



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

**ODIMAR FERREIRA DE ALMEIDA**

**SELEÇÃO DE CLONES DE CUPUAÇUZEIRO PARA DIVERSIFICAÇÃO DA BASE  
GENÉTICA**

**BELÉM**

**2014**

**ODIMAR FERREIRA DE ALMEIDA**

**SELEÇÃO DE CLONES DE CUPUAÇUZEIRO PARA DIVERSIFICAÇÃO DA BASE  
GENÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Área de Concentração: Melhoramento Genético Vegetal.

Orientadora: Dra. Hérica Santos de Oliveira.

Co-orientador: Dr. Rafael Moysés Alves.

**BELÉM**

**2014**

**ODIMAR FERREIRA DE ALMEIDA**

**SELEÇÃO DE CLONES DE CUPUAÇUZEIRO PARA DIVERSIFICAÇÃO DA BASE GENÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal Rural da Amazônia como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.  
Área de Concentração: Melhoramento Genético Vegetal.

Data da Aprovação:            /            /

Banca Examinadora:

\_\_\_\_\_ Co-orientador

Dr. Rafael Moysés Alves  
Embrapa Amazônia Oriental

\_\_\_\_\_ Membro 1

Prof. Dra. Antônia Bronze  
Universidade Federal Rural da Amazônia

\_\_\_\_\_ Membro 2

Dr. Fábio de Lima Gurgel  
Embrapa Amazônia Oriental

Aos meus pais, Odon e Adinamar, e irmãos, namorada e amigos, pelo apoio em todos os momentos vividos nesta graduação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, bem como às intempéries e sucessos obtidos durante esta jornada;

Aos meus pais, pelo suor, dedicação e responsabilidade com a educação e conselhos concedidos;

Aos meus amigos, pelo apoio que serviram de motivação a todo momento desde a formação fundamental até a graduação;

A minha namorada, Samara Medeiros, que se fez presente em todos os passos desta caminhada, se tornando fundamental na conquista deste objetivo;

Aos colegas de classe, pelas amizades construídas durante os 5 anos da graduação;

À Universidade Federal Rural da Amazônia, pela estrutura e apoio técnico responsáveis pelo sucesso adquirido na graduação;

Aos esforços realizados pela Prof. Heliana Brasil, que buscou ao máximo ajudar os alunos de engenharia agrônoma no fim desta caminhada acadêmica;

Ao meu orientador de estágio na Embrapa, Dr. Rafael Alves, pelo estímulo e apoio na formação pessoal e profissional adquirido durante os 3 anos e meio de convívio;

Aos meus colegas de estágio, em especial ao Charles de Oliveira e Jéssica Barbosa, importantes na ajuda em obter conhecimentos básicos na área de estatística experimental, e a Hellen de Oliveira que teve papel fundamental no apoio técnico-científico e pessoal;

Aos técnicos agrícolas da Embrapa, José Raimundo Quadros Fernandes, Antônio Fontel, Oliveira, entre outros, que tornaram possível a manutenção das unidades experimentais, bem como a coleta dos dados, graças aos seus comprometimentos com o dever de um trabalho bem executado;

À minha orientadora do trabalho de conclusão de curso, Prof. Dra. Hérica Santos de Oliveira, por aceitar a se comprometer com a causa deste trabalho;

## RESUMO

A grande variabilidade de genótipos de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) encontrado nos pomares do Estado do Pará permite fazer a identificação de matrizes potencialmente promissoras, principalmente, para resistência a vassoura de bruxa (*Moniliophthora perniciosa*). O objetivo foi avaliar e selecionar genótipos de cupuaçuzeiro produtivos e tolerantes a vassoura de bruxa em diferentes ambientes visando ampliar a base genética voltada para o programa de melhoramento genético da espécie coordenado pela Embrapa. Foram observados, a partir de 2005, 21 clones instalados em duas propriedades no município de Tomé Açu, no Estado do Pará, um Ambiente contou com o cupuaçuzeiro consorciado com a pimenteira do reino e em outro Ambiente o cupuaçuzeiro foi conduzido em SAF. Foram observadas as variáveis de desenvolvimento vegetativo, número de frutos, peso de frutos, produção e níveis de infecção por vassoura de bruxa. As médias de desenvolvimento vegetativo dos clones no Ambiente 1 foram superiores que a maioria dos clones no Ambiente 2, com destaque nos dois Ambientes para os clones 7 e 20 na variável altura e para o clone 7 na variável diâmetro. A variável de número de frutos teve como destaque, novamente, o clone 7 com média superior, acompanhado dos clones 4 e 6, em todas as safras analisadas nos dois Ambientes testados, sendo a safra 2011/2012 a mais produtiva no Ambiente 1 e a safra 2010/2011 a mais produtiva no Ambiente 2. Alguns clones também apresentaram maior peso de fruto no primeiro ambiente em relação ao segundo, com destaque para os clones 18, 23, 24 e 25 por apresentarem as maiores médias nos ambientes. Alguns clones obtiveram sucesso quanto a resistência a vassoura-de-bruxa, sendo esses os clones 21, 22, 23, 26 e 28. O clone 7 foi apontado como um dos clones mais promissores para a seleção e inserção em nova fase do programa de melhoramento genético do cupuaçuzeiro, bem como os clones 4, 6 e 24, por apresentarem valores nominais de produção satisfatórios. O ambiente 1 mostrou-se mais apto para o cultivo da fruteira.

**Palavra-chave:** Cupuaçuzeiro; Produção; Resistência; Vassoura de bruxa.

## ABSTRACT

The great variability of genotypes of the species found in the orchards of the State of Pará allows the identification of potentially promising plants in commercial plantations, multiplies them and assesses them in experimental delineation, to define the genotypic characteristics that truly have to be utilized in programs improvement of cupuassu tree. This study aimed to evaluate cupuassu (*Theobroma grandiflorum*) clones tolerant to attack by witches' broom (*Moniliophthora pernicious*) in different environments aiming to widen the genetic base facing the breeding program of cupuassu tree coordinated by Embrapa. Were observed, from 2005, 21 clones installed in two properties in the city of Tomé Açu, in the state of Pará, an Environment counted with cupuassu intercropped with black pepper and in other Environment the cupuassu was conducted in SAF. Were observed variables vegetative growth, number of fruits, fruit weight, fruit production and levels of infection by witches' broom. Mean vegetative growth of the clones in the environment 1 were superior to most of the clones in the environment 2, particularly in two environments for clones 7 and 20 in the height variable and for clone 7 variable in diameter. In the number of fruits variable is the highlight again the clone 7 with higher than average, accompanied by clones 4 and 6, in all crops analyzed in both environments tested, being the 2011/2012 crop the most productive in the Environment 1 and the crop 2010/2011 the most productive in the Environment 2. Some clones also showed higher fruit weight in the first environment in relation to the second, highlighted by clones 18, 23, 24 and 25 had the highest averages in the environments. Some clones were successful as resistance to witches' broom, these being clones 21, 22, 23, 26 and 28. Clone 7 was touted as one of the most promising clones for selection and insertion of a new phase of the program cupuassu plant breeding, as well as clones 4, 6 and 24, by them satisfactory production nominal values. The first environment was more suitable for the cultivation of the fruit tree.

**Keyword:** Cupuassu tree; Production; Resistance; Witches' broom.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Altura (m) média de clones de cupuaçuzeiro estudados em dois Ambientes no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2014. ....	19
Figura 2- Diâmetro (cm) médio de clones de cupuaçuzeiro em dois ambientes estudados no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2014. ....	21
Figura 3- Número médio de frutos por planta de clones em dois Ambientes estudados no município de Tomé-açu, no Pará, em 2014. ....	22
Figura 4- Evolução média de número de frutos por planta dos clones de cupuaçuzeiro em sete safras (2007/2008 a 2013/2014) em dois experimentos no município de Tomé Açu, Pará, em 2014.....	23
Figura 5- Peso médio de frutos (kg) de clones de cupuaçuzeiro em dois Ambientes estudados no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2014. ....	24
Figura 6- Produção média (kg/planta) de clones de cupuaçuzeiro em dois Ambientes estudados no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2015. ....	25
Figura 7- Níveis de infecção por vassoura de bruxa observadas em clones de cupuaçuzeiro em Ambientes distintos no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014. ....	26

## LISTA DE APÊNDICES

- APÊNDICE A- Dados de desenvolvimento vegetativo - Altura (m) e Diâmetro (cm) - de clones de cupuaçuzeiro, em dois Ambientes no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014.....30
- APÊNDICE B- Dados das médias de número de frutos por planta de clones de cupuaçuzeiro e o percentual de diferença de um ambiente para o outro, em dois ambientes no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014.....31
- APÊNDICE C- Dados de peso médio de frutos (kg/fruto), produção média (kg de fruto/planta) de clones de cupuaçuzeiros e percentual de diferença de peso de fruto e produção de um ambiente para o outro testados no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014. ....32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	11
<b>2.1. A cultura do Cupuaçuzeiro</b> .....	11
2.1.1. Taxonomia e botânica .....	11
2.1.2. Origem e distribuição geográfica .....	12
2.1.3. Reprodução .....	12
2.1.4. Ambiência .....	13
2.1.5. Produção e Colheita .....	13
2.1.6. Doenças .....	14
2.1.6.1. Vassoura de bruxa .....	14
2.1.7. Beneficiamento .....	14
2.1.8. Melhoramento Genético.....	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
<b>3.1. Localização e descrição dos experimentos</b> .....	15
<b>3.2. Climatologia local</b> .....	16
<b>3.3. Preparo de mudas e matrizes</b> .....	16
<b>3.4. Preparo e condução dos experimentos</b> .....	17
<b>3.5. Coleta dos dados</b> .....	17
<b>3.6. Análises de variância e testes comparativos entre médias</b> .....	18
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	19
<b>4.1. Desenvolvimento vegetativo</b> .....	19
<b>4.2. Produção de frutos por planta</b> .....	21
4.2.1. Número de frutos por planta em sete safras .....	21
4.2.2. Evolução do número de frutos por planta em sete safras.....	22
<b>4.3. Peso médio de fruto e produção média por planta</b> .....	23
<b>4.4. Infecção por vassoura de bruxa</b> .....	25
<b>5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27
<b>APÊNDICES</b> .....	30

## 1. INTRODUÇÃO

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng, Schum)] é uma fruteira de ampla ocorrência na região norte e parte do nordeste brasileiro, tem importante participação na alimentação e cultura da população nativa e se encontra dispersa por toda a Bacia Amazônica despertando interesse em seu cultivo (CAVALCANTE, 1974).

