parâmetros ecofisiológicos como a estimativa do teor de clorofila e a determinação da eficiência fotoquímica, a concentração de Nitrogênio total das folhas “D” e variáveis de crescimento. O experimento foi constituído de seis tratamentos, com quatro repetições. Três tratamentos consorciados com bananeira cv. Prata, com três tipos de cobertura vegetal cada (casca de arroz, palha de babaçu e sem cobertura) e três tratamentos a pleno sol (solteiro), com as mesmas coberturas vegetais dos tratamentos consorciados. Após avaliação dos parâmetros ecofisiológicos foi possível concluir que as plantas de abacaxizeiro Gigante submetidas ao tratamento consorciado com banana e com cobertura de casca de arroz apresentaram melhores resultados em relação aos cinco outros tratamentos. Por outro lado, ainda são necessários maiores estudos voltados para a cultivar no que se refere à fase produtiva em especial a análises físico-química para avaliar o melhor manejo dessa cultivar para a produção de frutos de qualidade.

**Palavras chave:** Abacaxi-gigante. Eficiência fotoquímica. SPAD.

## ABSTRAT

The Brazil is the third largest producer of pineapple. The State of Maranhão in the Northeast region is the fourth largest national producer. In view of the wide acceptance of this fruit in the domestic and international markets. In the State of Acre a giant pineapple fruit prompted the study to introduce a system of cultivation to the State of Maranhão in the Northeast region seeking to better understand the physiological behavior characterized by reddish coloration of the leaves of the plant and the cultural adjustments to the Northeast region. For both ecophysiological process parameters were used as the estimation of chlorophyll content and determination of photochemical efficiency, the concentration of total Nitrogen from leaves "D" and growth variables. The experiment was made up of six treatments with four replicates. Three syndicated treatments with banana CV. Silver, with three types of vegetation cover each (rice husk, babaçu and straw without cover) and three treatments to full sun (single), with the same vegetable toppings of syndicated treatments. After evaluation of ecophysiological process parameters it was possible to conclude that the Giant pineapple plants subjected to treatment with banana and intercropping with rice husk coverage showed best results in relation to five other treatments. On the other hand, larger studies are still needed for growing as regards the productive phase in particular physical-chemical analyses to evaluate the best handling of this cultivar for the production of quality fruits.

**Key words:** Giant pineapple. Photochemical efficiency. SPAD.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de abacaxi [*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill] (FAO, 2014). No país este fruto é produzido em quase todas as regiões e estados da federação. O país produziu 1,5 milhões de toneladas de abacaxi em 2013. A região nordeste é a maior produtora de abacaxi do país (IBGE,2012), sendo o Maranhão o quarto maior produtor da região.

O fruto do abacaxi é muito apreciado por suas características organolépticas, agradando o olfato e principalmente ao paladar, o mercado internacional aprecia frutos grandes e de boa qualidade. Neste sentido, é de suma importância à produção de frutos que atendam a esta demanda.

O sistema de plantio utilizados são os do tipo convencional e consorciado. No primeiro, há necessidade de grandes áreas que justifiquem o alto nível de mecanização dessa cultura, em geral sendo utilizados pelos principais países produtores desse fruto, o que aumentam os gastos com a cultura e pode ocasionar um maior risco no investimento. Além dos problemas gerados por esse sistema como a exposição do solo aos efeitos erosivos da chuva e a rápida mineralização da matéria orgânica. Em relação a utilização do sistema do tipo consorciado é evidenciado uma redução nos riscos da implantação do empreendimento, podendo ser utilizada uma área menor para o plantio o que pode gerar benefícios, tais como o aumento no teor de matéria orgânica do solo, pela adição de resíduos vegetais e a retenção de carbono no solo além da diversificação de culturas em uma única área.

RAJASEKHARAN (1989) realizou um estudo sobre a viabilidade da consorciação entre abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) e seringueira durante os três primeiros anos da implantação do seringal. O autor utilizou uma população de plantas de 4.565 plantas/ha, conseguindo um rendimento de 31 t de frutos no primeiro ano de exploração. O custo de fertilização do sistema representou apenas 16,36 % do custo total e o custo de capinas e desbrotas representou 14,04 %. O referido autor observou um melhor crescimento das plantas de abacaxi consorciadas quando comparado com o plantio convencional. Um fator importante desse tipo de sistema é o cultivo da espécie pelos agricultores por até três anos, no caso do seringal, pois a partir dessa época o dossel começa sombrear as entrelinhas.

Outro incremento utilizado nos sistemas de cultivo é o uso de cobertura morta que funciona como uma barreira física que ajuda no controle da erosão do solo e equilibra a temperatura e conserva a umidade, podendo ser utilizadas a palha seca residual de arroz, de milho e capins, a qual, uma vez distribuída em camadas mais ou menos espessa entre as ruas do abacaxizal, impede o crescimento das plantas daninhas. Medina (1987) afirma que o seu uso é,

entretanto, limitado por exigir grande quantidade de matéria prima e mão-de-obra, além de inicialmente exercer um efeito de concorrência nutritiva com as plantas de abacaxi, sobretudo em nitrogênio, devido à utilização deste nutriente pelos agentes microbianos da decomposição da matéria orgânica.

No município de Santa Rita, no estado do Maranhão, a cultivar Gigante-de-Tarauacá tem sido cultivada há uma década, em condições de pleno sol, e aparentemente sofrendo o estresse fotoquímico caracterizado pela coloração avermelhada das folhas, havendo a necessidade de maiores estudos direcionados ao manejo fitotécnico da planta para melhor compreensão da fisiologia das plantas e em consequência a otimização da produção.

O abacaxi Gigante-de-Tarauacá [*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill], cultivar nativa do estado do Acre e com espinhos na folha, teve sua descrição inicialmente realizada por Ritzenger (1992) que relata um comportamento diferenciado quando as plantas são expostas ao sol, fato este caracterizado por folhas avermelhadas ou arroxeadas. Por outro lado, há um grande interesse econômico nessa cultivar dado ao tamanho de seus frutos que podem alcançar de 12 a 15 Kg, apesar de ainda não ser entendido o seu comportamento fisiológico em termos de condições variáveis de cultivo.

Para tanto, a adoção de um sistema consorciado com banana e associado com coberturas vegetais bem como o uso de parâmetros da fluorescência da clorofila *a* podem ser utilizados para auxiliar na melhor compreensão do comportamento fisiológico. Fontes (2008), relata a difusão de trabalhos principalmente no estudo da capacidade fotossintética das plantas, por ser um método muito sensível e não destrutivo que permite a análise qualitativa e quantitativa da absorção e do aproveitamento da energia luminosa pelo aparato fotossintético.

Embora esta cultivar desperte interesse dado o tamanho de seus frutos e boa qualidade organoléptica ainda não há estudos no campo da fisiologia relacionados a esta cultivar. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar os efeitos do sistema de cultivo sombreado (consórcio com banana) e solteiro (pleno sol), associados a cobertura do solo, sobre o teor de clorofila, a eficiência fotoquímica e o teor de Nitrogênio total das folhas, bem como analisar a influência destes fatores sobre a biometria das plantas e produção.

