

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE - UENF  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA - CCTA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL  
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - LEAG

**ESTIMATIVA DOS NÍVEIS ÓTIMOS ECONÔMICOS DE IRRIGAÇÃO E DE  
ADUBAÇÃO NITROGENADA NOS MAMOEIROS (*Carica papaya* L.)  
CULTIVAR GOLDEN E DO HÍBRIDO UENF CALIMAN 01**

**GUILHERME BASTOS LYRA**

“Tese apresentada ao Centro  
de Ciências e Tecnologias  
Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy  
Ribeiro, como parte das exigências do  
Curso de Doutorado em Produção  
Vegetal”

Orientador: Prof. Niraldo José Ponciano

CAMPOS DOS GOYTACAZES-RJ

2007

**ESTIMATIVA DOS NÍVEIS ÓTIMOS ECONÔMICOS DE IRRIGAÇÃO E DE  
ADUBAÇÃO NITROGENADA NOS MAMOEIROS (*Carica papaya* L.)  
CULTIVAR GOLDEN E DO HÍBRIDO UENF CALIMAN 01**

**GUILHERME BASTOS LYRA**

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e  
Tecnologias Agropecuárias da Universidade  
Estadual do Norte Fluminense Darcy  
Ribeiro, como parte das exigências do  
Curso de Doutorado em Produção Vegetal.”

Aprovada em 06 de setembro de 2007

Comissão examinadora:

---

Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF

---

Paulo Marcelo de Souza (D.Sc., Economia Aplicada) - UENF

---

Vicente de Paulo S.de Oliveira (D.Sc., Engenharia Agrícola) - CEFET- CAMPOS

---

Nivaldo José Ponciano (D.Sc., Economia Aplicada) – UENF  
Orientador

A DEUS;

Aos meus avós paternos Israel (*in memoriam*) e Christina e  
maternos Anésio (*in memoriam*) e Gerusa (*in memoriam*);

Aos meus pais Feliciano (*in memoriam*) e Rita Maria;

Aos meus irmãos Gustavo e Christina e a meus sobrinhos Julia e  
Davi;

Aos meus tios e primos;

A Andréia Albuquerque Cerqueira.

DEDICO.

“O homem erudito é um descobrir de fatos que já  
existem, mas o homem sábio é um criador de valores que  
não existem e que ele faz existir.”

ALBERT EINSTEIN

## AGRADECIMENTOS

A Deus, acima de tudo, pois sou vitorioso somente em seu nome;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense, por meio do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de realização do curso;

A Caliman Agrícola S.A. pelo apoio no desenvolvimento do experimento;

A FAPERJ, pela concessão de bolsa de estudos;

Ao professor Niraldo José Ponciano, pelo seu profissionalismo, dedicação, paciência, companheirismo, amizade e franqueza;

Aos professores Elias Fernandes, Paulo Marcelo, Salassier Bernardo Pedro Henrique Monnerat, Rogério Daher e Geraldo Gravina, pelas críticas construtivas, sugestões apresentadas e pela amizade;

Ao professor Gilberto C. Sediya, pelos conselhos, amizade e apoio;

Aos professores do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Wilson Deniculi, Rubens Alves de Oliveira, Demetrius David da Silva, Paulo Roberto Cecon, Márcio Mota e Everardo Mantovani, pelas críticas construtivas, pelo embasamento acadêmico na área de irrigação e pela amizade;

Aos professores do curso de Agronomia da Universidade Federal de Alagoas Geraldo Veríssimo, Gilson Moura e José Leonaldo pelos ensinamentos e dedicação na vida acadêmica;

Ao amigo Geraldo Ferregueti, pelos conselhos e orientação na montagem e desenvolvimento do experimento na fazenda Caliman;

Aos Funcionários da Caliman, Elieder e Roque, além de todos os outros que proporcionaram uma grande amizade e que sem os quais não seria possível a realização eficiente deste trabalho;

Aos Amigos de republica Márcio Takeshi, Sidney Zanetti e Elton Bernardo, pela tranqüila convivência e apoio nos momentos difíceis dessa jornada;

Aos eternos amigos Artur Nogueira, Erickson Jesus, Renata Nogueira, Hewlley Acioli, Stoécio Malta, Ricardo Alexandre, Sávio (Muqui), Marcela Campanharo, Alessandra, Robson Meireles, Robson Mendes e Joseane;

À minha mãe Rita Maria e aos meus irmãos Gustavo e Christina por todos os conselhos, convivência e principalmente pelo apoio nos momentos de dificuldades;

Aos demais colegas do Programa de Pós-Graduação, pela amizade, pela convivência e pelo ambiente profissional proporcionado.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	x
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
2.1. A Cultura do Mamoeiro e suas Características de Crescimento.....	5
2.2. Irrigação do Mamoeiro .....	6
2.3. Exigência Nutricional do Mamoeiro .....	8
2.4. Função de Produção .....	12
2.5. Análise da Viabilidade Econômica .....	13
3. TRABALHOS .....	16
ESTIMAÇÃO DOS NÍVEIS ÓTIMOS ECONÔMICOS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NO MAMOEIRO ( <i>Carica papaya</i> L.) NAS CONDIÇÕES DO NORTE DO ESPÍRITO SANTO .....	16
RESUMO .....	16
ABSTRACT .....	17
1. INTRODUÇÃO .....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
2.1. Localização, Delineamento Experimental e Tratamentos .....	20
2.2. Manejo Irrigação .....	23

2.3. Balanço de Água no Solo .....	24
2.4. Função de Produção .....	26
2.4.1. Coleta dos Dados .....	26
2.4.2. Função de Produção .....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	30
3.1. Condições Climáticas e Balanço Hídrico .....	30
3.2. Função de Produção Água – Produtividade .....	36
3.3. Função de Produção Água - Peso Médio, Comprimento e Diâmetro de Fruto .....	41
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
MODELOS DE CRESCIMENTO PARA OS MAMOEIROS ( <i>Carica papaya</i> L.) CULTIVAR GOLDEN E HÍBRIDO UENF CALIMAN 01 SOB CONDIÇÕES DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO .....	51
RESUMO .....	51
ABSTRACT .....	52
1. INTRODUÇÃO .....	52
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	54
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	57
3.1. Ajuste dos modelos para a cultivar Golden.....	58
3.2. Ajuste dos modelos para o híbrido UENF Caliman 01.....	65
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	71
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	72
TEORES DE NUTRIENTES DO MAMOEIRO ( <i>Carica papaya</i> L.) SOB CONDIÇÕES DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NAS CONDIÇÕES DO NORTE DO ESPIRITO SANTO	75
RESUMO .....	75
ABSTRACT .....	76
1. INTRODUÇÃO .....	77

2. MATERIAL E MÉTODOS.....	79
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	82
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	96
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	97
VIABILIDADE ECONÔMICA E DE RISCO NA CULTURA DO MAMÃO ( <i>Carica papaya</i> L.) EM FUNÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NO NORTE CAPIXABA.....	100
RESUMO .....	100
ABSTRACT .....	101
1. INTRODUÇÃO .....	103
2. MATERIAL E MÉTODO .....	105
2.1. Avaliação da Viabilidade Econômica .....	106
2.1.1. Determinação do Valor Presente Líquido (VPL).....	107
2.1.2. Determinação da Taxa Interna de Retorno (TIR) .....	108
2.1.3. A tomada de Decisão sob Condições de Risco.....	109
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	111
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	119
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	123
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	128
APÊNDICE 1.....	134
APÊNDICE 2.....	138



## RESUMO

LYRA, Guilherme Bastos, D.S. Universidade Estadual do Norte Fluminense, Setembro de 2007. Estimativa dos níveis ótimos econômicos de irrigação e de adubação nitrogenada nos mamoeiros (*Carica papaya* L.) cultivar golden e do híbrido UENF Caliman 01. Orientador: Prof. Niraldo José Ponciano. Conselheiros: Elias Fernandes de Sousa, Paulo Marcelo de Souza.

Objetivou-se nesta tese estudar o comportamento da cultura dos mamoeiros, sob influência de diferentes níveis de irrigação e doses de sulfato de amônio, bem como avaliar a viabilidade econômica. Foram instalados dois experimentos na Fazenda Caliman Agrícola S.A. com os mamoeiros cultivares Golden e híbrido UENF Caliman 01. O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x4 em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação e quatro doses de sulfato de amônio, através dos dados coletados foram realizados quatro trabalhos. No primeiro trabalho foram correlacionados níveis de água e doses de sulfato de amônio. Avaliaram-se, por meio da função de produção, a produtividade média, produção total por planta, número total de frutos, peso, comprimento e diâmetro médio do fruto, para o mercado interno e externo. Os resultados obtidos sugerem uma relação de segunda ordem entre as variáveis de produção e as lâminas totais de água aplicadas. Assim, conclui-se que as lâminas ótimas econômicas para o mercado interno e externo no Golden são de 1546,52 e 1547,32 mm. Obtendo receita líquida operacional para os mercados interno e externo de 313,19 e 929,57 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, respectivamente. No UENF Caliman 01 estas lâminas foram de 936,52 e de 937,32mm, com receita líquida operacional de 302,79 e 1347,87 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> nos mercados interno e externo, respectivamente. No segundo trabalho objetivou-se avaliar o ajuste dos modelos de Gompertz, logístico e monomolecular em relação aos graus-dias acumulados. As variáveis avaliadas foram: Altura de planta, diâmetro de caule e diâmetro de copa. Os modelos utilizados obtiveram ajustes significativos ( $P < 0,05$ ), concluindo que nos modelos originais e modificados os parâmetros apresentam expressão biológica e não puramente estatística, uma vez que os coeficientes de determinação ajustados obtiveram

valores elevados para altura de planta, diâmetro de caule e diâmetro de copa. Nos modelos modificados observou-se a influência da produtividade no crescimento das plantas. No terceiro trabalho determinaram-se os teores de nutrientes no limbo e pecíolo foliar em função da lâmina total aplicada e da adubação com sulfato de amônio em três períodos diferentes. Foram coletadas amostras de limbo e de pecíolo para determinar os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e B, ajustando aos modelos quadrático e parabolóide aos teores de nutrientes quando significativos. A constatação da variação significativa da maioria dos teores de nutrientes com diferentes lâminas totais de água aplicada e doses de sulfato de amônio mostra a necessidade de estudos que determinem as adequadas adubações potenciais em função de diferentes lâminas de água e doses de sulfato de amônio. No quarto trabalho objetivou-se determinar a viabilidade econômica e o risco da cultura do mamão na região norte capixaba, para os tratamentos empregados no experimento. Os resultados indicaram o sistema de cultivo com lâmina de irrigação referente a 110% da ETo e dose de sulfato de amônio de  $90 \text{ kg ha}^{-1}\text{mês}^{-1}$  como o mais apropriado para implantação pelos métodos do VPL e TIR, no cultivar Golden. No entanto, para o híbrido UENF Caliman 01 o tratamento que apresentou melhor resultado por esses métodos foi o referente a 90% da ETo combinado com a dose de sulfato de amônio igual a  $188 \text{ kg ha}^{-1}\text{mês}^{-1}$ .

## ABSTRACT

LYRA, Guilherme Bastos, D.S. Universidade Estadual do Norte Fluminense, September 2007. Estimate of the economical great levels of irrigation and of nitrogen fertilization in the papaya trees (*Carica papaya* L.) cultivar Golden and hybrid UENF Caliman 01. Adviser: Prof. Nivaldo José Ponciano. Committee Members: Elias Fernandes de Sousa, Paulo Marcelo de Souza.

This thesis includes paper studied the effect of the culture of the papaya trees, under influence of different irrigation levels and doses of ammonium sulphate and evaluate the economical viability. Two experiments were installed in Agricultural Caliman's S.A. farm with the papaya trees cultivar Golden and hybrid UENF Caliman 01. The experimental statistical randomized was in complete blocks design, with factorial scheme 5x4 in split-plots, being five irrigation depths and four level of ammonium sulphate. Through the collected data four works were accomplished. In the first work, levels of water and I of ammonium sulphate were correlated. They were evaluated, through the production function, the medium productivity, and total production for plant, total number of fruits, weight, length and medium diameter of the fruit, to domestic and international market. The obtained results suggest a relationship of second order between the production variables and the total depths of water applied. Like this, it is ended that the economical great depths to domestic and international markets in Golden are of 1546,52 and 1547,32mm. Obtaining operational net incomes for domestic and international markets of 313,19 and R\$ ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>, respectively. In UENF Caliman 01 these depths were of 936,52 and of 937,32mm, with operational net incomes of 302,79 and R\$ ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> in the domestic and international markets, respectively. In the second paper it was aimed at to evaluate the adjustment of the models of Gompertz, logistic and monomolecular in relation to the degrees accumulated days. The appraised variables were: Plant height, stem diameter and cup diameter. The used models obtained significant adjustments, ending that in the original models and modified the parameters present biological expression and no purely statistics, once the adjusted determination coefficients obtained high

values for plant height, stem diameter and cup diameter. In the modified models it can be observed influences of the productivity in the growth of the plants. In the third paper it was determined the contents of nutrients in the blades and foliate petioles in function of the applied total with ammonium sulphate in three different periods. Samples were blades and petioles to determine the contents of N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, As, Mn and B, adjusting the results to the quadratic models and paraboloid to the contents of nutrients when significant. The verification of the significant variation of most of the contents of nutrients with different total depths of applied water and doses of ammonium sulphate shows the need of studies that determine the appropriate potential planting material in function of different depths of water and doses of ammonium sulphate. In the fourth paper it was aimed to determine the economic viability and the risk of the culture of the papaya in the North Espírito Santo State, for the treatment used in the experiment. The results had indicated the system of culture with irrigation blade of 110% of the ETo and dose of ammonium sulphate of  $90 \text{ kg ha}^{-1}\text{month}^{-1}$  as the most appropriate for implantation for the methods of VPL and TIR, in cultivar Golden. However, for hybrid UENF Caliman 01 the treatment that presented better result for these methods was the referring to 90% of the ETo combined with the ammonium sulphate dose equal to  $188 \text{ kg ha}^{-1}\text{month}^{-1}$ .

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil encontra-se em posição de destaque na produção mundial de frutas tropicais. Isto mostra não somente o potencial de participação no cenário do agronegócio de frutas tropicais e seus derivados, mas também o potencial de propagação e produção de fruteiras por meio de seu território. Devido a várias condições favoráveis, como disponibilidade de recursos hídricos para a irrigação, possibilidade de expansão de plantio, disposição geográfica apropriada para transportes externos, enorme mercado interno e condições edafoclimáticas apropriadas.

O mamoeiro, planta típica de clima tropical, é a quarta maior fruteira, em termos de produção, no Brasil em 2005, com  $1.573.879 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (4,66%), superado apenas pela laranja  $17.853.443 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (52,83%), banana  $6.703.400 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (19,84%) e melancia  $1.637.428 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  (4,85%). A região Norte e Sul apresentaram as menores produtividades do país no ano de 2004 (8,91 e  $11,26 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , respectivamente). No mesmo ano as regiões Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste obtiveram produtividades iguais a 61,94; 45,98 e  $28,21 \text{ t ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ , respectivamente (Agrianual, 2007). Os Estados da Bahia e Espírito Santo são responsáveis por 86% da produção nacional no mesmo ano, seguidos pelos Estados do Ceará (3,67%) e Rio Grande do Norte (2,15%), que apresentaram o maior crescimento entre os anos de 2001 a 2005 (IBGE 2007).

Mesmo com as maiores produtividades os Estados da Bahia e do Espírito Santo apresentam índices pluviométricos irregulares, não permitindo que a cultura

atinja seu máximo potencial produtivo físico e econômico (Coelho et al. 2002). Outro fator que contribui para as baixas produtividades é o manejo inadequado e o desconhecimento ou a falta de informações sobre técnicas e parâmetros necessários à irrigação e adubação dentro desta cultura. Causando comprometimento da produtividade e elevação dos custos de produção, tornando-as muitas vezes inviáveis à comercialização.

Analisando a evolução e as tendências da irrigação, Rebouças (1997) afirma que devido ao custo crescente dos projetos de irrigação e à redução dos investimentos públicos no setor, espera-se a otimização das atividades produtivas em áreas irrigadas, em lugar de tentar expandi-las. Trabalhos experimentais que levem em conta o nível de água e adubações aplicadas e a resposta da cultura a estes fatores, dentro de um enfoque econômico, são de fundamental importância para o desenvolvimento racional do cultivo nas regiões produtoras do Brasil. Para aumento da produtividade, proporcionado pela utilização de fertilizantes e água, é necessário definir doses e lâminas adequadas destes, através do acompanhamento da quantidade e qualidade dos frutos produzidos. O emprego da função de produção na análise e discussão dos resultados de experimentos agrícolas é bastante utilizado para determinar os níveis economicamente ótimos deste tipo de fatores (fertilizantes e lâminas de irrigação) envolvidos no processo produtivo.

O mamoeiro necessita para o seu adequado desenvolvimento e produção de frutos de precipitação pluvial anual entre 1.200 e 2.000 mm, distribuídos regularmente durante o ano (OMM, 1991; Nishima et al. 2000; Coelho et al., 2002; SEAGRI, 2007). A temperatura do ar é um dos elementos mais importantes para essa cultura. Temperaturas do ar abaixo de 15,5 °C podem causar carpeloidia (“cara de gato”), inibição do florescimento e crescimento das plantas, queda dos frutos e redução no seu conteúdo de açúcar, enquanto temperaturas acima de 32 °C resultam em queda de flores e indução de “esterelidade feminina”, ocorrendo assim queda de produção (Nishima et al. 2000; Crane, 2005). O intervalo de temperatura considerado adequado para o seu crescimento e produção potencial é entre 21 e 32 °C (Marler et al., 1994; Marin et al., 1995; Nishima et al. 2000; Crane, 2005, SEAGRI, 2007). Neste sentido se faz necessário estudo para caracterizar o crescimento do mamoeiro e a influência da produtividade neste crescimento, assim como o comportamento da cultura em função de condições

climáticas (temperatura do ar e lâminas de águas aplicadas) e níveis de nutrientes exigidos pelo mamoeiro.

A alocação de recursos financeiros pelos agricultores é influenciada pelos riscos e incertezas envolvidos. Assim, qualquer avaliação de projeto que não contemple a possibilidade de reduzir os riscos, dificilmente produzirá resultados satisfatórios. A viabilidade de um sistema de produção depende de análises econômicas dos insumos aplicados para que se possa tomar a decisão mais adequada. O sistema de cultivo do mamão utilizando irrigação localizada requer um alto investimento inicial e demandado estudo do potencial produtivo. Na análise de viabilidade econômica, é necessário, indicar a taxa de rentabilidade esperada, como também fornecer elementos que permitam medir o grau de confiança que se pode associar àquela taxa de retorno do projeto. Isso orienta e subsidia a tomada de decisão, tornando-a mais eficiente. A determinação da rentabilidade da produção de mamão e a avaliação por meio das análises de sensibilidade e de risco fornecem maior eficiência no empreendimento por parte do agricultor.

Apesar da grande maioria das lavouras comerciais serem irrigadas e adubadas, pouco se sabe sobre a demanda de água e nutrientes na cultura do mamão, seu efeito na produtividade e sobre a viabilidade do investimento empregado, o que tornam necessárias pesquisas que recomendem aos produtores as alternativas mais viáveis para o manejo racional desta cultura em uma determinada região.

Em face das questões levantadas, o objetivo geral do presente trabalho foi:

- Identificar os níveis ótimos de irrigação e adubação nitrogenada que propiciem a máxima produtividade da cultivar de mamoeiro “Golden” e do Híbrido UENF Caliman 01, no norte do Estado do Espírito Santo. Como objetivos específicos têm-se:

### E como objetivos específicos

- Estimar funções de produção para o mamão para avaliar a lâmina de água e a dose de nitrogênio que resultem no melhor retorno;
- Avaliar o ajuste dos modelos de crescimento nos mamoeiros Golden e UENF Caliman 01 em relação aos graus-dias acumulados e seus efeitos na produção, sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada no Norte do Espírito Santo;
- Determinar os teores de nutrientes, através da análise foliar, no limbo e pecíolo foliar em função da lâmina total de água aplicada e da adubação com sulfato de amônio, assim como suas interações, para o mamoeiro cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01;
- Avaliar a viabilidade econômica do mamoeiro irrigado em nível comercial;
- Realizar análise de sensibilidade e simulação de Monte Carlo.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A Cultura do Mamoeiro e suas Características de Crescimento

A espécie *Carica Papaya* L. descoberto pelos espanhóis no Panamá é o mamoeiro mais cultivado em todo o mundo. Planta herbácea tipicamente tropical, cujo centro de origem é, provavelmente, o noroeste da América do Sul (Trindade, 2000).

De acordo com Simão (1998), o mamoeiro apresenta sistema radicular pivotante, com raiz principal bastante desenvolvida. O caule é ereto, único, flexível, cilíndrico, com 10 a 30 cm de diâmetro, encimado de folhas grandes, com longos pecíolos fistulosos. As flores podem ser divididas basicamente em três grupos bem diferenciados: flor pistilada ou feminina, flor hermafrodita e flor estaminada ou masculina típica. A propagação do mamoeiro é feita exclusivamente por sementes, que devem ser provenientes de flores autopolinizadas, produzidas por plantas hermafroditas, previamente selecionadas quanto às características agrônômicas desejáveis. Quando as mudas tiverem cerca de 5 cm, deve-se fazer a eliminação das mais fracas e menos sadias, deixando apenas uma por recipiente. Ao atingirem 15 a 20 cm de altura, estarão aptas para serem plantadas no campo. Aos 100 -120 dias do plantio no campo, as plantas iniciam o florescimento, sendo este o momento mais apropriado para se identificar o sexo das flores produzidas. Por essa ocasião faz-se uma seleção de mudas procurando-se deixar uma planta hermafrodita por cova e eliminando as

demais com um corte rente ao chão. Normalmente há um período de 150 a 180 dias do florescimento até a maturação dos frutos, dependendo da época do ano.

A cultura do mamoeiro sustenta-se em estreita base genética, sendo bastante limitado o número de cultivares plantados nas principais regiões produtoras do Brasil. Os mais explorados no país são classificados em dois grupos: Solo, no qual se encontra a maioria das cultivares de mamão plantado no mundo e, Formosa, adequado somente à comercialização no mercado interno.

Embora o mamoeiro desenvolva-se nos mais diversos tipos de solos, estes devem apresentar como principal característica a boa drenagem. Em condições de encharcamento do solo as plantas apresentam-se estioladas, com desprendimento prematuro das folhas inferiores, amarelecimento das mais jovens, tronco fino e alto, e produção reduzida. Dessa maneira, os solos mais adequados para o plantio do mamoeiro são os de texturas médias ou areno-argilosas, com pH variando de 5,5 a 6,7 (Oliveira, 2002).

## **2.2. Irrigação do Mamoeiro**

A água desempenha papel fundamental na vida das plantas. O excesso desta provoca diminuição na respiração das raízes, e estiagens muito prolongadas podem reduzir a absorção de nutrientes que influenciam no volume e qualidade da produção (Lima, 2003). O pequeno desequilíbrio nesse fluxo de água pode causar déficits hídricos e mau funcionamento de inúmeros processos celulares. Segundo Taiz & Zeiger (2003), o fato de a água ser limitante é o motivo pelo qual existem as práticas de irrigação nas culturas.

Mesmo com seus altos custos de implantação e de manutenção, a irrigação propicia ao produtor algumas vantagens, a exemplo da adição de nutriente pela água, o que implica aplicação eficiente dos fertilizantes na zona radicular sem interferência da mão-de-obra. Os métodos de irrigação utilizados para a cultura do mamoeiro são os mais variados, desde a irrigação por superfície até a do tipo localizada. Os métodos de irrigação por superfície não têm sido comuns, mas se usados, deverão estar relacionados com o solo de textura média e argilosa e em terrenos sistematizados. Os métodos pressurizados são os mais empregados. Dentre eles aspersão convencional, o pivô central, o alto propelido e as irrigações localizadas, gotejamento e microaspersão (Oliveira, 2002).

De acordo com Melo (2001), nos últimos anos o método de irrigação localizada vem ganhando espaço na fruticultura, em relação aos sistemas tradicionais, como o de aspersão e superfície, e se firmando como um dos mais utilizados. O método de irrigação localizada apresenta como vantagens maior eficiência do uso da água, maior resposta de produtividade das culturas exigentes em alto nível de umidade do solo, maior eficiência de adubação maior, e eficiência no controle fitossanitário. Além disso, não interfere nas práticas culturais e tem baixo custo na utilização de mão-de-obra, comparado com outros sistemas, por se tratar de um sistema fixo (Bernardo, 2006).

Segundo Malo & Campbell (1986), em plantios comerciais da espécie *Carica papaya* L., a irrigação é recomendada durante o período seco para elevar o crescimento e a produtividade das plantas. Com relação à necessidade hídrica do mamão, as melhores condições para o crescimento e produtividade encontram-se em regiões com precipitação acima de 1200 mm e bem distribuídas durante todo o ano. Em período de estiagem deve-se recorrer à irrigação visando uma maior produção e um melhor escalonamento da colheita (Luna, 1986).

As informações sobre os efeitos da irrigação no desenvolvimento e crescimento do mamoeiro são escassas na literatura, e estas informações são importantes. O conhecimento do volume de água utilizado no processo de transpiração é fundamental no manejo de irrigação localizada e na fertirrigação. Porém, a quantificação da transpiração de fruteiras em campo é difícil e depende de uma série de fatores, como a disponibilidade hídrica, as condições de demanda atmosférica e fatores ligados à própria planta, como área foliar, geometria de copa e de plantio, os quais afetam a capacidade de interceptação da radiação solar e a interação com o vento.

Nos últimos anos, as determinações da evapotranspiração das culturas herbáceas e arbóreas, em grande parte dos estudos, são realizadas por modelos empíricos. Ou baseados nos processos físicos. Entre os modelos, o de Penman Monteith é o que apresenta melhores estimativas. Na cultura do mamão a planta consome em média 18 litros de água por dia (evapotranspiração de aproximadamente 3,5 mm/dia).

### 2.3. Exigência Nutricional do Mamoeiro

A maior parte do cultivo comercial do mamoeiro no Brasil se encontra implantada em solos de baixa fertilidade (norte do Espírito Santo e extremo sul da Bahia), principalmente no que se refere aos níveis de fósforo, o que leva à utilização de altas doses fertilizantes. Estudos com a cultura do mamoeiro para extração e exportação de nutrientes pela colheita demonstraram que o mamoeiro é uma planta que extrai quantidades relativamente altas de nutrientes e apresenta exigências contínuas durante o primeiro ano, atingindo seu máximo aos doze meses de idade. A sua característica de colheitas intermitentes, a partir do início de produção demonstra que a planta necessita de suprimentos de água e nutrientes em intervalos freqüentes, de modo a permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos (Oliveira, 2002).

O autor afirma ainda que; dos macronutrientes, potássio (K), nitrogênio (N) e cálcio (Ca) são os mais absorvidos, enquanto o fósforo (P) é o menos extraído. Dos micronutrientes, ferro (Fe), manganês (Mn) e boro (B) são os elementos mais absorvidos, enquanto o molibdênio (Mo) é o menos absorvido. Para os macronutrientes, as menores quantidades relativas acumuladas nos órgãos reprodutivos do mamoeiro são de magnésio (Mg) e cálcio (Ca), representando, respectivamente, taxas de 12,5% e 13,5% dos totais absorvidos. Apesar da baixa quantidade total de P absorvida, no primeiro ano de cultivo do mamoeiro, 30% são acumulados nas flores e frutos. N, K e enxofre (S) apresentam acumulações nos órgãos reprodutivos na faixa de 24 a 25% dos totais absorvidos.

Por fomentar o crescimento vegetativo, quando adicionado em excesso, o nitrogênio é responsável por um crescimento excessivo da planta em detrimento da produção. Ao potássio é atribuída a responsabilidade da concentração de açúcares e sólidos solúveis totais no fruto, o que reflete na qualidade. Já o fósforo é considerado de grande importância para o desenvolvimento radicular e fixação dos frutos (Vitti et al. 1989). Por isso, o fornecimento equilibrado do nitrogênio e potássio é fundamental para o adequado crescimento, floração e frutificação.

Dos micronutrientes, apesar das pequenas quantidades absorvidas, o Mo é, em termos relativos, o mais acumulado nas flores e frutos (36% do total absorvido). Para o B, Cu e Zn as taxas de acumulação nos órgãos reprodutivos

situam-se em torno de 20%. Mn e Fe, apesar das maiores quantidades absorvidas, apresentam menores taxas relativas de acumulação (14 e 16%) nas flores e frutos, no primeiro ano de cultivo.

O nitrogênio é um elemento que fomenta o crescimento vegetativo, não podendo faltar nos primeiros 5 a 6 meses após o plantio. Na deficiência de N, as folhas maduras se tornam amareladas precocemente, destacando-se da planta, as folhas novas se apresentam com o pecíolo mais delgado, limbo foliar menos desenvolvido e internódios curtos. Segundo Marinho et al. (2001), o nitrogênio (N) é um dos nutrientes cujo fornecimento está relacionado aos maiores incrementos na produtividade do mamoeiro. Harper (1994) associa este fato a importantes funções na bioquímica das plantas por este nutriente mineral.