O cultivo dessa espécie teve início na década de 70. Até essa época a produção de frutos de cupuaçuzeiro provinha, basicamente, das populações nativas existentes no Sudeste do Pará e Noroeste do Maranhão, regiões estas tidas como o centro de origem e diversidade do cupuaçuzeiro. Atualmente, cerca de 30.000 ha encontram-se implantados na região amazônica, sendo que, cerca de 12.000 ha no Estado do Pará (SAGRI, 2010).

O cupuaçu é largamente utilizado como matéria-prima na indústria de alimentos e, potencialmente, na indústria de cosméticos (SOUZA et al., 1999; SAID, 2011). Na Amazônia, o cupuaçuzeiro se destaca entre as demais fruteiras nativas da região, por apresentar alternativas de caráter rentável significativo e promissor (HOMMA, 1996). Nesta região, o cupuaçu é comercialmente explorado por apresentar boas características organolépticas de sua polpa e pela diversidade em que pode ser utilizado, reunindo ótimas condições de aproveitamento na indústria alimentícia (MATOS, 2007). Alves (1999) relatou que os bons preços alcançados pelo cupuaçu ofertado *in natura* e a polpa beneficiada e congelada ao longo dos anos propiciaram maior intensidade do cultivo na região.

A produtividade das plantações de cupuaçuzeiro tem decrescido nos últimos anos na região amazônica, em virtude da susceptibilidade dos plantios ao basidiomiceto *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Singer, causador da doença vassoura-de-bruxa. Esta doença ataca os meristemas da planta deformando e secando ramos, flores e frutos. Considerando que a região Amazônica é o centro putativo de origem e diversidade da espécie, provavelmente, os patógenos do *T. grandiflorum* coevoluíram com o mesmo ao longo dos tempos (ALVES et al., 2007). Nas lavouras de cacau do Sul da Bahia, desde a introdução da doença em 1989 (PEREIRA et al., 1989) foram observadas perdas de até 90% da produção, em decorrência do ataque desse patógeno (ANDEBRHAN et al., 1998).

A variabilidade genética, espontânea ou criada, é a base para qualquer programa de melhoramento genético de uma espécie. Sua manipulação pelos métodos adequados permite à obtenção de genótipos superiores com relação às características agronômicas de interesse (PEREIRA et al., 1988). Essa variabilidade genética pode ser empregada tanto para organizar o banco de germoplasma quanto para auxiliar no melhoramento genético da espécie.

Na tentativa de reduzir a incidência de ataques da doença e promover maior produção, programas de melhoramento genético dessa espécie têm sido conduzidos na Amazônia Oriental (ALVES, 1999) e na Amazônia Ocidental (SOUZA et al., 2002), e, mais recentemente, em todos os Estados da região Norte.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar, quanto à produtividade e tolerância ao ataque da vassoura-de-bruxa, genótipos de cupuaçuzeiro instalados em pomares de produtores para posterior seleção de materiais para condução de melhoramento genético da espécie.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. A cultura do Cupuaçuzeiro**

#### 2.1.1. Taxonomia e botânica

Pertence a ordem das Malvales, o mesmo gênero do cacau (*T. cacao*), antes classificada como da família Sterculiaceae, passou a ser classificada como espécie da família Malvaceae (ALVERSON et al., 1999).

As árvores podem atingir uma altura, quando cultivadas, de 6 a 8 metros, entretanto, no estado silvestre a altura pode ser superior a 20 metros e diâmetro do caule maior que 45 centímetros (VENTURIERI et al., 1985). A espécie é semi-umbrófila e destaca-se pela boa adaptação em consórcios com outras espécies perenes, semi-perenes e provisórias (ALVES et al., 2007).

As folhas são simples, alternas, curtas pecioladas, com lâmina verde mais ou menos brilhante, glabra, na face superior e possui um pó ferrugíneo-tomentosa na face inferior (VENTURIERI et al., 1985).

Suas flores crescem nos ramos, sendo pediculares de 3 a 5 cm, de coloração vermelho-escuro, hermafroditas e apresentam barreiras físicas que isolam o estigma das anteras, além de um complexo sistema de auto-incompatibilidade, que torna a espécie obrigatoriamente alógama (VENTURIERI, 1994; ADDISON; TAVARES, 1951; SILVA, 1996; ALVES et al., 1997).

O fruto é uma baga drupácea, com dimensões variando entre 12 e 25 centímetros em comprimento e de 10 a 12 centímetros em diâmetro, pesando em média 1.200g. Seu epicarpo é rígido, lenhoso, porém, facilmente quebrável, recoberto de pelos ferruginosos. O mesocarpo é branco-amarelado, de 4 a 5 milímetros de espessura. O endocarpo, parte comestível, é de

coloração amarela ou brancacenta. As amêndoas do cupuaçu, ao contrário do cacau, não contêm cafeína e teobromina, alcalóides conhecidos pelas suas propriedades estimulantes (HAMMERSTONE JR et al., 1994).

### 2.1.2. Origem e distribuição geográfica

O cupuaçuzeiro [*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng) Schum.] é uma das mais importantes fruteiras nativas da região amazônica sendo encontrado em matas de terra firme ou várzea, mais precisamente no Estado do Pará, como no Médio Tapajós (Itaituba), no Rio Anapu (Portel), no Rio Xingu (Altamira), no Rio Guamá e no Rio Tocantins (Tucuruí), sendo atualmente distribuída por, praticamente, toda a bacia Amazônica (CARVALHO et al., 1999; SOUZA et al., 1999).

A polpa do fruto foi utilizada pelas civilizações nativas pré-colombianas como parte da alimentação (KERR; CLEMENT, 1980). Contudo, sua fase de domesticação teve início com a coleta de sementes para o cultivo em quintais e pequenos plantios sem discriminação de qualidade e resistência a doenças (ALVES, 2002).

### 2.1.3. Reprodução

A floração do cupuaçuzeiro ocorre na época mais seca do ano, normalmente de julho a setembro, enquanto que a safra coincide com o período chuvoso, outubro a junho, com pico de produção em março (SOUZA, 2007).

O cupuaçuzeiro tem grandes investimentos de flores, no entanto, seus frutos raramente vingam. Somente 0,16% a 1,08% das flores se transformam em frutos maduros (FALCÃO; LLERAS, 1983; SILVA, 1996). Alguns genótipos apresentam maior conversão de flores em frutos (SOUZA et al.; 2006).

Para a fecundação ser perfeita é necessário que sejam depositados nos cinco estilóides um número superior a 400 grãos de pólen compatíveis com o genitor feminino. Em polinização natural, cerca de 2% de flores recebem quantidade superior a 60 grãos de pólen. No entanto, a probabilidade de uma flor se transformar em fruto é apenas de 20% (VENTURIERI, 1994).

Os insetos mais presentes nos pomares de cupuaçuzeiro são as abelhas *Frieseomelitta silvestrii faceta* Moure, *Pratrigona impuctata* Ducke e *Apis melifera adansonii* e as abelhas sem ferrão *Plebeia minima* e *Trigonisca pediculana*, sendo a primeira considerada como polinizador efetivo (FALCÃO; LLERAS, 1983; VENTURIERI, 1993).

#### 2.1.4. Ambiência

O trabalho realizado por Diniz et al. (1984) em áreas de ocorrência silvestre e domesticada, aponta que o cupuaçuzeiro encontra-se distribuído em áreas que possuem uma faixa de temperatura média anual de 24,8°C a 27°C, com média máxima de 24,9°C a 33°C e média mínima de 20,2°C e 23,8°C, a umidade relativa encontrada na distribuição teve como média anual para o cupuaçuzeiro de 77% a 88% e a precipitação pluviométrica anual total foi observada na faixa de 1.900 mm a 3.100 mm.

O cupuaçuzeiro se adapta muito bem em ambientes de solos ácidos (LOCATELLI et al., 2004), de textura argilosa ou argilo-arenosa, bem drenados e com boa capacidade de retenção de água (SOUZA, 2007), sendo essencial para elaboração de seiva para a planta e assimilação dos nutrientes disponíveis.