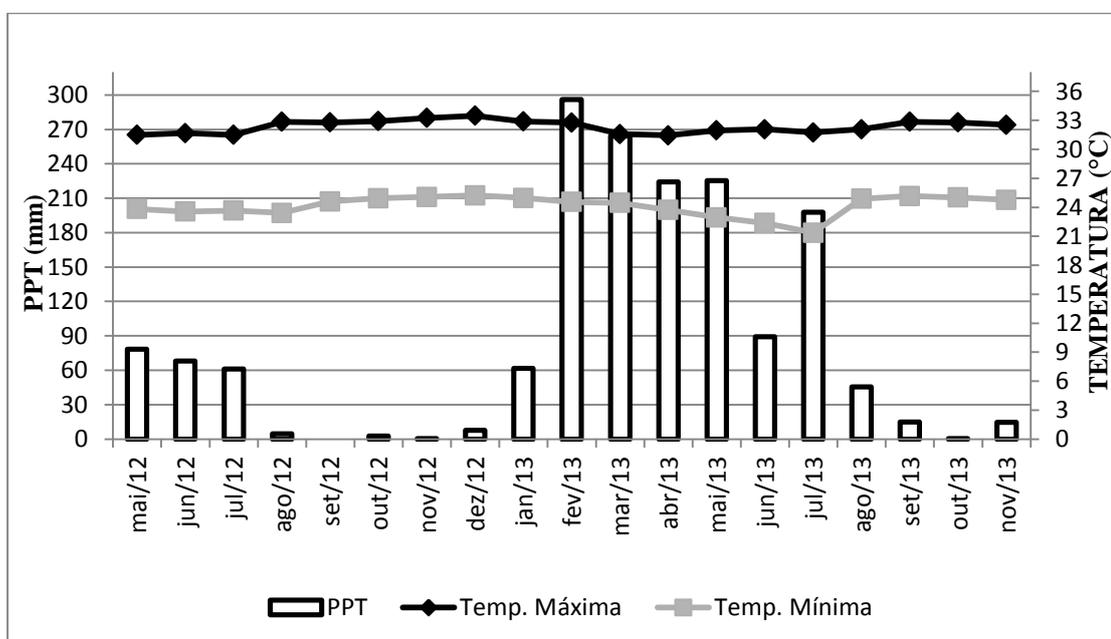
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Condições de cultivo e material vegetal

O experimento foi conduzido na Comunidade Rural de Centrinho, município de Santa Rita, MA localizado a uma latitude de 03°14'37" Sul e longitude de 44°32'33" Oeste, a uma altitude de 28 m do nível do mar. A temperatura média anual é de 28°C e precipitação pluvial total anual (PPT) de 1.433 mm (LABMET-NUGEO, 2013) (Figura 1).

O clima dessa região, descrito por Araujo (2005) é tipo Aw, tropical, chuvoso conforme classificação de Koppen, com predominância de chuvas entre os meses de Janeiro a Junho.

A instalação do experimento foi realizada em área de capoeira baixa onde já havia sido realizado um primeiro ciclo de cultivo de abacaxi em anos anteriores. A limpeza da área foi mecanizada (retirada da vegetação), mas sem a realização de aração ou gradagem.



**Figura 1.** Temperatura máxima e mínima e Precipitação Pluvial Total (PPT), no município de Santa Rita/MA (2012/2013).

As análises física e química de solo foram realizadas pelo Laboratório de Solos da Universidade Estadual Maranhão caracterizaram o solo como sendo do tipo franco arenoso e a análise química do solo da a uma profundidade de 0-20 cm do solo é apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1.** Resultado da análise química das amostras de solo coletadas em Santa Rita, Ma.

pH	P	K	Ca	Mg	Na	H+Al	SB	CTC	M.O	V
CaCl <sub>2</sub>	mg/dm <sup>3</sup>	-----mmol./dm <sup>3</sup> -----					g/dm <sup>3</sup>	%		
4,7	50	3,6	19	20	6,3	26	48,9	48,9	20	65,3

Análises realizadas pelo laboratório de solos da Universidade Estadual do Maranhão, Campus de São Luís, Ma.

O plantio foi realizado manualmente em covas individuais, com adição de um litro de esterco curtido e o plantio realizado no mês de maio de 2012 com mudas tipo rebentão com comprimento entre 50 e 60 cm, provenientes do próprio local.

A primeira e segunda adubação de cobertura para abacaxi foram realizadas nos meses de Setembro e Dezembro do ano de 2012, respectivamente, seguindo as recomendações de análise do solo da área e tendo como referência o Boletim IAC-100 de RAIJ et al (1996), que indicam para a primeira produção as quantidades de 500 kg/há de N, 80 kg/ha de  $P_2O_5$  e 200 kg/ha de  $K_2O$  com base na produtividade esperada de 40-50 t/ha. O parcelamento da adubação referente à cultura da banana cv Prata cultura responsável pelo sombreamento do consórcio, foi realizado duas vezes, obedecendo ao nível de produtividade 30-40 t ha<sup>-1</sup>, tendo suas aplicações realizadas simultaneamente as do abacaxi.

Aos 16 meses após o plantio, depois da coleta de plantas para análises biométricas foi realizada a indução floral com 1g de carbureto de cálcio por planta, para uniformizar o florescimento. Aos 40 dias após a indução foram contadas o número de plantas da parcela útil que apresentavam a inflorescência visível.

O experimento foi instalado e conduzido no delineamento de blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 2, com quatro repetições, sendo um fator constituído por três tipos de cobertura (casca de arroz, palha de babaçu e sem cobertura vegetal) e o outro por dois sistemas de cultivo (consórcio e pleno sol). Na área A o abacaxizeiro gigante-de-Tarauacá foi consorciado com banana cv. Prata, plantada no espaçamento 5 x 2m (Figura 2). Na área B o abacaxizeiro gigante-de-Tarauacá foi cultivado em regime de pleno sol (Figura 3). As áreas A e B foram subdivididas em três partes correspondentes aos tratamentos de cobertura do solo, totalizando 24 parcelas.



**Figura 2.** Área de plantio de abacaxizeiro gigante-de-Tarauacá consorciado com banana cv. prata



**Figura 3.** Área de plantio de abacaxizeiro gigante-de-Tarauacá em regime de pleno sol.

Cada área (Consortio - A e Pleno sol - B) recebeu três tratamentos de cobertura vegetal: casca de arroz *in natura* coletada na região, palha de babaçu e sem cobertura, sendo este último tratamento considerado como testemunha para o abacaxi. Foi adotado o espaçamento em fileiras duplas de 1,5 x 0,6 x 0,5 m, gerando uma densidade de 19.000 plantas de abacaxi/ha.

As áreas A e B (croqui em anexo) foram constituídas de duas fileiras duplas de 30,0 m de comprimento, com área total de 1200m<sup>2</sup>, com 60 plantas por fileira totalizando 240 plantas por parcela. A área útil para efeito das avaliações constituiu-se das duas fileiras internas das duplas. Durante o período de estiagem (agosto e setembro) o experimento não recebeu irrigação.

## 2.2 Parâmetros avaliados

### 2.2.1 Parâmetros fisiológicos

#### *Estimativa do teor de clorofila (Índice SPAD)*

A estimativa do teor de clorofila da folha do abacaxizeiro foi determinada por meio do medidor portátil de clorofila modelo SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development, Minolta, Japão), com três medições por folha na sua região central, conforme adaptação de método de BALDOTTO et al. (2009). As leituras de clorofila foram determinadas em Setembro do ano de 2013 (16 meses após o plantio), na folha D de oito plantas de abacaxizeiro da área útil da parcela, totalizando 192 plantas no experimento (Figura 4).