Marinho et al. (2001) relataram que o aumento de doses de nitrogênio aplicado na forma de nitrato de amônio promoveu o aumento do número de frutos por plantas sem que ocorresse uma diminuição nos sólidos solúveis. Quando a fonte de nitrogênio empregada foi o sulfato de amônio, o aumento de dose de nitrogênio também promoveu o aumento de frutos, entretanto, observou-se redução linear na porcentagem dos sólidos solúveis, influenciando nas características físicas e químicas dos frutos.

Dentre os macronutrientes, o fósforo (P) é o requerido em menor quantidade. Também se acumula na planta de forma crescente e uniforme, apresenta maior importância na fase inicial do desenvolvimento radicular, sendo necessário adubar as plantas jovens com fósforo prontamente disponível. É citado ainda que, este elemento apresenta efeito sobre a fixação do fruto. Oliveira (2002) cita que na deficiência de fósforo, observa-se um mosqueado amarelo nas margens das folhas novas, e necrose das suas extremidades. Com a evolução da carência, as áreas amarelas tornam-se necróticas e as folhas apresentam as pontas dos lóbulos e as margens enroladas para cima. Outros estudos descrevem como sintoma de deficiência de fósforo o aparecimento de manchas púrpuras no limbo das folhas maduras, onde o centro de cada mancha torna-se necrótico com o tempo, com tonalidade tendendo para marrom. Os sintomas de deficiência se espalham das folhas mais velhas para as folhas mais novas.

O potássio (K) é exigido de forma constante e crescente durante todo o ciclo da planta. Possui importância particular após o estágio de florescimento. Proporciona frutos maiores, com teores mais elevados de açúcar e sólidos

solúveis totais. A deficiência de potássio é evidenciada primeiramente nas folhas mais velhas. Observa-se redução do número de folhas, com pecíolo em posição oblíqua em relação ao tronco. As folhas mais velhas se apresentam com cor amarelo-esverdeada entre as nervuras e nas margens. Nas extremidades dos lóbulos dessas folhas, posteriormente, surge leve necrose marginal. As folhas tendem a secar da ponta para o centro. As folhas em desenvolvimento apresentam-se com os bordos cloróticos, com pequenos pontos necróticos. Deficiência severa afeta o ponto de crescimento da planta.

Quanto aos macronutrientes cálcio (Ca) e magnésio (Mg), são normalmente supridos pela calagem, onde se recomenda elevar a saturação por base a 70% quando esta for inferior a 60%. O cálcio se acumula de forma crescente e uniforme. É um nutriente que promove o crescimento e multiplicação das raízes. Na deficiência de Ca observa-se clorose do limbo foliar, colapso do pecíolo, queda prematura de folhas e exsudação de látex. Porém, em outros estudos é relatado que os sintomas iniciais de deficiência de cálcio manifestam-se nas folhas mais novas em expansão, que apresentam suas margens encurvadas, prejudicando o seu desenvolvimento. Ressaltam ainda que a deficiência de cálcio é responsável pelo amolecimento da polpa do fruto, provocando sua menor resistência ao transporte e menor tempo de prateleira na comercialização (Oliveira, 2002).

A principal função fisiológica do magnésio é o seu papel catalítico. É um componente indispensável da molécula de clorofila, participando, portanto dos processos de fotossíntese, além de auxiliar na absorção e translocação do fósforo. Na deficiência de magnésio as folhas velhas apresentam cor amarela intensa, enquanto as áreas próximas às nervuras permanecem verde-claras. Os níveis de Mg adequados no pecíolo devem estar em torno de  $5,5 \text{ g Kg}^{-1}$ .

O enxofre (S) participa na composição química da papaína (enzima proteolítica) e, em termos gerais, desempenha na planta funções que determinam aumentos na produção e qualidade do fruto. São encontradas poucas informações sobre os sintomas de deficiências e influência nesta cultura, relacionando-se folhas levemente amareladas como expressão de deficiência.

Na Tabela 1 são apresentados os teores de nutriente no pecíolo e no limbo segundo recomendações de Reuther e Robinson (1986), Costa (1995) e Malavolta et (1997). As exigências nutricionais, em função da taxa de

crescimento, da demanda da cultura e do suprimento de nutrientes, variaram entre plantas de distintos cultivares. Por isso, a matéria seca das folhas do mamoeiro apresenta conteúdos diferentes de macro e micronutrientes entre os diversos autores.

Tabela 1 - Teores de nutrientes do mamoeiro na matéria seca do pecíolo e limbo foliar, encontrados por Reuther e Robinson (1986), Costa (1995) e Malavolta et al (1997).

Nutriente	Unidade	Pecíolo			Limbo	
		Malavolta et al (1997)	Costa (1995)	Reuther e Robinson (1986)	Malavolta et al (1997)	Costa (1995)
N	g.kg <sup>-1</sup>	10	11,0 - 26,4	13 - 25	45 - 50	51,5 - 53,1
P	g.kg <sup>-1</sup>	3	1,6 - 1,7	2 - 4	5 - 7	4,5 - 5,0
K	g.kg <sup>-1</sup>	25-30	24,9 - 28,1	30 - 60	25 - 30	24,7 - 29,8
Ca	g.kg <sup>-1</sup>	15	16,5 - 18,4	10 - 25	20 - 22	18,7 - 25,3
Mg	g.kg <sup>-1</sup>	4	5,3 - 5,7	5 - 15	10	9,2 - 12,4
S	g.kg <sup>-1</sup>	-	2,6 - 3,2	3 - 8	4 - 6	4,8 - 4,9
B	mg.kg <sup>-1</sup>	-	25,2 - 23,1	20 - 50	15	43 - 44
Fe	mg.kg <sup>-1</sup>	-	43,0 - 51,0	20 - 80	291	114,0 - 142
Cu	mg.kg <sup>-1</sup>	-	2,4 - 2,8	4,0 - 10	11	7,9 - 9,2
Mn	mg.kg <sup>-1</sup>	-	41,6 - 42,9	25 - 150	70	71 - 87
Zn	mg.kg <sup>-1</sup>	-	10,4 - 15,3	10 - 30	43	30 - 38

O boro (B) é o micronutriente mais importante para o mamoeiro, pois além de ser absorvido em grandes quantidades, afeta a qualidade e a produção de frutos. São citadas como causas de deficiências, a calagem ou acidez excessiva, deficiência hídrica, alta luminosidade, baixos teores de matéria orgânica e de B no solo. Na deficiência de B os frutos se apresentam com aspectos encaroçados e malformados, com exsudação de látex pela casca em 3 a 5 pontos bem distintos. Ocorre ainda abortamento de flores em períodos de estiagem, produção de frutos de forma alternada ao tronco, folhas amareladas com pecíolos curtos e o sistema vascular pode ou não apresentar escurecido (Oliveira, 2002).

## 2.4. Função de Produção

A viabilidade de um sistema de produção baseia-se, cada vez mais, na otimização dos processos de produção e, nesse sentido, a agricultura irrigada apresenta-se como alternativa de modernização tecnológica. Essa otimização proporciona melhores produtividades e viabilizando a produção em áreas nas quais as condições pluviométricas são adversas à exploração agrícola. A utilização de um sistema de irrigação não se baseia apenas na aplicação de água, mas de um pacote tecnológico, com a inclusão de variedades apropriadas, utilização de insumos (adubo, inseticidas, herbicida) condições fitossanitárias adequadas e outras, o que torna os custos de produção elevados e, para se obter retorno econômico, demanda altas produtividades (Ameida, 2000).

Um insumo variável deve ser adicionado ao processo produtivo até o ponto onde a mudança na renda, devido ao uso da última unidade de insumo, for maior ou igual à mudança no custo resultante da última unidade empregada desse fator. Se a última unidade do insumo variável empregada aumentar mais a receita do que o custo, mais desse fator deve ser utilizado. Contudo, se a última unidade de insumo aumentar mais os custos do que a receita, menor quantidade desse fator deve ser empregado.

Dentre os fatores de produção das culturas, a água e os fertilizantes são aqueles que limitam os rendimentos com maior freqüência. Desse modo, o controle da irrigação e da fertilidade do solo constitui critério preponderante para o êxito da agricultura. A utilização de funções de produção permite encontrar soluções úteis na otimização do uso da água e dos fertilizantes na agricultura ou na previsão de rendimento das culturas (Frizzone, 1986).

Segundo Martins (1998), na agricultura irrigada o fator água pode ser maximizado, o que permite, também, a otimização dos demais fatores de produção e obtenção de maiores produtividades. Para tal, o conhecimento das funções de produção e as superfícies de resposta são os instrumentos ideais de análise, pois permitem determinar as interações entre os fatores e escolher as soluções mais condizentes com a realidade local para o manejo racional da irrigação em bases técnicas e economicamente viáveis. Almeida (2000) utilizou técnicas de função de produção para avaliar a respostas da cultura do mamão à



água (irrigação), obtendo assim, a lâmina de água que levaria à maximização dos lucros para esta cultura no município de Campos dos Goytacazes-RJ.

Utilizando função de produção, Oliveira & Caldas (2004) concluíram que: o uso da adubação nitrogenada e potássica proporcionaram o aumento da produtividade de mamão no município de Cruz das Almas-BA. O ponto máximo para esta variável foi de 93,41 t ha<sup>-1</sup> por ano no primeiro ano de colheita, para as doses máximas físicas de 347 e 360 kg ha<sup>-1</sup> por ano de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

O efeito da interação entre o nitrogênio e o potássio na produtividade do mamoeiro no primeiro ano nas condições do Recôncavo Baiano, foi observado por Silva et al. (2002), que concluíram que os aumentos das doses dos nutrientes nitrogênio e potássio foram superiores ao efeito dos aumentos da lâmina de irrigação nos aumentos de produtividade do mamoeiro. O nitrogênio foi mais limitante que o potássio na produtividade do mamoeiro. A produtividade máxima do mamoeiro com quatro meses de colheita ocorreu para as doses de 490 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> de nitrogênio e 665 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> de potássio.

## **2.5. Análise da Viabilidade Econômica**

Segundo Ponciano (2005), a análise econômica, freqüentemente, assume que o empresário opera como se ele tivesse um só objetivo: maximização de lucro. Na verdade, empresários - incluindo empresários rurais - possuem inúmeros objetivos. Alguns dos mais importantes objetivos pessoais, do ponto de vista das decisões do negócio. A importância que um indivíduo dá a um objetivo, comparado com outro, depende da situação financeira atual da pessoa, da necessidade financeira atual e futura e de um conjunto de valores.

Os estudos de custos são importantes para os empresários e médios produtores, a quem cabe as decisões sobre a combinação dos recursos disponíveis, O que indicou o volume de produção que minimiza os custos, em face do tamanho de suas cotas e da rentabilidade do capital. Coelho (2005) relata que os custos de produção na cultura do mamoeiro são variáveis em função de diversos fatores, como variedades, nível de tecnologia, local de instalação, uso ou não de irrigação, disponibilidade de mão-de-obra, espaçamento, entre outras. O

autor afirma ainda que no caso da utilização do equipamento de irrigação, deve-se acrescentar aos custos, aproximadamente, 1.200,00 R\$ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Considerando o custo do investimento (vida útil do equipamento de dez anos) e os custos variáveis (energia elétrica e mão-de-obra), e que os menores preços dos produtos ocorrem nos meses de dezembro a fevereiro, variando nos últimos anos em torno de US\$ 0,12/kg de frutos. Em experimento realizado no município de Ilha Solteira, Sabbag (2002) determinou indicadores técnicos e econômicos da cultura do mamoeiro no que se refere à produção de mudas em viveiro e posterior produção em campo, concluiu que o investimento total necessário para a instalação do viveiro e com o equipamento de irrigação para produção de mudas, em 50 m<sup>2</sup>, totalizou R\$ 1.519,37 (US\$ 660.60).

Silva et al. (2004), analisando os custos e a lucratividade na cultura de mamão cultivar Tainung 01, no município de Santa Fé do Sul em São Paulo, encontraram resultados satisfatórios para o desenvolvimento da cultura do mamoeiro na região. O custo total de produção (CTP), estimado para a cultura de mamão Formosa nestas condições foi de R\$3.104,78 no primeiro ano. Em que o custo operacional efetivo (COE) foi de R\$2.519,33, as despesas com insumos atingiram quase 60%, seguidas pela despesa com operações manuais. No segundo ano, o CTP atinge R\$5.444,03 e as maiores despesas são com mão-de-obra (R\$1.650,00), representando 30% do total. Neste item, só as despesas manuais com a colheita representaram mais de 98% do total gasto com mão-de-obra.

Para avaliar o risco envolvido nos diversos sistemas, a técnica da simulação de Monte Carlo é bastante empregada. Exemplos de utilização dessa técnica para a abordagem do risco em atividades agrícolas podem ser encontrados em vários trabalhos, como os de Almeida et al (1985), Shirota et al. (1987), Noronha & Latapia (1988) e Biserra (1994). Como destacado por Noronha (1987), a simulação de Monte Carlo é, dentre os métodos que utilizam probabilidade na análise dos riscos, o mais simples do ponto de vista prático, além de apresentar custo razoavelmente baixo. O princípio básico do processo de simulação reside no fato de que a frequência relativa de ocorrência do acontecimento de certo fenômeno tende a aproximar-se da probabilidade matemática de ocorrência desse mesmo fenômeno, quando a experiência é

repetida um grande número de vezes e assume valores aleatórios dentro dos limites estabelecidos (Hertz, 1964).

Lyra & Ponciano (2006) determinaram o risco da atividade na região norte capixaba, mediante o cálculo do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno. A área de estudo deste trabalho foi a Fazenda Caliman Agrícola, situada no município de Linhares. De acordo com as análises econômicas realizadas para o mercado interno em nível de produtor, pode-se concluir que a cultura do mamão se apresenta viável para a região Norte do estado do Espírito Santo. A atividade mostrou-se viável para as várias taxas de desconto consideradas. Para as três áreas de estudo da fazenda, o Valor Presente Líquido (VPL) da cultura variou de R\$ 8572,82 a R\$ 99,28 utilizando uma taxa de atratividade média de 6% a 12%. A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi de 12,19%, 16,32%, e 17,63%, o que indicou que a cultura é economicamente viável para o cultivo na região.

### 3. TRABALHOS

#### ESTIMAÇÃO DOS NÍVEIS ÓTIMOS ECONÔMICOS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NO MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) NAS CONDIÇÕES DO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

##### RESUMO

Objetivou-se identificar os níveis ótimos de irrigação e adubação nitrogenada que propiciem a máxima produtividade física e econômica da cultivar de mamoeiro “Golden” e para o híbrido UENF Caliman 01 utilizando função de produção. O estudo experimental foi conduzido na Fazenda Caliman Agrícola S.A., no município de Linhares-ES. Utilizou-se o delineamento estatístico experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x4 em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação (50, 70, 90, 110 e 130% daETo), com turno de rega diário, e quatro doses de sulfato de amônio 90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>. A estimativa da produtividade (t ha<sup>-1</sup>) em função da lâmina total aplicada obteve ajuste significativo (P <0,05) de probabilidade para o Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, com os modelos de segunda ordem. As lâminas ótimas econômicas para o mercado interno e externo, respectivamente, para o

Golden durante os 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita são de 1546,52 e 1547,32mm e 936,52 e de 937,32mm para UENF Caliman 01 durante os 16 meses após o transplântio e 8 meses de colheita. Obtendo receita líquida operacional para Golden nos mercados interno e externo é de 313,19 e 929,57 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, respectivamente. O híbrido UENF Caliman 01 apresentou receita líquida operacional de 302,79 e 1347,87 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> nos mercados interno e externo, respectivamente.

### ABSTRACT

This paper aimed in identifying great levels of irrigation and nitrogen fertilization that provide the greatest physical and economical productivity of papaya tree "Golden" cultivar and UENF Caliman hybrid using productivity function. The experimental study was conducted at farm Caliman Agrícola S.A., in the city of Linhares, Espírito Santo State. The experimental statistical randomized was in complete blocks design with 5x4 factorial scheme in split-plot. Five irrigation water depths were used with daily irrigation frequency and four doses of ammonium sulphate 90, 188, 288 e 377kg ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>. For the five models of second order, it was obtained a significant adjustment at 5% level of probability, for the productivity estimation (t ha<sup>-1</sup>) as a function of the applied total water depth. The greatest economical productivity was 94,83 t ha<sup>-1</sup> with the maximum depth of 1546,52mm of papaya tree "Golden" cultivar, with Operational net incomes for domestic and international markets of R\$313,19 and R\$929,57 ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> respectively. And UENF Caliman hybrid The greatest economical productivity was 88,01 t ha<sup>-1</sup> with the maximum depth of 938,06 mm t ha<sup>-1</sup>. Operational net incomes for domestic and international markets were R\$ 302,79 and R\$1345,87 ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> respectively.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado atualmente o maior produtor mundial de mamão, com 1,6 milhões de toneladas ao ano, em uma área de 36 mil hectares. Os principais estados produtores são a Bahia, contribuindo com aproximadamente 49,0% da produção nacional, seguida do Espírito Santo, com 36,6% (Agriannual, 2007). O mamão encontra-se listado na pauta de exportações do País, destacando-se entre os frutos tropicais. Contudo, existe um potencial da cultura no País de aumento da produtividade e da melhora na qualidade dos frutos.

As regiões produtoras da Bahia e do Espírito Santo, apesar dos índices pluviométricos acima de 1200 mm anuais, apresentam um período de déficit hídrico, que contribui para os baixos rendimentos do mamoeiro não-irrigado, em torno de 40 t ha<sup>-1</sup> e 60 t ha<sup>-1</sup> para os grupos Solo e Formosa, respectivamente (Coelho et al., 2002). Aliada à limitação de água, a maior parte da cultura encontra-se em solos de baixa fertilidade, principalmente no norte do Espírito Santo e extremo sul da Bahia (Oliveira, 2002). Nestas condições a suplementação das necessidades de água e nutrientes para cultura, via irrigação e adubação se faz necessário.

Em virtude da condução inadequada do manejo e do desconhecimento, ou falta de informações sobre técnicas e parâmetros necessários à irrigação ocorre, em diversos casos, crescimento moderado na produtividade e, conseqüentemente, lucros reduzidos na produção de diversas culturas, tornando-as muitas vezes inviáveis para o uso da irrigação. No caso do mamão, a maior demanda de água é observada nas fases fenológicas de floração/frutificação e maturação (Afrânio et al., 2004), ou seja, déficit de água nessas fases resulta em perdas elevadas de produção.

Estudos da dinâmica de nutrientes no mamoeiro demonstraram que a cultura extrai quantidades relativamente altas de nutrientes, e apresenta exigências contínuas durante o primeiro ano, atingindo seu máximo aos doze meses de idade (Oliveira & Caldas, 2004; Oliveira, 2002; Marinho, 2001). O nitrogênio é o elemento mais exigido pelo mamoeiro, sendo crescente e constante sua absorção durante o ciclo da planta. Sua característica de colheitas contínua, a

partir do início de produção, demonstra que a planta necessita de suprimentos de água e nutrientes constantemente, de modo a permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos (Oliveira, 2002).

Vários fatores referentes ao solo, à planta e à atmosfera interagem entre si, determinando a produtividade das culturas agrícolas. Certamente existe uma relação funcional entre estes fatores e a produção das culturas, característica de cada condição ambiental. A resposta das culturas a irrigação e nutrientes pode variar em diferentes solos, climas e também em decorrência da lâmina e de frequência de aplicação de água e doses de adubo (Frizzone, 1998).

O emprego da função de produção na análise e discussão da resposta da produtividade aos fatores agrícolas é bastante difundido. Sua utilização para determinar os níveis economicamente ótimos dos fatores envolvidos no processo produtivo é de capital importância na exploração racional na agricultura. Avaliando os níveis ótimos físicos e econômicos de irrigação na cultura do mamoeiro envolvido nos diversos sistemas de cultivo, vários pesquisadores utilizaram técnicas de função de produção. Exemplos de utilização dessa técnica para a abordagem da maximização de produtividade e de lucro na cultura podem ser encontrados em diversos trabalhos, como os de Almeida et al. (2004), Coelho et al. (2003a), Coelho et al. (2003b) e Bezerra & Mesquita (2002).

Em face das questões levantadas, o objetivo deste trabalho é identificar os níveis ótimos de irrigação e adubação nitrogenada que propiciem a máxima produtividade física e econômica da cultivar de mamoeiro “Golden” e do híbrido UENF Caliman 01, utilizando função de produção.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Localização, Delineamento Experimental e Tratamentos

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Espírito Santo (latitude 19°11'13"S, longitude 40°05'39"W e altitude 29 m). O clima da região é *Aw* (subtropical úmido) pela classificação de Köppen (Schneider & Teixeira, 2001). Ou seja, verão chuvoso e inverno seco, com precipitação média anual de 1200 mm, e temperatura média diária do ar variando de 20,7 (julho) a 26,2 °C (fevereiro) (INMET, 1992).

Foram conduzidos dois experimentos com os mamoeiros cultivares Golden (grupo Solo) (experimento I) e híbrido UENF Caliman 01 (experimento II). O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x4 em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação e quatro doses de nitrogênio, totalizando 20 tratamentos (Quadro 1). Cada experimento foi composto de três repetições, com 20 tratamentos, ou seja, 60 parcelas. As parcelas foram constituídas de 24 plantas, sendo que dessas, 8 foram úteis (Figuras 1).

Quadro 1- Delineamento estatístico da área experimental.

BLOCO I				BLOCO II				BLOCO III			
L5N3	L5N2	L5N1	L5N4	L3N3	L3N1	L3N2	L3N4	L1N1	L1N3	L1N4	L1N2
L4N1	L4N4	L4N3	L4N2	L1N2	L1N4	L1N3	L1N1	L2N2	L2N1	L2N3	L2N4
L3N4	L3N3	L3N2	L3N1	L2N2	L2N4	L2N3	L2N1	L5N2	L5N1	L5N3	L5N4
L1N2	L1N1	L1N4	L1N3	L5N2	L5N4	L5N3	L5N1	L4N4	L4N2	L4N1	L4N3
L2N3	L2N2	L2N1	L2N4	L4N1	L4N2	L4N4	L4N3	L3N4	L3N2	L3N1	L3N3

L – Tratamento de lâmina de água aplicada.

N – Tratamento de doses de sulfato de amônio.



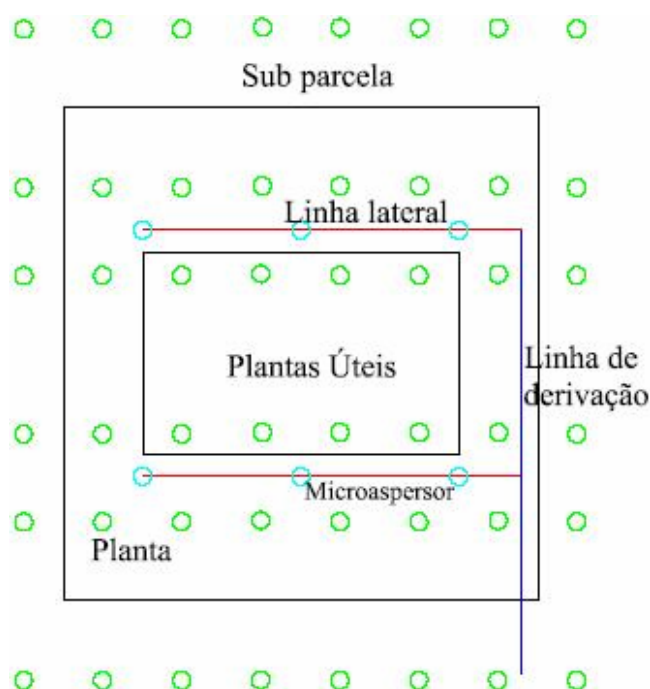


Figura 1 - Croqui de uma subparcela experimental.

As lâminas de irrigação aplicadas foram equivalentes a 50, 70, 90, 110 e 130 % da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), combinadas com doses de sulfato de amônio (nitrogênio) de 90, 188, 288 e 377  $kg\ ha^{-1}$  por mês. Considerou-se espaçamento duplo de 3,6 x 2,0 x 1,8 m, com área de 5,04  $m^2$  por planta e área da parcela de 120,96  $m^2$ , que resultou na área total dos dois experimentos de aproximadamente 2,7 ha.

Os experimentos seguiram o cronograma apresentado na Tabela 1. Na cultivar Golden, a duração do experimento totalizou 20 meses, sendo que desses 12 meses de colheita, e para o híbrido UENF Caliman 01 foram 16 meses de experimento e 8 meses de colheita.

Tabela 1 - Cronograma de execução dos experimentos com a cultivar Golden e o híbrido UENF Caliman 01.

Implantação	Período	Golden	UENF Caliman 01
Transplântio	Início	20/10/04	14/10/04
Sexagem	Início	01/02/05	01/02/05
	Fim	28/03/05	16/02/05
Colheita	Início	15/07/05	05/07/05
	Fim	30/06/06	22/02/06

A adubação de plantio seguiu as recomendações da Fazenda Caliman S.A., da seguinte forma: 1000 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (superfosfato simples) no plantio e 30 g por planta de sulfato de amônio, um mês após o plantio (25/11/04), relativo à adubação nitrogenada. No terceiro mês aplicou-se esterco de galinha e munha de carvão (10 t ha<sup>-1</sup>) junto com adubação mineral NPK, na proporção 2:2:1. A fonte de nitrogênio foi o sulfato de amônio (100 g planta<sup>-1</sup>), a de fósforo o superfosfato simples (100 g planta<sup>-1</sup>) e o potássio na forma de cloreto de potássio (50 g planta<sup>-1</sup>). A primeira aplicação de micronutrientes foi realizada no dia 21/02/05, sendo posteriormente aplicados de acordo com o manejo da fazenda até o fim dos experimentos.

Do terceiro mês até a conclusão dos experimentos, aplicou-se a irrigação e a adubação nitrogenada pré-definida para cada tratamento (Figura 2C). No mesmo período em que foram feitas essas adubações, realizaram-se as adubações convencionais com cloreto de potássio (179 kg ha<sup>-1</sup>), de acordo com a recomendação da fazenda. Os adubos foram aplicados a cada mês, manualmente em cobertura, durante todo período experimental (Figura 2A e 2B). Depois das plantas definidas pela sexagem, marcaram-se as plantas úteis.

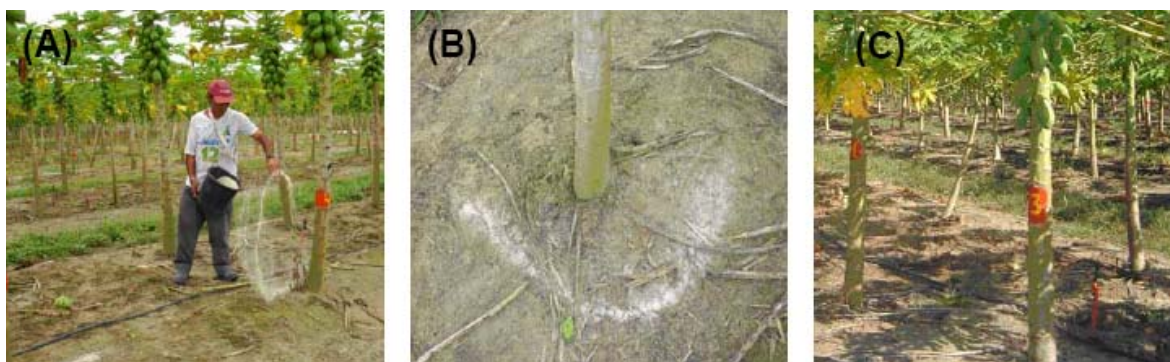


Figura 2 - Aplicação manual da adubação (A) e distribuição do adubo no solo (B), detalhes das plantas úteis marcadas para avaliações e da distribuição do sistema de microaspersão entre plantas (C).

## 2.2. Manejo Irrigação

A irrigação foi aplicada uniformemente em todos os tratamentos até a sexagem, de acordo com a demanda evapotranspirométrica. Utilizou-se um sistema de irrigação por microaspersão (Supernet 70 L h<sup>-1</sup>- Rosca-cabeça, NETAFIM, Israel), com medidores de vazão em cada tratamento de lâmina de irrigação e um microaspersor centralizado entre quatro plantas.

Depois da implantação do sistema de irrigação na área, realizaram-se os testes de uniformidade de aplicação de água, de acordo com a metodologia apresentada por Bernardo (2006). Nos testes de uniformidade, a eficiência de aplicação (Ea) obtida ficou em torno de 90%, com média de vazão de 60 L h<sup>-1</sup>. Simultaneamente, mediram-se as pressões de serviço na motobomba, no cabeçal de controle e nas linhas laterais.

A evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>, mm d<sup>-1</sup>), utilizada na estimativa das lâminas de irrigação, foi determinada pelo modelo de Penman-Monteith, parametrizado para a cultura hipotética conforme recomendação do boletim FAO-56 (Allen et al., 1998), na seguinte forma:

$$ET_o = \frac{0,408 s (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T_{méd} + 273} u_2 (e_s - e_a)}{s + \gamma (1 + 0,34 u_2)} \quad (1)$$

em que,

- T<sub>méd</sub> = temperatura média diária do ar a 2 m, (°C);
- S = derivada da curva de pressão de saturação do vapor do ar no ponto de T<sub>méd</sub>, kPa °C<sup>-1</sup>;
- R<sub>n</sub> = saldo de radiação total diário MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>;
- G = fluxo de calor no solo, MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>
- γ = coeficiente psicrométrico, kPa °C<sup>-1</sup>;
- e<sub>s</sub> = média diária da pressão de saturação do vapor d'água do ar, kPa;
- e<sub>a</sub> = média diária da pressão parcial de vapor d'água do ar, kPa;
- u<sub>2</sub> = média diária da velocidade do vento a 2 m de altura, m s<sup>-1</sup>.

Os elementos climáticos necessários na estimativa de  $ET_o$  foram coletados por uma estação meteorológica automática (MCR300HP, Micrometros, Áustria) instalada próxima à área experimental. Detalhes dos procedimentos de determinação de  $ET_o$  são descritos em Allen et al. (1998) e Lyra et al. (2006).

As lâminas de irrigação foram aplicadas diariamente nas parcelas, ou seja, turno de rega de um dia. O controle do volume aplicado por tratamento foi feito em função do tempo de irrigação, e através de registros e válvulas volumétricas instalados nas cinco linhas de derivação que correspondia a cada tratamento.

### 2.3. Balanço de Água no Solo

Avaliou-se a influência das cinco lâminas de irrigação na disponibilidade de água no solo para as plantas através do balanço de água no ambiente. O balanço seqüencial diário de água no solo foi determinado com base na lei de conservação das massas, similar ao apresentado por Bernardo (2006) e descrito a seguir:

$$LAA_i = LAA_{i-1} + (Pe_i + I_i) - ET_{r,i} \quad (2)$$

em que:

$LAA_i$  = lâmina de água no solo no dia  $i$ , mm;

$LAA_{i-1}$  = lâmina de água no solo no dia  $i-1$ , mm;

$Pe_{i-1}$  = precipitação efetiva no dia  $i-1$ , mm;

$I_{i-1}$  = irrigação no dia  $i-1$ , mm;

$ET_{r,i-1}$  = evapotranspiração real da cultura no dia  $i-1$ , mm;

$i$  = dia atual;

$i-1$  = dia anterior.

A estimativa da precipitação efetiva ( $Pe$ ), para fins de manejo de irrigação, pode ser aproximada em função da precipitação total ( $P$ ) e da lâmina de água disponível para as plantas, da seguinte forma:

$$\text{Se } P < LAA_i, \text{ então } Pe = P \quad \text{e} \quad \text{Se } P > LAA_i, \text{ então } Pe = LAA$$

A Evapotranspiração da cultura diária ( $ET_c$ ,  $\text{mm d}^{-1}$ ) foi determinada pela relação:

$$ET_c = ET_o K_c \quad (3)$$

em que:

$K_c$  = coeficiente da cultura, adimensional

A evapotranspiração real da cultura ( $ET_r$  diária,  $\text{mm d}^{-1}$ ) foi determinada pela relação:

$$ET_r = ET_c K_s \quad (4)$$

Os efeitos do déficit de água no solo na zona radicular sobre  $ET_c$  foram considerados multiplicando-se coeficiente de umidade do solo ( $K_s$ ) por  $K_c$ .  $K_s$  foi determinado pela seguinte equação (Bernardo, 2006)

$$K_s = \frac{[\text{Ln}(UA_i - PM) + 1]}{[\text{Ln}(CC - PM) + 1]} = \frac{\text{Ln}(LAA_i + 1)}{\text{Ln}(CTA + 1)} \quad (5)$$

em que

$UA_i$  = teor de umidade de água no solo, mm de água;  
 $CC$  = capacidade de campo, mm;  
 $PM$  = ponto de murcha permanente, mm.

Considerou-se que o solo na zona radicular pode secar a um nível de conteúdo de água entre  $PM$  e  $CC$ , definido como a capacidade total de armazenamento de água no solo na zona de maior volume de raízes ( $CTA$ , mm). Na determinação de  $CRA$  utilizou-se a seguinte equação:

$$CRA = 1000(CC - PM) z_e f \quad (6)$$

em que

$z_e$  = profundidade efetiva da zona radicular, m;

Os valores de CC ( $0,232 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e PM ( $0,135 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) foram determinados em laboratório pela curva de retenção de água no solo. A profundidade efetiva do sistema radicular refere-se à profundidade em que se concentram aproximadamente 80 % das raízes. Esta profundidade de raízes para o mamoeiro foi determinada por Coelho (2005), e o valor utilizado para o cálculo de CTA foi de 0,3 m.

Considerou-se que a cultura estava sobre estresse de água quando  $LAA_i$  foi inferior a capacidade real de água na zona radicular (CRA). Adotou-se  $f = 0,7$ , de acordo com as recomendações de Bernardo (2006).

## **2.4. Função de Produção**

### **2.4.1. Coleta dos Dados**

Os frutos foram colhidos no estágio 1 de maturação de acordo com as recomendações apresentadas por Sabbor et al. (2000), (Figura 3). A classificação de peso médio para o Golden, segundo o autor, é de 450 gramas e para o híbrido UENF Caliman 01 é de 1200 gramas. Devidamente identificados por tratamento, os frutos foram pesados, em balança analógica, com precisão de  $\pm 10\text{g}$  (Hobart Dayton modelo CB 20). Posteriormente, a produtividade foi determinada multiplicando-se o peso médio do fruto pelo número de frutos por planta e pelo número de plantas por unidade de área de cada parcela experimental. Com os dados da produção coletados e as medições realizadas em cada planta individualmente, do número e do peso dos frutos, foram obtidas as médias para análise estatística.

Para correlacionar os componentes da produção da cultivar Golden e do híbrido aos níveis de água aplicados e doses de nitrogênio, procurou-se obter as seguintes funções: produtividade média, produção total por planta, peso, comprimento e diâmetro médio do fruto, e número total médio de frutos versus lâmina total de água aplicada e dose de sulfato de amônio, todos considerando a produção adequada para o mercado interno e para o mercado externo. A partir

dos dados de produção e produtividade, foram feitas as análises econômicas das funções de resposta (água e adubação x produção).



Figura 3 - Distribuição das caixas para coleta de frutos nas plantas marcadas com os tratamentos nos experimentos.

#### 2.4.2. Função de Produção

O polinômio do segundo grau (equação 7) foi utilizado neste trabalho de acordo com as recomendações de Frizzone (1991) e Bernardo (2006), em que, esta equação é considerada a mais utilizada para a função de produção “água-cultura”.

$$Y = f(X) = a + bX + cX^2 + e_i \quad (7)$$

em que,

Y = produtividade de frutos, t ha<sup>-1</sup>;

X = lâmina total de água, mm; ou dose de sulfato de amônio, kg ha<sup>-1</sup>.

a, b, c = coeficiente de ajuste;

e<sub>i</sub> = erro aleatório.

Com a função de produção ajustada foi determinada a lâmina de água ou adubação nitrogenada (X<sub>m</sub>) que maximiza a produção, ou seja:

$$X_m = -\frac{b}{2c} \quad (8)$$

Posteriormente, estimou-se a produtividade máxima ( $Y_{\text{máx}}$ , t ha<sup>-1</sup>) substituindo X por X<sub>m</sub> na eq. 7.

em que,

X<sub>m</sub> = lâmina de água (mm) ou adubação nitrogenada (kg ha<sup>-1</sup>) que obtém o máximo valor de produção,

Y<sub>max</sub> = produtividade máxima, t ha<sup>-1</sup>

A receita líquida operacional foi expressa por:

$$L(X) = P_Y Y - (P_X X + C + k) + e_i \quad (10)$$

em que,

L(X) = receita líquida operacional, em R\$;

P<sub>Y</sub> = preço do produto, em R\$ t<sup>-1</sup>;

P<sub>X</sub> = preço do fator água, em R\$ mm<sup>-1</sup>; ou do adubo, kg ha<sup>-1</sup>;

C = custo dos fatores fixos, em R\$;

k = custos variáveis não relacionados ao custo da água ou da adubação, em R\$ , e

e<sub>i</sub> = erro aleatório.

Sendo o preço da água apenas o somatório do custo de energia e mão-de-obra gasta na irrigação, uma vez que ainda não esta sendo cobrado autorga de água na região de estudo.

A maximização do lucro foi obtida calculando-se a derivada de primeira ordem da equação 10.

$$\frac{\partial LY}{\partial X} = P_Y \left( \frac{\partial Y}{\partial X} \right) - P_X = 0 \quad (11)$$

Sendo,

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = \frac{P_X}{P_Y} \quad (12)$$



A Lâmina ótima ou a adubação nitrogenada ( $X_{ot}$ ) que maximiza a receita é obtida da seguinte relação:

$$X_{ot} = \frac{P_x - P_y b}{2 P_y c} \quad (13)$$

Para o custo operacional da lamina de água, em R\$ mm<sup>-1</sup> foi considerado apenas o consumo de energia e mão-de-obra. Utilizou-se a metodologia sugerida por Deniculi (2004), em que o custo da energia elétrica é calculado da seguinte forma:

$$C_e = C_c + T_a + C_D + MO \quad (14)$$

em que,

- $C_e$  = custo com energia elétrica, R\$;
- $C_c$  = custo de consumo, R\$ Kwh<sup>-1</sup>;
- $T_a$  = taxa adicional a ser paga, R\$
- $C_D$  = custo de demanda, R\$.
- $MO$  = custo com mão-de-obra, R\$ ha<sup>-1</sup>

Para calcular o custo de consumo ( $C_c$ ) foi necessário determinar a energia consumida pelo conjunto motobomba utilizando a equação:

$$E = N T \quad (15)$$

em que,

- $E$  = energia consumida pela bomba, Kwh;
- $N$  = potencia do motor, Kwh;
- $T$  = número de horas de funcionamento da bomba, horas.

Portanto:

$$C_c = \text{preço do Kwh} \quad (16)$$

A taxa adicional a ser paga ( $T_a$ ) é referente ao pico da demanda, caso o valor do fator de potência da instalação estiver abaixo do permitido pela companhia fornecedora. O custo de demanda ( $C_D$ ) foi calculado levando em conta a corrente de partida exigida pelo motor elétrico, o qual pode atingir um pico de até sete vezes a potencia instalada.

Para a definição das condições de aplicação das tarifas de energia elétrica, foram consideradas as regulamentações feitas pela ESCELSA (2007), empresa responsável pelo fornecimento de energia elétrica no Estado do Espírito Santo. Conforme as necessidades do trabalho, as expressões de cálculo foram adaptadas ao tipo de tarifa. Para o presente trabalho foi utilizada a estruturação tarifária do grupo A (verde) e subgrupo A4 TE (2,5kw – 25kw) em que o preço da energia elétrica é R\$ 0,30 por Kwh.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Condições Climáticas e Balanço Hídrico**

Com os dados climáticos diários (Figura 4) coletados na estação meteorológica durante o período experimental, após a sexagem, observou-se, adequação do plantio de mamão para a região norte capixaba, com as temperaturas do ar dentro dos limites exigidos pela cultura. As condições térmicas foram dentro das recomendações de Oliveira (1994), em que a cultura apresenta crescimento regular e produz frutos de excelente qualidade em lugares com temperaturas entre 22 e 28°C, sendo a ótima em torno de 25°C.

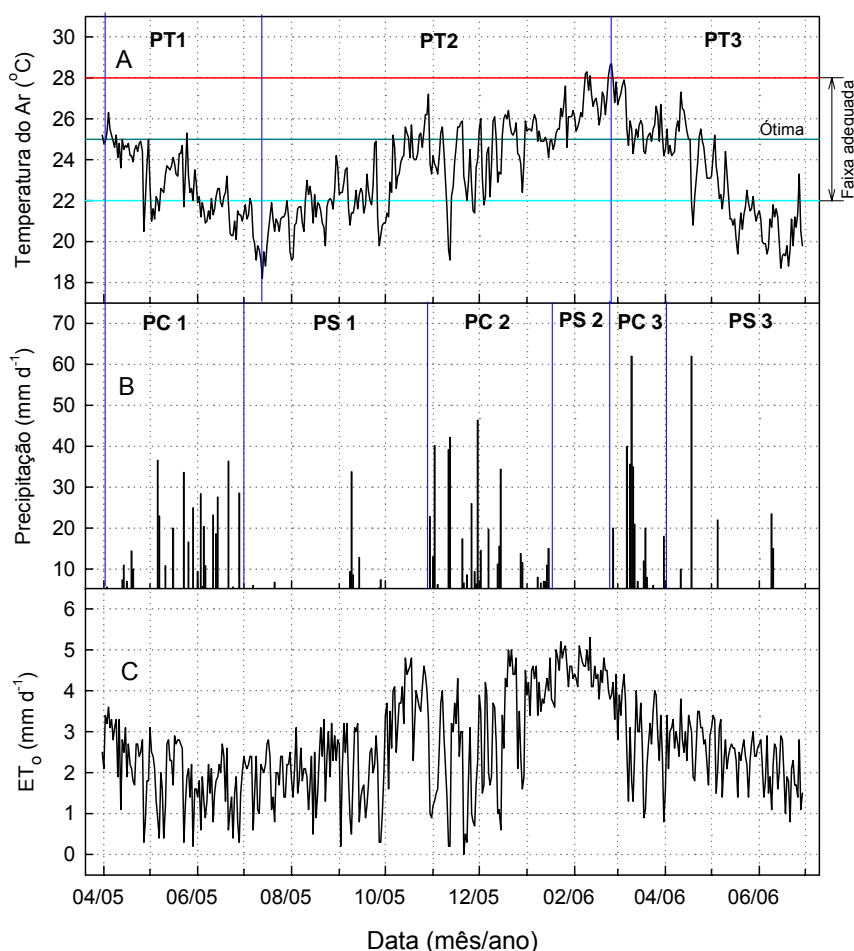


Figura 4 - Variação sazonal: (A) temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), (B) precipitação pluvial ( $\text{mm d}^{-1}$ ) e (C) evapotranspiração de referência ( $\text{ET}_o$ ,  $\text{mm d}^{-1}$ ) na Fazenda Caliman, relativos ao período de aplicação dos tratamentos diferenciados.

Observaram-se três períodos sazonais distintos referentes à temperatura do ar. No primeiro período (PT1), de 31/03/05 a 13/07/05, a temperatura média diária tem início com um máximo de  $25,2^{\circ}\text{C}$ , e tende a diminuir até atingir o mínimo de  $18,2^{\circ}\text{C}$  em julho de 2005, deste ponto em diante a temperatura começa a aumentar, o que caracterizou o início de um segundo período (PT2), 14/07/05 a 25/02/06, quando atingi temperatura média diária máxima de  $28,7^{\circ}\text{C}$ , em fevereiro de 2006.

A partir do dia 26/02/06 a temperatura tende novamente a diminuir, iniciando o terceiro período (PT3) até atingir  $20,2^{\circ}\text{C}$  no final do experimento (Figura 4A). As normais climatológicas apresentadas pelo INMET (1992) mostram que as temperaturas médias mínimas e máximas diárias para o município de Linhares ocorreram nos meses de julho e fevereiro respectivamente, similar ao

observado durante o período experimental. A chuva acumulada durante os tratamentos com as lâminas diferenciadas (457 dias) foi de 2021 mm. Com média anual de 1614,1mm ano<sup>-1</sup>, sendo próximas às normais climatológicas apresentadas por INMET (1992), em que a precipitação média anual no município de Linhares é em torno de 1200,7 mm ano<sup>-1</sup>. Enquanto que a demanda hídrica da cultura do mamoeiro está próxima de 1500 mm anuais (Oliveira e Caldas, 1994). De forma geral, durante o período em que foram aplicadas as irrigações ocorreram 146 dias com chuvas, com frequência de uma chuva a cada três dias e magnitude de aproximadamente 11,1 mm d<sup>-1</sup> por evento. Observaram-se três períodos distintos de chuva (PC) e três períodos secos (PS) (Figura 4B).

A magnitude média por evento de chuva do início dos tratamentos (31/03/05) até 28/06/05 (PC1) foi de 11,2 mm d<sup>-1</sup>, com frequência em torno de um evento a cada dois dias, seguido por um período seco de 29/06/05 até 28/10/05 (PS1), onde se observou em torno de um evento a cada cinco dias, com magnitude de 5,4 mm d<sup>-1</sup>. No segundo período chuvoso, 29/10/05 a 15/01/06 (PC2) a magnitude foi de 12,7 mm d<sup>-1</sup> com frequência de uma chuva a cada dois dias. Em 16/01/06 iniciou-se o segundo período seco (PS2) com magnitude de 2,3 mm d<sup>-1</sup> e frequência de uma chuva a cada nove dias, terminando em 20/02/06. O terceiro e último período chuvoso (PC3) foi de 21/02/06 a 01/04/06, e apresentou magnitude de 15,6 mm d<sup>-1</sup> e frequência de uma chuva a cada dois dias. De 02/04/06 a 30/06/06 foi caracterizado o terceiro período seco, com frequência de uma chuva a cada oito dias e magnitude de 14,1 mm d<sup>-1</sup>, esta alta magnitude é devido à contribuição de quatro dias de chuva com lâmina total de 122,5 mm.

A evapotranspiração de referência seguiu tendência sazonal similar a da temperatura do ar, podendo da mesma forma ser dividida em três períodos distintos. O valor mínimo foi observado em novembro/05, em que a evapotranspiração de referência chegou a 0,1 mm d<sup>-1</sup>, e a máxima em fevereiro de 2006 (5,3 mm d<sup>-1</sup>). Do início dos tratamentos até junho/05 a evapotranspiração decaiu, com variação de 0,2 a 3,6 mm d<sup>-1</sup>. O segundo período teve início em julho de 2005 e atingiu o máximo em fevereiro de 2006. Em março de 2006 a evapotranspiração tendeu a cair até o final do experimento (julho/06), onde seu valor mínimo foi de 0,8mm d<sup>-1</sup> (Figura 4C).

Utilizando-se a equação 4, estimaram-se, os cinco tratamentos e os perfis de umidade do solo durante o período em que foram aplicadas as lâminas diferenciadas (Figura 5).

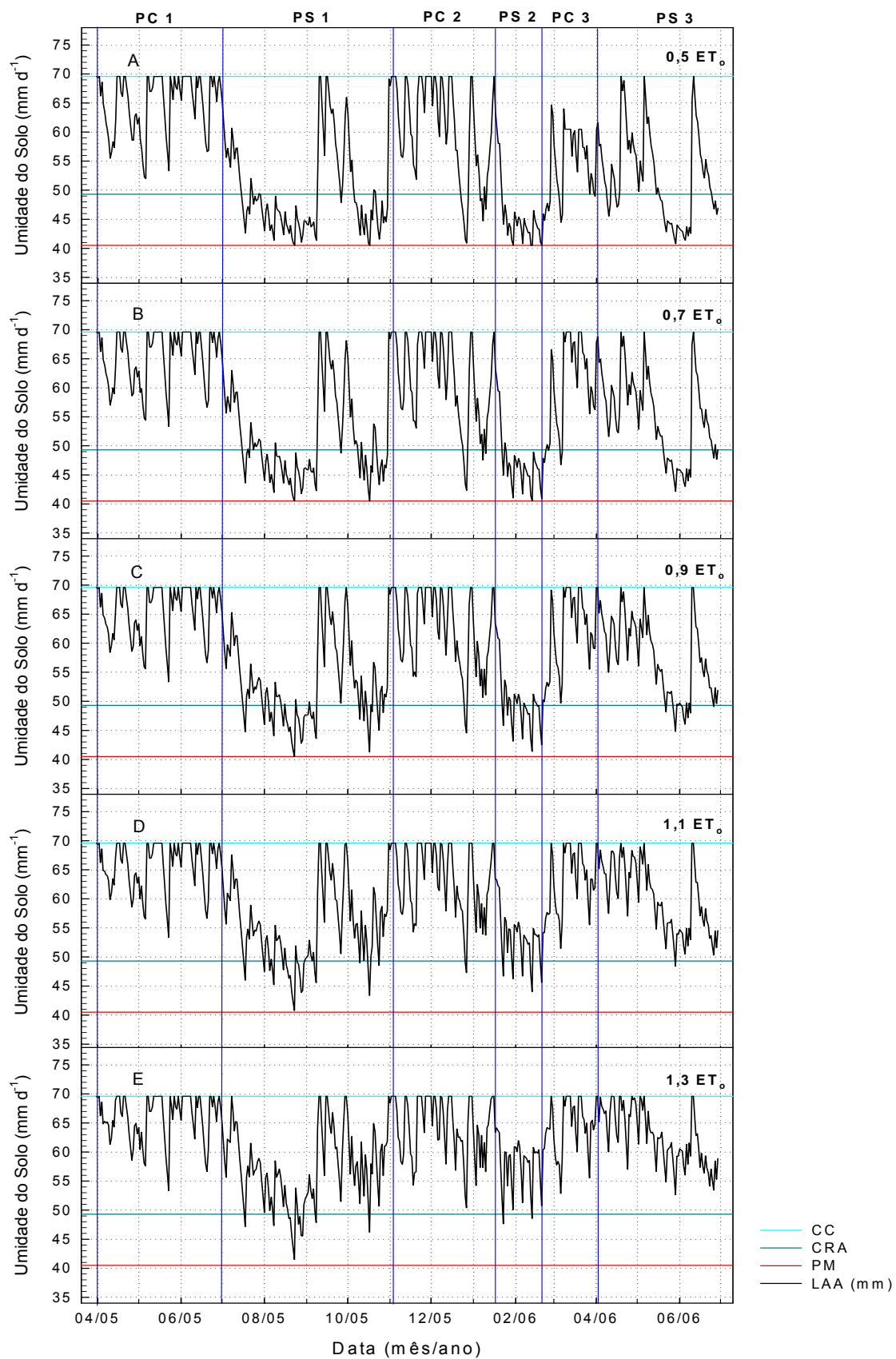


Figura 5 - Balanço hídrico diário dos cinco tratamentos de lâmina d' água a partir de abril de 2005.

O mamoeiro é uma planta exigente em água, mas não tolera excesso. Dessa forma, em regiões onde existem veranicos prolongados, a cultura não apresenta rendimentos satisfatórios no cultivo de sequeiro, tornado obrigatório o uso da irrigação. O efeito do veranico é ainda mais grave quando se tem solo leve e raso, como é o caso da região produtora do norte do Estado do Espírito Santo (Silva et al., 2002).

Entre os períodos de plantio até final do mês de março de 2005, realizou-se o manejo da irrigação com a aplicação da lâmina necessária à reposição da umidade à capacidade de campo em todas as parcelas experimentais. A partir de 01/04/2005 foram iniciadas as aplicações das lâminas de irrigação diferenciadas para cada parcela experimental (Figura 5). Observou-se que, entre os períodos de 31/04/05 a 28/06/05 (PC1) e 29/10/05 a 15/01/06 (PC2) houve maior frequência de precipitação em relação ao período compreendido de 29/06/05 a 028/10/05 (PS1) e de 16/01/06 até o fim do experimento no dia 30/06/06 (PS2, PC3 e PS3), no quais os tratamentos com as lâminas de irrigação foram prejudicados. Nos períodos PS1, PS2, PC3 E PS3 observaram-se o efeito dos tratamentos experimentais na lâmina de irrigação.

Considerando a capacidade real de água no solo (CRA) igual a 70 % da capacidade total, o tratamento correspondente a  $0,5ET_0$  permaneceu abaixo (CRA) 161 dias do período em que foram aplicados os tratamentos, correspondendo 35 % do período total (Figura 5A). Enquanto que o tratamento com  $1,3ET_0$ , o estresse hídrico foi menor, ficando apenas 3% do período abaixo da CRA (Figura 5E). As Lâminas de irrigação correspondentes a  $0,7ET_0$ ,  $0,9ET_0$ , e  $1,1ET_0$  permaneceram abaixo da CRA 28, 15 e 8% do período em que foram aplicados os tratamentos de irrigação respectivamente.

Os tratamentos com as doses de sulfato de amônio e a interação Lâmina de irrigação versus doses de adubo não apresentaram significância estatística em nível de 5% de probabilidade. Sendo discutido no trabalho apenas as funções de produção relacionadas com os tratamentos diferenciados de lâmina de irrigação. O resumo das análises de variância é apresentado no apêndice 1.

De acordo com Marinho (2001), o nitrogênio é um dos nutrientes cujo fornecimento está relacionado aos maiores aumentos na produtividade do mamoeiro. Entretanto, seu efeito sobre a qualidade dos frutos nem sempre tem se mostrado favorável. Em experimento realizado no norte fluminense o autor não

observou efeito de diferentes fontes de nitrogênio sobre o peso médio dos frutos. Viégas (1997) também não verificou efeito de doses de N sobre o tamanho dos frutos do mamoeiro.. Fernandes et al. (1992) verificaram uma redução na porcentagem de sólidos solúveis na polpa do mamão em função de aumentos na taxa de adubação nitrogenada. No entanto, Viégas (1997) observou um aumento da produção de frutos em função da adubação nitrogenada sem que houvesse perdas de peso ou diminuição na porcentagem de sólidos solúveis totais do fruto.

A Tabela 2 mostra que após os balanços hídricos realizados nos experimento com a cultivar Golden e com híbrido UENF Caliman 01 a variação de lâmina total de água aplicada entre o menor tratamento (0,5 ET<sub>0</sub>) e o maior tratamento (1,3 ET<sub>0</sub>) foi de apenas 23%. O que pode ser explicado pela precipitação elevada ocorrida no período, como relatado na Figura 4, diminuindo assim, o diferencial de lâmina total de água aplicada em cada tratamento. De acordo com o balanço hídrico realizado nos experimentos (Golden 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita e UENF Caliman 01 16 meses e 8 de colheita) as lâminas dos cinco tratamentos, os valores médios dos componentes de produção e as características botânicas do fruto foram as seguintes:

Tabela 2 - Resumo da lâmina total de água aplicada (LT), componentes da produção e características botânicas do fruto (comprimento e diâmetro) de mamão.

Golden (20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita)							
Tratamento	LT (mm)	Y (t ha <sup>-1</sup> )	PTPP (kg)	PMF (g)	N. frutos (ha)	C. Fruto (cm)	D. Fruto (cm)
L1 (0,5ET <sub>0</sub> )	1236	79,67	40,16	397,48	259743	135,91	83,35
L2 (0,7ET <sub>0</sub> )	1339	84,74	42,71	402,35	250293	136,23	82,99
L3 (0,9ET <sub>0</sub> )	1440	90,07	45,40	415,38	247713	137,98	84,72
L4 (1,1ET <sub>0</sub> )	1525	101,59	51,21	422,81	282686	139,07	85,47
L5 (1,3ET <sub>0</sub> )	1604	91,17	45,95	417,39	276942	138,26	84,90
UENF Caliman 01 (16 meses após o transplântio e 8 meses de colheita)							
Tratamento	LT (mm)	Y (t ha <sup>-1</sup> )	PTPP (kg)	PMF (g)	N. frutos (ha)	C. Fruto (cm)	D. Fruto (cm)
L1 (0,5ET <sub>0</sub> )	807	75,11	37,86	1122,04	69800	210,94	109,79
L2 (0,7ET <sub>0</sub> )	874	92,10	46,42	1146,52	82404	212,59	110,92
L3 (0,9ET <sub>0</sub> )	949	87,51	44,11	1175,86	70954	214,86	112,11
L4 (1,1ET <sub>0</sub> )	1015	78,48	39,56	1112,45	74554	210,32	109,52
L5 (1,3ET <sub>0</sub> )	1076	80,73	40,69	1116,91	74472	212,17	110,46

\* Em que Y é a produtividade, PPTP, peso total por planta, PMF é o peso médio de fruto; N. frutos o numero de frutos; C. fruto comprimento de fruto médio e, D. fruto, diâmetro de fruto médio.

O tratamento com reposição de 1,1 da  $ET_o$  (L4) apresentou os maiores valores dos componentes de produção e os maiores comprimentos e diâmetros de fruto para a cultivar Golden, com rendimento de  $15 \text{ mm t}^{-1}$  na produtividade de mamão. Enquanto que os menores valores referentes à produtividade foram obtidos pelo tratamento L1, em que a reposição de água foi igual a  $0,5 ET_o$ . Silva (1999) estudando o comportamento do mamoeiro em diferentes níveis de irrigação por microaspersão, para as condições edafoclimáticas da região de Linhares-ES, verificou que a produtividade cresceu linearmente com a lâmina aplicada até 120% da água evapotranspirada obtida pelo tanque classe A.

Silva et al. (2001), avaliando os efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre a produtividade do mamoeiro do grupo solo para o município de Sooretama-ES, constataram que o aumento na lâmina de 40% para 120% da evapotranspiração potencial obteve a melhor resposta do incremento na produtividade comercial por milímetro de água aplicada. Resultados semelhantes também foram obtidos por Awada et al. (1979) e por Aiyelaagbe et al. (1986).