#### 2.1.5. Produção e Colheita

A época de colheita do fruto é durante o inverno, período compreendido entre os meses de chuvas mais intensas, sendo que em março é o pico da safra. No verão, período entre os meses de menos chuva, é onde a floração se torna presente, no entanto, a seca é prejudicial para a planta, pois ocorre a queda de flores e frutos ainda jovens (SOUZA et al., 1999), fazendo-se necessário a implantação de sistema de irrigação para minimizar essas perdas.

Segundo Calzavara et al. (1984), a produção de fruto por planta, sem aplicação de fertilizantes, consta com média de 12 a 20 frutos por planta, a partir do quinto ano após o plantio.

Segundo dados do IDAM (Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas), publicado em 2006, as áreas plantadas no estado do Amazonas aumentaram significativamente no período de 1996 a 2006. Nesses 10 anos as áreas plantadas subiram de 2.950 ha para 11.222 ha, porém, a produtividade caiu de 2.705 frutos/ha em 1996, para 1.856 frutos/ha em 2006. Ainda segundo o IDAM, os 10 municípios do Amazonas com as maiores áreas plantadas, variaram sua produção de 874 a 3.282 frutos/ha. No Pará, o decréscimo da produtividade não foi tão brusco em relação ao Amazonas. Em 1997 a produtividade chegou à marca de 5.382 kg/ha, porém, ao longo dos anos houve uma redução da produtividade, que em 2004 chegou a 3.331 kg/ha, havendo uma média entre 1997 e 2005 de 3.928 kg de frutos/ha (SOUZA, 2009).

### 2.1.6. Doenças

São poucas as doenças que afetam a cultura do cupuaçuzeiro e que causam prejuízos na produção em grande magnitude sendo algumas encontradas na região Norte. Os patógenos mais comuns são a queima do fio (*Pellicularia koleroga*), podridão interna dos frutos (*Botryodiplodia* = *Lasiodiplodia theobrome*), morte progressiva do cupuaçuzeiro (*Botryodiplodia* = *L. theobrome*), antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e manchas foliares (*Cylindrocladium kytensis* e *Phomopsis*) (VENTURIERI, 1993), entretanto, uma doença é classificada como a mais severa aos plantios comerciais, a vassoura de bruxa.

#### 2.1.6.1. Vassoura de bruxa

A doença que mais afeta a produção do cupuaçuzeiro é a vassoura de bruxa, causada pelo basidiomiceto *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Singer. Ela ataca tanto mudas enviveiradas como plantas adultas.

Juntamente com a boa adaptação da fruteira ao ambiente tropical, seus patógenos também se desenvolveram em ambiente propício podendo causar graves prejuízos a plantios domésticos e comerciais, acarretando em severas perdas econômicas.

Nas mudas ocorre o afilamento do hipocótilo (aumento) e a superbrotação, as folhas ficam retorcidas e secas podendo causar a morte da planta ou ter retardo no seu crescimento.

Nas plantas adultas os tecidos meristemáticos em desenvolvimento, como gemas terminais e laterais, almofadas florais e frutos jovens, são afetados (BENCHIMOL, 2000). Os ramos atacados ficam hipertrofiados (crescimento anormal e irregular diâmetro dos ramos), recurvados, com entre nós curtos, muitas brotações laterais, folhas grandes e retorcidas e pulvinos hipertrofiados (SOUZA et al., 2006). O ataque se dá devido à deficiência hormonal entre patógeno-hospedeiro, resultando na queda da dominância apical (SOUZA, 2007).

Segundo Andebrhan et al. (1998), a produção do cupuaçu decresceu em cerca de 90% devido os ataques da doença desde o aparecimento dos primeiros casos.

### 2.1.7. Beneficiamento

Ao passar do tempo, muitas tecnologias foram desenvolvidas para o melhor aproveitamento do fruto. A polpa pode ser utilizada pra a produção de compotas, doces,

geleias, sucos, licores e blends (SOUZA et al., 1999). As amêndoas podem servir para a indústria cosmética, como cremes para pele, e alimentícia, como matéria-prima para o chocolate de cupuaçu (SAID, 2011), descrito como cupulate (NAZARÉ et al., 1990). Alguns produtores aproveitam o farelo da casca como compostos orgânicos para adubos (SAID, 2011), comprovado por Filgueira (1998), uma vez que seus estudos mostraram que a casca seca e triturada pode oferecer 0,72% de nitrogênio, 0,04% de fósforo e 1,5% de potássio.

#### 2.1.8. Melhoramento Genético

Uma das estratégias adotadas para viabilizar a produção, comercialização e beneficiamento de frutos de cupuaçuzeiro, em meio a principal fonte natural de contaminação da mais severa doença da cultura, é o melhoramento genético, promovendo a avaliação e seleção de materiais genéticos que possam associar alta produtividade com a tolerância ao ataque de vassoura de bruxa.

Dentre outras estratégias adotadas, realiza-se a seleção de materiais genéticos vigorosos que são observados em populações nativas, e em áreas de produtores. O importante é que apresentem ausência de sintomas de *M. perniciosa*, além de produzir boa quantidade de frutos, de tamanho grande, e regularidade de produção em todas as safras.

Em 2002 a Embrapa Amazônia Oriental lançou as primeiras cultivares clonais com resistência a vassoura de bruxa (ALVES; CRUZ, 2003). Posteriormente, foi disponibilizada a cultivar BRS Carimbó, formada a partir de dezesseis clones resistentes à vassoura de bruxa. Essa cultivar possui maior produtividade em relação às cultivares anteriores e a produtividade média dos plantios comerciais encontrados no Estado do Pará (ALVES; FERREIRA, 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização e descrição dos experimentos

Os experimentos foram conduzidos em dois ambientes, ambos no município de Tomé-Açu, Pará, em áreas cedidas por produtores de cupuaçuzeiro. Encontram-se localizados nas coordenadas de 2°24'06,7" S e 48°00'06,2" W (Ambiente 1), e 2°32'54,4" S e 48°15'50,4" W (Ambiente 2). Um terceiro Ambiente foi utilizado, localizado nas coordenadas 2°35'33,3" S e 48°21'14,1" W. Este último foi instalado na unidade da Embrapa em Tomé-Açu, próximo a plantios de genótipos desconhecidos os quais apresentavam alta infestação de *M. perniciosa*,

permitindo que os clones fossem testados em condições de extrema infecção de vassoura de bruxa.

Apesar dos dois primeiros ambientes terem sido encontrados em condições de consórcio com outras espécies, no Ambiente 1 foi somente empregado o consórcio com a pimenteira-do-reino (*Piper nigrum* L.). Quando da realização do plantio do experimento, as pimenteiras já possuíam 5 (cinco) anos de campo, oferecendo sombra inicial que é fundamental para o desenvolvimento vegetativo do cupuaçuzeiro.

No Ambiente 2 foi encontrado um Sistema Agroflorestral (SAF) mais complexo, sendo todas as espécies plantadas simultaneamente. Além do cupuaçuzeiro foram plantadas o taperebazeiro (*Spondias mombin* L.), pimenteira-do-reino (*P. nigrum* L.), bananeira (*Musa* sp.) e, no primeiro ano, arroz e (*Oryza* sp.) e feijão-guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh), cuja palhada foi utilizada para fazer a cobertura morta das demais espécies.

Além dos consórcios diferenciados empregados nos Ambientes, o primeiro Ambiente ainda contou com um sistema de irrigação desde o início dos experimentos, entretanto, no segundo Ambiente a utilização de sistema de irrigação começou a acontecer após o quarto ano de experimento.

### **3.2. Climatologia local**

Na região de instalação dos experimentos os componentes climáticos apresentaram valores similares. O clima da região é do tipo Ami segundo a classificação de Köppen, contando com temperatura média local de 27,4°C, umidade relativa do ar com 80% e pluviosidade média anual de 2.448 mm. Os solos também são, relativamente, equivalentes, sendo predominantemente profundos do tipo Latossolo Amarelo distrófico com textura média.

### **3.3. Preparo de mudas e matrizes**

Nestes experimentos foram avaliados clones de cupuaçuzeiro, cujas mudas foram preparadas pelo método de enxertia do tipo garfagem em fenda cheia, em viveiro instalado na Base da Embrapa CPATU em Tomé-Açu, Pará.

Cada experimento conta com vinte e cinco clones. Destes, vinte e um são clones comuns entre os dois Ambientes. Destes, quinze clones foram obtidos em áreas de produtores do município de Tomé-Açu, sendo os clones 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9 procedentes da fazenda

INADA; 15 e 16 procedentes da fazenda HANTANI; 17 procedente da fazenda MUROI; 18 procedente da fazenda HOSHINA; 19 procedente da fazenda WATANABE e 21 procedente da fazenda SEKO). Do programa de melhoramento do cupuaçuzeiro foram utilizados o acesso 20 (experimento CEPLAC) e dois clones selecionados a partir de progênies da fazenda Itaqui (26 e 28 selecionados dentro das progênies 35/4 e 20/5, respectivamente). Como testemunhas foram empregados quatro clones: 22, 23, 24 e 25, que representam os acessos 174, 186, 215 e 622, respectivamente, os quais são tolerantes à vassoura-de-bruxa, sendo que os três primeiros foram lançados no ano de 2002 pela Embrapa Amazônia Oriental e o último oriundo do Banco Ativo de Germoplasma do cupuaçuzeiro.