**Figura 4.** Determinação do índice SPAD.

#### *Determinação da eficiência fotoquímica*

As medições da emissão da fluorescência da clorofila *a* foram efetuadas por meio do fluorômetro não-modulado modelo POCKET PEA (Hansatech Instruments Ltd, King's Lynn, Norfolk, UK) nas mesmas folhas previamente marcadas e na mesma época que foram realizadas as medições do SPAD, mas apenas em duas plantas entre 07:30h e 10:00h da manhã. Para tanto, foram utilizados cliques fornecidos pelo fabricante para a adaptação do tecido foliar ao escuro por 30 minutos ao menos [para que todos os centros de reação adquirissem a condição de abertos ( $Q_a$  oxidada)] (Bøllhar-Nordenkampf et al., 1989). O aparelho registrou a Fluorescência mínima ( $F_0$ ), a Fluorescência máxima ( $F_m$ ), a Fluorescência variável ( $F_v$ ) e a relação  $F_v/F_m$  (rendimento quântico máximo do fotossistema II). A indução da fluorescência foi realizada por meio de um pulso de luz vermelha (650nm) com duração de 2 segundos com intensidade de  $3500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (Figura 5).



**Figura 5.** Utilização do fluorômetro para determinação da eficiência fotoquímica.

### 2.2.2 Desenvolvimento vegetativo das plantas

#### *Avaliação biométrica das plantas*

As plantas tiveram o seu desenvolvimento vegetativo acompanhado durante todo o ciclo da cultura. Para mensuração dos dados biométricos foram coletadas três plantas de cada parcela após 16 meses do plantio e posteriormente levadas para mensuração até o Laboratório de Fitotecnia e Pós-Colheita (LAPOC) da Universidade Estadual do Maranhão (Figura 6).



**Figura 6.** Material vegetal coletado para análises biométricas e mensuração.

Em seguida, foram determinados o comprimento e massa da folha D, que para o abacaxizeiro é considerada a mais ativa fisiologicamente entre todas as folhas, estando posicionada a um ângulo de 45° entre o nível do solo e um eixo imaginário que passa pelo centro da planta (CUNHA; CABRAL, 1999).

Foram realizadas pesagens da biomassa fresca e seca total de cada planta (folhas e caule), bem como a contagem do número de folhas, mensuração do comprimento e diâmetro do caule ou talo. Para a mensuração do diâmetro do caule foi utilizado paquímetro digital e para as demais mensurações, fita métrica. As folhas destacadas do talo foram separadas e contadas, considerando para a contagem desde a folha basal viva até a mais apical lançada.

#### *Massa dos frutos*

A colheita teve início em janeiro de 2014 (20 meses após o plantio) em Santa Rita/MA local do experimento e posteriormente os frutos também foram levado ao LAPOC (Figura 7) aonde foram determinados as massas dos frutos com coroa, a massa da coroa bem como da casca com o auxílio de balança digital eletrônica.

Foram avaliados seis frutos da área útil da parcela, no mês de Janeiro de 2014 quando os frutos atingiram o ponto dois de colheita que conforme GIACOMELI (1982) é evidenciado no início da coloração amarela no centro dos frutílios em mais de 50% da infrutescência. As

avaliações seguiram o método adotado para abacaxi Turiaçu (Araujo et al., 2012). Desses, foram avaliados o massa total do fruto (g), o massa da coroa (g) e a massa da casca (g).



**Figura 7.** Fruto de abacaxi gigante-de-Tarauacá.

### 2.2.3. Determinação do Nitrogênio total das folhas

No mesmo período das avaliações biométricas foi determinado o Nitrogênio total nas mesmas folhas “D” coletadas para mensuração do desenvolvimento das plantas, que posteriormente foram levadas ao laboratório, lavadas, acondicionadas em sacos de papel e colocados para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 - 70 °C, por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho do tipo Wiley para passar por uma tela de 1 mm. A concentração de Nitrogênio total (N) foi determinada após a digestão sulfúrica ( $H_2SO_4-H_2O_2$ ) de acordo com o método padrão descrito por Tedesco et al (1995).

### 2.3 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Normalidade (teste de Lilliefors) e Homogeneidade de Variâncias (teste de Bartlett e Cochran) até o nível de 10% de probabilidade. Posteriormente, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Para a execução das análises estatísticas foi utilizado o software Sistemas de Análise Estatísticas e Genéticas (SAEG versão 9.1, 2007).

Os dados de matéria seca da folha “D”, das folhas e do caule sofreram transformação do tipo logarítmica e mantiveram a ordenação hierárquica, mesmo que os valores não sejam iguais aos originais, dessa forma foi possível manter a distribuição dos dados amostrais normalizada e homogeneizada.

A variável número de folhas apresentou normalidade, porém não apresentou homogeneidade de variância e foi submetido à transformação de dados. Posteriormente, testou-se a normalidade e homogeneidade de variância. Para tanto, foi utilizado o software Estatística® aonde foram realizados os testes não paramétricos para comparação dos ranques referente à cobertura do solo dentro do tratamento de sistema de cultivo pelo teste de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade e o tratamento dentro da cobertura do solo pelo teste de Man-Whitney, ao nível de 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### *Estimativa do teor de clorofila*

Durante todo o experimento foi observada uma tendência da área consorciada com bananeira em apresentar maiores valores de índice SPAD em relação a área a pleno sol. O tratamento consorciado com bananeira e com cobertura do solo de casca de arroz apresentou maiores médias quanto à estimativa do teor de clorofila em relação ao tratamento solteiro e independente do tipo de cobertura do solo (Tabela 1). Os baixos teores de clorofila apresentado pelo sistema cultivado em regime solteiro reflete a baixa adaptabilidade do abacaxi Gigante-de-Tarauacá a ambientes com muita luz.

Ferreira et al (2012), ao trabalharem com crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altshul (Mimosaceae), sob diferentes níveis de sombreamento, relataram que em condições de sombreamento as moléculas de clorofilas são sintetizadas e são degradadas em igual proporção. O estresse provocado em plantas pelo excesso de luz é frequente observado sob condições tropicais, e a concentração de clorofilas e carotenóides são indicadores da suscetibilidade da planta à intensidade da luz (VIEIRA, 1996).

**Tabela 1** – Estimativa do teor de clorofila (SPAD) em plantas de abacaxi submetido a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo em Santa Rita, MA.

Sistema de cultivo	Cobertura do solo		
	Arroz	Babaçu	Sem cobertura
Consórcio	75,95 Aa	48,94 Ca	72,99 Ba
Solteiro	39,23 Bb	37,88 Bb	43,17 Ab
CV (%)	2,98		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

#### *Estimativa da eficiência fotoquímica*

Em relação à Fluorescência máxima (Fm) os tratamentos que obtiveram diferença significativa em relação aos demais foram os consorciado com banana com cobertura de arroz e solteiro sem cobertura (Tabela 2). Os menores valores de Fluorescência máxima foram encontrados nos tratamentos a pleno sol com cobertura de casca de arroz e palha de babaçu. De acordo com Baker e Rosenqvst (2004), a intensidade máxima de fluorescência (Fm) denota o estado em que os centros de reações do FSII são incapazes de aumentar as reações fotoquímicas e a fluorescência atingiu sua capacidade máxima, evidenciando a condição reduzida de toda quinona (QA) pelos elétrons transferidos a partir do P680.

Os valores mais baixos de Fluorescência máxima encontrados nos tratamentos a pleno sol, com coberturas de casca de arroz e babaçu, podem estar relacionados à exposição da folha à irradiância intensa o que pode danificar a proteína D1 do FSII, segundo Long et al (1994) e Aro et al (1993), o que interfere no transporte de elétrons durante o processo fotossintético.