Para o híbrido UENF Caliman 01 o tratamento L2 ( $0,7ET_o$ ) foi o que apresentou maior produtividade com rendimento de  $9,5 \text{ mm t}^{-1}$  de mamão, seguido do tratamento L3 ( $0,9ET_o$ ). O tratamento L1 obteve a menor produção em relação aos demais. De acordo com Coelho et al (2002), estudando a produção do mamoeiro cultivar Tainung N<sup>o</sup> 1 sob diferentes regimes de irrigação em condições semi-áridas, a função de resposta a regimes de irrigação seguiu uma tendência quadrática com produtividade mínima para  $0,67ET_o$ , obtendo assim resultados semelhantes ao encontrado no presente trabalho.

### **3.2. Função de Produção Água – Produtividade**

Na Tabela 3 e 4 são apresentados os valores de produtividade em função dos tratamentos de lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio aplicados nos experimentos com a variedade Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, respectivamente.



Tabela 3 - Produtividade média ( $t\ ha^{-1}$ ) para a variedade Golden 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita.

Sulfato de amônio $kg\ ha^{-1}$	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L <sub>1</sub> (1236,0)	L <sub>2</sub> (1339,0)	L <sub>3</sub> (1444,0)	L <sub>4</sub> (1525,0)	L <sub>5</sub> (1604,0)	
N <sub>1</sub> (99)	83,17	86,58	85,04	106,49	86,72	89,60
N <sub>2</sub> (188)	76,78	84,39	90,09	107,22	89,78	89,65
N <sub>3</sub> (288)	80,01	87,72	88,27	94,22	98,26	89,70
N <sub>4</sub> (377)	78,72	80,25	96,88	98,44	89,92	88,84
Média	79,67	84,74	90,07	101,59	91,17	89,45

Tabela 4 - Produtividade média ( $t\ ha^{-1}$ ) para o híbrido UENF Caliman 01 16 após o transplântio e 8 meses de colheita.

Sulfato de Amônio $kg\ ha^{-1}$	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L <sub>1</sub> (806,9)	L <sub>2</sub> (873,7)	L <sub>3</sub> (948,4)	L <sub>4</sub> (1014,9)	L <sub>5</sub> (1076,0)	
N <sub>1</sub> (99)	52,92	82,56	86,05	85,96	87,52	79,00
N <sub>2</sub> (188)	99,07	104,19	79,03	81,72	85,19	89,84
N <sub>3</sub> (288)	61,82	79,62	111,85	71,35	72,24	79,38
N <sub>4</sub> (377)	86,65	102,04	73,14	74,88	77,95	82,93
Média	75,11	92,10	87,51	78,48	80,73	82,79

Nas condições do experimento, a produtividade do mamoeiro cultivar Golden e do híbrido UENF Caliman 01 foram afetadas pela quantidade de água aplicada. À medida que se aumentou a quantidade de água aplicada nos tratamentos diferenciados, houve incrementos positivos de produtividade até atingir um máximo físico. Após este houve um decréscimo de rendimento com a lâmina aplicada (Figura 6).

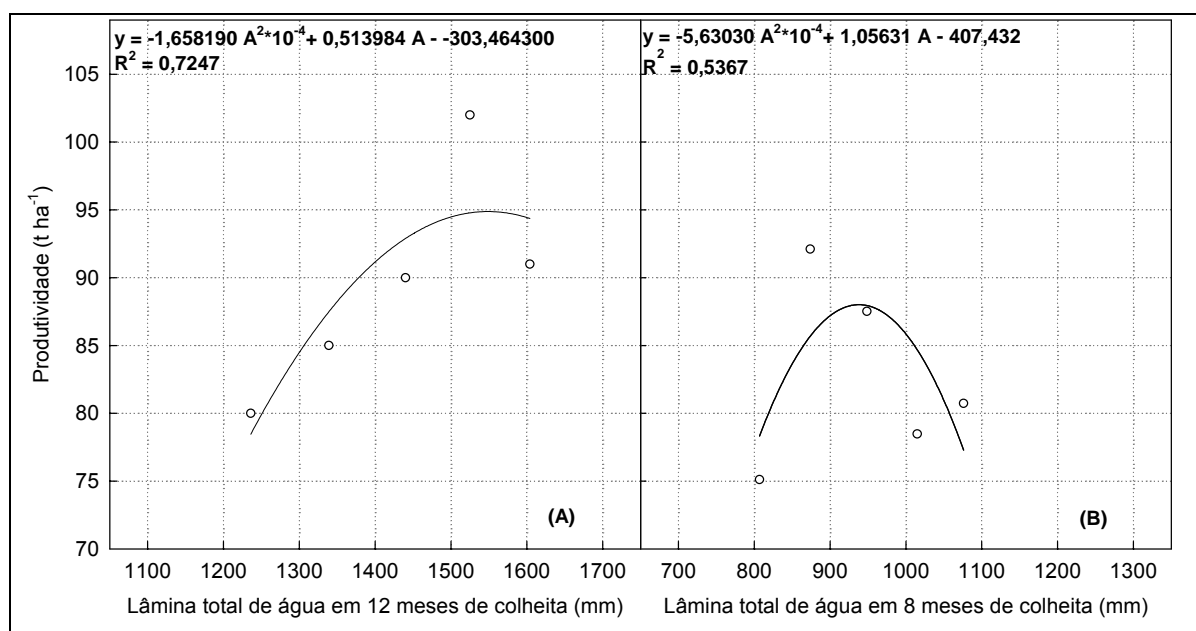


Figura 6 - Produtividade (t ha<sup>-1</sup>) em função da lâmina total de água para a cultivar Golden em 20 meses após o transplântio (A) e do híbrido UENF Caliman 01 em 16 meses após o transplântio(B).

Os valores de coeficientes de regressão ( $R^2$ ) do modelo de segunda ordem propostos para a relação entre a produtividade e lâmina total de água aplicada no mamoeiro cultivar Golden foi de 0,7247 e híbrido UENF Caliman 01 igual a 0,5367. O teste F foi significativo em nível de 5% de probabilidade para as duas cultivares. Isto demonstra a necessidade do manejo de irrigação na cultura do mamoeiro, podendo assim, determinar a necessidade hídrica da cultura. Pela análise de regressão, ajustou-se a função polinomial de segunda ordem. A redução do rendimento por excesso de água pode estar relacionada com a falta de aeração no solo, lixiviação de nutrientes e doenças que se desenvolvem em solos úmidos (Stegman et al, 1980).

Os coeficientes de ajustes da equação do segundo grau foram significativos em nível de 5% de probabilidade pelo teste t. Quando se utilizou a função produção estimada, com incrementos máximos de produtividade, foram estimados em 94,83 t ha<sup>-1</sup>, para uma lâmina de 1549,83mm em 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita para a cultivar Golden, e 88,01 t ha<sup>-1</sup> para uma lâmina de 938,06 mm em 16 meses após o transplântio e 8 meses de colheita, para o híbrido UENF Caliman 01, respectivamente. Mesmo apresentando um  $R^2$  baixo (0,5367) para o híbrido UENF Caliman 01, a lâmina e

a produtividade ótima física estimada pelo modelo quadrático aproximou-se da lâmina observada do tratamento 3 ( $L_3$ ), que proporcionou a segunda maior produtividade média ( $87,51 \text{ t ha}^{-1}$ ) dentro do experimento II.

De acordo com os tratamentos aplicados, observou-se que a cultivar Golden foi mais exigente no consumo de água do que o híbrido UENF Caliman 01, uma vez que esta apresentou uma maior produtividade quando aplicado 1,1% da ETo, enquanto que o híbrido obteve a maior produtividade no tratamento 0,7% da ETo. Segundo Taiz & Zeiger (2004), de todos os recursos de que a planta necessita para crescer e funcionar, a água é o mais abundante e, ao mesmo tempo, o mais limitante para a produtividade agrícola. À medida que aumenta a sua disponibilidade, a cultura pode expressar melhor seu potencial produtivo até atingir um limite físico.

Almeida et al (2004) analisaram a economia baseada em funções de resposta da produtividade versus lâminas de água para o mamoeiro (cultivar Improved Sunrise Solo 72/12) no norte fluminense utilizando os níveis de irrigação aplicados em função da evapotranspiração de referência (ETo) estimada pelo método do Tanque classe "A". Chegaram aos seguintes resultados, no período de 16 meses correspondendo a  $45,4$  e  $35,5 \text{ t ha}^{-1}$  de produtividade do mercado nacional e internacional, respectivamente, baseada na diferença de preços.

Teoricamente, como a produtividade máxima física não corresponde a melhor rentabilidade a ser obtida, torna-se necessária a avaliação dos custos para se identificar em que ponto de incremento de água, e conseqüentemente, de produção, deixam de gerar maiores lucros. Para o custo da lamina de água, em  $\text{R\$ mm}^{-1}$ , foi considerado o consumo de energia e mão-de-obra conforme metodologia sugerida por Deniculi (2004) e descrita anteriormente.

Considerou-se um módulo de  $1 \text{ ha}$  da cultura do mamão plantado em área plana com espaçamento  $3,6 \times 2,0 \times 1,8 \text{ m}$ , com sistema de irrigação por microaspersão, sendo um microaspersor para 4 plantas, e intensidade de aplicação de água do microaspersor de  $2,98 \text{ mm h}^{-1}$ , para uma área molhada de 70%, com pressão 20 m.c.a. e fornecendo vazão de  $60 \text{ L h}^{-1}$ . Foi adotado um conjunto motor trifásico de  $2 \text{ cv ha}^{-1}$  como o rendimento do motor ( $\eta$ ) de 0,80, que de acordo com estas características, o consumo elétrico do motor é de  $2,062 \text{ kW h}^{-1}$  (Deniculi, 2004). Utilizando a tarifa verde do grupo A e subgrupo A4 cobrada pela ESCELSA (2007), taxa adicional e custo de demanda, o valor pago na

energia elétrica é de 0,30 R\$ kWh<sup>-1</sup>, gastam-se 0,60 R\$ h<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup> com o modelo de motor elétrico escolhido. Com estes dados estabelecidos o custo variável referente à energia elétrica gasta na aplicação de água foi de 0,20 R\$ mm<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>.

Na determinação com o custo da mão-de-obra utilizada na irrigação da fazenda Caliman foram considerados dois funcionários, um responsável pela casa de bombas e outro pela manutenção do sistema de irrigação. O custo destes funcionários foi de 0,25 R\$ h<sup>-1</sup>ha<sup>-1</sup>, considerando que cada um receba R\$ 360,00 mais encargos contratuais, e uma área irrigada de 50 hectares.

Com estes dados estabelecidos, o custo variável referente à energia elétrica e mão-de-obra gasta na aplicação de água foi de 0,45 R\$ mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>. De acordo com Agrianual (2007), os preços médios do mamão Havaí e formosa nos últimos cinco anos foram de 0,41 e 0,35 R\$ kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Para o mercado externo o preço fornecido pela fazenda Caliman foi de 0,54 R\$ kg<sup>-1</sup>, para as duas variedades.

Na determinação da receita líquida operacional utilizaram-se os dados de fluxo de caixa da própria fazenda Caliman. Para isto foi realizada a média dos custos mensais das lavouras para uma safra de 24 meses, sendo este valor de 679,17 US\$ ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>, incluídos nestes as seguintes variáveis: mudas, fertilizantes, defensivos, peças e acessórios, tratos culturais manuais e tratos culturais mecanizados e o valor de implantação do sistema de irrigação (considerando a depreciação). A taxa cambial média dos últimos dois anos (2005 - 2006) foi de US\$ 1,00 igual a R\$ 2,35, sendo este custo igual a 1596,04 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

Através da equação 10 determinaram-se as lâminas ótimas econômicas para o mercado interno e externo, respectivamente, para o Golden durante os 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita foram de 1546,52 e 1547,32mm e de 936,52 e 937,32mm para UENF Caliman 01 durante os 16 meses após o transplântio e 8 meses de colheita. O que correspondeu à produtividade ótima econômica de 94,83 e 88,01 t ha<sup>-1</sup> para ambos os mercados. Apesar das lâminas estimadas, com que se obtém ótimo retorno econômico serem inferiores às estimadas para a máxima produção (1546,52 e 937,55mm) tanto para Golden quanto para o UENF Caliman 01, as produtividades máximas econômicas encontradas para ambos mamoeiros são próximas das produtividades máxima física, podendo-se dizer que a máxima produção é que

fornece a maior rentabilidade econômica, fato também observado por Almeida (2000) estudando efeito de lâminas de irrigação sobre o mamoeiro, e Sousa (1997) na goiabeira.

Transformando estas lâminas e as produtividades em termos mensais, determinou-se a receita líquida operacional por hectares por ano. Assim, as lâminas aplicadas para os mercados interno e externo e as produtividades mensais foram as seguintes: 77,3 e 77,4mm mês<sup>-1</sup> e 4,74 t ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> para a cultivar Golden e 58,6 e 58,6 mm mês<sup>-1</sup> e 5,50 t ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> para o híbrido UENF Caliman 01. Com estas considerações a receita líquida operacional para Golden nos mercados interno e externo foi de 313,19 e 929,57 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, respectivamente. O híbrido UENF Caliman 01 apresentou uma receita líquida de 302,79 e 1347,87 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> nos mercados interno e externo, respectivamente.

Os incrementos máximos de produção total de frutos foram de 47,77 kg planta<sup>-1</sup>, nos 20 meses de experimento, e 44,36 kg planta<sup>-1</sup> em 16 meses de experimento, para cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, respectivamente. Estudando o manejo de irrigação no mamoeiro no norte do Espírito Santo, Almeida (2005) encontrou produção total de frutos por planta de 44,45 kg planta<sup>-1</sup> em 10 meses de colheita (4,45 kg planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>) para a cultivar Golden, sendo aproximadamente 15,5 % superior à média mensal encontrada no presente experimento para o Golden, que foi de 3,76 kg planta<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>.

### **3.3. Função de Produção Água - Peso Médio, Comprimento e Diâmetro de Fruto**

Na Tabela 5 e 6 são apresentados os valores de peso médio de fruto em função dos tratamentos de lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio aplicadas no experimento com a variedade Golden (média do experimento de 410,95 g por fruto) e para o híbrido UENF Caliman 01(média do experimento igual a 1134,76) respectivamente. Esses valores foram superiores aos encontrados por Almeida (2005), que comparou o manejo de irrigação utilizado no norte do Espírito Santo (T1) e o determinado pelo software IRRIGA (T2), em que os peso médio de frutos em T1 foi de 357 gramas e em T2 de 390 gramas para a cultivar Golden.

Tabela 5 - Peso médio de fruto (g) para a variedade Golden 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita.

Sulfato de Amônio kg ha <sup>-1</sup>	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L <sub>1</sub> (1236)	L <sub>2</sub> (1339)	L <sub>3</sub> (1444)	L <sub>4</sub> (1525)	L <sub>5</sub> (1604)	
N <sub>1</sub> (99)	399,01	423,18	415,70	425,73	415,34	415,79
N <sub>2</sub> (188)	392,56	391,31	423,21	420,16	416,81	408,81
N <sub>3</sub> (288)	406,19	401,75	405,81	425,15	412,32	410,25
N <sub>4</sub> (377)	392,16	389,17	416,86	421,40	425,10	408,94
Média	397,48	401,35	415,39	423,11	417,39	410,95

Tabela 6 - Peso médio de fruto (g) para híbrido UENF Caliman 01 16 meses após o transplântio e 8 meses de colheita.

Sulfato de Amônio kg ha <sup>-1</sup>	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L <sub>1</sub> (806,90)	L <sub>2</sub> (873,73)	L <sub>3</sub> (948,47)	L <sub>4</sub> (1014,90)	L <sub>5</sub> (1076,04)	
N <sub>1</sub> (99)	1060,25	1142,27	1183,87	1139,74	1125,65	1130,36
N <sub>2</sub> (188)	1202,88	1153,56	1176,06	1089,41	1160,14	1156,41
N <sub>3</sub> (288)	1033,37	1158,01	1216,66	1120,32	1058,79	1117,43
N <sub>4</sub> (377)	1191,67	1132,23	1126,82	1100,34	1123,07	1134,83
Média	1122,04	1146,52	1175,86	1112,45	1116,91	1134,76

A Figura 7 apresenta um modelo polinomial de segunda ordem, sendo que os valores de coeficientes de correlação ( $R^2$ ) no ajuste da equação para o peso médio de fruto (Golden e do UENF Caliman 01) e lâmina total de água aplicada indicaram correlação de 0,8908 e 0,5611 respectivamente. O modelo determinado pela regressão para o Golden apresentou significância em nível de 1% de probabilidade, enquanto que no híbrido UENF Caliman a significância foi de 5% para o modelo de segunda ordem utilizado. Os coeficientes de ajuste das equações foram significativos em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

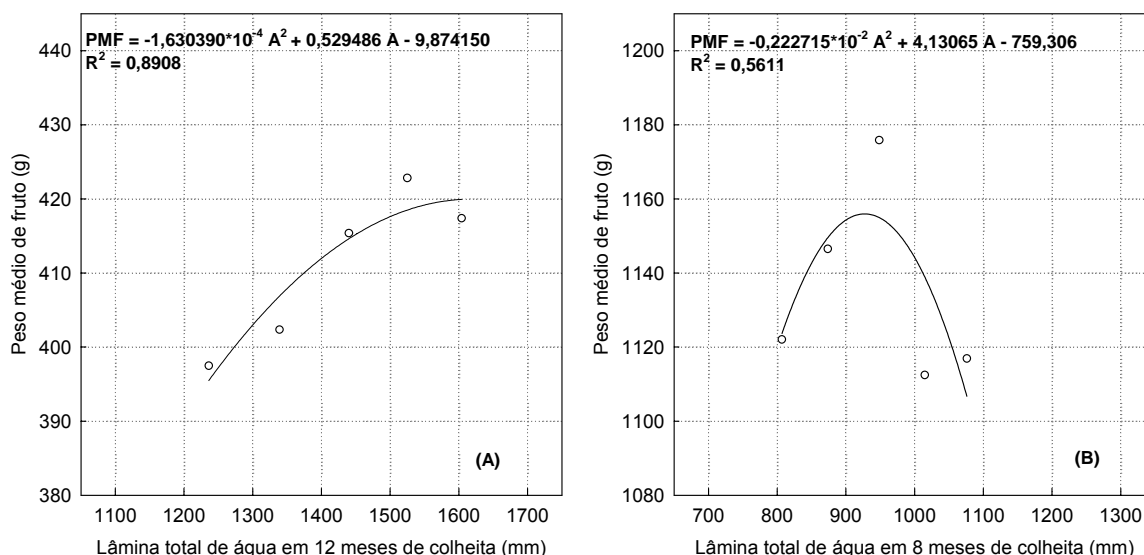


Figura 7 - Peso médio de fruto (g) em função da lâmina total de água para a cultivar Golden 20 meses após o transplântio (A) e do híbrido UENF Caliman 01 16 meses após o transplântio (B).

Utilizando as equações de regressão obtiveram-se os incrementos máximos físicos de peso médio de fruto, sendo estimados em 420,02 g, para uma lâmina de 1623,80 em 20 meses, e 1155,95 g para uma lâmina de 927,34mm em 16 meses, para cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, respectivamente. A produção de frutos com diferentes tamanhos pode favorecer a exportação, devido à exigência do mercado externo quanto ao peso do fruto. O mercado Suíço tem preferência por frutos na faixa de 290 a 349 g, enquanto os mercados Alemão e Francês, por frutos na faixa de 350 a 439 g e o Português, por frutos maiores, em média com 449 a 650 g (Balbino, 2003).

Na Figura 8 observam-se os ajustes da equação quadrática para as variáveis comprimento e diâmetro de fruto na cultivar Golden versus lâmina total de água aplicada, sendo que os valores de coeficientes de regressão ( $R^2$ ) foram de 0,8376 e 0,7203 para o comprimento e diâmetro de fruto, respectivamente. O modelo determinado pela regressão para o Golden apresentou significância em nível de 5% de probabilidade, enquanto que no híbrido UENF Caliman 01 os modelos de segunda ordem gerados não apresentaram significância para comprimento e diâmetro de fruto. Os coeficientes de ajuste das equações foram significativos em nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

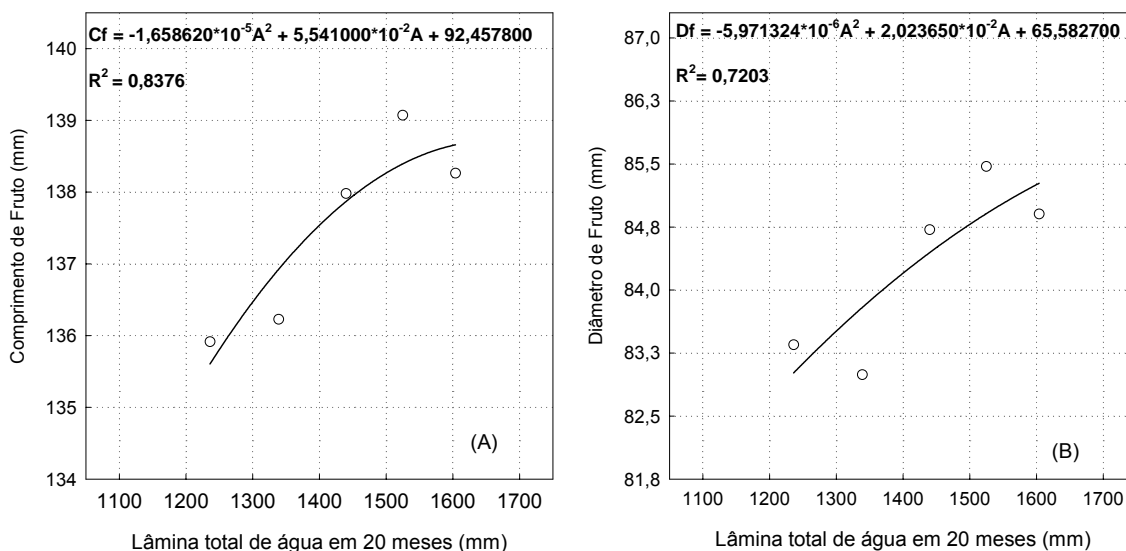


Figura 8 – Comprimento (A) e diâmetro (B) médio de fruto (cm) em função da lamina total de água para a cultivar Golden 20 meses após o transplantio.

De acordo com as equações de regressão determinaram-se as lâminas que proporcionaram os maiores comprimento e diâmetro de frutos para a cultivar Golden, sendo elas: 1670,36 e 1694,97mm, atingindo um comprimento de fruto de 139mm e diâmetro de 83mm. Estas lâminas ficaram próximas as do peso de fruto para a mesma cultivar. Com estes valores pode-se adequar o manejo de irrigação de acordo com as exigências do mercado em relação ao peso e formato do fruto.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Espírito Santo. O experimento I foi formado com cultivar Golden (grupo Solo) e o experimento II do híbrido UENF Caliman 01. O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 X 4 em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas (50, 70, 90, 110 e 130 % da evapotranspiração de referência, ETo) de irrigação e quatro doses de nitrogênio na forma de sulfato de amônio (90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup> por



mês) e três repetições para cada experimento. Foram determinados os dados edafoclimáticos e dos componentes de produção durante todo o período experimental com o objetivo de identificar os níveis ótimos de irrigação e adubação nitrogenada que propiciem a máxima produtividade física e econômica da cultivar de mamoeiro “Golden” e do híbrido UENF Caliman 01 utilizando função de produção. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- A estimativa da produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) do mamoeiro em função da lâmina total aplicada para a região norte do Espírito Santo, para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, tiveram ajustes significativos com os modelos de segunda ordem;
- As máximas produtividades físicas são iguais a  $94,83\ t\ ha^{-1}$  com lâmina máxima de 1549,83mm e  $88,01\ t\ ha^{-1}$  e lâmina máxima aplicada de 938,06mm para a cultivar Golden e para híbrido UENF Caliman 01, respectivamente;
- As lâminas ótimas econômicas para o mercado interno e externo, respectivamente, para o Golden durante os 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita são de 1546,52 e 1547,32mm e 936,52 e de 937,32mm para UENF Caliman 01 durante 16 meses após o transplântio e 8 meses de colheita;
- Apesar das lâminas estimadas, com que se obtém ótimo retorno econômico serem inferiores às estimadas para a máxima produção tanto para Golden quanto para o UENF Caliman 01, as produtividades máximas econômicas encontradas para ambos mamoeiros são próximas das produtividades máximas físicas;
- A proximidade entre as lâminas físicas e econômicas estimadas, para ambas as variedades, pressupõe a adoção do mesmo manejo de irrigação;
- A receita líquida operacional para Golden nos mercados interno e externo é de 313,19 e 929,57 R\$  $ha^{-1}\ mês^{-1}$ , respectivamente. O híbrido UENF Caliman 01 apresenta receita líquida operacional de 302,79 e 1347,87 R\$  $ha^{-1}\ mês^{-1}$  nos mercados interno e externo, respectivamente;

- Os resultados demonstram que a utilização de função de produção para manejo de irrigação no mamoeiro possibilita valores satisfatórios, de acordo com os componentes de produção que se deseja determinar;
- De acordo com as equações de regressão, as lâminas que proporcionaram os maiores comprimento e diâmetro de frutos para a cultivar Golden são: 1670,36 e 1694,67mm, atingindo um comprimento de fruto de 139 mm e diâmetro de 83 mm;
- Os tratamentos com as doses de sulfato de amônio e a interação Lâmina de irrigação versus doses de adubo não apresentaram significância estatística em nível de 5% de probabilidade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRÂNIO, A.T., MONTENEGRO, F. M. L. BEZERRA, R. de LIMA  
Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do ceará, **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, , maio/ago. 2004. v.24, n.2, p.464-472.

AGRIANUAL. Agriannual - **Anuário Estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP consultoria & comércio/ed. Agros, 2007, p. 363 a 372.

AIYELAAGBE, I. O. O.; FAWSI, M. O. A.; BABALOLA, O. Growth, development and yield of pawpaw (*Carica papaya* L.) 'Homestead selection' in response to soil moisture stress. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 93, p.427-435, 1986.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome, FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALMEIDA, E.C. (2005) **Irrigação na cultura do mamoeiro na região norte do estado do espírito santo: diagnóstico e estudo de lâmina de irrigação**.

(Doutorado em Recursos Hídricos e ambientais) – Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV. 106p.

ALMEIDA, F. T.de, BERNARDO, S., DE SOUSA, E. F., MARIN, S. L. D., GRIPPA, S. Análise econômica baseada em funções de resposta da produtividade versus lâminas de água para o mamoeiro no norte fluminense. **Engenharia. Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.675-683, set./dez. 2004.

ALMEIDA, F. T.de (2000) **Respostas do mamoeiro (Carica papaya L.) “do grupo solo” a diferentes lâminas de irrigação no Norte Fluminense**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense. – UENF. 112 p.

AWADA, M., WU, I. P., SUEHISA, R. H., PADGETT, M. M. Effects of drip irrigation and fertilization on vegetative growth, fruit yield, and mineral composition of the petioles and fruits of papaya. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1979. 20 p. (Boletim Técnico, 103).

BALBINO J.M.S..**Frutas do Brasil - Mamão Pós-Colheita**, Brasília: EMBRAPA comunicação para transferência de tecnologia, Frupep, Brasília-DF, 2003, 59p.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG. UFV (2006), 625p.

BEZERRA, F. M. L., MESQUITA T. B. Efeitos de níveis de irrigação na cultura do mamão irrigado por microaspersão (2002) (Compact disc) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12, Uberlândia - MG. **Anais...** Uberlândia. ABID. (CD-Rom).

COELHO, E.F. SANTOS, M.R., COELHO FILHO, M.A., Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em latossolo de tabuleiros costeiros. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 175-178, Abril 2005.

COELHO, E.F. SANTOS, M.R., COELHO FILHO, M.A., Absorção de água e distribuição de raízes de mamoeiro sob aplicação de potássio via fertirrigação

(2003a) (Compact disc) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO, João Pessoa, PB **Anais...** (CD-Rom).

COELHO, E.F. SANTOS, M.R., TRINDADE, A.V. LEDO, C.A.S., Produtividade do mamoeiro sob diferentes fontes de nitrogênio e potássio e frequências de irrigação (2003b) (Compact disc) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FERTIRRIGAÇÃO, João Pessoa, PB **Anais...** (CD-Rom).

COELHO, E.F.; LIMA D.M.; SOARES, M.A.A.; CALDAS, R.C. Produção do mamoeiro cultivar Tainung nº 1 sob diferentes regimes de irrigação nos tabuleiros costeiros do reconvexo baiano (2002) In: CONGRESSO BRASILEIRO Fruticultura, Belém-PA. **Anais...** (CD-Rom).

DENICULI, W. **Condutores Forçados**, Universidade Federal de Viçosa, UVF. 2004, 361p. (Apostila).

ESCELSA, Energias do Brasil, disponível em <[www.escelsa.com.br](http://www.escelsa.com.br)>, 10 de janeiro de 2007.