O Ambiente 1 contou ainda com três clones procedentes das fazendas Kimura, Lauro Kato, Marcelo e uma progênie avaliada em experimento passado. No Ambiente 2 os clones que complementaram o experimento foram da dois de procedência da fazenda Inada, um da fazenda Matzusaki e um acesso da cultivar lançada pela Embrapa em 2002. Por não serem comuns entre os Ambientes, estes clones não fizeram parte do presente estudo.

### **3.4. Preparo e condução dos experimentos**

Em 2005 as mudas foram introduzidas nos campos obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso, com vinte e cinco tratamentos (sendo apenas os vinte e um clones comuns utilizados para análise proposta), cinco blocos e três plantas compondo cada parcela. No total foram utilizadas 75 plantas por bloco, sendo, nos 5 blocos, 15 plantas por clone. Os espaçamentos adotados para o cupuaçuzeiro foi de 5 x 5 m no Ambiente 1 e 6 x 4 m no Ambiente 2.

Para o preparo da adubação de cova foram aplicadas 150 g de fosfato natural de Arad somado a 2 kg de esterco de curral no Ambiente 1, enquanto que no Ambiente 2 foi aplicado somente uma dose de 200 g de fosfato natural Arad. Para adubação de cobertura foi recomendada para o primeiro ano a aplicação de 50 g de fertilizante NPK na formulação 10-28-20 a cada dois meses, em ambos Ambientes.

Durante os nove anos do período de cultivo foram adotados manejos de acordo com a particularidade de cada agricultor na intenção de simular as práticas de manejo mais comuns dos produtores rurais da região.

### **3.5. Coleta dos dados**

As variáveis de resposta utilizadas na análise estatística foram o desenvolvimento vegetativo (altura e diâmetro na fase imatura da planta), número de frutos por planta, peso médio de frutos, produção dos clones e nível de susceptibilidade ao ataque de vassoura-de-bruxa.

As coletas de dados de desenvolvimento vegetativo foram realizadas nos dois primeiros anos (2006 e 2007) após o plantio. A altura de planta foi tomada do solo até a extremidade da copa da árvore, com auxílio de uma trena. O diâmetro foi tomado com auxílio de paquímetro a altura de 50 cm do solo, antes da primeira tricotomia.

Os dados de número de fruto e peso de fruto foram coletados durante o período de safra, entre os meses de dezembro a maio, sendo feitas três coletas bimensais por safra. Foram empregadas as primeiras sete safras, de 2007/2008 até 2013/2014. A partir dos dados coletados bimensais foram feitas as somas de frutos da safra – realizado somente para a variável número de frutos - e em seguida retiradas as médias das três plantas de cada parcela. A produção de frutos foi calculada a partir da multiplicação entre os dados coletados de número de frutos e peso de frutos.

Os níveis de susceptibilidade ao ataque de vassoura-de-bruxa foram definidos a partir da quantidade de ramos atacados pelo patógeno, agrupando e classificando os clones em 0 (nenhum ramo infectado), 1 (até cinco ramos atacados) e 2 (mais de cinco ramos atacados). A mensuração desta variável foi realizada nos três Ambientes, sendo dois instalados em áreas de produtores e um terceiro localizado na base física da Embrapa no município de Tomé-Açu.

### **3.6. Análises de variância e testes comparativos entre médias**

Os dados obtidos foram digitalizados e organizados em *softwares* do pacote Microsoft Office 2010 (Microsoft Excel) e de estatística Genes (CRUZ, 2006).

No Microsoft Excel, os dados foram tabulados e convertidos em médias para iniciar os procedimentos de análises de variância. A priori, os dados foram digitados, conferidos e, em caso de equívocos na digitação, corrigidos. Em seguida os dados de cada bloco foram representados pela média dos valores das três plantas que compuseram as parcelas. Feito estes procedimentos, seguiu-se para o programa de análise estatística. Este processo foi realizado através do Genes versão 2013.5.1, onde se adotou o modelo de análise fatorial simples observando o comportamento dos genótipos (clones) dentro e entre os Ambientes (propriedades dos produtores).

O modelo algébrico adotado para se obter a análise de variância foi:

$$Y_{ijk} = m + B/A_{jk} + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}.$$

Onde:

- $Y_{ijk}$ : observação no k-ésimo bloco, avaliado no i-ésimo ambiente;
- $m$ : média geral do ensaio;
- $(B/A)_{jk}$ : efeito do bloco k dentro do ambiente j;
- $G_i$ : efeito do tratamento i;
- $A_j$ : efeito do ambiente j;
- $GA_{ij}$ : Efeito da interação entre o genótipo i e o ambiente j; e
- $E_{ijk}$ : erro aleatório associado à observação ijk.

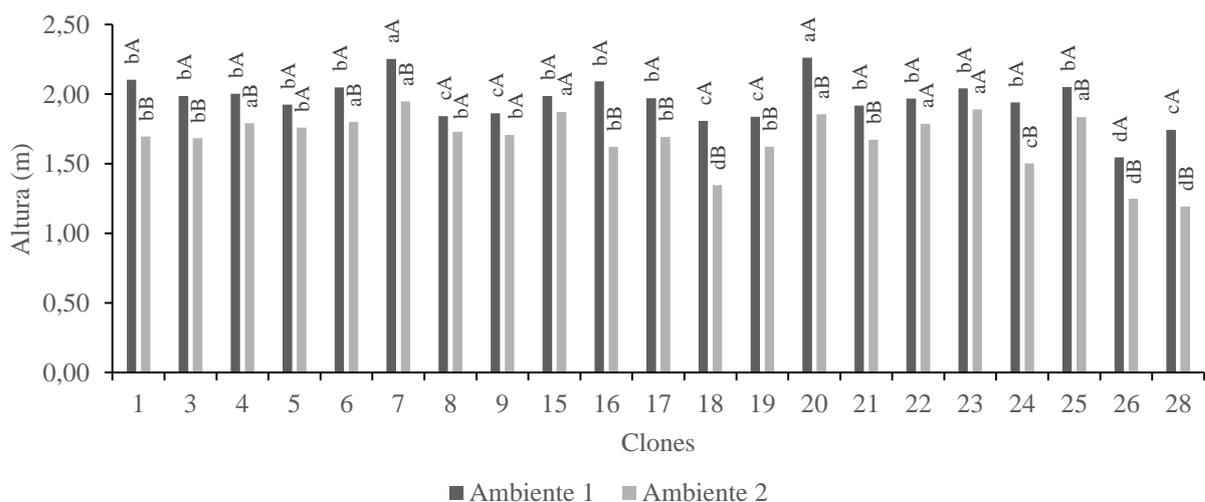
O teste comparativo entre médias foi realizado segundo o método de agrupamento de médias de Scott-knott a nível de 95% de confiança.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Desenvolvimento vegetativo

Os dados apresentados na Figura 1 e detalhado no Apêndice A, coletados nos dois primeiros anos de cultivo, apresentaram médias de altura (m), significativamente, diferentes entre os clones e comportamentos diferenciados em cada Ambiente.

Figura 1- Altura (m) média de clones de cupuaçuzeiro estudados em dois Ambientes no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2014.



Obs.: Colunas seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

Os clones 20 e 7 mostraram ser os mais vigorosos em altura, com médias de 2,26 e 2,25 m, respectivamente, quando avaliados no Ambiente 1, não divergindo estatisticamente entre si. No Ambiente 2 os clones 7, 23, 15, 20, 25, 6, 4 e 22 foram os clones que apresentaram maior desenvolvimento em altura, com médias de 1,95; 1,89; 1,87; 1,86; 1,84; 1,80; 1,79; e 1,79 m, respectivamente. Somente os clones 7 e 20 mostraram superioridade em ambos Ambientes, evidenciando que possuem potencial vigor em relação aos demais genótipos mesmo que submetidos a diferentes manejos.

Contudo, apesar destes clones terem potencial, seus desenvolvimentos em altura foram diretamente afetados pelos fatores ambientais, isto implica em dizer que quando comparados o comportamento destes clones nos dois Ambientes, suas médias divergiram entre si, sendo o Ambiente 1 mais propício para expressar o vigor destes clones.

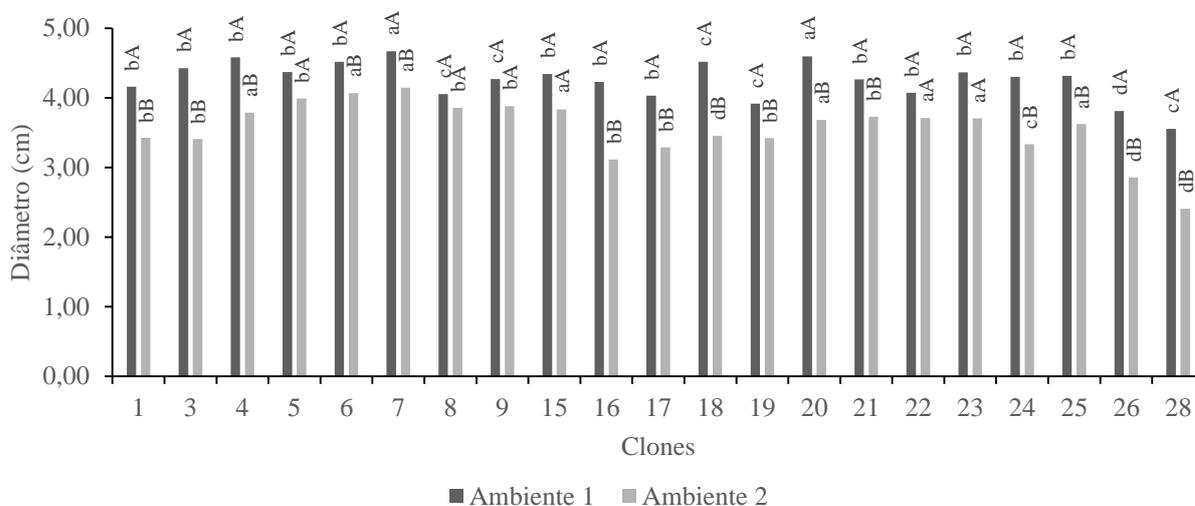
Entretanto, os valores obtidos de altura foram diretamente afetados pelas podas de condução, porém, mesmo não sendo uma característica recomendada para a seleção de novos genótipos desta espécie, ainda sim tem a importância de ressaltar o desenvolvimento das plantas nos primeiros anos de cultivo.