Os resultados mais favoráveis quanto à fluorescência variável foram encontrados, mais uma vez, no tratamento consorciado com banana e com casca de arroz (Tabela 2).

Segundo os autores Roháček (2002) e Baker (2008) a resposta mais importante da planta, em se tratando de fluorescência de folhas adaptadas ao escuro é Fv. Quanto maior Fv maior a capacidade da planta em transferir a energia dos elétrons ejetados das moléculas dos pigmentos para a formação do redutor NADPH, ATP e da Ferredoxina reduzida (Fdr) e, conseqüentemente, maior a capacidade de assimilação do CO<sub>2</sub> na fase bioquímica da fotossíntese.

Quanto à fluorescência inicial os tratamentos consorciados com banana com cobertura de casca de arroz e palha de babaçu e o tratamento solteiro sem cobertura apresentaram maiores valores em relação aos demais tratamentos (Tabela 2).

**Tabela 2.** Fluorescência Máxima (Fm), Fluorescência inicial (F0) e Fluorescência variável (Fv) em plantas de abacaxi submetida a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo, em Santa Rita, MA.

Variável dependente	Sistema de Cultivo	Cobertura do solo			CV (%)
		Casca de Arroz	Cobertura de babaçu	Sem cobertura	
F <sub>0</sub>	Consórcio	5843 Aa	5735 Aa	4584 Bb	9,28
	Solteiro	3720 Bb	3713 Bb	5583 Aa	
F <sub>v</sub>	Consórcio	17636 Aa	12998 Ba	13696 Bb	5,79
	Solteiro	9754 Bb	7073 Cb	15585 Aa	
F <sub>m</sub>	Consórcio	23480 Aa	18733 Ba	18280 Bb	5,91
	Solteiro	13474 Bb	10031 Cb	21169 Aa	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Thomas & Turner (2001) perceberam que a fluorescência inicial (F<sub>0</sub>) aumenta nas folhas sombreadas, em folhas de bananeira. Em relação a radiação luminosa (densidade de fluxo de fótons), em experimento com espécies arbóreas, Dias e Marenco (2007) encontraram decréscimos em F<sub>0</sub> ao transferir plantas de menor para maior fluxo luminoso e, em temperaturas diferentes, sugerindo que a redução é devido a um dano na proteína D1 do PSII. Gonçalves et al. (2001) encontraram valores elevados de F<sub>0</sub> e diferenças significativas para F<sub>0</sub> entre plantas de mogno (*Swietenia macrophylla* King), crescidas à sombra.

Não houve diferença estatística entre os tratamentos avaliados quanto à eficiência quântica máxima do FSII (Fv/Fm). Por outro lado, Lichtenthaler et al. (2005) afirmam que os valores de Fv/Fm, típico de folhas não estressadas, estão entre 0,74 e 0,85 e um declínio nesta razão indicaria uma diminuição na eficiência quântica máxima do FSII e um distúrbio ou danificação no aparato fotossintético, bem como um aumento no processo de fotoinibição (GUO et al., 2006) (Tabela 3).

Em suma, os tratamentos com cobertura de casca de arroz e sem cobertura vegetal, ambos no sistema de cultivo consorciado não apresentam dano fotoinibitório nos centros de reação do FSII, já que estão dentro dessa faixa descrita como ótima, ambos apresentando um valor de 0,75. Aparentemente, a conversão de clorofila em carotenoides, quando as plantas estão a pleno sol, é uma estratégia adaptativa da planta, mitigando os efeitos deletérios do excesso de radiação luminosa. Apesar disso, e embora não haja diferença estatísticas entre os tratamentos, verifica-se que as médias de Fv/Fm das plantas a pleno sol são menores, e isso é um indicativo de dano fotoinibitório.

As plantas com cobertura de palha de babaçu, aparentemente apresentaram um estresse alelopático, fato este não comprovado no presente estudo.

**Tabela 3** – Eficiência quântica máxima do FSII (Fv/Fm) em plantas de abacaxi submetido a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo, Santa Rita, MA.

Sistema de Cultivo	Cobertura do solo			Médias
	Casca de Arroz	Cobertura de babaçu	Sem cobertura	
Consortio	0,75	0,69	0,75	0,73 A
Solteiro	0,72	0,70	0,73	0,72 A
Média	0,74 a	0,70 a	0,74 a	
CV (%)	8,01			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### *Biometria das plantas*

Aos 480 dias após o plantio os resultados referentes à biometria das plantas e desenvolvimento dos frutos são apresentados nas tabelas 4, 5, 6 e 7.

Para massa fresca do caule, os maiores valores encontrados estavam nos tratamentos consorciado com banana e combinado com casca de arroz e no sem cobertura, 221,25g e 177,70g, respectivamente. O mesmo ocorreu em relação ao diâmetro do caule onde foram obtidas 4,94 cm (no tratamento consorciado + casca de arroz) e 4,72 cm (no tratamento consórcio + sem cobertura). Já em relação ao comprimento do caule não ocorreu diferença

significativa entre a cobertura com casca de arroz e sem cobertura, na condição de consórcio com banana (Tabela 4).

Py et al (1984), estudando o abacaxi ‘Smooth Cayenne’ e seus produtos relata que o caule quando desenvolvido é apresentado de forma curta e grossa, com valores de 20 a 35 cm de comprimento e 2 a 3,5 cm de diâmetro e sua massa fresca ficaria na faixa de 400 a 1.000 g.

**Tabela 4** – Médias do comprimento caule e da folha “D”, diâmetro do caule, massa fresca (MF) do caule e das folhas das plantas de abacaxizeiro.

Variável dependente	Sistema de Cultivo	Cobertura			CV (%)
		Casca de arroz	Cobertura de babaçu	Sem cobertura	
Comp. do caule (cm)	Consorcio	12,12 Aa	8,59 Ba	12,66 Aa	8,17
	Solteiro	10,44 Ab	9,08 Aa	9,00 Ab	
Diâmetro do caule (cm)	Consorcio	4,94 Aa	3,77 Ca	4,72 Ba	2,44
	Solteiro	4,56 Ab	3,81 Ca	4,33 Bb	
MF do caule (g)	Consorcio	221,25 Aa	77,5 Cb	177,70 Ba	4,11
	Solteiro	141,00 Ab	111,60 Ba	115,83 Bb	
MF das folhas (g)	Consorcio	1576,00 Aa	602,91 Cb	1370,41 Ba	1,3
	Solteiro	1195,41 Ab	678,85 Ca	998,75 Bb	
Comp. Da folha "D" (m)	Consorcio	2,26 Aa	1,86 Ba	2,42 Aa	5,28
	Solteiro	2,21 Ab	1,88 Ba	2,28 Aa	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

O comprimento médio da folha “D” não apresentou diferença estatística entre o tratamento consorciado com banana e combinação de casca de arroz que obteve 2,26 m e sem cobertura com 2,42 m (Tabela 4), resultados superiores aos observados por Cabral e Matos (2009) em estudos com a cultivar Imperial, que encontrou 68 cm para esta cultivar. Possivelmente, a Gigante-de-Tarauacá é uma das cultivares com a folha mais longa conhecida.