FERNANDES; D.M.; CORREA, L.S.; FERNANDES, F.M. Efeito da Adubação nitrogenada e fosfatada em mamoeiro (*Carica papaya* L.) 'Solo' cultivado com irrigação. Científica, v.18, p.1-8, 1992.

FRIZZONE, J. A. **Função de Produção**. In: Faria, M.A.; Silva, E.L.; Vilella, L.A.A.; Silva, A.M. (Ed.) Manejo de Irrigação, Lavras: UFLA/Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p. 87-116, 1998.

INMET. Normais climatológicas (1961-1990) Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília, 1992.

LYRA, G.B.; SEDIYAMA, G.C.; LYRA, G.B.; PEREIRA, A.R.; SOUZA, E.F. Evapotranspiração da cultura de cana-de-açúcar na região de tabuleiros costeiros do estado de Alagoas: coeficiente da cultura "simples" padrão boletim FAO-56.

**STAB - Açúcar, Álcool e Subprodutos**, Piracicaba, submetido em agosto de 2006.

MARINHO, C. S.; OLIVEIRA, M. A. B. de; MONNERAT, P. H.; VIANNI, R.; MALDONADO, J. F. Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 2001, v.58, n.2, p. 345-348.

MARIN, S.D.L.; GOMES, J.A.; SALGADO, J.S. **Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo**. 4 ed. Vitória-ES, EMCAPA. 57p. (EMCAPA. Circular Técnica, 3), 1995.

MARLER, T.E., GEORGE, A.P., NISSEN, R.J., ANDERSEN, P.C. Miscellaneous tropical fruits. In: **Handbook of environmental physiology of fruits crops – Sub tropical an tropical crops**. Boca Raton: 1994. v.2. p. 199-224.

OLIVEIRA, A.M.G., CALDAS, R.C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP. p.160-163. 2004.

OLIVEIRA, A.M.G. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**, Cruz das almas-BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.114 – 121, 2002.

OLIVEIRA, A.M.G., FARIAS, A.R.N., SANTOS FILHO, H.P.S., OLIVEIRA, J.R.P., DANTAS, J.L.L., SANTOS, L.B., OLIVEIRA, M.A., SOUZA JÚNIOR, M.T., SILVA, M.J., ALMEIDA, O.A., NICKEL, O., MEDINA, V.M., CORDEIRO, Z.J.M. **Mamão para exportação: aspectos técnicos de produção**. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e plantas Hornamentais/EMBRAPA-SPI, 1994. 52 p. (Série Publicações Técnica FRUPEX, 9).

SAABOR, A., SGANZELLA, LOPES L. H., CUNHA, M. M. FERNANDES C., **Frutiséries: Mamão**, Ministério da Integração Nacional – MI, Secretaria de Infra-

Estrutura Hídrica – SIH, Departamento de Projetos Especiais - DPE Belo Horizonte, MG. 2000, v.7. 8p.

SCHINEIDER, J.A., TEXEIRA, R.L. Relacionamento entre anfíbios e bromélias da regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil . **Iherigia, Sér. Zool.**, Porto Alegre , RS. (91) p. 41-48, 2001.

SILVA T.S.M., COELHO, E.F, PAZ, V.P.S., CRUZ, J.L., COELHO FILHO M.A. Efeito da temperatura do ar e de diferentes lâminas de irrigação no índice de floração e no pegamento de frutos do mamoeiro. (2002) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12, Uberlândia - MG. **Anais...** Uberlândia. ABID. (CD-Rom).

SILVA, J. G. F. Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.). 1999. 90 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, J. G. F., FERREIRA, P. A., COSTA, L. C., MELENDES, R. R. V., CECOM, P. R. Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 3, p. 597-601, dezembro 2001.

STEGMAN, E.C., MUSICK, J.T. STEWART, J.I. Irrigation water management. In: JESEN, M.E.(Ed.). **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1980. p. 763-816. (ASAE, monograph n. 3)

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3º ed. Editora Artmed, Porto Alegre- RS, 2004, 719p.

**MODELOS DE CRESCIMENTO PARA OS MAMOEIROS (*Carica papaya* L.)  
CULTIVAR GOLDEN E HÍBRIDO UENF CALIMAN 01 SOB CONDIÇÕES DE  
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO**

**RESUMO**

Foram realizados dois experimentos na fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Espírito Santo. No primeiro utilizou-se a cultivar Golden e no segundo o híbrido UENF Caliman 01. Utilizou-se o delineamento estatístico experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 4 em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação, com turno de rega diário, e quatro doses de sulfato de amônio 90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Objetivou-se avaliar o ajuste dos modelos de Gompertz, logístico e monomolecular à taxa de crescimento dos mamoeiros Golden e UENF Caliman 01 em relação aos graus-dias acumulados. Em uma segunda etapa os modelos foram modificados e avaliados com a adição de mais uma variável independente (produtividade acumulada), sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada para condições locais. Através dos resultados encontrados pode-se concluir que na cultivar Golden e no Híbrido UENF Caliman 01 os modelos originais apresentaram-se estatisticamente significativos em nível de 1% de probabilidade para a variável altura de planta e diâmetro de caule. Contudo, estes modelos não apresentaram ajuste significativo para a variável diâmetro de copa. Tanto para os modelos originais quanto para os modificados, os parâmetros apresentam expressão biológica e não puramente estatística, uma vez que os coeficientes de determinação ajustados obtiveram valores elevados para altura de planta, diâmetro de caule e diâmetro de copa (modelos modificados).

## ABSTRACT

Two experiments were accomplished, in the farm Agricultural Caliman S.A. located in the municipal district of Linhares, Espírito Santo. In the first, was used cultivar Golden and in the second the hybrid UENF Caliman 01. The experimental statistical randomized was in complete blocks design with 5x4 factorial scheme in split-plot. Five irrigation water depths were used with daily irrigation frequency and four doses of ammonium sulphate 90, 188, 288 e 377kg ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>. It was aimed at to evaluate the adjustment of the models of Gompertz, logistic and monomolecular the tax of growth of the papaya trees Golden and UENF Caliman 01 in relation to the degrees accumulated days and in a second stage the models were modified and appraised with the addition of one more independent variable (accumulated productivity), under different irrigation levels and managing ammonium sulphate for local conditions. Through the found results it can be ended that in cultivar Golden and in the UENF Caliman 01 hybrid the original models came significant at the level of 1% of probability for the variable plant height and stem diameter. However these models didn't present significant adjustment for the variable cup diameter, so much for the original models as for modified them the parameters present biological expression and no purely statistics, once the adjusted determination coefficients obtained high values for plant height, stem diameter and cup diameter (modified models).

## 1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro é uma planta frutífera de crescimento rápido e elevada precocidade, pois entre três a quatro meses pós-plantio da muda já inicia o florescimento e a partir do oitavo mês já pode proporcionar as primeiras colheitas. É considerada uma planta herbácea gigante que pode atingir entre 3 a 8 metros



de altura. O caule é em torno de 0,20 m de diâmetro, normalmente indiviso, ereto, marcado por grandes e numerosas cicatrizes foliares, terminado com um grupo denso de grandes folhas na região apical (Nishina et al., 2000).

As variáveis biométricas, altura de planta, diâmetro de caule e área foliar, usadas no monitoramento do crescimento das plantas determinam os rendimentos da mesma. A mensuração da taxa de crescimento da cultura permite determinar a época de floração; a altura de planta que, em determinado estágio, inviabiliza a colheita; o ganho de área foliar que, em geral, resulta em maiores produções; as épocas de pico de produção, visualizando-se assim, as condições representativas para cada região (Rungsimanop, 1988).

Na caracterização do crescimento do mamoeiro, os parâmetros relacionados com a unidade térmica graus-dias são importantes indicativos de potencial de produção, merecendo maiores estudos para sua adequada utilização (Almeida, 2000). Os processos fisiológicos e funções da planta ocorrem dentro de um limite térmico no ambiente em que elas se desenvolvem. Para completar cada subperíodo de desenvolvimento, as plantas necessitam, entre outros fatores, de um somatório térmico. Um dos índices mais utilizados para expressar este requerimento é denominado de graus-dias, que se baseia no acúmulo térmico dentro dos limites nos quais as plantas se desenvolvem, definidos pelas temperaturas basal inferior e superior (Lozada & Angelocci, 1999).

Os quatro principais fatores ambientais para selecionar um local de cultivo para o mamão são: temperatura do ar, umidade (chuva e drenagem de terra), insolação e velocidade do vento (Lyra et al., 2007). Uma vez que submetidos a temperaturas abaixo de 15°C (temperatura basal para esta cultura) ocorre paralisação no crescimento da planta, redução no florescimento, retardamento no desenvolvimento de frutos, aumento no índice de carpeloidia (“cara de gato”), diminuição na produção de açúcares e quedas de folhas (Nishita et al., 2000; Marin, 1995; Crane, 2005).

Vários tipos de modelos (empíricos, semi-empíricos ou mecanísticos) podem ser usados, de acordo com suas capacidades, para interpretação dos processos envolvidos no sistema de produção vegetal (Jones, 1992). Embora modelos mecanísticos tenham uma formulação científica (Penning de Vries & Van Laar, 1982), modelos semi-empíricos simples podem fornecer também informações e estimativas úteis, particularmente se forem baseados em

parâmetros que permitem interpretação biológica (Richards, 1959). Os modelos empíricos usados frequentemente para estimar o crescimento de plantas incluem as funções logísticas (Pearl & Reed, 1920), Gompertz, Richards e monomolecular (Amer & Willians, 1957; Richards, 1959).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o ajuste dos modelos de Gompertz, logístico e monomolecular, variáveis de crescimento dos mamoeiros Golden e UENF Caliman 01 em relação aos graus-dias acumulados e seus efeitos na produção, sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada no Norte do Espírito Santo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A fazenda Caliman Agrícola S.A. está localizada em Linhares, Espírito Santo (latitude 19°11'13"S, longitude 40°05'39"W e altitude 29 m). O clima da região é *Aw* (subtropical úmido) pela classificação de Köppen (Schneider & Teixeira, 2001), com precipitação anual de 1.200 mm, e temperatura média mensal do ar entre 20,7 (julho) e 26,2 °C (fevereiro) (INMET, 1992).

Foram realizados dois experimentos, no primeiro, utilizou-se a cultivar Golden (experimento I) e no segundo o híbrido UENF Caliman 01 (experimento II). Considera-se espaçamento duplo de 3,6 x 2,0 x 1,8 m. O plantio foi realizado em 20/10/04 e 14/10/04 para o experimento I e II, respectivamente. O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5 x 4 em parcelas subdivididas. Os tratamentos foram: cinco lâminas de irrigação: 50, 70, 90, 110 e 130 % da evapotranspiração de referência ( $ET_0$ ), aplicadas diariamente nas parcelas. E quatro doses de nitrogênio (na forma de sulfato de amônio) 90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup> por mês para cada experimento. Os elementos climáticos necessários à estimativa de  $ET_0$  foram coletados por uma estação meteorológica automática (MCR300HP, Micrometros, Áustria) instalada próxima a área experimental.

As avaliações botânicas foram feitas mensalmente em quatro plantas úteis por parcela, (cada parcela era composta de 24 plantas), tendo seu início na sexagem, e estendendo durante um período de 634 dias (experimento I) e 514

dias (experimento II) após o transplante das mudas no campo. As variáveis avaliadas foram: a Altura de planta (h), diâmetro de caule ( $D_{\text{Caule}}$ ) e diâmetro de copa ( $D_{\text{copa}}$ ). As medições de altura de planta foram feitas a partir da base da planta no solo até a altura da última folha emitida, utilizando réguas com precisão de  $\pm 0,05$  m. O diâmetro de caule foi medido a uma altura de 0,50 m do solo com o auxílio de uma fita métrica com precisão de  $\pm 0,001$  m, onde se determinava o perímetro na altura mencionada e posteriormente determinava-se o diâmetro. Na determinação do diâmetro de copa foram coletados dados longitudinais e transversais com uma trena de precisão  $\pm 0,001$  m, posteriormente foram feitas as médias das duas medidas.

A coleta dos frutos teve início na maturação. Os frutos foram colhidos semanalmente no estágio de desenvolvimento 1, de acordo com as recomendações apresentadas por Sabbor et al. (2000). Devidamente identificados por tratamento, os frutos foram pesados, em balança analógica (Dayton), com precisão de  $\pm 0,010$  g. Posteriormente, a produtividade foi determinada multiplicando-se o peso médio do fruto pelo número de frutos por planta e número de plantas por unidade de área de cada parcela experimental.

Na determinação de graus-dias acumulados necessários à cultura do mamão, utilizaram a seguinte relação:

$$\sum GD = \sum_{i=1}^n (Tm_i - T_b) \quad (1)$$

em que, n número de amostras, GD são os graus-dias acumulados, °C;  $Tm_i$ , temperatura média no dia i, °C e  $T_b$ , temperatura basal, °C. Adotou-se  $T_b$  para o mamoeiro de 15°C (Marin, 1995 e Nishita et al., 2000).

Os modelos ajustados foram Gompertz, logístico e monomolecular, os quais foram ajustados de acordo com a variável independente, “graus-dias” (GD). As análises de regressão foram realizadas com base na aplicação dos logaritmos aos modelos propostos, conforme sugerido por Tei et al. (1996). Com o intuito de verificar a influência da produtividade no crescimento do mamoeiro, em uma segunda etapa, acrescentou-se aos modelos a produtividade acumulada como variável independente gerando os modelos modificados (Tabela 1)

Tabela 1 - Modelos de Gompertz, logístico e monomolecular originais e modificados

Nome-Tipo	Modelo original	Modelo modificado
Gompertz	$w = w_0 + \frac{r [1 - \exp(-r_d \Sigma GD)]}{r_d}$	$w = w_0 + \frac{r [1 - \exp(-r_d \Sigma GD)]}{r_d} + a P_{acm}$
Logístico	$w = \frac{w_f}{\left[1 + \left(\frac{w_f}{w_0} - 1\right) \exp(-r \Sigma GD)\right]}$	$w = \frac{w_f}{\left[1 + \left(\frac{w_f}{w_0} - 1\right) \exp(-r \Sigma GD)\right]} + a P_{acm}$
Monomolecular	$w = w_f [1 - \exp(-r \Sigma GD)]$	$w = w_f [1 - \exp(-r \Sigma GD)] + a P_{acm}$

em que,  $w$  é o crescimento (m ou cm);  $\Sigma GD$  representa os graus-dias acumulados ( $^{\circ}C$ );  $w_0$  e  $w_f$  correspondem, respectivamente, ao crescimento inicial e final do ciclo da cultura (m ou cm);  $r$  é a taxa máxima de crescimento relativo ( $m\ ^{\circ}C^{-1}$  ou  $cm\ ^{\circ}C^{-1}$ ),  $r_d$  parâmetro que define o decréscimo da taxa de crescimento relativo, “a” é o coeficiente de ajuste e  $P_{acm}$  é a produtividade acumulada em ( $t\ ha^{-1}$ ).

Para propósitos de avaliação dos modelos de crescimento, valores medidos da taxa máxima de crescimento relativo ( $r$ ), obtidos imediatamente após as coletas dos dados de crescimento, foram determinados pela equação apresentada por Benincasa (1988),

$$r = \frac{\ln(w_2) - \ln(w_1)}{\Sigma GD_2 - \Sigma GD_1} \quad (2)$$

em que  $w_1$  e  $w_2$  são o crescimento medido (m ou cm), e  $\Sigma GD_2$  e  $\Sigma GD_1$  é o intervalo de graus-dias acumulados ( $^{\circ}C$ ) entre as duas amostragens consecutivas.

Utilizou-se o erro padrão de estimativa (EPE), que mede o desvio médio entre os valores reais de  $w$  e os valores estimados de  $w'$  (Equação 3).

$$EPE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (w_i - w'_i)^2}{n - 1}} \quad (3)$$

Ele informa de modo aproximado a magnitude dos erros de estimativa em relação aos dados da amostra. EPE é medido na unidade de  $w$ . Segundo Jensen et al. (1990), o resultado que se busca é conseguir o menor valor possível de EPE.

Para quantificar matematicamente a aproximação dos dados estimados aos observados, foi desenvolvido por Willmontt (1981) um coeficiente designado índice de concordância de Willmontt, esse índice expressa a exatidão das estimativas em relação aos dados observados, variando de zero, que indica nulidade, a 1 que indica perfeita exatidão. O índice “d” é determinado da seguinte forma:

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (w'_i - w_i)^2}{\sum_{i=1}^N [ |w'_i - \bar{w}| + |w_i - \bar{w}| ]^2} \quad (4)$$

em que,  $w'_i$  representa o valor estimado;  $w_i$  o valor observado;  $\bar{w}$ , média dos valores observados; N é o número de amostras.

Através do teste estatístico de Student (t) e usando regressão linear simples os modelos propostos serão avaliados, sendo as hipóteses testadas  $H_0: \beta_1 = 1$  e  $H_1: \beta_1 \neq 1$ , para  $Y = X$ .

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média diária do ar durante o período experimental foi de 23,4°C, sendo próximo ao apresentado pelo INMET (1992) nas normais climatológicas, em que a temperatura média diária em Linhares é de 23,6 °C. Apenas em 32 % do período de coleta de dados (31/03/05 a 30/06/06) a cultura ficou abaixo da temperatura média adequada de 22°C e 1% acima dos 28°C (Nishita et al., 2000), ou seja, em 67 % do período a temperatura do ar foi adequada para a cultura. Durante todo o período em que foram aplicadas as irrigações, ocorreu, 146 dias com chuvas (2021 mm), com frequência de um evento a cada três dias e magnitude de aproximadamente 11,1 mm d<sup>-1</sup> (Figura 1). Com precipitação média anual de 1614,1 mm.

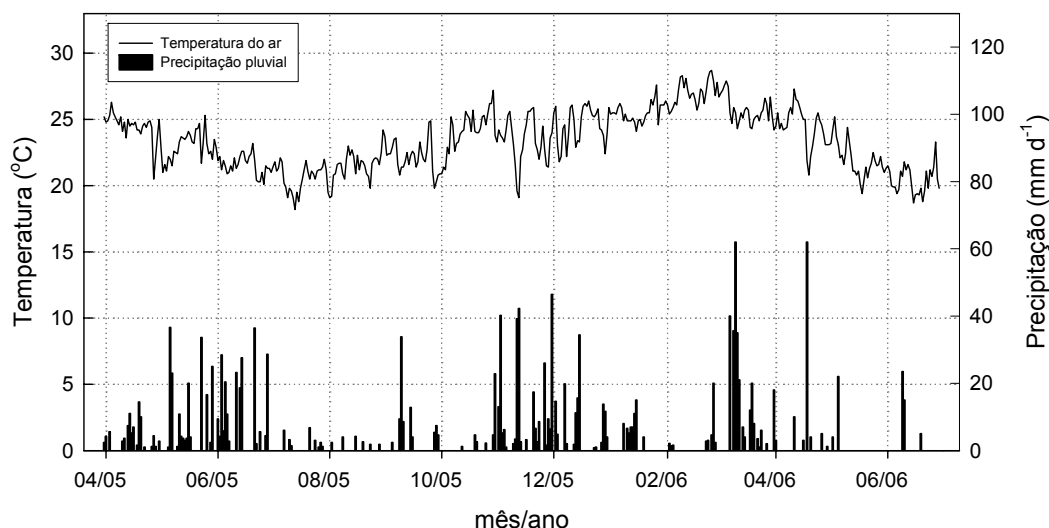


Figura 1 - Variação sazonal da temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) e da precipitação pluvial ( $\text{mm d}^{-1}$ ), no período de aplicação dos tratamentos diferenciados.

A análise de variância indicou aceitação da hipótese de nulidade para as variáveis de crescimento testadas no experimento I e II, isto é, não houve efeito dos níveis de irrigação e doses de sulfato de amônio na altura de planta, diâmetro do caule e diâmetro de copa.

### 3.1. Ajuste dos modelos para a cultivar Golden

Os modelos originais (monomolecular, logístico e Gompertz) apresentaram-se significativos em nível de 1% de probabilidade para a variável altura de planta e diâmetro de caule. Contudo, estes modelos não apresentaram ajuste significativo para a variável diâmetro de copa. Através do teste t verificou-se que os dados obtidos pelo experimento não diferem em nível de 1 % de probabilidade dos obtidos pelos modelos originais estudados.

Os modelos originais estudados apresentaram coeficiente de determinação ajustado ( $R^2_{\text{ajs}}$ ), entre 0,97 (logístico) a 0,98 (monomolecular) para a variável dependente altura de planta. Enquanto que para a variável diâmetro de caule o  $R^2_{\text{ajs}}$  variou de 0,864 (monomolecular) a 0,968 (Gompertz). Os modelos Gompertz e monomolecular apresentaram coeficientes de concordância (d) e de determinação superiores aos encontrados para o modelo logístico (Figura 2A, B e C) para a variável altura de planta. Na variável dependente diâmetro de caule,

observou-se que os modelos de Gompertz e logístico obtiveram coeficientes de ajuste e concordância superiores ao modelo monomolecular (Figura 2 D, E e F).

Através do teste t verificou-se que os dados obtidos para altura de planta e diâmetro de caule, no experimento, não diferem estatisticamente em nível de 5% de probabilidade dos obtidos pelos modelos de Gompertz, logístico e monomolecular. Para altura de planta, o valor do coeficiente angular (b) das regressões lineares entre os valores medidos e estimados foi de 0,996 (monomolecular) a 0,9989 (logístico). Para a variável diâmetro de caule, b foi entre 0,9868 e 0,9950, para os modelos Gompertz e logístico, respectivamente (Tabela 2). Ou seja, a tendência dos modelos é de sempre subestimar os valores medidos na faixa de 0,11 a 0,39 % para altura de planta e de 0,5 a 1,32% para o diâmetro de caule.

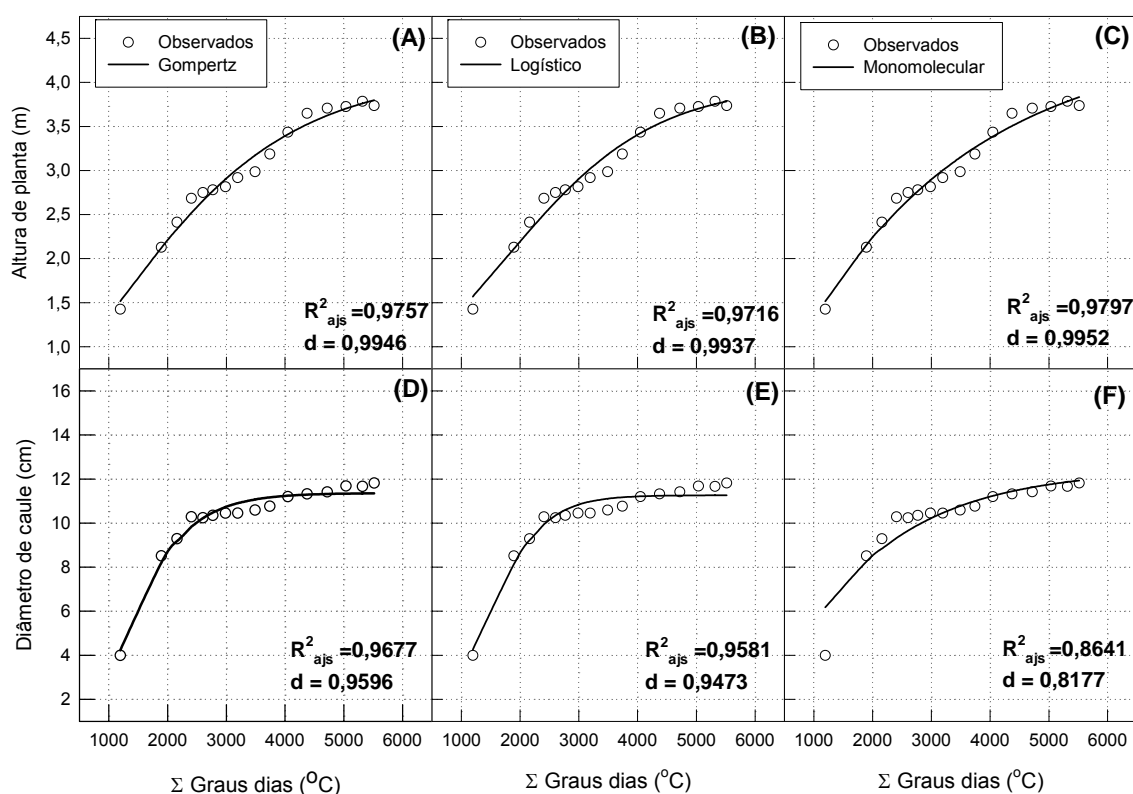


Figura 2 - Valores de Altura de planta (A, B e C) e diâmetro de caule (D, E e F), observados e estimados pelos modelos Gompertz (A e D), logístico (B e E) e monomolecular (C e F), tendo como variável independente graus-dias, para a cultivar Golden.

A variável independente tempo decorrido (tempo após a emergência ou tempo após o plantio) é comumente usada em modelos de crescimento. Todavia, as taxas dos processos metabólicos dependem da temperatura. Normalmente, assume-se que essa dependência é aproximadamente linear, sendo que o tempo térmico acumulado, expresso em graus-dias é usado como uma alternativa ao tempo decorrido após a emergência (Tei et al., 1996).

A taxa de crescimento relativa observada no experimento I (Golden) para as variáveis altura de planta e diâmetro de caule começam a decair com valores próximos a 2.407 °C. Este valor de tempo térmico é próximo aos encontrados por Almeida (2000) no município de Campos dos Goytacazes - RJ e Silva (1999) em Linhares-ES, em que os graus-dias acumulados foram de 2.380 e 2.300°C, respectivamente. Desta forma, a importância de determinação dos parâmetros de crescimento em função de graus-dias, supõe independência da localidade e do tempo decorrido desde o plantio, mas sim do acúmulo de temperatura, acima da temperatura basal.

De acordo com a Tabela 2, o modelo monomolecular apresentou o menor erro padrão de estimativa da equação (EPE) para a variável altura de planta ( $\pm 0,0949$ ), enquanto o modelo logístico obteve EPE igual a  $\pm 0,1123$ . O valor de EPE para diâmetro de caule variou de  $\pm 0,3391$  (Gompertz) a  $\pm 0,6958$  (monomolecular).

Tabela 2 - Valores de erro padrão de estimativa (EPE) e coeficiente angular da reta (b) para os modelos de Gompertz, logístico e monomolecular.

Modelos	Parâmetros	Variáveis	
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)
Gompertz	EPE	$\pm 0,1034$	$\pm 0,3391$
	Coef. angular (b)	0,9983	0,9868
Logístico	EPE	$\pm 0,1123$	$\pm 0,3867$
	Coef. angular (b)	0,9989	0,9950
Monomolecular	EPE	$\pm 0,0949$	$\pm 0,6958$
	Coef. angular (b)	0,9961	0,9923



A Tabela 3 mostra que os valores da taxa máxima de crescimento relativo (r) para a variável altura de planta estimada pelo modelo logístico ficaram próximos dos valores observados. Na variável dependente diâmetro de caule a taxa máxima de crescimento que mais se aproximou dos valores observados foi a do modelo logístico. O modelo de Gompertz apresentou o menor EPE (0,0006). A altura de planta (3,98 m) e o diâmetro máximo ( $w_f$ , 11,2 cm) gerado pelo modelo logístico foram os que mais se aproximaram dos valores médios observados e de 3,74 m e 11,81 cm, respectivamente.

Tabela 3 - Valores estimados dos parâmetros dos modelos de crescimento (EPE entre parênteses) avaliados para o mamoeiro, cultivar Golden, tendo como variável independente, graus-dias (GD).

Modelos	Parâmetros	Variáveis	
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)
Gompertz	$w_o$	0,55**( $\pm 0,14$ )	0,015 <sup>ns</sup> ( $\pm 0,02$ )
	r	0,0012**( $\pm 0,0003$ )	0,0105**( $\pm 0,0031$ )
	rd	0,0006**( $\pm 0,0001$ )	0,0016**( $\pm 0,0001$ )
Logístico	$w_f$	3,98**( $\pm 0,1260$ )	11,26**( $\pm 0,1389$ )
	$w_o$	0,81**( $\pm 0,1191$ )	0,55**( $\pm 0,1854$ )
	r	0,0008**( $\pm 0,0001$ )	0,0021**( $\pm 0,002$ )
Monomolecular	$w_f$	4,52**( $\pm 0,1486$ )	12,46**( $\pm 0,5143$ )
	r	0,0003**( $\pm 0,00001$ )	0,0006**( $\pm 0,0001$ )
Observado	r	0,0006	0,0011
	$W_f$	3,74	11,81

\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade; \* significativo em nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste t.

O modelo modificado, em que foi acrescentada a variável dependente produtividade acumulada, foi significativo em nível de 1% de probabilidade para a variável altura de planta, diâmetro de caule e diâmetro de copa.