Os dados de diâmetro (cm) médio das plantas (Figura 2 e Apêndice A) obtidos para o Ambiente 1 mostram que somente os clones 1, 22, 8, 17, 19, 26 e 28 tiveram médias (4,16; 4,07; 4,05; 4,03; 3,92; 3,81; e 3,56 cm, respectivamente) significativamente diferentes do clone 7 que apresentou a maior média (4,67 cm). No segundo Ambiente apenas os clones 6, 5, 9, 8, 15, 4, 21, 22, 23, 20 e 25 tiveram médias (4,07; 3,99; 3,88; 3,86; 3,84; 3,79; 3,73; 3,71; 3,71; 3,68 e 3,62 cm, respectivamente) que não divergiram do clone 7, detentor da maior média (4,15 cm) nesta variável.

Os clones mensurados foram diretamente afetados pelos manejos realizados em cada Ambiente, com apenas três clones sendo exceções (5, 8 e 22). Estes não diferiram estatisticamente do Ambiente 1 para o Ambiente 2, sendo este primeiro o mais promissor para o desenvolvimento de diâmetro para os demais clones analisados.

Deste modo, a deficiência do sistema de irrigação que o Ambiente 2 encontrou foi crucial para determinar o baixo desenvolvimento vegetativo avaliado nos primeiros anos, visto que, quando uma planta é submetida ao estresse hídrico, tem praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento afetados, modificando a anatomia e a morfologia, como também interfere em reações metabólicas e na redução do crescimento (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Figura 2- Diâmetro (cm) médio de clones de cupuaçuzeiro em dois ambientes estudados no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2014.



Obs.: Colunas seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

## 4.2. Produção de frutos por planta

### 4.2.1. Número de frutos por planta em sete safras

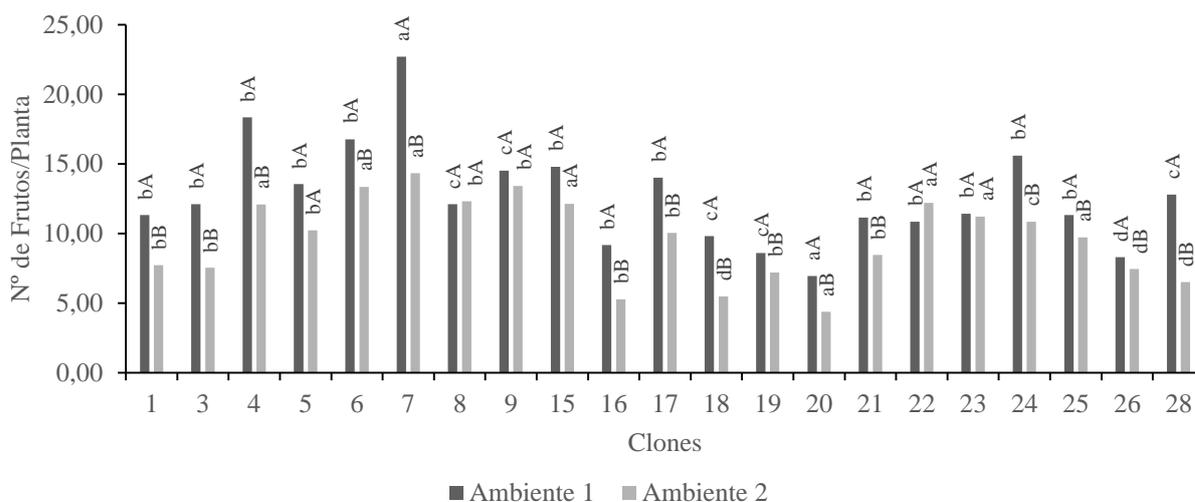
A variável de número de frutos/planta, apresentada na Figura 3 e detalhada no Apêndice B mostrou o comportamento dos clones em cada ambiente, bem como a adaptação dos clones entre os ambientes durante as sete primeiras safras observadas. As médias apresentadas evidenciam a alta capacidade de alguns clones em produzir frutos e suas potencialidades para o programa de melhoramento genético do cupuaçuzeiro.

No primeiro Ambiente, o número de frutos produzidos teve como destaque o clone 7. Este genótipo apresentou o melhor comportamento dentre todos neste ambiente possuindo média de 22,70 frutos/planta, seguido do clone 4 que apresentou média de número de frutos (18,34 frutos/planta), relativamente, boa, entretanto não teve média, estatisticamente, semelhante ao que teve o clone 7. Os clones 6, 24, 15, 9, 17, 5, 28, 3 e 8 tiveram os valores mais próximos a média geral do Ambiente, apresentando médias de 16,77; 15,58; 14,78; 14,51; 14,01; 13,54; 12,79; 12,10 e 12,10 frutos/planta, respectivamente. Os clones 23, 25, 1, 21, 22, 18, 16, 19, 26 e 20 foram os que tiveram o pior desempenho no Ambiente, com médias de 11,42; 11,32; 11,31; 11,15; 10,85; 9,81; 9,17; 8,60; 8,30 e 6,94 frutos/planta, respectivamente.

No segundo Ambiente o clone 7, com média de 14,32 frutos/planta, novamente foi destaque, entretanto, desta vez não diferiu estatisticamente dos clones 9, 6, 8, 22, 15 e 4 que

apresentaram médias de 13,42; 13,35; 12,30; 12,21; 12,13 e 12,09 frutos/planta, respectivamente. Os clones 23, 24, 5, 17 e 25 tiveram número de frutos por planta mediano, apresentando valores de 11,20; 10,85; 10,22; 10,03 e 9,72 frutos/planta, respectivamente. Já os clones 21, 1, 3, 26, 19, 28, 18, 16 e 20, com médias de 8,45; 7,72; 7,53; 7,45; 7,20; 6,50; 5,47; 5,28 e 4,37 frutos/planta, respectivamente, foram os clones que tiveram o pior desempenho no Ambiente.

Figura 3- Número médio de frutos por planta de clones em dois Ambientes estudados no município de Tomé-açu, no Pará, em 2014.



Obs.: Colunas seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

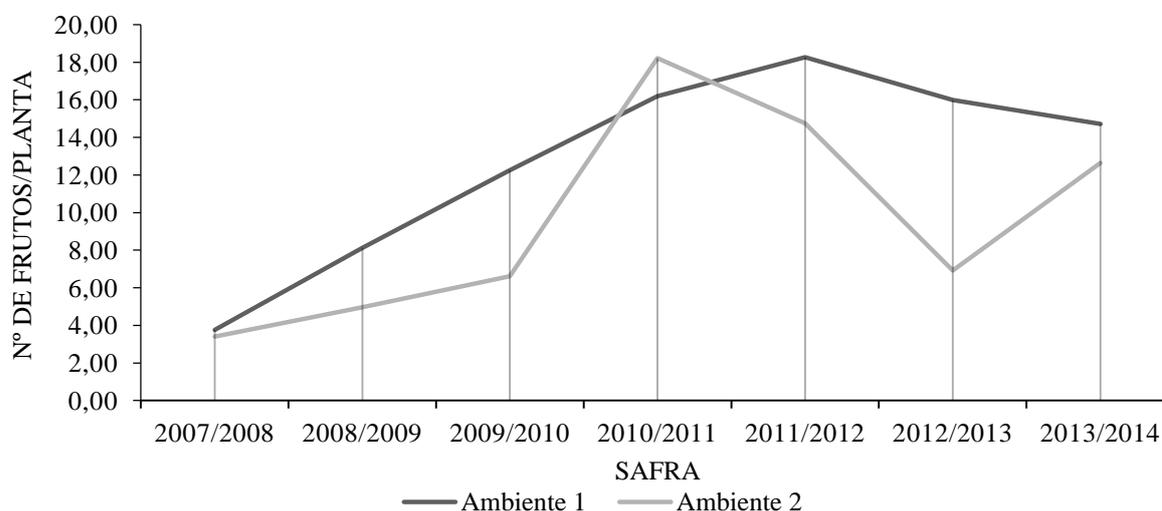
Contudo, os clones 4 e 7 apresentaram boa produção nos dois Ambientes, demonstrando que têm potencial para produzir grandes quantidades de frutos, tendo o último demonstrado número de frutos/planta anual semelhante ou até superior que a cultivar BRS Carimbó que produz em média 18,28 frutos/planta (ALVES; FERREIRA, 2012). Já os clones 8, 9, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 25 e 26 demonstraram indiferença entre os ambientes, indicando que produzem semelhantes quantidades de frutos quando submetidos a diferentes manejos, como os praticados nesses Ambientes testados.