Muitos autores apontam a folha “D” do abacaxizeiro para mensuração de crescimento e de estado nutricional das plantas. Neste experimento, é apresentada alguma relação com comprimento da folha “D” e massa do fruto em que o tratamento consorciado com casca de arroz obteve a segunda maior massa de frutos 2.204 g (Tabela 6) e o segundo maior comprimento de folhas (2,26 cm) (Tabela 4). Porém, os maiores valores de massa de frutos não tiveram o maior comprimento da folha “D”.

Py et al. (1984), aponta uma relação 80 cm de comprimento da folha “D” para uma produção de frutos de 1,5 kg para o abacaxi Smooth Cayenne e 70 g de peso fresco antes da indução floral.

Ventura et al (2009) no Estado do Espírito Santo, afirmam que a variedade Pérola, com frutos pesando 1,47 kg, apresenta comprimento de 93,4 cm e largura da folha “D” de 9,58 cm e a variedade Smooth Cayenne, com frutos de 1,77 kg, com comprimento de 86,6 cm e largura de 10,26 cm. Na Bahia, Cabral e Matos (2009) também encontraram a mesma relação para a variedade Imperial que apresentou comprimento da folha “D” de 68 cm, com frutos com coroa de 1,8 kg de peso. Kist et al. (2011) encontraram correlação positiva entre a massa do fruto e o comprimento da folha D para a cultivar ‘Smooth Cayenne’ no Cerrado do Mato Grosso.

No sistema de cultivo consorciado com cobertura de casca de arroz e sem cobertura foram encontrados os maiores valores de MF das folhas, sendo o primeiro com 1.576g e o segundo 1.370g (Tabela 4). A massa fresca das folhas da cv. Smooth cayenne encontradas por Rodrigues et al (2010) foram de 1777g e Reinhardt et al (2002) obtiveram para ‘pérola’ 1720g, sendo superiores as encontradas neste trabalho.

O variável número de folhas pela comparação realizada pelo teste de Kruskal-Wallis em relação à cobertura dentro dos sistemas de cultivo é evidenciado uma relação similar entre a cobertura de casca de arroz e o sistema sem cobertura dentro do sistema de cultivo consorciado e as coberturas vegetais dentro do sistema de cultivo solteiro não demonstraram diferenças em si. Já pelo teste de Mann-Whitney relacionando os sistemas de cultivo dentro das coberturas é notada uma diferença apenas no sistema solteiro dentro da cobertura de arroz que foi inferior aos demais. Já em relação aos demais sistemas não houve diferença observada (Tabela 5). Em geral no sistema de cultivo consorciado foram encontrados os maiores valores d somatório de ranques para o número de folhas. Araujo et al (2012) relatam um número de 61 folhas para que haja florescimento de plantas de abacaxizeiro ‘Turiaçu’. No caso desta cultivar o maior número de folhas observado foi de 33 folhas por planta no sistema de cultivo consorciado mais casca de arroz.

**Tabela 5 - Somatório de ranques do número de folhas das plantas de abacaxizeiro.**

	Casca de arroz	Palha de babaçu	Sem cobertura	Valor de H	P-valor
Consórcio	9,00 A	2,50 B	8,00 AB	7,53	0,02
Solteiro	6,50 A	8,50 A	4,50 A	2,46	0,29
Consórcio	6,50 a	5,00 a	5,50 a	-	-
Solteiro	2,50 b	4,50 a	3,50 a	-	-
Valor de U	0,00	7,00	4,00	-	-
Valor de Z	2,30	0,28	1,15	-	-
P-valor	0,02	0,77	0,25	-	-

Somatórios dos ranques na linha, teste de Kruskal-Wallis à cobertura dentro dos sistemas de cultivo ao nível de 5% de probabilidade. E comparação dos sistemas de cultivo dentro das coberturas são comparados pelo teste de Mann - Whitney, ao nível de 5% de probabilidade.

Na mesma proporção foram encontradas a MS da folha “D” desses tratamentos, nesse caso os valores sofreram transformação do tipo logarítmica e mantiveram a ordenação hierárquica, apresentando 16,74 g para o tratamento consorciado com casca de arroz e 10,18 g para o consorciado sem cobertura (Tabela 6). Após 480 dias do plantio e com o aumento do crescimento vegetativo, houve uma notável produção de biomassa o que é natural até a estabilização por ocasião da indução floral das plantas.

Em estudos da cultivar vitória, Caetano et al (2013) encontraram o valor de 6,1g para a MS da folha “D”, contrastando com as encontradas no presente estudo que chegaram a 16,7 g (Tabela 6) no tratamento mais expressivo que foi o consorciado com casca de arroz, confirmando a capacidade de crescimento e acumulação de biomassa da cultivar.

Em relação a MS do caule houve diferença significativa nos sistemas consorciado sendo o mais expressivo o que recebeu cobertura de casca de arroz (1,69 g) e em relação ao solteiro (Tabela 6).

Mais uma vez o valor mais expressivo para MS das folhas manteve-se no tratamento consorciado com casca de arroz, que obteve 2,71 g (Tabela 6). Jing et al. (2007), ressaltam que a MS total da planta aumenta com o crescimento da planta até a indução floral. O acúmulo de matéria seca está relacionado com o índice de área foliar, e a capacidade das folhas de manter a capacidade de fotossíntese por maior período (MALEZIEUX, 1993).

**Tabela 6** – Médias da Massa seca (MS) das folhas “D”, do caule e das folhas das plantas de abacaxizeiro.

Variável dependente	Sistema de Cultivo	Cobertura			CV (%)
		Casca de Arroz	Cobertura de babaçu	Sem cobertura	
MS da folha D (g)	Consortio	16,74 Aa	7,35 Ca	10,18 Ba	11,9
	Solteiro	9,47 Ab	6,48 Ba	6,71 Bb	
MS do caule (g)	Consortio	1,69 Aa	1,25 Ca	1,61 Ba	2,58
	Solteiro	1,42 Ab	1,23 Ba	1,26 Bb	
MS das folhas (g)	Consortio	2,71 Aa	2,21 Ca	2,45 Ba	1,67
	Solteiro	2,30 Ab	2,25 Aa	2,31 Ab	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Chama a atenção os tratamentos com cobertura de babaçu que apresentaram os valores mais baixos sem diferir entre consorcio com banana e cultivo solteiro com destaque para o comprimento e diâmetro do caule, comprimento da folha “D” (Tabela 4) e massa seca da folha

“D”, do caule e do total de folhas (Tabela 6). Aparentemente há um efeito alelopático da folha de babaçu sobre essa cultivar de abacaxi.

#### *Massa dos frutos*

As maiores massas de coroa achadas foram de 63,45 g, no tratamento com cobertura de babaçu e sistema de cultivo solteiro e 55,41 g, no sistema de cultivo consorciado sem cobertura (Tabela 7).

**Tabela 7** – Médias de massa total dos frutos com coroa, massa da coroa e massa da casca.

Variável dependente	Sistema de Cultivo	Cobertura do solo			CV (%)
		Casca de Arroz	Cobertura de babaçu	Sem cobertura	
Massa da coroa (g)	Consortio	54,94 Aa	43,19 Ab	55,41 Aa	19,36
	Solteiro	41,25 Ba	63,45 Aa	55,76 Aba	
Massa da casca (g)	Consortio	558,79 Ba	310,41 Cb	587,56 Ab	3,03
	Solteiro	346,11 Cb	456,87 Ba	627,29 Aa	
Massa total do fruto (g)	Consortio	2204,00 Aa	1016,94 Cb	2055,02 Bb	1,10
	Solteiro	1217,00 Cb	1653,00 Ba	2424,23 Aa	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Py (1969), afirma que a coroa do abacaxi representa 5% a 40% da massa total do fruto. Neste trabalho, resultados diferentes foram encontrados, sendo 3,83% da massa do fruto para o tratamento com maior massa de coroa e 2,3% para o segundo. O que denota um tamanho pequeno de coroa para uma cultivar que apresenta um fruto tão grande, fato que contribui para o transporte dos frutos.