O valor do coeficiente angular (b) das regressões (Tabela 4) foi de 0,9995 (Gompertz e monomolecular)  $\leq b \leq$  0,9996 (logístico) para a variável altura de planta, entre 0,9981 (monomolecular) e 0,9996 (logístico) para diâmetro de caule, enquanto para diâmetro de copa b variou de 0,9927 (monomolecular) a 0,9964 (Gompertz). Para a variável dependente altura de planta e diâmetro de caule, o modelo monomolecular modificado apresentou os menores coeficientes angulares, sendo os maiores apresentados pelo modelo logístico modificado. Para o diâmetro de copa o modelo de Gompertz modificado obteve o maior coeficiente angular.

Tabela 4 - Valores de erro padrão de estimativa (EPE) e coeficiente angular da reta (b) para os modelos modificados de Gompertz, logístico e monomolecular

Modelos	Parâmetros	Variáveis		
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)	Diâmetro de copa (m)
Gompertz	EPE	±0,0759	±0,4558	±0,1440
	Coef. angular (b)	0,9995	0,9985	0,9964
Logístico	EPE	±0,0710	±0,2304	±0,1478
	Coef. angular (b)	0,9996	0,9996	0,9962
Monomolecular	EPE	±0,0800	±0,4998	±0,1705
	Coef. angular (b)	0,9995	0,9981	0,9927

A Figura 3 (A, B e C) apresenta os resultados dos modelos de Gompertz, logístico e monomolecular modificados para a variável dependente altura de planta, sendo acrescentado aos modelos as variáveis independentes graus-dias e produtividade acumulada ( $P_{acm}$ ) em toneladas por hectare. Os coeficientes de regressão ajustados ( $R^2_{ajs}$ ) variaram de 0,9856 (monomolecular) a 0,9886 (logístico) e de concordância (d) entre 0,9968 (monomolecular) e 0,9977 (logístico), respectivamente. Estes valores foram superiores aos dos modelos originais para a variável altura de planta.

O modelo logístico modificado apresentou valores de  $R^2_{ajs}$  e “d” superiores aos dos modelos originais e aos modelos modificados de Gompertz e monomolecular na variável diâmetro de caule (Figura 3 C, D e E). Os valores variaram entre 0,9299 (monomolecular) e 0,9851 (logístico), para o coeficiente de regressão ajustado; e de 0,9073 (monomolecular) a 0,9826 (logístico) para o coeficiente de concordância de Willmontt.

Aplicando os modelos de crescimento de Gompertz e logístico para alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em sistema hidropônico sob condições de casa-de-vegetação, Lyra et al. (2003) concluíram que o modelo logístico fornece estimativa próxima dos valores observados para o parâmetro r, que representa a taxa de crescimento relativo máximo. No mesmo trabalho os autores encontraram valores dos coeficientes de determinação ajustados acima de 0,9847 para todos os modelos avaliados, mostrando que, de forma geral, seus parâmetros têm expressão biológica e não puramente estatística. Resultado similar ao observado no presente trabalho.

A Figura 3 (G, H, e I) apresenta os coeficientes de determinação ajustados e de concordância dos modelos modificados para a variável dependente diâmetro de copa. O modelo Gompertz modificado apresentou valores superiores destes coeficientes em relação aos modelos logísticos e monomolecular modificados. Observou-se que os valores estimados de diâmetro de copa pelos modelos tendem a decair com o aumento da taxa de produtividade.

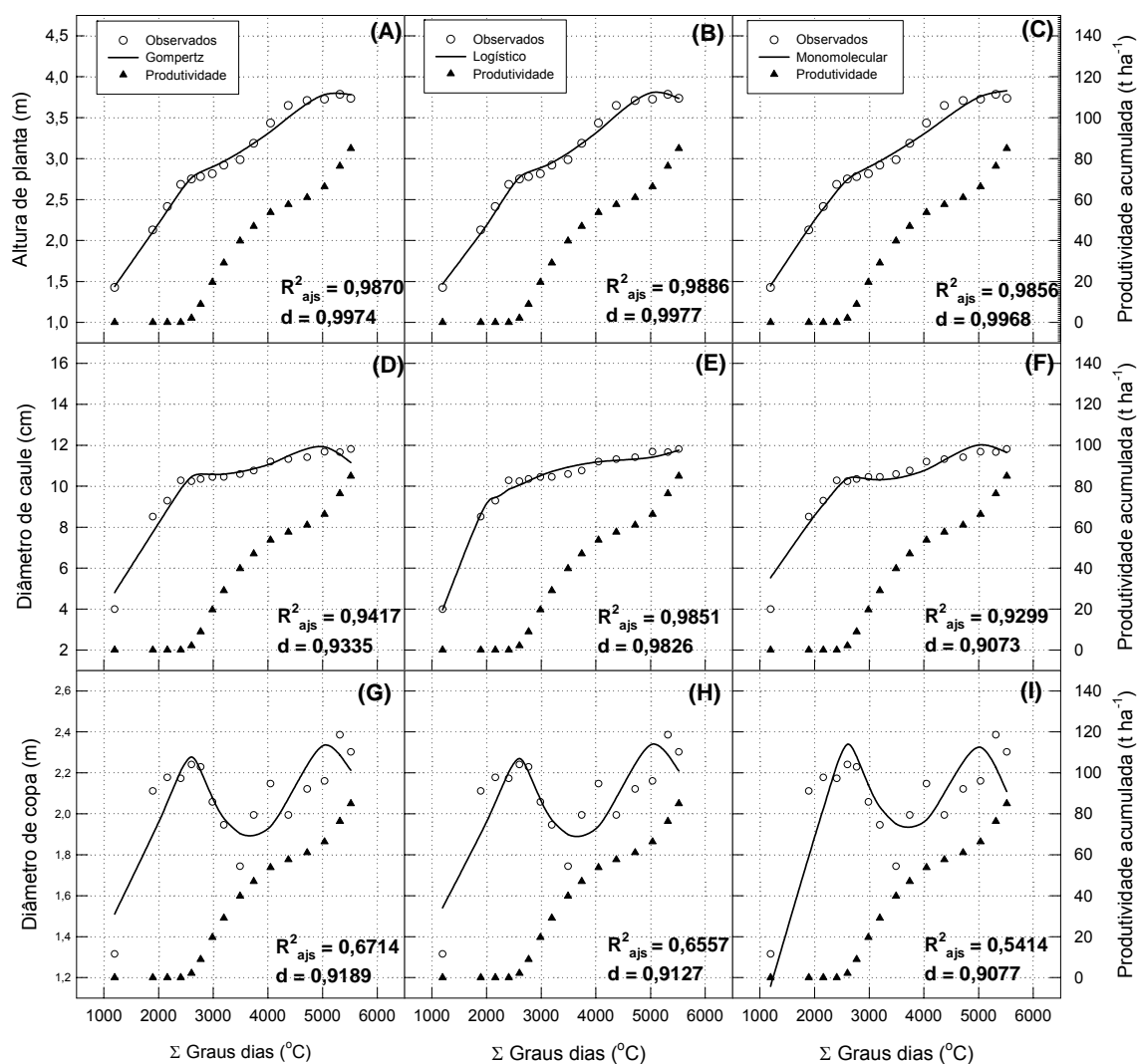


Figura 3 - Valores de Altura de planta (A, B e C), diâmetro de caule (D, E e F), e diâmetro de copa (G, H e I) observados e estimados pelos modelos modificados Gompertz (A, D e G), logístico (B, E e H) e monomolecular (C, F e I), tendo como variáveis independentes graus-dias e produtividade acumulada, para a cultivar Golden.

A taxa de crescimento do mamoeiro, cultivar Golden foi influenciada negativamente pela produtividade, ou seja, quando o mamoeiro atingiu o seu máximo potencial produtivo (em torno de 2.407 a 4.047°C) as taxas de crescimento para altura de planta diâmetro de caule e diâmetro de copa reduziram. Isto pode ser observado na Tabela 5, em que os coeficientes ajustados ( $P_{acm}$ ) para essa variável foram negativos.

O modelo logístico modificado apresentou taxa de crescimento relativo máximo próximo do valor observado, tendo também o menor EPE para altura de planta, seguido dos modelos modificados de Gompertz e monomolecular modificado (Tabela 5). Para a variável dependente diâmetro de caule o modelo logístico modificado apresentou o menor erro padrão de estimativa e o modelo de Gompertz modificado o valor mais próximo de "r". O modelo monomolecular modificado apresentou o maior EPE para a determinação de diâmetro de copa. Enquanto o modelo logístico modificado obteve taxa de crescimento máximo (r) próximo do valor observado em campo (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores estimados dos parâmetros dos modelos modificados de crescimento avaliados (EPE entre parênteses) para o mamoeiro, cultivar Golden, tendo como variável independente, graus-dias (GD) e produtividade acumulada ( $P_{acm}$ ).

Modelos	Parâmetros	Variáveis		
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)	Diâmetro de copa
Gompertz	$w_o$	0,53**( $\pm 0,0788$ )	1,103**( $\pm 0,3531$ )	0,96**( $\pm 0,2130$ )
	r	0,0011**( $\pm 0,0001$ )	0,0017**( $\pm 0,0004$ )	0,0004*( $\pm 0,0002$ )
	rd	0,0004**( $\pm 0,00001$ )	0,0006**( $\pm 0,0001$ )	0,0002*( $\pm 0,0001$ )
	$P_{acm}$	-0,0125**( $\pm 0,0034$ )	-0,0714**( $\pm 0,0234$ )	-0,0256**( $\pm 0,0058$ )
EPE		$\pm 0,0759$	$\pm 0,4558$	$\pm 0,1440$
Logístico	$w_f$	5,76**( $\pm 0,3889$ )	10,233**( $\pm 0,1693$ )	7,47**( $\pm 2,2320$ )
	$w_o$	0,72**( $\pm 0,0598$ )	0,163*( $\pm 0,0653$ )	1,04**( $\pm 0,0001$ )
	r	0,0007**( $\pm 0,00001$ )	0,0031**( $\pm 0,0003$ )	0,0004**( $\pm 0,0001$ )
	$P_{acm}$	-0,0162**( $\pm 0,0035$ )	-0,0179**( $\pm 0,0031$ )	-0,0256**( $\pm 0,0062$ )
EPE		$\pm 0,0710$	$\pm 0,2304$	$\pm 0,1478$
Monomolecular	$w_f$	6,79**( $\pm 1,2990$ )	25,4355**( $\pm 7,9037$ )	14,380 <sup>ns</sup> ( $\pm 12,7587$ )
	r	0,0002**( $\pm 0,00001$ )	0,0002*( $\pm 0,0001$ )	0,0001 <sup>ns</sup> ( $\pm 0,0001$ )
	$P_{acm}$	-0,0085**( $\pm 0,0033$ )	-0,0657**( $\pm 0,0207$ )	-0,0296**( $\pm 0,0062$ )
EPE		$\pm 0,0800$	$\pm 0,4998$	$\pm 0,1705$
observado	r	0,0006	0,0011	0,0007
	$W_f$	3,74	11,81	2,39

\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade; \* significativo em nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste t.

### 3.2. Ajuste dos modelos para o híbrido UENF Caliman 01

A Figura 4 mostra a relação entre graus-dias e a curva de crescimento do mamoeiro híbrido UENF Caliman 01 gerados pelos modelos originais e os dados observados. Para a variável altura de planta e diâmetro de caule os ajustes dos modelos originais propostos foram significativos em nível de 1% de probabilidade, análogo ao observado para a cultivar Golden. O teste t verificou que os dados obtidos pelo experimento não diferem em nível de 1 % de probabilidade dos obtidos pelos modelos originais estudados. As hipóteses testadas foram as mesmas apresentadas anteriormente para a cultivar Golden.

Os coeficientes de determinação ajustado ( $R^2_{ajs}$ ) variaram entre 0,8665 (Gompertz) e 0,9761 (monomolecular) para a variável dependente altura de planta e diâmetro de caule. O modelo monomolecular apresentou coeficientes de concordância (d) e de determinação superiores aos encontrados pelo modelo logístico e o de Gompertz (Figura 4A, B e C) para a variável altura de planta. Na variável dependente diâmetro de caule observou-se coeficientes de ajuste e concordância para os modelos de Gompertz e logístico superiores ao do monomolecular (Figura 4 D, E e F).

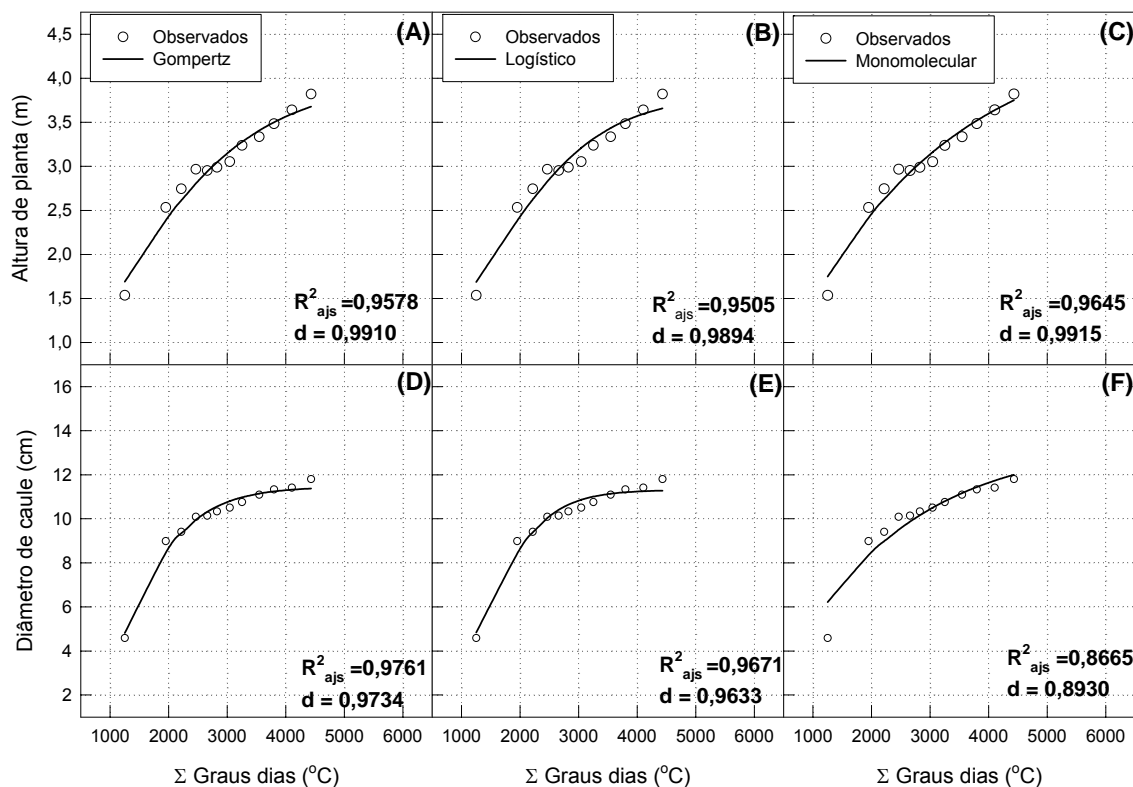


Figura 4 - Valores de altura de planta (A, B e C) e diâmetro de caule (D, E e F), observados e estimados pelos modelos modificados Gompertz (A e D), logístico (B e E) e monomolecular (C e F), tendo como variável independente graus-dias, para o híbrido UENF Caliman 01.

Arce et al. (1998) utilizaram as funções de Gompertz e logística com o intuito de definir o crescimento de planta e diâmetro de caule para *Pinus taeda* L. Para o caso da avaliação e simulação precoces do crescimento, concluíram que o fator decisivo a favor da simulação com processos de difusão é a utilização de técnicas de regressão. As técnicas de regressão, lineares ou não-lineares, amortecem algumas pequenas discrepâncias devidas à idade dos povoamentos e ao pequeno tamanho das unidades amostrais.

O coeficiente angular ( $b$ ) das regressões variou de 0,9935 (Gompertz)  $\leq b \leq$  1,0018 (monomolecular) para a variável altura de planta, em que os modelos logístico e de Gompertz subestimaram os valores observados, enquanto o modelo monomolecular superestimou. Para o diâmetro de caule, os valores do coeficiente angular foram entre 0,9969 (monomolecular) e 0,9991 (logístico), e dessa forma os dados observados foram subestimados pelos modelos (Tabela. 6).

Tabela 6 - Valores de erro padrão de estimativa (EPE) e coeficiente angular da reta (b) para os modelos de Gompertz, logístico e monomolecular

Modelos	Parâmetros	Variáveis	
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)
Gompertz	EPE	±0,1225	±0,2944
	Coef. angular (b)	0,9935	0,9981
Logístico	EPE	±0,1327	±0,3455
	Coef. angular (b)	0,9986	0,9991
Monomolecular	EPE	±0,1124	±0,6228
	Coef. angular (b)	1,0018	0,9961

A Tabela 7 apresenta os valores da taxa máxima de crescimento relativo (r) para a variável altura de planta estimada pelos modelos logístico e monomolecular, tendo GD como variável independente, ficaram próximos dos valores observados. O modelo monomolecular apresentou o menor erro padrão de estimativa da equação (EPE) para a variável altura de planta, e o modelo de Gompertz para o diâmetro de caule. De acordo com os valores de altura de planta e diâmetro de caule médios observados no experimento II, 3,8 m e 11,8 cm, respectivamente, os valores de máximo crescimento ( $w_f$ ) gerados pelo modelo logístico foram os que mais se aproximaram dos observados.

Tabela 7 - Valores estimados dos parâmetros dos modelos de crescimento (EPE entre parênteses) avaliados para o mamoeiro, UENF Caliman 01, tendo como variável independente, graus-dias (GD) e EPE da equação.

Modelos	Parâmetros	Variáveis	
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)
Gompertz	$w_o$	0,47*(±0,2154)	0,039 <sup>ns</sup> (±0,0504)
	r	0,0016*(±0,0006)	0,0085**(±0,0026)
	rd	0,0007**(±0,0001)	0,0015**(±0,0001)
Logístico	$w_f$	3,82**(±0,1659)	11,312**(±0,1817)
	$w_o$	0,6654**(±0,1751)	0,6946**(±0,2259)
	r	0,001**(±0,0002)	0,0019**(±0,0002)
Monomolecular	$w_f$	4,59**(±0,2617)	13,529**(±0,9682)
	r	0,0004**(±0,00001)	0,0005**(±0,0001)
observado	r	0,0007	0,0010
	$W_f$	3,82	11,80

\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade; \* significativo em nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste t.

Aprimorando a qualidade do ajuste de modelos biométricos florestais pelo emprego da teoria dos modelos não-lineares generalizados Calegario, (2005), concluiu-se que dos quatro modelos não-lineares testados (logístico, Richards, Gompertz e Weibull), o de melhor performance para a base de dados do estudo foi o logístico. Esse modelo apresentou menores correlações entre os parâmetros estimados, indicando a não presença de excesso de parâmetros no modelo. Adicionalmente, o modelo logístico possui a importante característica da interpretabilidade biológica dos parâmetros.

Os modelos modificados foram significativos em nível de 1% de probabilidade para a variável altura de planta, diâmetro de caule e diâmetro de copa, concordando com os resultados obtidos para a cultivar Golden. Ou seja, em ambas as cultivares a produtividade influencia significativamente o diâmetro da copa, visto que nos modelos originais, sem a inclusão da produtividade acumulada, não foram significativos estatisticamente.

Os modelos de Gompertz, logístico e monomolecular modificados para a variável dependente altura de planta, sendo acrescentado a variável independente produtividade acumulada ( $P_{acm}$ ) em toneladas por hectare são apresentados nas Figuras 5 A, B e C. Os coeficientes de determinação ajustados ( $R^2_{ajs}$ ) e de concordância (d) ficaram em torno de 0,9772 (logístico) a 0,9875 (monomolecular) e 0,9919 (monomolecular) a 0,9964 (Gompertz). Estes modelos foram superiores aos originais para a variável altura de planta. O modelo monomolecular modificado obteve o coeficiente de determinação ajustado superior aos modelos modificados de Gompertz e logístico, enquanto que o de Gompertz modificado apresentou o maior coeficiente de concordância. A Figura 5 (G, H, e I) apresenta os coeficientes de regressão ajustados e concordância dos modelos modificados para a variável dependente diâmetro de copa. O modelo monomolecular modificado apresentou valor superior ao do coeficiente de determinação ajustado em relação aos modelos Gompertz e logístico modificados. Observou-se que os valores estimados de diâmetro de copa pelos modelos tendem a decair com o aumento da taxa de produtividade. Estes valores variaram entre 0,9497 (monomolecular) e 0,9945 (logístico) para o coeficiente de determinação ajustado; e de 0,9416 (monomolecular) a 0,9944 (logístico) para o índice de concordância de Willmontt.



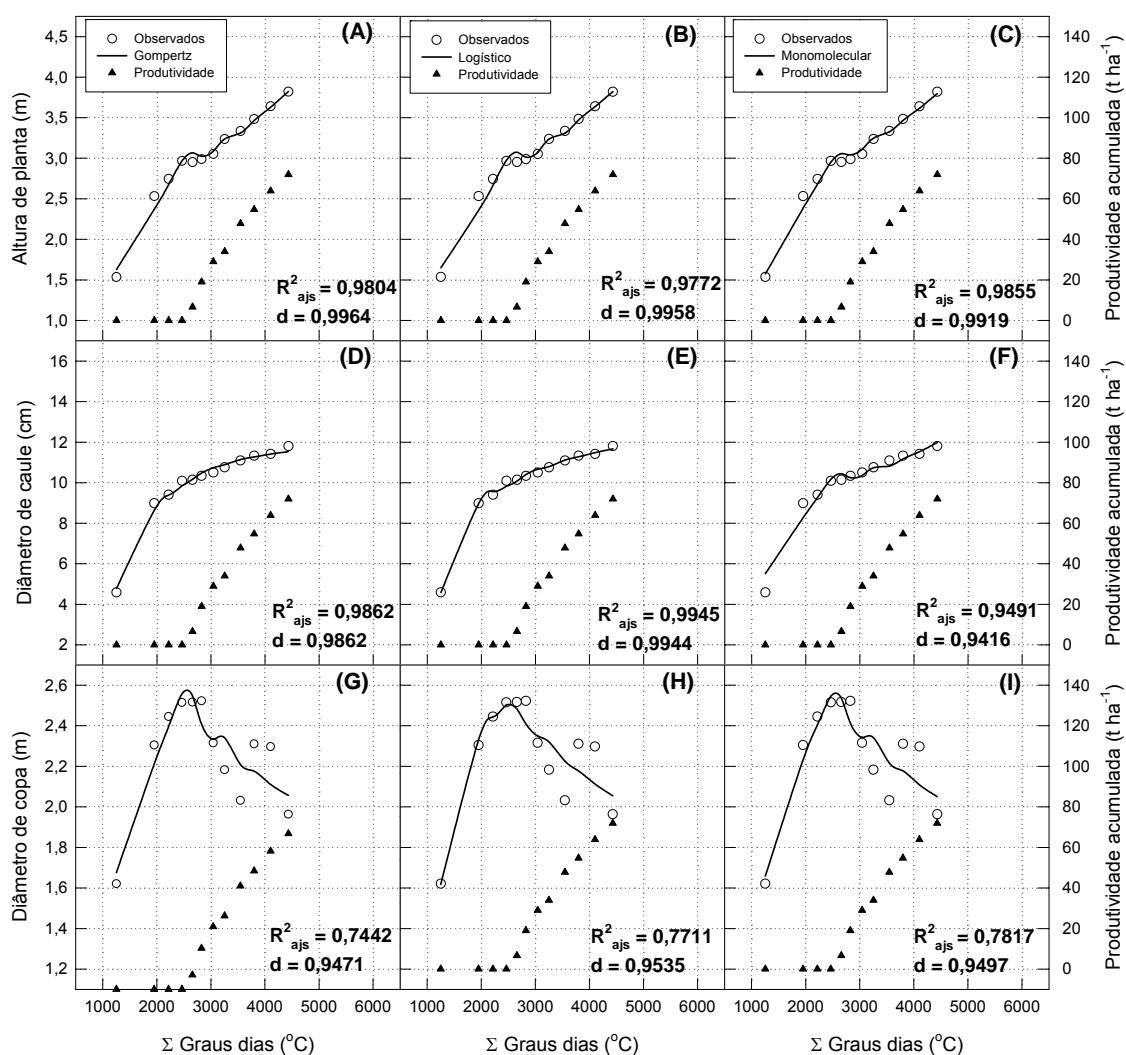


Figura 5 - Valores de Altura de planta (A, B e C), diâmetro de caule (D, E e F), e diâmetro de copa (G, H e I) observados e estimados pelos modelos modificados Gompertz (A, D e G), logístico (B, E e H) e monomolecular (C, F e I), tendo como variáveis independentes graus-dias e produtividade acumulada, para o híbrido UENF Caliman 01.

Pelo teste t os dados obtidos pelo experimento não diferem estatisticamente em nível de 1 % de probabilidade dos obtidos pelos modelos modificados estudados. O valor do coeficiente angular (b) das regressões (Tabela 8) foi de  $0,9991$  (monomolecular)  $\leq b \leq 0,9995$  (Gompertz) para a variável altura de planta, de  $0,9973$  (monomolecular)  $\leq b \leq 0,9999$  (logístico) para diâmetro de caule, e de  $0,9974$  (Gompertz)  $\leq b \leq 0,9978$  (logístico).

Tabela 8 - Valores de erro padrão de estimativa (EPE) e coeficiente angular da reta (b) para os modelos modificados de Gompertz, logístico e monomolecular

Modelos	Parâmetros	Variáveis		
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)	Diâmetro de copa (m)
Gompertz	EPE	±0,0835	±0,2239	±0,1361
	Coef. angular (b)	0,9995	0,9981	0,9974
Logístico	EPE	±0,0901	±0,1418	±0,1288
	Coef. angular (b)	0,9994	0,9999	0,9978
Monomolecular	EPE	±0,0719	±0,4297	±0,1257
	Coef. angular (b)	0,9991	0,9973	0,9976

A taxa de crescimento relativo máximo apresentada pelo modelo logístico modificado foi igual ao valor da taxa de crescimento observado no experimento II. O modelo monomolecular obteve o menor EPE para a variável dependente altura de planta, seguido dos modelos modificados de Gompertz e logístico modificado. Para a variável dependente diâmetro de caule o logístico modificado apresentou o menor erro padrão de estimativa e o Gompertz modificado o valor mais próximo de r (Tabela 9). O Modelo de Gompertz modificado não foi significativo para a variável diâmetro de copa, sendo o modelo monomolecular modificado o que obteve menor EPE e taxa de crescimento igual ao observado.

Tabela 9 - Valores estimados dos parâmetros dos modelos de crescimento modificados avaliados (EPE entre parênteses) para o mamoeiro, UENF Caliman 01, tendo como variável independente, graus-dias (GD) e produtividade acumulada ( $P_{acm}$ ).

Modelos	Parâmetros	Variáveis		
		Altura (m)	Diâmetro de caule (cm)	Diâmetro de copa
Gompertz	$w_0$	0,6307** (±0,1063)	0,0015 <sup>ns</sup> (±0,0057)	0,7089 <sup>ns</sup> (±0,3670)
	r	0,0009** (±0,0002)	0,0170 <sup>ns</sup> (±0,0097)	0,0009 <sup>ns</sup> (±0,0008)
	rd	0,0003** (±0,0001)	0,0019** (±0,0005)	0,0005 <sup>ns</sup> (±0,0004)
	$P_{acm}$	-0,0196** (±0,0047)	0,0126 <sup>ns</sup> (±0,0067)	-0,0192 <sup>ns</sup> (±0,0102)
Logístico	$w_f$	7,6018** (±1,0870)	10,0461** (±0,1230)	2,5790** (±0,1581)
	$w_0$	0,7908** (±0,0940)	0,1359* (±0,0500)	0,1855 <sup>ns</sup> (±0,2738)
	r	0,0007** (±0,0001)	0,0033** (±0,0003)	0,0025* (±0,0010)
	$P_{acm}$	-0,0225** (±0,0054)	0,0225** (±0,0025)	-0,0073* (±0,0073)
Monomolecular	$w_f$	16,4198 <sup>ns</sup> (±10,5132)	42,7997 <sup>ns</sup> (±34,8408)	3,6713** (±0,8199)
	r	0,0001 <sup>ns</sup> (±0,0001)	0,0001 <sup>ns</sup> (±0,0001)	0,0005* (±0,0002)
	$P_{acm}$	-0,0156** (±0,0040)	-0,0631* (±0,0236)	-0,0164** (±0,0051)
observado	r	0,0007	0,0010	0,0005
	$W_f$	3,82	11,80	2,52

\*\* significativo em nível de 1% de probabilidade; \* significativo em nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo pelo teste t.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

O estudo experimental foi conduzido na fazenda Caliman Agrícola com duas cultivares de mamão (Golden e o híbrido UENF Caliman 01), O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x4 em parcelas subdivididas. Os tratamentos foram: cinco lâminas de irrigação: 50, 70, 90, 110 e 130% da evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ), aplicadas diariamente nas parcelas. E quatro doses de nitrogênio (sulfato de amônio) 90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup> por mês para cada experimento. O objetivo foi avaliar o ajuste dos modelos Gompertz, logístico e monomolecular ao crescimento após a sexagem e seus efeitos na produção sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada no Norte do Espírito Santo. Os ajustes dos modelos de crescimento foram efetuados utilizando-se a variável independente “graus-dias” (GD). Em uma segunda etapa os modelos foram modificados e avaliados com a adição de mais uma variável independente (produtividade acumulada). Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- Não houve efeito dos níveis de irrigação e doses de sulfato de amônio na altura, diâmetro do caule e diâmetro de copa;
- Na cultivar golden e no Híbrido UENF Caliman 01 os modelos originais apresentaram-se significativos em nível de 1% de probabilidade para a variável altura de planta e diâmetro de caule. Contudo, estes modelos não apresentaram ajuste significativo para a variável diâmetro de copa;
- Nos modelos originais e modificados, de forma geral, os parâmetros apresentam expressão biológica e não puramente estatística, uma vez que os coeficientes de determinação ajustados obtiveram valores elevados para altura de planta e diâmetro de caule e diâmetro de copa (modelos modificados);
- Através dos modelos modificados para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01 pode-se observar a influência da produtividade no crescimento das plantas.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, F. T.de (2000) **Respostas do mamoeiro (*Carica papaya* L.) “do grupo solo” a diferentes lâminas de irrigação no Norte Fluminense**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Campos do Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense. – UENF. 112 p.