O clone 28 quase duplicou o número de frutos no Ambiente 1 em relação ao Ambiente 2, com diferença média de 96,74%, e os clones 18, 16, 3, 20, 7 e 4 tiveram uma diferença com mais de 50% favorável ao Ambiente 1, com diferença de 79,73%; 73,74%; 60,76%; 58,72%; 58,49% e 51,75%, respectivamente. Ao ambiente 2, somente os clones 22 e 8 tiveram diferença favorável, com diferenças percentuais de 11,13% e 1,66%, respectivamente.

#### 4.2.2. Evolução do número de frutos por planta em sete safras

Os dados obtidos a partir da evolução do número médio de frutos em cada ambiente são demonstrados no Figura 4.

Figura 4- Evolução média de número de frutos por planta dos clones de cupuaçuzeiro em sete safras (2007/2008 a 2013/2014) em dois experimentos no município de Tomé Açu, Pará, em 2014.



No Ambiente 1, percebe-se que com o passar das safras os clones mantiveram bom incremento de número de frutos, até a safra 2011/2012. A partir dessa safra observou-se um leve declínio nas safras seguintes. No segundo Ambiente, os genótipos tiveram comportamento pouco diferente. Houve um incremento na média de número de frutos até a quarta safra (2010/2011), havendo oscilações nas produções das safras posteriores. Esse fato está correlacionado com o manejo empregado ao longo dos anos, especialmente deficiências com a irrigação e adubação, que teve agravantes nas últimas duas safras no Ambiente 1 e no Ambiente 2 passaram a ser empregadas tardiamente, porém sem o manejo adequado.

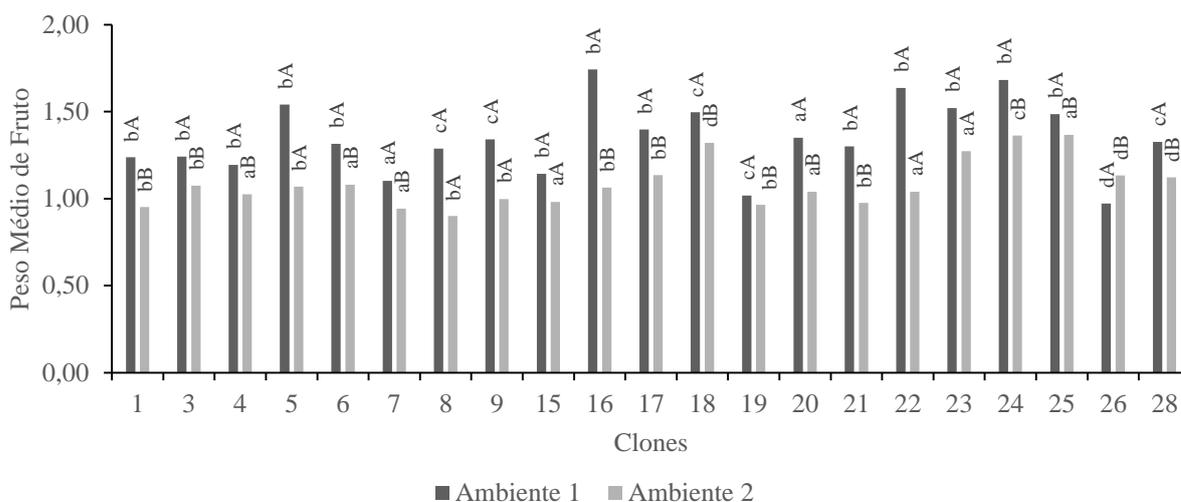
Associado a estes problemas de manejos, os fatores climáticos, como as chuvas irregulares que aconteceram nas últimas safras, relatadas pelos produtores afetam a produção. Além de afetar o número de frutos, oscilações de chuva e seca, quando não acompanhado por uma irrigação eficiente, pode promover rachaduras nos frutos que chegam a maturação (SOUZA, 2007).

#### 4.3. Peso médio de fruto e produção média por planta

Para a variável peso médio de fruto (Figura 5 e Apêndice C), os clones 16, 24, 22, 5, 23, 18 e 25 apresentaram as maiores médias (1,74; 1,68; 1,64; 1,54; 1,52; 1,50; e 1,49 kg/fruto, respectivamente) no Ambiente 1 e não divergiram entre si. No segundo Ambiente, os

genótipos que melhor se adaptaram às condições estabelecidas foram os clones 25, 24, 18 e 23, apresentando médias de 1,37; 1,36; 1,32 e 1,27 kg/fruto, respectivamente. Somente os clones 5, 8, 9, 16, 20, 21, 22 e 24 apresentaram médias que diferiram do Ambiente 1 para o Ambiente 2, tendo o primeiro apresentado as melhores condições de cultivo para estes clones. Na média geral os frutos pesaram 1,35 kg no Ambiente 1 decrescendo para 1,09 kg no segundo Ambiente, diferença de 24%.

Figura 5- Peso médio de frutos (kg) de clones de cupuaçuzeiro em dois Ambientes estudados no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2014.



Obs.: Colunas seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

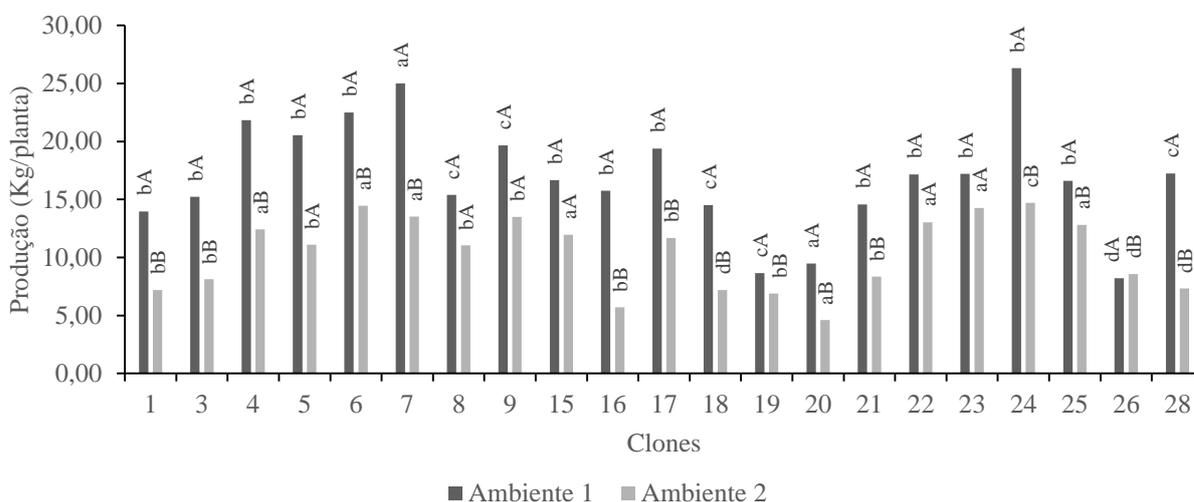
Alves e Ferreira (2012) obtiveram média 1,60 kg para a variável peso de frutos dos 16 clones que compõem a BRS Carimbó. Os clones 16, 24 e 22 quando avaliados no ambiente 1 mostraram médias maiores que a média da cultivar, entretanto, a média geral do ambiente foi inferior à média da cultivar.

Enquanto que, para a variável de produção de frutos (Figura 6 e Apêndice C) no ambiente 1, os genótipos superiores foram 24, 7, 6, 4, 5, 9 e 17 que apresentaram médias de 26,32; 25,01; 22,50; 21,83; 20,54; 19,66 e 19,38 kg de frutos/planta, respectivamente. Os genótipos submetidos às condições do ambiente 2 que tiveram os melhores desempenhos foram os clones 24, 6, 23, 7, 9, 22, 25, 4, 15, 17, 5 e 8, que obtiveram as médias 14,69; 14,47; 14,27; 13,53; 13,50; 13,02; 12,81; 12,41; 11,94; 11,67; 11,11 e 11,03 kg de frutos/planta, respectivamente. A variação média de produção de frutos do Ambiente 1 para o Ambiente 2 foi de 63%.

Os clones que apresentaram a maior produção tiveram valores não muito diferentes dos clones que compõe a cultivar BRS Carimbó, que apresentaram média de produção de 29,20

kg/planta (ALVES; FERREIRA, 2012). Isto demonstra o potencial que os genótipos avaliados nesta pesquisa possuem em favorecimento ao aumento da produção em pomares comerciais.

Figura 6- Produção média (kg/planta) de clones de cupuaçuzeiro em dois Ambientes estudados no município de Tomé-Açu, no Pará, em 2015.