Em relação à casca, os tratamentos solteiro sem cobertura e consorciado sem cobertura apresentaram 627,29 g o primeiro e 587,56 g o segundo (Tabela 7).

Freiman et al (1996), estudando resíduos do abacaxizeiro, afirmam que 72% da massa total do abacaxi pode ser de partes não comestíveis. No presente estudo, partes como coroa e casca somadas e subtraídas da massa total dos frutos apresentaram valores bem abaixo dos sugeridos pelo autor, representando 28% da massa total no tratamento que apresentou maior massa de fruto (solteiro sem cobertura) e 27% no caso do tratamento com o segundo menor massa (consorciado com casca de arroz), indicando que, no caso da cultivar estudada, o percentual da parte comestível é bem representativa.

Omar (1978) salienta que as quantidades de partes não comestíveis podem oscilar em função do trato cultural e época em que o fruto é colhido.

Os frutos de abacaxi com maior massa foram encontrados nos tratamentos com casca de arroz consorciado com banana, 2.204,00 g e sem cobertura solteiro, 2.424,00 g (Tabela 7). Py

et al (1984) afirmam que o mercado interno de abacaxi no Brasil dá preferência para frutos graúdos e, nesse sentido, os aspectos que interferem no crescimento vegetativo das plantas no campo são determinantes para o sucesso econômico da atividade, pois há uma correlação positiva entre o tamanho da planta (massa de folha 'D') e massa dos frutos.

A Instrução Normativa/SARC Nº 001, do MAPA (2002), classifica frutos de polpa amarela, como a encontrada para frutos da cultivar Gigante-de-Tarauacá estão classificados nas seguintes classes: IV - para frutos entre 1.800 e 2.100 g localizados no tratamento consorciado sem cobertura; V - frutos entre 2.100 e 2.400 g (tratamento consorciado + casca de arroz) e VI - frutos acima de 2.400 g, no solteiro sem cobertura. Nessa classificação os tratamentos que excederiam os limites máximos de tolerância especificados para a Categoria III (abaixo da massa de 1500 g) localizados nos tratamentos consorciado com cobertura de babaçu (1.016 g) e solteiro com casca de arroz (1.217 g) (Tabela 7).

#### *Nitrogênio total nas folhas*

Os resultados de Nitrogênio total mais expressivos foram evidenciados nos tratamentos consorciados com bananeira mais cobertura de casca de arroz e sem cobertura (Tabela 8). Conforme Malavolta (1982) as concentrações adequadas de Nitrogênio na folha "D" do abacaxizeiro Pérola ao longo do ciclo são de 15 a 17 g.kg<sup>-1</sup> e para Pinon (1978) estão entre 13 a 15 g.kg<sup>-1</sup>. As concentrações de Nitrogênio na parte aérea encontradas por Souza (2000) ficaram entre 15 a 17 g.kg<sup>-1</sup> na folha diagnóstica como adequadas para o abacaxi Pérola. Para o abacaxizeiro gigante, ainda não existem trabalhos que indiquem quais as concentrações de Nitrogênio na folha "D" são adequadas, neste caso, o tratamento que se aproximou dos valores recomendados para o abacaxizeiro pérola, foi o consorciado com banana e cobertura de casca de arroz, que apresentou 8,27 g.Kg<sup>-1</sup>, indicando que houve contribuição da casca de arroz ao solo após decomposição e mineralização. Calegari (2001) afirma que um solo coberto com cobertura vegetal mantém a umidade, diminui as perdas por evaporação, aumenta a infiltração de água, melhora a agregação e aeração, aumenta o teor de matéria orgânica além das melhorias nas características físicas, químicas e biológicas em sua estrutura.

**Tabela 8** – Nitrogênio total ( $\text{g.kg}^{-1}$ ), em folhas de abacaxi submetido a dois sistemas de cultivo e três coberturas de solo, Santa Rita, MA.

Sistema de cultivo	Cobertura do solo		
	Arroz	Babaçu	Sem cobertura
Consórcio	8,28 Aa	5,99 Bb	7,65 Aa
Solteiro	6,96 Ab	7,55 Aa	6,37 Ab
CV (%)	10,62		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.

## CONCLUSÕES

Plantas de abacaxizeiro gigante submetidas ao tratamento consorciado com banana e com cobertura de casca de arroz apresentaram resultados mais expressivos nos diferentes parâmetros de crescimento, indicando boa adaptabilidade a ambiente parcialmente sombreado.

Abacaxizeiros Gigante-de-Tarauacá apresentaram dano fotoinibitório quando foram expostas a pleno sol, apesar de não mostrarem diferenças entre tratamentos com valores médios de  $F_v/F_m$  menores que o das plantas sob sombreamento parcial.

O tratamento de cobertura do solo com biomassa de babaçu interferiu no desenvolvimento das plantas conforme mensurado em vários parâmetros de crescimento e independente do sistema de cultivo.

Os maiores valores de massa total dos frutos foram encontrados nos tratamentos solteiro sem cobertura e consorciado mais cobertura de casca de arroz, em ambos os casos acima do limite de aceitação para a comercialização.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.R.G.; AGUIAR JÚNIOR, R.A; CHAVES, A.M.S.; REIS, F. de O.; MARTINS, M. R. Abacaxi ‘Turiaçu’: cultivar tradicional nativa do Maranhão. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal – SP. v. 34, n. 4, p. 1270 – 1276, Dezembro 2012.
- ARAÚJO, J.R.G.; AGUIAR JÚNIOR, R.A; CHAVES, A.M.S.; COSTA, O.L.F.; LIMA, W.S.G. Abacaxi Turiaçu: recomendações técnicas para o produtor familiar. 9p. São Luís: UEMA-Prefeitura Municipal de Turiaçu. 2011.
- ARAÚJO, E. P.; JUNIOR, J. W. C. P.; ESPIG, S. A. Estudo das Unidades de Paisagem da Ilha do Maranhão: delimitação e dinâmica. In: *Anais XII Simpósio de Sensoriamento Remoto*, Goiânia, Brasil. 2005.
- ARO, E.-M.; VIRGIN, I. & ANDERSSON, B. Photoinhibition of photosystem II. Inactivation, protein damage and turnover. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1143: 113-134. 1993.
- BAKER, B. Chlorophyll Fluorescence: A Probe of Photosynthesis In Vivo. *Annual Review of Plant Biology*, Boca Raton, v.59, p.89-113, 2008.
- BAKER, N. R.; ROSENQVST, E. Application of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. *Journal of Experimental Botany*, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.
- BALDOTTO, L.E.B; BALDOTTO, M.A; GIRO, V.B; CANELLAS, L.P., OLIVARES, F.L., BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro ‘vitória’ em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. *R. Bras. Ci. Solo*, v.33, p.979-990, 2009.
- BOLHAR-NORDENKAMPF, H. R.; LONG, S. P.; BAKER, N. R.; OQUIST, G.; SCHREIBER, U.; LECHNER, E. G.. Chlorophyll fluorescence as probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: a review of current instrument. *Functional Ecology*, v.3, p.497-514, 1989.
- CABRAL, J.R.S.; MATOS, A.P. de. Imperial, a new pineapple cultivar resistant to fusariosis. *Acta Horticulturae*, Leuven, n.822, p.47-50, 2009.
- CAETANO, L.C.S.; VENTURA, J.A.; COSTA, Ade F. S. da C.; GUARÇONI, R.C. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos de abacaxi ‘Vitória’. *Ver. Bras. Frutic.*, Jaboticabal – SP, v. 35, n. 3, p.883-890, 2013.
- CALEGARI, A. Rotação de culturas e plantas de cobertura como sustentáculo do sistema de plantio direto. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO*, 12., 2001, Londrina. *Anais...* Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2001. p. 241.
- CUNHA, G. A. P.; CABRAL, J. R. S. de. Taxonomia, Espécies, Cultivares e Morfologia. In: CUNHA, G. A. P. da; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. (Org.). *O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia*. 1ª ed. Brasília: Embrapa, 1999.

DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.3, p.305-311, 2007.

FAO - Food and Agriculture organization of the United Nations. FAOSTAT Countries by commodity. Pineapples, 2014.

FERREIRA, W. N.; ZANDAVALLI, R. B.; BEZERR, A. M. E.; MEDEIROS FILHO, S. Crescimento inicial de *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke (Mimosaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. cebil (Griseb.) Altshul (Mimosaceae) sob diferentes níveis de sombreamento. *Acta Botanica Brasilica*, Feira de Santana, v. 26, n. 2, p. 408-414, abr. 2012.

FONTES, R. V.; SANTOS, M. P.; FALQUETO, A. R.; SILVA, D. M. Atividade da redutase do nitrato e fluorescência da clorofila *a* em mamoeiro. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, v. 30, n. 1, p. 251 - 254, 2008.

FREIMAN, L. O.; SABAA SRUR, A. U. O. Determinação de proteína total e escore de aminoácidos de bromelinas extraídas dos resíduos do abacaxizeiro. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Campinas, v. 19, n. 2, Mai./Ago. 1999.

GIACOMELLI, E.J. Expansão da abacaxicultura no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, 1982.

GONÇALVES, J.F.de C.; MARENCO, R.A.; VIEIRA, G. Concentration of photosynthetic pigments and chlorophyll fluorescence of Mahogany and Tonka bean under two light environments. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v.13, n.2, p.149-157, 2001.

GUO, Y.P.; GUO, D.P.; ZHOU, H.F. et al. Photoinhibition and xanthophylls cycle activity in bayberry (*Myrica rubra*) leaves induced by high irradiance. *Photosynthetica*, v.44, n.3, p.439-446, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. v.36, 2009.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. Levant. Sistem. Prod. Agríc. Rio de Janeiro v.39 n.02 p.1-88 .2012.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. INSTRUÇÃO NORMATIVA/SARC Nº 001, de 01 de Fevereiro de 2002.

JING, C.; XIAOPING, Z.; XINHUA, L.; LIHONG, L.; MING, S. Trends of dry mass and nutrients accumulation in 'Yellow Mauritius' pineapple plants. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ABACAXI, 6. 2007. Joao Pessoa. Anais...Joao Pessoa. 2007.

KIST, H.G.K; RAMOS, J.D.; SANTOS, V.A; RUFINI, J.C.M. Fenologia e escalonamento da produção do abacaxizeiro Smooth Cayenne no Cerrado de Mato Grosso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.9, p.992-997, 2011.

LABMET/NUGEO – Laboratório de Meteorologia da Universidade Estadual do Maranhão (Atlas/UEMA). São Luís: UEMA, 2013.

LICHTENTHALER, H.K.; BUSCHMANN, C.; KNAPP, M. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio Rfd of leaves with the PAM fluorometer. *Photosynthetica*, v.43, n.3, p.379-393, 2005.

LONG, S.P.; HUMPHRIES, S. & FALKOWSKI, P.G. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 45: 633-662. 1994.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABAXICULTURA, 1., 1982, Jaboticabal. Anais...Jaboticabal: FICAV, 1982.

MALEZIEUX, E. Dry matter accumulation and yield elaboration of pineapple in Cote d'Ivoire. *Acta Horticulture*, n. 344, p. 144 – 158, 1993.

OMAR, S; IDRUS, A. Z. ; RAZAK, O. A. Extraction and activity of bromelain from pineapple. *Mardi Reserch Bulletin*. Malásia, v. 6, n. 2, p. 172-179, feb. 1978.

PINON. L'ananas de conserverie et as culture. Côte d'Ivoire : Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes, 1978.

PY, C.; LACOEUILHE, J.J; TEISON, C. L'ananas, as culture, ses prduits. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose et A.C.C.T., 1984.

PY, C. La Piña Tropical. Barcelona. Editorial Blume, 1969.

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. 285p. (IAC. Boletim Técnico, 100).

RAJASEKHARAN, P. Pineapple intercropping in the first three years of rubber planting in smallholdings: an economic analysis. *Indian Journal of Natural Rubber Research*, India, v. 2, n. 2, p.118-124, 1989.

REINHARDT, D.H.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S.; SANCHES, N.F. MATOS, A.P. Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests and diseases, yield and fruit quality aspects. *Fruits*, Paris, v.57, p.43-53, 2002.

RITZINGER, R. Avaliação e caracterização de cultivares de abacaxi no Acre. Rio Branco: EMBRAPA-CPAF./Acre,1992. 28p. (EMBRAPA –CPAF/Acre. Boletim de pesquisa n° 3).

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA,R. M. N. M.; SILVA, A. P. da; SILVA, S. de M. S.; PEREIRA, W. E. P. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth cayenne'. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 1, p. 126-134.2010.

ROHÁČEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definition, photosynthetic meaning, and mutual relationship. *Photosynthetica*, Prague, v.40, n.1, p.13-29, 2002.

SAEG-Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1. Fundação Arthur Bernardes - UFV-Viçosa, 2007.

SOUZA, L.F.S. Adubação. In: REINHARDT, D.H.; SOUZA, L.F.S.; CABRAL, J.R.S. (Org.). Abacaxi produção: aspectos técnicos. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