ARCE, J. E., GOMES, F. S. SANQUETTA, C. R. da Cruz, E. C. Utilização dos processos de difusão na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. **CERNE**, V.4, N.1, p.154-170, 1998.

AMER, F.A.; WILLIAMS, W.T. Leaf-area growth in *Pelargonium zonale*. **Annals of Botany**, London, v. 21, n. 83, p. 339-342, 1957.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 44 p.

CALEGARIO, N., CALEGARIO, C. L. L., MAESTRI, R., DANIELS, R. Melhoria da qualidade de ajuste de modelos biométricos florestais pelo emprego da teoria dos modelos não lineares generalizados. **SCIENTIA FORESTALIS** n. 69, p.38-50, dez. 2005

CRANE, J.H. **Papaya growing in the Florida home landscape** Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 2005.

INMET. **Normais climatológicas** (1961-1990) Departamento Nacional de Meteorologia, Brasília, 1992.

JENSEN, M.E.; BURMAN, R.D.; E ALLEN, R.G. **Evapotranspiration and irrigation water requirements**. ASCE, Manuals and Reports on Engineering Practice no 70, New York. 1990. 332p.

JONES, H.G. **A quantitative approach to plantenvironment interactions. In: Plants and microclimate: a quantitative approach to environmental plant physiology.** 2. ed. Cambridge: Cambridge University, 1992, p. 1-8.

LOZADA, B.I., ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e graus-dias para a estimativa da duração do subperíodo da semeadura à floração de um híbrido de milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS, v. 7,n. 1, p. 31-36, 1999.

LYRA, G.B., de SOUZA, J.L., LYRA, G.B., dos SANTOS E.A. Probabilidades de atendimento das necessidades bioclimáticas do mamão em cinco microrregiões do estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria-RS. Submetido, 2007.

LYRA, G.B. ZOLNIER, S., COSTA, L.C., SEDIYAMA, G.C., SEDIYAMA, M.A.N. Modelos de crescimento para alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em sistema hidropônico sob condições de casa-de-vegetação, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 69-77, 2003.

NISHINA, M., ZEE, F., EBESU, R., ARAKAKI, A., HAMASAKI, R., FUKUDA, S., NAGATA, N., CHIA, C. L., NISHIJIMA, W., MAU, R., UCHID, R. Papaya Production in Hawaii. **College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR)**, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii, v.3, 8p. 2000.

PENNING de VRIES, F.W.T.; VAN LAAR, H.H. **Simulation of plant growth and crop production.** Wageningen: PUDOC, 1982. 308 p.

PEARL, R.; REED, L.J. Skew growth curves. **Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States.** v. 6, p.16-22, 1920.

RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. **Journal of Experimental Botany**, v. 10, London, n. 29, p. 290-300, 1959.

RUNGSIMANOP, C.; SUKSRI, A.; SRINUKUL, S. Some irrigation methods which influence the growth of custard apple and papaya when intercropped in northeast Thailand. **Horticultural Abstract**. Farnham Royal, v. 58. p.472-478, 1988.

SAABOR, A., SGANZELLA, LOPES L. H., CUNHA, M. M. FERNANDES C., **Frutiséries: Mamão**, Ministério da Integração Nacional – MI, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica – SIH, Departamento de Projetos Especiais - DPE Belo Horizonte, MG. 2000, v.7. 8p.

SCHINEIDER, J.A., TEXEIRA, R.L. Relacionamento entre anfíbios e bromélias da regência, Linhares, Espírito Santo, Brasil . **Iherigia, Sér. Zool**. Porto Alegre, RS. (91) p. 41-48, 2001.

SILVA, J. G. F. **Efeitos de diferentes lâminas e freqüências de irrigação sobre o desenvolvimento e a produtividade do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. 1999. 90 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TEI, F.; SCAIFE, A.; AIKMAN, D.P. Growth of lettuce, onion and red beet. 1. Growth Analysis, Light Interception, and Radiation Use Efficiency. **Annals of Botany**, London, v. 78, n. 5, p. 633-643, 1996.

WILLMONTT, C. J., On the validation of models. **Physical Geography**, Delaware, v. 2, n. 2, p. 184-194, 1981.

**TEORES DE NUTRIENTES DO MAMOEIRO (*Carica papaya* L.) SOB  
CONDIÇÕES DE DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE  
SULFATO DE AMÔNIO NAS CONDIÇÕES DO NORTE DO ESPÍRITO SANTO**

**RESUMO**

Objetivou-se no presente trabalho determinar os teores de nutrientes no limbo e pecíolo foliar em função da lâmina total aplicada e da adubação com sulfato de amônio, assim como suas interações, para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01. Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Espírito Santo. Aplicou-se o delineamento estatístico com esquema fatorial em blocos casualizados (5x4) em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação e quatro doses de sulfato de amônio. Em três períodos diferentes foram coletadas amostras de limbo e de pecíolo para determinar os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e B. Esses resultados foram ajustados aos modelos quadrático e parabolóide. Os teores de nutrientes, quando estatisticamente significativos pelo teste F ( $P < 0,05$ ). A constatação da variação significativa da maioria dos teores de nutrientes, com diferentes lâminas totais de água aplicada e doses de sulfato de amônio mostra a necessidade de estudos que determinem as adequadas adubações potenciais em função de diferentes lâminas de água e doses de sulfato de amônio. A interpretação da análise foliar deve levar em consideração a época de amostragem, uma vez que, alguns períodos são mais críticos para determinados nutrientes.

## ABSTRACT

It was aimed at in the present work to determine the contents of nutrients in the blades and foliate petioles in answer to the irrigation depth and to the manuring with ammonium sulphate, as well as their interactions, for cultivar Golden and for the hybrid UENF Caliman 01. The experiments driven in farm Agricultural Caliman S.A., located in the municipal district of Linhares, Espírito Santo. The experimental statistical randomized was in complete blocks design with 5x4 factorial scheme in split-plot. Five irrigation water depths were used with daily irrigation frequency and four doses of ammonium sulphate 90, 188, 288 and 377kg ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup>. For the models of second order, it was obtained a significant adjustment at 5% level of probability, being five irrigation depths and four doses of nitrogen. In three different periods, leaf blade and petiole were collected to determine the contents of N, P, K, Ca, Mg, S, Faith, Zn, Co, Mn and B, adjusting the results to the quadratic models and paraboloid. The contents of nutrients when significant for the test F ( $P < 0,05$ ). The verification of the significant variation of most of the contents of nutrients with different total depth of applied water and levels of ammonium sulphate showing the need of studies that determined the appropriate potential planting material in function of different blade irrigation and doses of ammonium sulphate. The interpretation of the leaf analysis should take into account the sampling time once, some periods are more critical for certain nutrients.



## 1. INTRODUÇÃO

O mamoeiro se desenvolve em diversos tipos de solo, porém solos com boa estrutura, permeáveis, profundos e ricos em matéria orgânica são os ideais. A maior parte das áreas de cultivo do mamoeiro no Brasil se encontra em solos de baixa fertilidade (norte do Espírito Santo e extremo sul da Bahia), principalmente no que se refere aos níveis de fósforo. Isso resulta na utilização de altas doses de fertilizantes. Associado a baixa fertilidade das áreas onde é cultivado e a característica de colheitas intermitentes do mamão no início da produção, a cultura demonstra a necessidade de suprimentos de água e nutrientes em intervalos freqüentes, de modo a permitir o fluxo contínuo de produção de flores e frutos (Oliveira, 2002).

O manejo eficiente da irrigação requer informações relacionadas ao clima, à planta, ao solo, à água e aos nutrientes. A água, quando aplicada em excesso além de perdas por drenagem ou escoamento superficial, pode resultar na lixiviação de nutrientes para zonas do solo não exploradas pelas raízes e também falta de aeração adequada, os quais afetam a absorção de nutrientes. No caso de aplicação deficiente podem ocorrer prejuízos produtivos nos períodos críticos e riscos de concentrações de sais nas zonas mais ativas das raízes.

O nitrogênio é o elemento mais exigido pelo mamoeiro, sua absorção é crescente e constante durante o ciclo da planta, este elemento fomenta o crescimento vegetativo e não deve faltar nos primeiros cinco a seis meses após o plantio. A ordem do estado nutricional da planta em relação aos macro e micronutrientes apresentada por Malavolta (1980), Prezzoti, (1992), Malavolta et al. (1997), Campostrini et al. (2001) e Falcão et al. (2004) no limbo do mamoeiro são as seguintes: nitrogênio (N) > potássio (K) > cálcio (Ca) > magnésio (Mg) > fósforo (P) > enxofre (S) para os macronutrientes, e ferro (Fe) > boro (B) > zinco (Zn) > cobre (Cu), para micronutrientes. No Brasil, a uréia e o sulfato de amônio constituem as principais fontes de N. Por sua vez, o sulfato de amônio, que representa cerca de 25% do mercado, quando aplicado ao solo, por dissolução, produz diretamente íons amônio. Uma vez presente no solo, o amônio pode ser oxidado a nitrato, em uma reação mediada por bactérias autotróficas e

denominada nitrificação (Silva & Vale, 2000). Este efeito do sulfato de amônio pode influenciar nos teores dos nutrientes no limbo e pecíolo do mamoeiro.

A análise de material vegetal reflete, de certo modo, a fertilidade do solo, mas não permite avaliá-la. É consequência de um conjunto de fatores que condicionam a absorção dos nutrientes (Raij et al., 1997). A aplicação de adubos no solo não garante o aproveitamento de nutrientes pela cultura, uma vez que os nutrientes estão sujeitos a processos de perdas ou podem ficar em formas indisponíveis às plantas, ou ainda interagirem em processos de inibição e sinergismo (Marschner, 1995). O uso da análise foliar, na diagnose do estado nutricional das plantas, baseia-se na correlação entre sua taxa de crescimento ou de produção e o teor de nutrientes nos seus tecidos (Jones et al., 1990). Dessa correlação são estabelecidos limites dos teores de nutrientes correspondentes às mudanças na resposta das plantas em termos de produção. Tais teores são considerados “níveis críticos” e delimitam faixas de teores relacionados às deficiências nutricionais, aos níveis adequados ou à toxidez de minerais (Malavolta et al., 1997).

As exigências nutricionais na cultura do mamoeiro devem ser monitoradas com base no desenvolvimento da cultura e nos níveis foliares de nutrientes. Segundo Oliveira (2002), no mamoeiro o tecido que melhor representa o seu estado nutricional, para a maioria dos nutrientes é o pecíolo da folha, que apresenta na sua axila uma flor prestes a se abrir ou recentemente aberta. Entretanto, Marinho et al. (2002) concluíram que a análise do limbo mostra-se mais efetiva que o pecíolo na avaliação do estado nutricional do mamoeiro, diferenciando melhor as variedades em relação a N, P, K e Cl, não diferindo em relação aos demais nutrientes. Ou seja, para esses autores a análise do limbo deve ser utilizada como indicadora do estado nutricional do mamoeiro. A avaliação do estado nutricional do mamoeiro, quando efetuada por meio do limbo ou do pecíolo foliar leva a diagnósticos diferentes, o que indica a necessidade da definição de um único padrão.

De acordo com as questões levantadas, objetivou-se no presente trabalho determinar os teores de nutrientes, utilizando análise foliar, no limbo e pecíolo em função da lâmina total de água aplicada e da adubação com sulfato de amônio, para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos com os mamoeiros cultivares Golden e UENF Caliman 01 foram conduzidos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Espírito Santo, (latitude 19°11'13''S, longitude 40°05'39''W e altitude 29 m). Nas áreas experimentais aplicou-se o delineamento estatístico com esquema fatorial em blocos casualizados (5x4) em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação e quatro doses de nitrogênio, totalizando 20 tratamentos.

O espaçamento utilizado foi de 3,6 x 2,0 x 1,8 m. A adubação de plantio seguiu as recomendações da Fazenda Caliman S.A., da seguinte forma: 1000 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples no plantio e 30 g por planta de sulfato de amônio, um mês após o plantio (25/11/04). No terceiro mês aplicou-se esterco de galinha e munha de carvão (10 t ha<sup>-1</sup>) junto com adubação mineral de nitrogênio, fósforo e potássio (NPK), na proporção 2:2:1, 100 g planta<sup>-1</sup> de sulfato de amônio e superfosfato simples e 50 g planta<sup>-1</sup> de cloreto de potássio. Essas adubações foram efetuadas na projeção da copa, a 0,20 m do caule. A primeira aplicação de micronutrientes foi realizada em 21/02/05, sendo posteriormente aplicado de acordo com o manejo da fazenda até o fim dos experimentos. Do terceiro mês até o término dos experimentos aplicou-se a irrigação e a adubação nitrogenada pré-definida para cada tratamento. No mesmo período em que foram feitas essas adubações, realizaram-se as adubações convencionais com cloreto de potássio (179 kg ha<sup>-1</sup>) e micronutrientes, de acordo com a recomendação da fazenda.

Aplicaram-se lâminas de irrigação iguais a 50, 70, 90, 110 e 130% (L1, L2, L3, L4 e L5), com turno de rega diário, combinadas com doses de sulfato de amônio de 90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> (N1, N2, N3 e N4). Os dados foram submetidos à análise de variância em nível de 5% de probabilidade. Em seguida testados os modelos quadráticos (equação 1) para as lâminas de irrigação, doses de sulfato de amônio e o modelo parabolóide (equação 2), quando ocorreu interação dos dois fatores, por meio de análises de regressões.

Polinômio do segundo grau:

$$Y = a + bX + cX^2 + e_i \quad (1)$$

em que,

Y = teor de macro, g kg<sup>-1</sup> ou micronutrientes, mg kg<sup>-1</sup>;

X = lâmina total de água aplicada, mm; ou adubação nitrogenada, kg ha<sup>-1</sup>.

a, b, c = coeficiente de ajuste;

e<sub>i</sub> = erro aleatório.

Modelo parabolóide:

$$Y = a + bL + cD + dL^2 + fD^2 + e_i \quad (2)$$

em que,

Y = teor de macro, g kg<sup>-1</sup> ou micronutrientes, mg kg<sup>-1</sup>;

L = lâmina total de água aplicada, mm; .

D = adubação sulfato de amônio, kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>

a, b, c, d, f = coeficientes de ajuste;

e<sub>i</sub> = erro aleatório.

Os teores de nutrientes nas folhas foram comparados com níveis críticos ou teores adequados apresentados por Costa (1995), Malavolta et al. (1997), Campostrini et al. (2001), Marinho et al. (2001), Almeida et al. (2002), Barreto & Araújo Filho (2002), Cruz (2003), Falcão et al. (2004), Santana (2004) e Mesquita (2005) para o limbo e Reuther & Robinson (1986), Costa (1995), Malavolta et al. (1997), Marinho et al. (2001) e Almeida et al. (2002) para o pecíolo. Na ausência de interação entre os fatores optou-se por apresentar as médias gerais dos teores de nutrientes, em cada época, englobando todas as variedades. Quando houve interação foi feito o desdobramento dos teores médios, para cada tratamento, em cada época de amostragem separadamente.

Os experimentos seguiram o cronograma da Tabela 1. O primeiro experimento, utilizando a cultivar Golden, apresentou duração de 20 meses de cultivo, com 12 meses de colheita. No segundo experimento foi plantado o híbrido UENF Caliman 01, e apresentou 16 meses de cultivo com 8 meses de colheita. Foram realizadas três coletas de material para análise foliar do limbo e pecíolo para a cultivar Golden e duas coletas para o híbrido UENF Caliman 01.

Tabela 1 - Cronograma de execução dos experimentos com a cultivar Golden e o híbrido UENF Caliman 01

Implantação	Período	Golden	UENF Caliman 01
Transplântio	Início	20/10/04	14/10/04
Sexagem	Início	01/02/05	01/02/05
	Fim	28/03/05	16/02/05
Colheita	Início	15/07/05	05/07/05
	Fim	30/06/06	22/02/06
Análise foliar (AF)	1 <sup>a</sup>	22/07/05	22/07/05
	2 <sup>a</sup>	03/01/06	03/01/06
	3 <sup>a</sup>	20/06/06	-

Foi coletada uma folha sadia, recém-madura, caracterizada por apresentar flor recém-aberta em sua axila, em quatro plantas úteis por parcela. Imediatamente após o corte, as folhas foram divididas em limbo e pecíolo formando uma amostra de cada e avaliadas separadamente. Considerou-se nas análises foliares o material homogeneizado das quatro folhas amostradas. Estas amostras foram retiradas sempre no período da manhã (entre 8 e 11 h da manhã). As análises foliares seguem metodologia sugerida por Malavolta et al. (1997). O preparo do material para análise no laboratório segue os seguintes passos: Lavagem, secagem, moagem e armazenamento. O nitrogênio (N) foi determinado pelo método de digestão ácida quente. Através da digestão nitro-perclórica determinaram-se os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn). O boro (B) foi determinado por digestão seca (Malavolta et al. 1997).

Foram realizadas as análises químicas das amostras de solo da área experimental, antes da implantação do experimento e no final do experimento. Na coleta das amostras no final do experimento foi retirado solo em todas as subparcelas na profundidade de 0 a 0,02 m. Homogeneizando as amostras de solo dos tratamentos de lâminas totais de água aplicada em função das doses de sulfato de amônio (N1, N2, N3 e N4), para cada bloco.

Para as análises das características físicas e químicas dos frutos foram determinados à firmeza interna e externa da polpa e o sólidos solúveis totais (SST). Medidas do Conteúdo de Sólidos Solúveis Totais: ou o conteúdo de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado no suco extraído de uma amostra do tecido da polpa a partir da extração por prensa de mão. As leituras foram efetuadas em um refratômetro manual. Nas medidas da Firmeza da Polpa cada

fruto foi dividido ao meio, no sentido longitudinal, resultando em duas faces. A firmeza foi determinada em três pontos eqüidistantes de cada face dos frutos e distanciados da casca cerca de 0,5 cm, por meio da resistência à penetração na polpa. Para tal foi utilizado um penetrômetro de bancada (Fruit Pressure Tester, Italy; modelo 53205) com adaptador de 3,0 x 3,0 cm (altura x diâmetro). Os resultados foram expressos em Newton (N).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As discussões referentes à produtividade, ao peso médio, ao diâmetro e ao comprimento de frutos, à precipitação, à temperatura, à evapotranspiração e ao balanço hídrico nos experimentos são apresentadas no capítulo 1. As máximas produtividades físicas são iguais a 94,83 t ha<sup>-1</sup>, com lâmina máxima de 1549,83 mm (Golden) e 88,01 t ha<sup>-1</sup> e lâmina máxima aplicada de 938,06 mm (híbrido UENF Caliman 01). As lâminas ótimas econômicas para o mercado interno e externo, respectivamente, para o Golden durante os 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita são de 1546,52 e de 1547,32mm e 936,52 e de 937,32mm para UENF Caliman 01 durante os 16 meses após o transplântio e 8 meses de colheita.

A chuva acumulada, durante os tratamentos com as lâminas diferenciadas (457 dias) foi de 2021 mm. Com média anual de 1614,1mm ano<sup>-1</sup>. A temperatura média diária mínima durante o período experimental na região foi de 18,2°C em julho de 2005 e atingiu valor máximo em 28,7°C, em fevereiro de 2006. A evapotranspiração de referência apresentou valor mínimo observado em novembro de 2005, (0,1 mm d<sup>-1</sup>) e a máxima em fevereiro de 2006 (5,3 mm d<sup>-1</sup>).

Os teores de nutrientes encontrados no limbo da cultivar Golden e do híbrido UENF Caliman 01, em função dos tratamentos de lâmina de água total aplicada e doses de sulfato de amônio, apresentaram valores superiores aos teores encontrados no pecíolo, nas três análises foliares. Com exceção do potássio que obteve maiores concentrações no pecíolo.

No geral, os teores de nutrientes para a cultivar Golden no limbo, apresentaram na primeira análise foliar os maiores teores de N, P e S, e os menores teores de Cu e Mn; na segunda análise foliar os maiores teores foram de K, Ca e Mg, e os menores N, Fe, Cu, Zn e B; enquanto que na terceira análise foliar os maiores teores foram de Fe, Zn, Mn, Cu e B, e os menores de P, K, Mg e S. No pecíolo teores variaram na seguinte ordem: na primeira análise foliar os maiores teores foram de P, Mg, S, Cu e B os menores teores de K, Ca, Zn e Mn; na segunda análise foliar os maiores teores foram teores de Ca e Zn, e os menores N, P, Mg, Fe e B; enquanto que na terceira análise foliar os maiores teores foram de N, K, Fe, B e os menores de S e Cu. No híbrido UENF Caliman 01 no limbo e no pecíolo os teores de N, P, Ca, Mg, S, Fe e Mn foram maiores na primeira análise foliar, assim como os teores de Zn no limbo e o B no pecíolo para a mesma análise. O K e Cu foram menores nesta análise.

Os sólidos solúveis totais - brix (SST) e a firmeza externa de fruto não apresentaram diferença estatística significativa em nível de 5% de probabilidade pelo teste F na variedade Golden e no híbrido UENF Caliman 01. A firmeza interna apresentou significância em função da lâmina total de água pelo mesmo teste em nível de 5% de probabilidade (Tabela 2) na variedade UENF Caliman 01.

Tabela 2 - Firmeza interna de fruto (Newton) na variedade Golden 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita.

Sulfato de amônio kg há <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup>	Lâmina Total de água aplicada (mm)					Média
	L <sub>1</sub> (1236)	L <sub>2</sub> (1339)	L <sub>3</sub> (1444)	L <sub>4</sub> (1525)	L <sub>5</sub> (1604)	
N <sub>1</sub> (99)	81,62	80,92	77,72	75,31	81,24	79,36
N <sub>2</sub> (188)	83,12	78,38	77,65	76,82	80,57	79,31
N <sub>3</sub> (288)	83,58	78,29	82,73	78,18	79,93	80,54
N <sub>4</sub> (377)	82,85	78,04	81,36	75,12	81,44	79,76
Média	82,79	78,91	79,87	76,36	80,79	79,74

Por meio dos dados de firmeza interna de fruto (FI), ajustou-se o modelo de segundo grau em função dos tratamentos com as lâminas de irrigações totais, obtendo coeficiente de regressão (R<sup>2</sup>) igual a 0,63:

$$FI = 282,853 - 0,280780L + 9,6218 * 10^{-5}L^2$$

Em que:

FI = Firmeza interna de frutos, (N); e

L = Lâmina total de água aplicada em 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita, (mm).

O mamoeiro apresenta bom desenvolvimento em solos com o pH 5,5-6,7, em solos ácidos (pH 4,5-5,0) ou de acidez média (pH 5,1-5,5), com teores de  $Al^{+3}$  superiores a  $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  ou de  $Ca^{+2}+Mg^{+2}$  inferiores a  $2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , a calagem se torna necessária. Esta prática é recomendada com base na análise química do solo, pois eleva o pH do solo, contribuindo para o aumento da disponibilidade de nutrientes (N, P, K, S e Mo), neutralização do Al e/ou Mn trocáveis, fornecimento do Ca e Mg para as plantas, elevação da saturação por bases (V%) e melhoria da atividade microbiana (Prado & Natale, 2004). Segundo os autores supracitados, os resultados de pH do solo, V(%),  $Al^{+3}$  e  $Ca^{+2}+Mg^{+2}$ , ao término do experimento, ficaram fora da faixa adequada para a cultura (Tabela 3).

O aumento da acidez causado pelo fertilizante nitrogenado é explicado pela nitrificação das diferentes formas de nitrogênio, o que resulta na sua conversão em ácido nítrico e do ânion sulfato que por hidrólise origina ácido sulfúrico. Caires & Fonseca (2000) estudando o efeito da calagem na superfície do solo observaram o aumento no pH, Ca e Mg trocáveis, saturação por bases e redução nos teores de Al trocável, nas três profundidades estudadas, com efeitos mais acentuados nas camadas superficiais do solo (0-0,05 m e 0,05-0,10 cm). Os teores de K trocável e de P disponível não foram influenciados pela aplicação de calcário. Os teores de  $S-SO_4^{-2}$  foram reduzidos nas camadas superficiais com a calagem, devido à liberação do sulfato adsorvido em decorrência do aumento do pH, com movimentação deste para o subsolo, conforme resultados encontrados por Catani & Gallo (1954) e Silva & Vale (2000), que evidenciam que o nitrogênio na forma de sulfato de amônio, mesmo em pequenas doses, pode influenciar na acidificação de solos.



Tabela 3 - Características químicas de amostras de solo (0-0,20 m) da área antes da instalação do experimento (AE) e em função das doses de sulfato de amônio no final do experimento.

Parâmetros analisados	Unidade	Resultado da análise								
		AE	Golden				UENF Caliman 01			
			N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4
Fósforo Mehlich	mg dm <sup>-3</sup>	64	91	67	95	85	127	85	125	113
Potássio (K)	mg dm <sup>-3</sup>	38	643	860	733	800	250	207	193	237
Enxofre (S)	mg dm <sup>-3</sup>	5	142	178	216	192	38	31	36	53
Cálcio (Ca)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	1,8	0,3	0,3	0,3	0,2	1,0	0,5	1,1	0,4
Magnésio (Mg)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,8	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Alumínio (Al)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,0	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,2	5,7	5,6	5,7	5,1	5,6	6,3	5,8	7,1
pH em H <sub>2</sub> O	-	6,3	4,3	4,3	4,4	4,4	4,6	4,4	4,3	4,3
Matéria Orgânica	g kg <sup>-1</sup>	22	19	17	18	18	18	18	18	19
Ferro (Fe)	mg dm <sup>-3</sup>	36	147	164	146	117	220	182	196	118
Zinco (Zn)	mg dm <sup>-3</sup>	5,5	1,7	1,4	1,7	1,3	2,7	1,7	3,1	1,9
Cobre (Cu)	mg dm <sup>-3</sup>	2,0	2,6	2,8	2,7	2,4	2,5	2,5	3,1	2,4
Manganês (Mn)	mg dm <sup>-3</sup>	26,0	3,0	2,7	2,7	2,7	4,0	3,0	4,0	2,3
Boro (B)	mg dm <sup>-3</sup>	0,3	0,7	0,7	0,7	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5
Sódio (Na)	mg dm <sup>-3</sup>	0,0	35	34	33	23	72	61	59	71
Sat. Ca na CTC (T)	%	36,0	4,3	3,3	3,8	2,7	13,8	7,6	14,7	5,3
Sat. Mg na CTC (T)	%	18,0	1,3	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,2
Sat. K na CTC (T)	%	1,9	21,0	27,1	23,6	27,7	8,6	7,0	6,7	7,5
Soma de Bases (SB)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,7	2,1	2,6	2,3	2,3	1,7	1,2	1,7	1,1
CTC efetiva (t)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,7	2,7	3,2	2,8	2,9	2,3	2,0	2,5	2,1
CTC a pH 7,0 (T)	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	4,9	7,8	8,2	8,0	7,4	7,3	7,4	7,5	8,2
Sat. Alumínio (m)	%	0,0	22,4	20,6	19,9	20,4	24,6	41,8	33,0	45,9
Saturação de bases	%	55,1	26,7	31,4	28,5	31,6	23,7	15,6	22,5	13,9

Através do teste F em nível de 5% de probabilidade determinou-se a diferença estatística entre os teores de nutrientes em função dos tratamentos de lâminas totais de água, doses de sulfato de amônio e a interação entre os dois fatores. No apêndice 2 são apresentados os resumos das análises de variância dos testes realizados. Os tratamentos com as lâminas totais de água, doses de sulfato de amônio e a interação entre os dois fatores, no híbrido UENF Caliman 01, não apresentaram significância estatística no limbo na primeira análise foliar, para os teores de nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e boro (B); no limbo para a segunda análise foliar para os teores de N, fósforo (P), K, Mg, Zn, Mg e B; no pecíolo na primeira análise foliar para os teores de P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn e Mn; e no pecíolo na segunda análise foliar para os teores de Ca, Mg, Cu e Mn. Para a cultivar Golden na primeira análise foliar os teores de N, P, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu,

Mg e B não apresentaram diferença estatística no limbo e no pecíolo. Na segunda análise foliar os teores de Mg, Cu e Mn não apresentaram diferença estatística no limbo e no pecíolo.