Obs.: Colunas seguidas de mesma letra minúscula e maiúscula, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

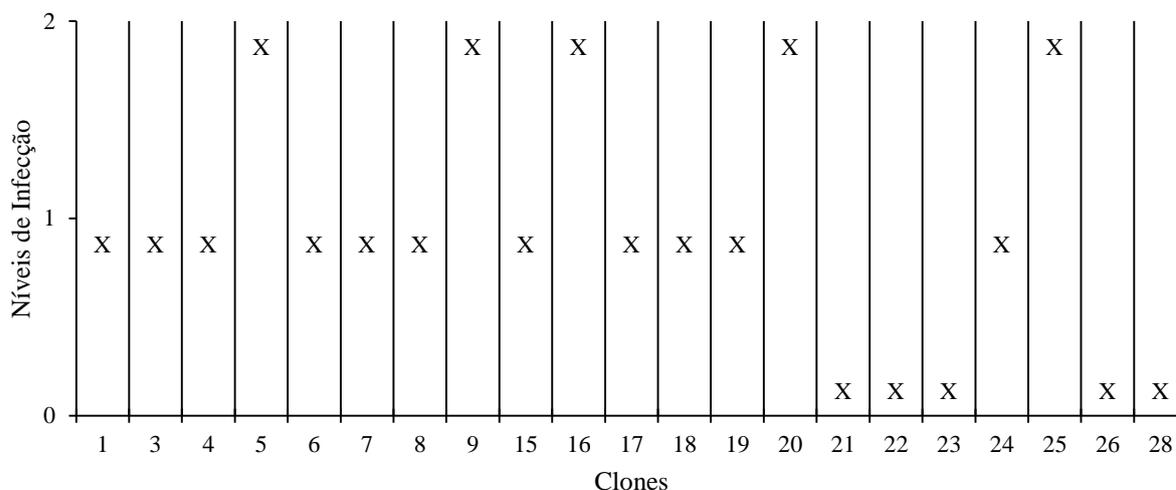
#### 4.4. Infecção por vassoura de bruxa

Os dados de infecção por vassoura de bruxa, como apresentados na Figura 7, demonstram que os clones 21, 22, 23, 26 e 28 estudados apresentaram resultados excelentes para a variável infecção por vassoura de bruxa em decorrência do não aparecimento dos sintomas da doença.

Desses clones, o 22 e 23 são as cultivares BRS Coari e BRS Codajás lançados em 2002 pela Embrapa Amazônia Oriental (ALVES; CRUZ, 2003). Os outros três clones deverão ser utilizados no programa de melhoramento do cupuaçuzeiro como novas fontes de genes de resistência a vassoura de bruxa.

No estudo realizado por Alves et al. (2009) as progênies dos cruzamentos entre os clones 22 (174) x 23 (186) e 23 (186) x 24 (215) mostraram que 93,33% das plantas oriundas de ambos cruzamentos foram resistentes a vassoura de bruxa, ou seja, se mostraram assintomáticas quando avaliados os ramos infectados, enquanto que a avaliação feita acerca das inflorescências infectadas, 100% das plantas se mostraram assintomáticas. Deste modo, as plantas avaliadas assintomáticas têm potencialidade, ao cruzarem entre si, de gerarem progênies resistentes a vassoura de bruxa.

Figura 7- Níveis de infecção por vassoura de bruxa observadas em clones de cupuaçuzeiro em Ambientes distintos no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014.



\*Clones com Níveis de infecção: 0- não apresentaram sintomas de vassoura de bruxa; 1- apresentaram até 5 focos com sintomas de vassoura de bruxa; e 2- apresentaram mais de 5 focos com sintomas de vassoura de bruxa.

Os clones 4, 6 e 7 por terem apresentado atributos de alta produção e boa resistência à vassoura de bruxa, deverão ser recomendados aos produtores para plantios em pequena escala.

## 5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos dois experimentos terem sido implantados no mesmo município, com condições edafoclimáticas minimamente diferenciadas, apresentaram respostas divergentes devido os manejos que cada Ambiente proporcionou, especialmente a irrigação que foi fundamental para essa diferenciação. No Ambiente 1 onde houve uma melhor regularização desse fator a produção foi muito superior. Isso indica que o cupuaçuzeiro responde aos tratamentos culturais empregados.

Dos 21 clones avaliados, 20 tiveram maior produção no Ambiente 1 em relação ao segundo ambiente. Diferenças próximas a 100% foram observadas para alguns genótipos.

Os clones 21, 26 e 28 devem ser incorporados ao programa de melhoramento genético do cupuaçuzeiro, para fornecimento de novos genes de resistência a vassoura de bruxa.

Os clones 4, 6 e 7 além de seguir esse caminho, da incorporação ao programa de melhoramento genético, podem também ser recomendados aos produtores para plantio em pequena escala, para avaliar com maior pericia seus potenciais como futuras cultivares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDISON, G.O.; TAVARES, R.M. Observações sobre espécies do gênero *Theobroma* que ocorrem na Amazônia. **Boletim Técnico do Inst. Agron. do Norte**, p. 135, 1951.
- ALVERSON, W. S.; WHITLOCK, B. A.; NYFFELER, R.; BAYER, C.; BAUM, D. A. Phylogeny of the core Malvales: evidence from ndhF sequence data. **American Journal of Botany** 86: 1474–1486, 1999.
- ALVES, R.M.; CORREA, J.R.V.; GOME, M.R. de O.; FERNANDES, G.L. da C. Melhoramento genético do cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PIMENTA-DO-REINO E CUPUAÇU, 1., 1996, Belém, PA. **Anais**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/JICA, 1997. P. 127-146. (Embrapa Amazônia Oriental. Documento, 89).
- ALVES, R.M. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (Belém, PA). **Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécie vegetal para a Amazônia Oriental**. Belém, 1999. P.37-45. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 16).
- ALVES, R. M. **Caracterização genética de populações de cupuaçuzeiro, *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum., por marcadores microsatélites e descritores botânico-agronômicos**. Piracicaba: ESALQ, 2002. 146 p. il. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ALVES, R.M.; CRUZ, E.D. **Cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa**. Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental. (Recomendações Técnicas), 2003. 4p.
- ALVES, R.M.; RESENDE, M. D. V. de; BANDEIRA, B. dos S., PINHEIRO, T. M.; FARIAS, D. C. R. Evolução da vassoura-de-bruxa e avaliação da resistência em progênies de cupuaçuzeiro. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, Dec. 2009.
- ALVES, R. M.; ARTERO, A. S.; SEBBENN, A. M.; CLEMENT, C.; FIGUEIRA, A. High levels of genetic divergence and inbreeding in populations of cupuassu, *Theobroma grandiflorum*. **Tree Genetics & Genomes**, St. Louis - Missouri, USA, v.3, p.289 - 298, 2007.
- ALVES, R.M.; FERREIRA, F.N. **BRS Carimbó - a nova cultivar de cupuaçuzeiro da Embrapa Amazônia Oriental**. Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental. (Comunicado Técnico 232), 2012. 8p.
- ANDEBRHAN, T.; ALMEIDA, L. C.; NAKAYAMA, H.I. Resistencia de *Theobroma cacao* L. a *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer: a experiência da Amazônia brasileira. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 10, p. 49-60, 1998.
- BENCHIMOL, R.L. **Doenças do cupuaçuzeiro causadas por fungos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 50p. : il.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 3. ed. Manaus: INPA, 1976. 166 p. il.

CALZAVARA, B.B.G.; MULLER, C.H.; KAHWAGE, O. de N. da C. **Fruticultura tropical: o cupuaçuzeiro; cultivo, beneficiamento e utilização do fruto**. Belém, EMBRAPA- CPATU, 1984. 101p. Ilust (EMBRAPA- CPATU. Documentos, 32).

CARVALHO, J. E. U. COPOASSU (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.): CULTIVO Y UTILIZACION. **Manual Técnico – Tratado de Cooperacion Amazônica** Ed. Secretaria Pro Tempore Caracas, 1999. 152p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. v. 1. 285 p.

DINIZ, T. D. de A. S.; BASTOS, T. X.; RODRIGUES, I. A.; MÜLLER, C. H.; KATO, A. K.; SILVA, M. M. M. da. **Condições climáticas em áreas de ocorrência natural e de cultivo de guaraná, cupuaçu, bacuri e castanha-do-brasil**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1984. 4 p.

FALCÃO, M.A.; LLERAS, E. Phenological, ecological and productivity aspects of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum.). **Acta Amazonica**, 13: 725-735, 1983.

FILGUEIRA, F. de S. **Produção de Cupuaçu**, Viçosa, CPT, 1998. 46p.

HAMMERSTONE Jr, J.F.; ROMANCZYK Jr, L. J.; AITKEN, W. M. Purine alkaloid distribution within *Herrania* and *Theobroma*. **Phytochemistry**, v.35, n.5, p. 1237-1240, 1994.

HOMMA, A.K.O. Cupuaçu: potencialidades e mercado, algumas especulações. In: Workshop Sobre as Culturas de Cupuaçu e Pupunha. 1. 1996. Manaus. **Anais**. Manaus: Embrapa-CPAA, 1996. p. 85-95.(Embrapa-CPAA. Documento, 6).

IDAM. 2006. **Informações sobre cupuaçu no Estado do Amazonas**. Manaus, AM: Instituto de Desenvolvimento do Amazonas.

KERR, W.E.; CLEMENT, C.R. Práticas agrícolas de conseqüências genéticas que possibilitaram aos índios da Amazônia uma melhor adaptação as condições ecológicas da região. **Acta Amazônica**. v.10, p. 251-261, 1980.

LOCATELLI, M.; SILVA FILHO, E. P. da; VIEIRA, A. H.; SOUZA, V. F. de; MACEDO, R. de S. Cultivo de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng) K. Schum. consorciado com espécies florestais em Machadinho D'Oeste - Rondônia - características de solo. In: **Agrossilvicultura**, v. 1, n. 1, 2004.