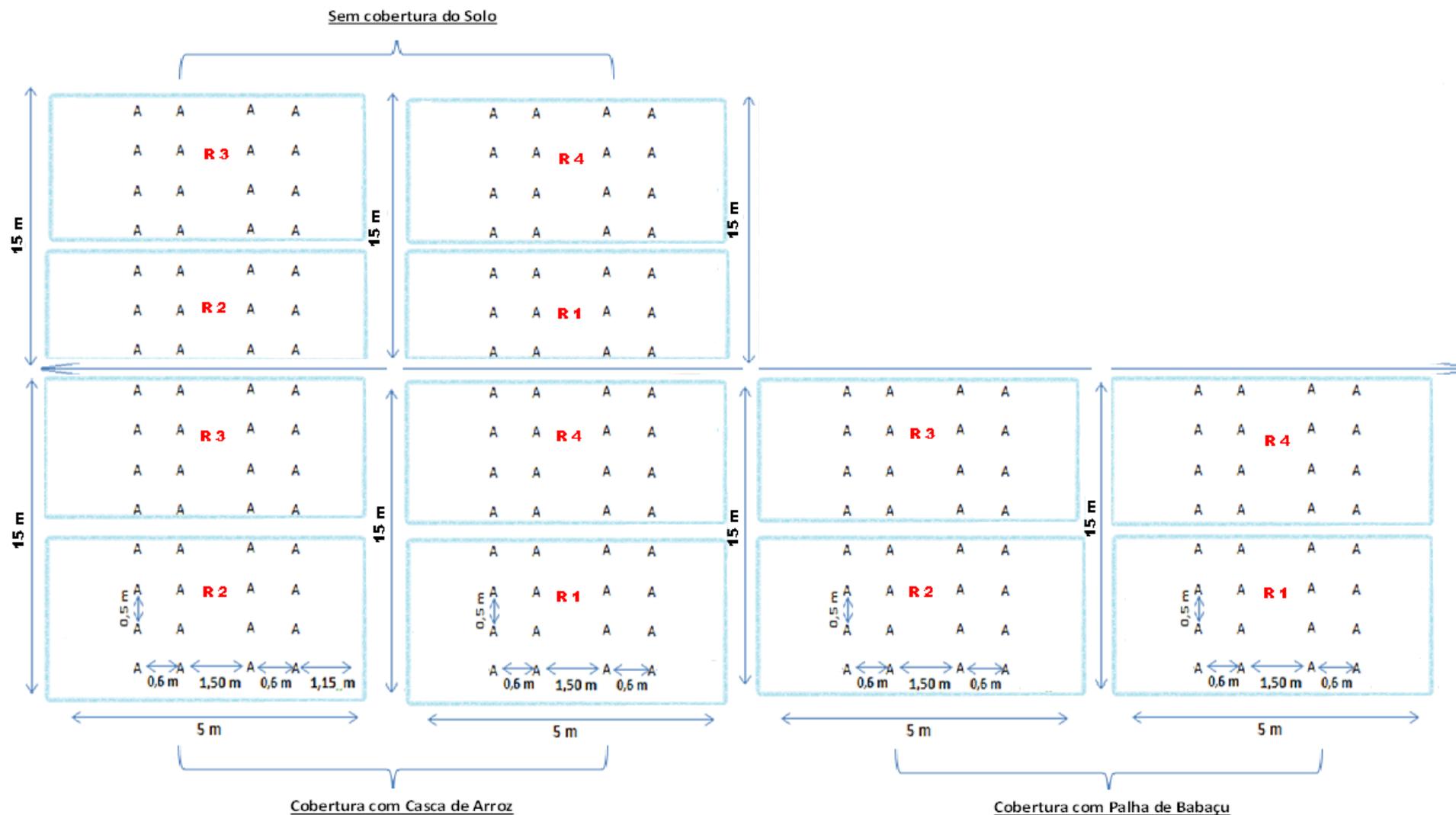
TEDESCO, M.J. Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de planta por digestão por H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Porto Alegre UFRGS, 1995.

THOMAS D.S, TURNER D.W. Banana (*Musa* sp.) leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence in response to soil drought, shading and lamina folding. Science Horticulture, v.108, p 90-93, 2001.

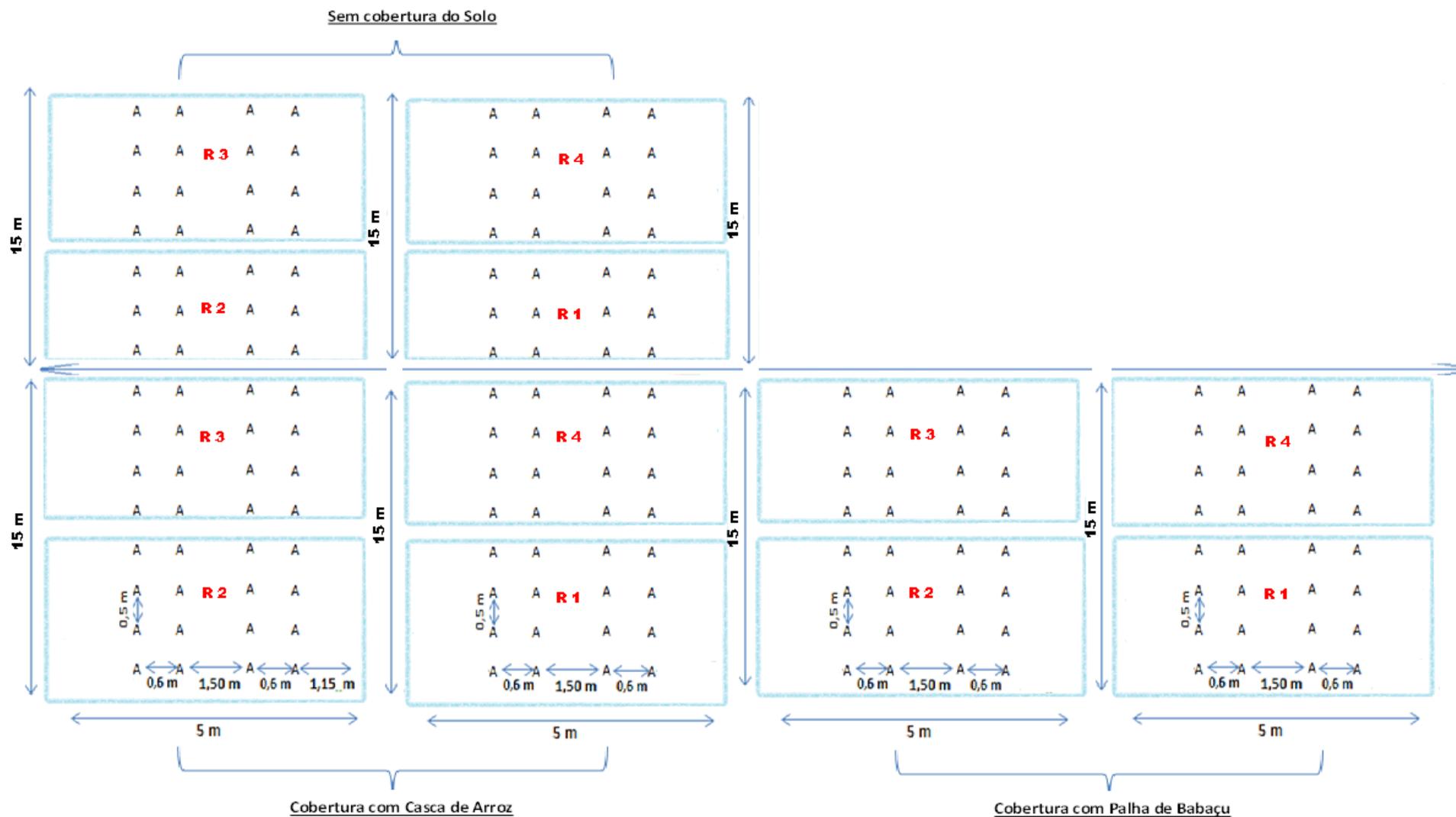
VENTURA, J.A.; COSTA, H.; CABRAL, J.R.S.; MATOS, A.P. ‘Vitória’: new pineapple cultivar resistant to fusariosis. Acta Horticulturae, Leuven, n.822, p.51-55, 2009.

VIEIRA, G. Gap dynamics in managed Amazonian forest: Structural and ecophysiological aspects. 1996. 162f. Tese (Doutorado em Ecologia Tropical) - University of Oxford, Grã-Bretanha.

ANEXO



ANEXO 1. Croqui da área de abacaxizeiros consorciados com banana cv. Prata.



ANEXO 2. Croqui da área de abacaxizeiros gigante-de-Tarauacá cultivados a pleno sol.