MATOS, C.B. **Caracterização física, química, físico-química de cupuaçus (*Theobroma grandiflorum* (Willd. ex. Spreng.) Schum.) com diferentes formatos**. 2007, 42p. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

NAZARÉ, R.F.R. de; BARBOSA, W.C.; VIEGAS, R.M.F. **Processamento das sementes de cupuaçu para obtenção de cupulate**. EMBRAPA-CPATU: Belém, 1990, 38p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 108).

PEREIRA, M.G.; CARLLETO, G.A.; CASTRO, G.C.T. A variabilidade das características de frutos e sementes em *Theobroma cacao* L. Clones Sic e Sial. In: **CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE INVESTIGACION EM CACAO**, 10., 1987. Santo Domingo. Actas... Lagos: Cocoa Producers´Alliance, 1988. p. 581-585.

PEREIRA, S.L.; RAM, A.; FIGUEIREDO, J.M.; ALMEIDA, L.C.C. Primeira ocorrência da vassoura de bruxa na principal região produtora de cacau do Brasil. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 1, p. 79-81, 1989.

SAGRI PARÁ. **Estatística**. Disponível em: <<http://www.sagri.pa.gov.br/documentos/>>. Acesso em: 15 de agosto de 2014.

SAID, M. M. **Aspectos culturais e potencial de uso do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng. Schum.) no estado do Amazonas – Manaus**. Dissertação (mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas/UFAM, 2011. 136 f.; il. color.

SILVA, R.M. da. **Estudo do sistema reprodutivo e divergência genética em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* (Willd ex Spreng) Schum.)** - Piracicaba, 1996. 151p. :il.

SOUZA, A. das G.C. de; CARVALHO, J.E.U; NAZARÉ, R.F.R. **Cupuaçu: manejo, produção e processamento**. In: semana da fruticultura, floricultura e agroindústria, Belém, 2006. Fortaleza: Instituto Frutal, 2006. 134p.

SOUZA, A. das G. C. de.; SILVA. S. E. L. da.; TAVARES, A. M.; RODRIGUES, M. do R. L. **A cultura do cupuaçu (*Theobroma Grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum.)**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 1999. 39p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 2.

SOUZA, A. das G.C. de. **Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Oriental. 2007. p. 56.

SOUZA, A. das G.C. de; ALVES, R.M.; SOUSA, N.R.; SOUZA, M.G. Domesticação e Melhoramento de Cupuaçuzeiro. In: **Domesticação e Melhoramento: espécies amazônicas/** Aluizio Borém, Maria Teresa Gomes Lopes, Charles R. Clement, editores. - Viçosa, MG, 2009. cl6. p. 319 - 329.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819p.

VENTURIERI, G. A.; ALVES, M. L. B.; NOGUEIRA, M. D. O cultivo do cupuaçuzeiro. **Informativo da Sociedade Brasileira de Fruticultura**. 4(1). 1985.

VENTURIERI, G. A. **Cupuaçu: a espécie, sua cultura, usos e processamento**. Belém: Clube do Cupuaçu, 1993. 108 p., il. il.

VENTURIERI, G.A. **Floral biology of cupuassu (*Theobroma grandiflorum* (Willdenow ex Sprengel) Schumann)**. Ph.D. Thesis, University of Reading, Reading-UK, 211 pp, 1994.

## APÊNDICES

APÊNDICE A- Dados de desenvolvimento vegetativo - Altura (m) e Diâmetro (cm) - de clones de cupuaçuzeiro, em dois Ambientes no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014.

Clones	Altura (m)		Diâmetro (cm)	
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2
1	2,10 bA	1,70 bB	4,16 bA	3,42 bB
3	1,99 bA	1,68 bB	4,42 aA	3,41 bB
4	2,00 bA	1,79 aB	4,58 aA	3,79 aB
5	1,92 bA	1,76 bA	4,37 aA	3,99 aA
6	2,05 bA	1,80 aB	4,52 aA	4,07 aB
7	2,25 aA	1,95 aB	4,67 aA	4,15 aB
8	1,84 cA	1,73 bA	4,05 bA	3,86 aA
9	1,86 cA	1,71 bA	4,27 aA	3,88 aB
15	1,99 bA	1,87 aA	4,34 aA	3,84 aB
16	2,09 bA	1,62 bB	4,23 aA	3,11 bB
17	1,97 bA	1,69 bB	4,03 bA	3,29 bB
18	1,81 cA	1,35 dB	4,52 aA	3,45 bB
19	1,84 cA	1,62 bB	3,92 bA	3,42 bB
20	2,26 aA	1,86 aB	4,60 aA	3,68 aB
21	1,92 bA	1,67 bB	4,26 aA	3,73 aB
22	1,97 bA	1,79 aA	4,07 bA	3,71 aA
23	2,04 bA	1,89 aA	4,37 aA	3,71 aB
24	1,94 bA	1,50 cB	4,30 aA	3,33 bB
25	2,05 bA	1,84 aB	4,32 aA	3,62 aB
26	1,55 dA	1,25 dB	3,81 cA	2,86 cB
28	1,74 cA	1,19 dB	3,56 cA	2,41 dB
Média	1,96	1,68	4,26	3,56
C.V. (%)	6,91	9,51	6,21	9,86

Obs.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

APÊNDICE B- Dados das médias de número de frutos por planta de clones de cupuaçuzeiro e o percentual de diferença de um ambiente para o outro, em dois ambientes no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014.

Clones	Média de Produção em 7 safras				% de diferença
	Ambiente 1		Ambiente 2		
1	11,31	dA	7,72	cB	46,63
3	12,10	dA	7,53	cB	60,76
4	18,34	bA	12,09	aB	51,75
5	13,54	cA	10,22	bB	32,53
6	16,77	cA	13,35	aB	25,60
7	22,70	aA	14,32	aB	58,49
8	12,10	dA	12,30	aA	-1,66
9	14,51	cA	13,42	aA	8,17
15	14,78	cA	12,13	aA	21,77
16	9,17	eA	5,28	dB	73,74
17	14,01	cA	10,03	bB	39,66
18	9,81	eA	5,47	dB	79,37
19	8,60	eA	7,20	cA	19,48
20	6,94	eA	4,37	dA	58,72
21	11,15	dA	8,45	cA	31,87
22	10,85	dA	12,21	aA	-11,13
23	11,42	dA	11,20	bA	1,93
24	15,58	cA	10,85	bB	43,60
25	11,32	dA	9,72	bA	16,48
26	8,30	eA	7,45	cA	11,33
28	12,79	dA	6,50	cB	96,74
Média	12,67		9,61		31,85
C.V. (%)	19,00		20,86		

Obs.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

Obs.: Valores percentuais positivos indicam diferença favorável ao Ambiente 1 e negativos ao Ambiente 2.

APÊNDICE C- Dados de peso médio de frutos (kg/fruto), produção média (kg de fruto/planta) de clones de cupuaçuzeiros e percentual de diferença de peso de fruto e produção de um ambiente para o outro testados no município de Tomé-Açu, Pará, em 2014.

Clones	Peso Médio de Fruto (Kg)		Produção (kg/planta)		% de diferença em peso	% de diferença em produção				
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 1	Ambiente 2						
1	1,24	bA	0,95	bA	13,97	bA	7,20	bB	30,04	94,08
3	1,24	bA	1,07	bA	15,24	bA	8,13	bB	15,64	87,43
4	1,19	bA	1,03	bA	21,83	aA	12,41	aB	16,37	75,94
5	1,54	aA	1,07	bB	20,54	aA	11,11	aB	43,93	84,91
6	1,32	bA	1,08	bA	22,50	aA	14,47	aB	21,85	55,47
7	1,10	bA	0,94	bA	25,01	aA	13,53	aB	16,99	84,78
8	1,29	bA	0,90	bB	15,40	bA	11,03	aA	43,11	39,60
9	1,34	bA	1,00	bB	19,66	aA	13,50	aB	34,27	45,62
15	1,14	bA	0,98	bA	16,67	bA	11,94	aA	16,29	39,53
16	1,74	aA	1,06	bB	15,75	bA	5,70	bB	63,72	176,28
17	1,40	bA	1,14	bA	19,38	aA	11,67	aB	23,06	66,11
18	1,50	aA	1,32	aA	14,52	bA	7,19	bB	13,33	101,84
19	1,02	bA	0,96	bA	8,66	cA	6,88	bA	5,60	25,81
20	1,35	bA	1,04	bB	9,47	cA	4,60	bB	29,81	105,82
21	1,30	bA	0,98	bB	14,56	bA	8,33	bB	33,20	74,75
22	1,64	aA	1,04	bB	17,15	bA	13,02	aA	57,31	31,74
23	1,52	aA	1,27	aA	17,20	bA	14,27	aA	19,50	20,58
24	1,68	aA	1,36	aB	26,32	aA	14,69	aB	23,49	79,15
25	1,49	aA	1,37	aA	16,59	bA	12,81	aA	8,78	29,52
26	0,97	bA	1,13	bA	8,21	cA	8,58	bA	-14,29	-4,31
28	1,33	bA	1,12	bA	17,23	bA	7,34	bB	18,18	134,83
Média	1,35		1,09		16,95		10,40		24,14	62,93
C.V.(%)	21,84		17,28		26,99		28,20			

Obs.: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem estatisticamente entre si a nível de 5% pelo teste de Scott-knott.

Obs.: Valores percentuais positivos indicam diferença favorável ao Ambiente 1 e negativos ao Ambiente 2.