As Tabelas 4 a 7 apresentam as equações e os coeficientes de regressões significativos em nível de 5% de probabilidade no limbo e pecíolo foliar para os nutrientes nas três análises foliares na cultivar Golden e no híbrido UENF Caliman 01.

Tabela 4 - Modelos de regressão obtidos relacionando os teores de nutrientes no limbo com as laminais totais de água aplicada (L) e as doses de sulfato de amônio (D) nas análises foliares (A.F.), para a cultivar Golden.

A.F.	Limbo*	R <sup>2</sup>
1	$K = 25,07264 - 0,00905D + 2,477*10^{-6}D^2$	0,8962
2	$N = 61,38978 + 0,02239D + 1,15376*10^{-5}D^2$	0,8242
2	$P = -6,03713 + 0,01375L - 3,988*10^{-6}L^2$	0,8276
2	$S = -1,37338 + 0,01242L - 5,310*10^{-6}L^2$	0,9871
2	$Fe = 499,50862 - 0,49659L + 1,596*10^{-4}L^2$	0,8722
2	$B = -234,21072 + 0,37454L - 1,337*10^{-4}L^2$	0,7174
3	$P = 6,07444 - 0,00839L + 1,530*10^{-6}L^2$	0,8905
3	$K = 32,03359 - 0,01166D - 1,24249*10^{-5}D^2$	0,9999
3	$Mg = 7,15723 - 0,00934D + 2,832*10^{-5}D^2$	0,9302
3	$S = -9,96186 + 0,02322L - 8,967*10^{-6}L^2$	0,9036
3	$S = 3,74595 + 0,00902D - 1,679*10^{-5}D^2$	0,9960
3	$Fe = 533,9842 - 0,55113L + 1,873*10^{-4}L^2$	0,9866
3	$Fe = 114,33782 + 0,17721D - 3,626*10^{-4}D^2$	0,9335
3	$Zn = 302,25247 - 0,39283L + 1,459*10^{-4}L^2$	0,8622
3	$Mn = 55,1687 + 0,08850D - 1,51596*10^{-4}D^2$	0,9942
3	$B = 38,68096 - 0,01946D + 3,072*10^{-5}D^2$	0,8570

\* coeficientes de ajustes da equação do segundo grau significativo em nível de 5% de probabilidade teste t.

Tabela 5 - Modelos de regressão obtidos relacionando os teores de nutrientes no pecíolo com as laminas totais de água aplicada (L) e as doses de sulfato de amônio (D) nas análises foliares (A.F.), para a cultivar Golden.

A.F.	Pecíolo*	R <sup>2</sup>
1	$K = 39,07721 - 0,04314D + 4,093*10^{-5}D^2$	0,9570
1	$S = 3,12037 + 0,01119D - 2,018*10^{-5}D^2$	0,7214
2	$Ca = -33,13372 + 0,06646L - 2,501*10^{-5}L^2$	0,9508
2	$S = 44,90681 - 0,05104L + 1,576*10^{-5}L^2$	0,9528
2	$Fe = 73,93188 - 0,04860L + 9,970*10^{-6}L^2$	0,9205
2	$B = 22,82118 - 0,02066L + 1,439*10^{-5}L^2$	0,9341
3	$N = -56,63705 + 0,10435L - 3,701*10^{-5}L^2$	0,7177
3	$P = 33,16418 - 0,04340L + 1,500*10^{-5}L^2$	0,8842
3	$K = 77,5971 - 0,08352L + 3,149*10^{-5}L^2$	0,7123
3	$Ca = 68,52899 - 0,08240L + 2,843*10^{-5}L^2$	0,8857
3	$Ca = 8,72927 + 0,00056D + 6,817*10^{-6}D^2$	0,7369
3	$Mg = 4,74035 - 0,01029D + 2,76737*10^{-5}D^2$	0,9869
3	$S = 42,46473 - 0,06099L + 2,27*10^{-5}L^2$	0,9697
3	$Fe = 40,66901 - 0,02594D + 1,982*10^{-5}D^2$	0,9842
3	$Zn = -31,16174 + 0,07989L + -3,016*10^{-5}L^2$	0,8328
3	$Cu = 69,46369 - 0,09694L + 3,576*10^{-5}L^2$	0,9977
3	$Mn = 30,32601 - 0,02506D + 7,728*10^{-5}D^2$	0,7309
3	$S = 26,6277 - 0,03757L - 8,5916*10^{-4}D - 1,4156*10^{-5}L^2 + 1,4277*10^{-5}L^2$	0,7838

\* coeficientes de ajustes da equação do segundo grau significativo em nível de 5% de probabilidade teste t.

Tabela 6 - Modelos de regressão obtidos relacionando os teores de nutrientes no limbo com as laminas totais de água aplicada (L) e as doses de sulfato de amônio (D) nas análises foliares (A.F.), para o híbrido UENF Caliman 01.

A.F.	Limbo*	R <sup>2</sup>
1	$P = 6,13119 - 0,00539747D + 8,91742*10^{-6}D^2$	0,9995
2	$S = 0,241378 + 0,012417L - 8,01277*10^{-6}L^2$	0,7092
2	$Cu = 8,74125 - 0,00610L + 6,7746*10^{-6}L^2$	0,8358

\* coeficientes de ajustes da equação do segundo grau significativo em nível de 5% de probabilidade teste t.

Tabela 7 - Modelos de regressão obtidos relacionando os teores de nutrientes no pecíolo com as laminas totais de água aplicada (L) e as doses de sulfato de amônio (D) nas análises foliares (A.F.), para o híbrido UENF Caliman 01.

A.F.	Pecíolo*	R <sup>2</sup>
1	$N = 9,72434 + 0,0151706D - 2,56624 \cdot 10^{-5}D^2$	0,8007
2	$N = 7,75418 + 0,0342747D - 6,43045 \cdot 10^{-5}D^2$	0,8182
2	$S = 17,9768 - 0,0233053L - 8,76464 \cdot 10^{-6}L^2$	0,9857
2	$S = 5,07083 - 0,00889561D + 1,35149 \cdot 10^{-5}D^2$	0,9212
2	$Fe = 33,8275 - 0,0667681D + 1,10972 \cdot 10^{-4}D^2$	0,9870
2	$B = 15,6457 + 0,0582785D - 1,20881 \cdot 10^{-4}D^2$	0,9618
2	$Zn = 172,267 - 0,309604L + 1,51293 \cdot 10^{-4}L^2$	0,9352

\* coeficientes de ajustes da equação do segundo grau significativo em nível de 5% de probabilidade teste t.

Os teores médios de N no limbo e no pecíolo na primeira análise foliar na cultivar Golden foram de 68,2 e 12,5 g kg<sup>-1</sup>. No híbrido UENF Caliman 01 o teor médio no limbo foi de 62,1 g kg<sup>-1</sup>, enquanto que no pecíolo, em função das doses de sulfato de amônio estes teores variaram de 20,1 a 22,6g kg<sup>-1</sup>, para a aplicação dos tratamentos N1 e N3, respectivamente.

No Golden, os teores médios de N no limbo, em função dos tratamentos de sulfato de amônio na segunda análise foliar, apresentaram valores na faixa de 59,4 e 63,2 g kg<sup>-1</sup> para as doses de N4 e N1, respectivamente. No pecíolo do Golden, os valores médios, em função da interação dos tratamentos, apresentaram mínimo de 10,7 g kg<sup>-1</sup> no tratamento L1N4, e atingiu o valor máximo de 15,4 g kg<sup>-1</sup> no tratamento L2N4. No híbrido UENF Caliman 01 o teor médio de N no limbo para a segunda análise foliar foi de 55,5g kg<sup>-1</sup>. No pecíolo em função da interação entre os tratamentos fica na faixa de 9,6 a 15,6g kg<sup>-1</sup>, referente aos tratamentos L2N1 e L1N3, respectivamente.

Na terceira análise foliar os teores médios de N para o Golden no limbo variaram de 62,9 a 73,0 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L2N2 e L5N3. No pecíolo estes valores foram em torno de 13,7 a 20,0 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L1N1 e L3N3, respectivamente.

Os teores de N no limbo foram superiores às faixas adequadas apresentadas por Costa (1995), Malavolta et al. (1997) e aos valores de 45,0; 43,3; 12,6; 44,9; 56,9; 53,4 e 42,5 g kg<sup>-1</sup>, determinados em experimentos por

Campostrini et al., (2001), Marinho et al., (2001) Barreto & Araújo Filho, (2002); Almeida et al., 2002; Cruz, 2003; Santana et al., 2004; Falcão et al., (2004). Estes valores, para o pecíolo, estão acima dos recomendados por Malavolta et al (1997) e dos apresentados por Almeida et al (2002), mas dentro dos sugeridos por Costa (1995) e Reuther & Robinson (1986).

Os teores médios de P no limbo e no pecíolo para primeira análise foliar na cultivar Golden foram de 5,84 e 2,02 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Os teores de P no híbrido UENF Caliman 01 variaram no limbo em função das doses de sulfato de amônio aplicado, sendo o mínimo de 5,31g kg<sup>-1</sup> (N3) e o máximo de 5,68 g kg<sup>-1</sup> (N1). No pecíolo a média do teor de P foi de 2,30 g kg<sup>-1</sup>.

Na segunda análise foliar os teores de P no limbo e no pecíolo na cultivar Golden variaram em função dos tratamentos de lâminas totais de água aplicada, no limbo, esses teores ficaram na faixa de 4,91 a 5,92 g kg<sup>-1</sup>, para as lâminas de L1 e L4, respectivamente. Enquanto que no pecíolo, esses teores variaram de 1,79 a 2,33 g kg<sup>-1</sup>, nas lâminas L1 e L2, respectivamente. No limbo do híbrido UENF Caliman 01 o valor médio de P determinado na segunda análise foliar foi de 4,36 g kg<sup>-1</sup>, no pecíolo estes teores de P variaram em função da interação lâmina de água total aplicada e doses de sulfato de amônio, o tratamento L5N4 apresentou o menor teor de P (1,25 g kg<sup>-1</sup> e atingiu o máximo com o tratamento L3N1 (3,25 g kg<sup>-1</sup>).

Na terceira análise foliar os teores de P variaram em função da interação entre os tratamentos de lâminas de água aplicada e doses de sulfato de amônio, tanto no limbo como no pecíolo, na cultivar Golden. No limbo o tratamento L2N2 apresentou o teor mínimo de P nesta análise com 4,33 g kg<sup>-1</sup>, o valor máximo foi obtido no tratamento L1N1. No pecíolo estes teores variaram em torno de 1,23 a 2,74 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L3N1 e L1N2, respectivamente.

Os teores de P no limbo ficaram próximos dos valores recomendados por Malavolta et al (1997) para o limbo. Entretanto, os valores do elemento estavam acima dos obtidos por Almeida et al. (2002) e Santana et al., (2004), Campostrini et al. (2001), Marinho et al. (2001), Barreto & Araújo Filho (2002), que variaram de 3,4; 2,3; 4,1; 4,8; 4,3 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Foram também inferiores aos resultados apresentados por Falcão et al. (2004), 6,4 g kg<sup>-1</sup>, e próximos dos valores recomendados no pecíolo por Reuther & Robinson (1986) e Malavolta et al (1997).

Na primeira análise foliar os teores de K no limbo e no pecíolo, para a cultivar Golden, variaram em função das doses de sulfato de amônio no limbo apresentarem teores entre 22,0 a 24,9 g kg<sup>-1</sup> para os tratamentos N4 e N2, respectivamente. No pecíolo estes teores variaram de 25,9 (N4) a 30,8 g kg<sup>-1</sup> (N1). No híbrido UENF Caliman 01 o K apresentou teores médios de 22,9 e 24,2 g kg<sup>-1</sup> no limbo e no pecíolo respectivamente, para a primeira análise foliar.

Os teores de K na segunda análise foliar, para a cultivar Golden, no limbo variaram de 21,8 (L1) a 26,4 (L5) g kg<sup>-1</sup>, em função dos tratamentos de lâmina de água aplicada. No pecíolo o teor médio de K foi de 24,3 g kg<sup>-1</sup>. No limbo do híbrido UENF Caliman 01 o teor médio de K foi de 23,8 g kg<sup>-1</sup>, estes teores de K, no pecíolo variaram em função da interação dos tratamentos, sendo o valor mínimo encontrado de 16,0 g kg<sup>-1</sup> e o máximo de 40,6 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L4N4 e L3N4, respectivamente.

Na terceira análise foliar da cultivar Golden os teores de K variaram em função da interação entre os tratamentos aplicados de lâmina total de água e doses de sulfato de amônio. No limbo estes teores variaram de 20,2 a 28,8 g kg<sup>-1</sup>, enquanto que no pecíolo os teores de K variaram de 24,8 a 40,6 g kg<sup>-1</sup>. De modo geral os teores de K foram maiores no pecíolo, enquanto nos outros nutrientes os maiores teores foram encontrados no limbo foliar.

Os teores de K no limbo ficaram dentro da faixa considerada ideal por Malavolta et al. (1997) e Costa (1995) para o limbo. Os resultados foram semelhantes aos apresentados por Marinho et al. (2001), Campostrini et al. (2001), Almeida et al. (2002), Cruz (2003) Santana et al. (2004), em diferentes regiões produtoras com valores de 20,9; 22,0; 21,5, 18,0 e 23,6 g kg<sup>-1</sup>, mas inferiores aos 55,4 g kg<sup>-1</sup>, obtidos por Barreto & Araújo Filho (2002). De acordo com Reuther & Robinson (1986), os teores encontrados para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01 ficaram dentro da faixa adequada e próximos dos valores recomendados por Malavolta et al. (1997) e Costa (1995).

Os teores médios de Ca na primeira análise foliar no limbo e no pecíolo da cultivar Golden foram iguais a 11,4 e 8,4 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Enquanto que no híbrido UENF Caliman 01 o valor médio no limbo foi de 9,86 g kg<sup>-1</sup> e no pecíolo foi de 8,10g kg<sup>-1</sup>, no mesmo período.

Na segunda análise foliar o teor médio de Ca no limbo foi de 12,4 g kg<sup>-1</sup>, e no pecíolo estes teores variaram em função dos tratamentos de lâminas totais de

água aplicada, sendo o menor valor encontrado de Ca igual a  $9,25 \text{ g kg}^{-1}$  e o maior de  $11,0 \text{ g kg}^{-1}$ , nos tratamentos L5 e L2, respectivamente. O teor médio de Ca no limbo do UENF Caliman 01 foi  $9,6 \text{ g kg}^{-1}$ , e no pecíolo ocorreu efeito da interação, sendo o teor mínimo de Ca igual a  $5,65 \text{ g kg}^{-1}$  (L5N4) e o máximo de  $9,07 \text{ g kg}^{-1}$  (L2N3).

Na terceira análise foliar da cultivar Golden o teor médio de Ca no limbo foi de  $11,9 \text{ g kg}^{-1}$ . No híbrido UENF Caliman 01 ocorreu interação significativa entre os tratamentos, o valor mínimo foi de  $7,40 \text{ g kg}^{-1}$  para o tratamento L3N2 e o máximo foi  $10,5 \text{ g kg}^{-1}$ , no tratamento L2N4.

Os teores de Ca no limbo ficaram abaixo dos recomendados por Malavolta et al. (1997) e Costa (1995), e dos determinados experimentalmente por Campostrini et al. (2001), Marinho et al. (2001), Barreto & Araújo Filho (2002), Almeida et al. (2002) e Marinho et al. (2002) que foram de 15,00; 15,40; 13,45; 15,72 e  $13,6 \text{ g kg}^{-1}$ . Entretanto ficaram próximos dos valores obtidos por Mesquita (2005), Cruz (2003) e Santana et al. (2004) iguais a: 11,1; 11,22 e  $8,3 \text{ g kg}^{-1}$ . No pecíolo os teores de Ca ficaram próximos dos recomendados por Reuther & Robinson (1986), e abaixo dos valores de Costa (1995) e Malavolta et al. (1997).

Na primeira e segunda análise foliar os teores de Mg no limbo e no pecíolo não variaram em função dos tratamentos aplicados. Os teores médios de Mg no limbo foram de  $6,96$  e  $7,06 \text{ g kg}^{-1}$  e no pecíolo foram iguais a  $4,30$  e  $4,15 \text{ g kg}^{-1}$ , na primeira e segunda análise foliar, respectivamente. O mesmo efeito aconteceu no híbrido UENF Caliman 01, em que as médias dos teores no limbo foram de  $6,07$  e  $6,54 \text{ g kg}^{-1}$  e de  $4,60$  e  $3,84 \text{ g kg}^{-1}$  no pecíolo, na primeira e segunda análise foliar.

Na terceira análise foliar da cultivar Golden, os teores de Mg no limbo variaram em função da interação lâmina de água total aplicada e dose de sulfato de amônio. O valor mínimo de Mg nesta análise foi de  $5,56 \text{ g kg}^{-1}$  no tratamento L4N1 e atingiu o máximo no tratamento L2N4 ( $8,40 \text{ g kg}^{-1}$ ).

Nestes experimentos tanto na cultivar Golden, quanto no híbrido UENF Caliman os teores de Mg no limbo ficaram abaixo dos valores considerados adequados por Costa (1995) e Malavolta et al. (1997). Em experimentos realizados no Brasil, Campostrini et al. (2001), Marinho et al. (2001), Barreto & Araújo Filho (2002), Cruz (2003) e Falcão et al. (2004) encontraram valores superiores aos apresentados neste trabalho: 8,5; 8,75; 14,5; 23,0 e  $9,53 \text{ g kg}^{-1}$ .

Entretanto foram superiores aos apresentados por Barreto & Araújo Filho (2002), Santana et al. (2004) e Mesquita (2005) de 4,61; 4,00 e 5,00g kg<sup>-1</sup>. No pecíolo os teores de Mg ficaram próximos dos valores adequados por Reuther & Robinson (1986), Costa (1995) e Malavolta et al. (1997).

O teor médio de S na primeira análise foliar da cultivar Golden foi de 7,78 g kg<sup>-1</sup>, enquanto que no pecíolo estes valores variaram em função da lâmina total de água aplicada de 4,91 a 5,92 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L1 e L4, respectivamente. No híbrido UENF Caliman 01 os teores médios de S na primeira análise foliar foram de 7,36 e 4,99 g kg<sup>-1</sup> no limbo e no pecíolo, respectivamente.

Na segunda análise foliar os teores de S na cultivar Golden variaram em função das lâminas de água totais aplicadas de 4,92 a 5,84 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L5 e L1, respectivamente, no pecíolo os teores foram de 3,22 g kg<sup>-1</sup> (L5N2) a 7,91 g kg<sup>-1</sup> (L1N3), em função da interação entre os tratamentos. No híbrido UENF Caliman 01 os teores de S no limbo variaram de 4,2 a 5,06 g kg<sup>-1</sup> e no pecíolo de 3,00 a 4,94, em função da lâmina de água total aplicada, nos tratamentos L5 e L1, respectivamente. No pecíolo do híbrido UENF Caliman 01 ainda ocorreu efeito das doses de sulfato de amônio, sendo a variação dos teores médios de S iguais a 3,60 a 4,36 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos N4 e N1, respectivamente.

Os teores de S em função da interação dos tratamentos de lâmina de água aplicada e doses de sulfato de amônio, na terceira análise foliar, da cultivar Golden, variaram no limbo de 3,60 g kg<sup>-1</sup> (L1N1) a 5,53 g kg<sup>-1</sup> (L2N3), apresentados na figura 7a, e no pecíolo de 1,59 e 3,50 g kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L3N4 e L5N1, respectivamente.

Os teores de S no limbo ficaram próximos dos valores recomendados por Malavolta et al. (1997) e Costa (1995). Os resultados foram superiores aos 2,81 e 1,65 g (Barreto & Araújo Filho, 2002; Santana et al., 2004) no limbo foliar. No pecíolo os teores de S foram superiores aos recomendados por Reuther & Robinson (1986), Costa (1995) e Malavolta et al. (1997).

Na primeira análise foliar realizada na cultivar Golden os teores médios de Fe no limbo e no pecíolo foliar foram de 119 e 29,6 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. No híbrido UENF Caliman 01 estes teores médios foram de 117 e 29,2 mg kg<sup>-1</sup>, no limbo e no pecíolo respectivamente.



Os teores de Fe no limbo da cultivar Golden na segunda análise foliar variaram em função dos tratamentos de lâminas totais de água. O valor mínimo para esse nutriente foi de  $112 \text{ mg kg}^{-1}$  (L5), e o máximo teor no tratamento L1 com  $130 \text{ g kg}^{-1}$ . No pecíolo estes valores também variaram em função dos tratamentos de lâminas totais de água aplicada, ficando na faixa de  $21,0$  a  $29,3 \text{ mg kg}^{-1}$ , nos tratamentos L5 e L1, respectivamente. No híbrido UENF Caliman 01 os teores de Fe no limbo em função das lâminas totais aplicadas foram de  $94,4$  a  $113 \text{ mg kg}^{-1}$ , nas lâminas L5 e L1, respectivamente. No pecíolo ocorreu efeito da interação entre os tratamentos utilizados, em que os teores de Fe ficaram na faixa de  $19,7$  a  $47,0 \text{ mg kg}^{-1}$ , nos tratamentos L2N4 e L1N1, respectivamente.

Na terceira análise foliar os teores de Fe no limbo e no pecíolo da cultivar Golden, sofreram efeito da interação dos tratamentos de lâminas e doses de sulfato de amônio. Os teores de Fe no limbo desta cultivar foram de  $118 \text{ mg kg}^{-1}$  (L3N4) a  $155 \text{ mg kg}^{-1}$  (L1N3). Enquanto que no pecíolo os teores de Fe ficaram na faixa de  $28,7$  e  $42,7 \text{ mg kg}^{-1}$ , para os tratamentos L3N4 e L3N1, respectivamente. Os teores de Fe no limbo ficaram dentro das recomendações de Costa (1995) e abaixo dos considerados adequados por Malavolta et al. (1997). Estes teores foram superiores aos de Barreto et al. (2002) de  $24,9 \text{ mg kg}^{-1}$ , e próximos dos apresentados por Almeida et al. (2002), Santana et al. (2004) e Falcão et al. (2004) que foram de  $116$ ,  $126$  e  $124 \text{ mg kg}^{-1}$ . No pecíolo os teores ficaram dentro das recomendações de Reuther & Robinson (1986).

Os teores médios de Zn no limbo e no pecíolo da cultivar Golden na primeira análise foliar foram iguais a  $36,2$  e  $16,9 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente. No híbrido UENF Caliman, no mesmo período os teores médios de Zn no limbo e no pecíolo foram de  $28,6$  e  $13,1 \text{ mg kg}^{-1}$ .

Na segunda análise foliar o teor médio de Zn no limbo da cultivar Golden foi de  $31,8 \text{ g kg}^{-1}$ , enquanto que no pecíolo estes teores variaram em função dos tratamentos de lâmina de água aplicada, em que o valor mínimo foi de  $19,3 \text{ mg kg}^{-1}$ , para o tratamento L4, e o teor máximo foi de  $24,4 \text{ mg kg}^{-1}$ , encontrado no tratamento L5. No híbrido UENF Caliman 01 o teor médio de Zn no limbo foi de  $27,6 \text{ mg kg}^{-1}$ , no pecíolo estes teores variaram de  $13,8$  a  $21,4 \text{ mg kg}^{-1}$ , em função da lâmina de água aplicada, nos tratamentos L5 e L1, respectivamente.

Na terceira análise foliar, realizada na cultivar Golden, os teores de Zn no limbo variaram devido à interação entre os tratamentos de lâmina total de água

aplicada e doses de sulfato de amônio, sendo o valor mínimo de 36,5 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento L4N1, e o valor máximo de 55,0 mg kg<sup>-1</sup>, para o tratamento L5N2. No pecíolo os teores de Zn variaram de 19,7 a 21,8 mg kg<sup>-1</sup>, em função da lâmina total de água aplicada nos tratamentos L5 e L2, respectivamente. Os teores de Zn no limbo ficaram dentro dos recomendados por Costa (1995) e próximos aos apresentados por Campostrini et al. 2001; Marinho et al., 2001; Almeida et al., 2002; Marinho et al., 2002; Santana et al., 2004 e Mesquita, 2005. No pecíolo os teores de Zn ficaram dentro dos valores recomendados por Reuther & Robinson (1986) e próximos dos apresentados por Costa (1995) como adequados.

Os teores médios de Cu no limbo da cultivar Golden, na primeira e segunda análise foliar foram de 11,4 e 10,8 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, e no pecíolo estes teores médios foram de 5,32 e 4,75 mg kg<sup>-1</sup>, no mesmo período, para o mesmo período. No híbrido UENF Caliman 01 os teores de Cu no limbo para a primeira foi de 8,60 mg kg<sup>-1</sup>, aumentando na segunda análise foliar para 9,08 mg kg<sup>-1</sup>. Esses teores no pecíolo tiveram valores médios de 3,84 e 4,18 mg kg<sup>-1</sup>, na primeira e segunda análise foliar, respectivamente.

Na terceira análise foliar os teores de Cu no limbo e no pecíolo da cultivar Golden variaram em função da interação dos tratamentos aplicados (lâmina total de água x doses de sulfato de amônio). No limbo esses teores ficaram na faixa de 9,67 (L4N3) mg kg<sup>-1</sup> a 12,7 mg kg<sup>-1</sup> (L3N1). Enquanto que no pecíolo os valores variaram de 3,00 a 6,33 mg kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L2N3 e L5N1, respectivamente.

Os teores de Cu no limbo ficaram próximos aos recomendados por Malavolta et al.(1997) e Costa (1995), sendo superiores aos 5,26 e 4,70 mg kg<sup>-1</sup> contidos em Almeida et al. (2002), Barreto & Araújo Filho (2002). No pecíolo esses teores ficaram dentro da faixa recomendada por Reuther & Robinson (1986) e superiores aos considerados adequados por Costa (1995).

Os teores médios de Mn no limbo, da cultivar Golden, para a primeira análise foliar foram de 57,3 mg kg<sup>-1</sup> e na segunda esse valor foi igual a 59,5 mg kg<sup>-1</sup>. No pecíolo esses teores médios foram de 25,1 a 26,5mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, para o mesmo período. No híbrido UENF Caliman 01 os teores médios de Mn no limbo, na primeira e segunda análise foliar foram de 45,6 e 44,8 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto que no pecíolo esses teores variaram de 20,5 e 19,4 mg kg<sup>-1</sup>, para a primeira e segunda análise foliar, respectivamente.

Na terceira análise foliar os teores de Mn no limbo e no pecíolo da cultivar Golden variaram devido à interação dos tratamentos aplicados. No limbo os teores de Mn ficaram na faixa de 58,5 mg kg<sup>-1</sup> (L2N1) a 72,7 mg kg<sup>-1</sup> (L2N4). No pecíolo da mesma cultivar, os teores de Mn apresentaram valor mínimo de 20,0 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento L2N1 e valor máximo de 41,0 mg kg<sup>-1</sup>, no tratamento L1N4.

Os teores de Mn no limbo ficaram abaixo dos valores recomendados por Malavolta et al. (1997) e Costa (1995), entretanto esses valores foram superiores aos 29,0 e 26,6 mg kg<sup>-1</sup> (Campostrini et al., 2001; Barreto & Araújo Filho, 2002), e inferiores aos 93,2; 76 e 88,5 mg kg<sup>-1</sup> (Marinho et al., 2001; Marinho et al., 2002; Santana et al., 2004). No pecíolo os teores de Mn ficaram próximos dos valores recomendados por Reuther & Robinson (1986) e Costa (1995).

Na primeira análise foliar os teores médios de B no limbo e no pecíolo da cultivar Golden foram de 26,8 e 23,6 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. No híbrido UENF Caliman 01 esses teores foram de 25,1 mg kg<sup>-1</sup> (limbo) e 24,0 mg kg<sup>-1</sup> (pecíolo).

Os teores de B no limbo e no pecíolo da cultivar Golden, na segunda análise foliar variaram em função dos tratamentos de lâminas totais de água. No limbo teores ficaram na faixa de 23,4 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento L5 e 29,3 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento L3, enquanto que no pecíolo esses teores variaram de 18,9 a 26,8 mg kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos L1 e L5, respectivamente. No limbo do híbrido UENF Caliman o teor médio de B foi de 25,3 mg kg<sup>-1</sup>, na segunda análise foliar. No pecíolo os teores de B variaram em função da interação das lâminas totais de água e as doses de sulfato de amônio, ficando na faixa de 14,7 mg kg<sup>-1</sup> (L5N4) a 27,7 mg kg<sup>-1</sup> (L4N2).

Na terceira análise foliar os teores de B no limbo da cultivar Golden, variaram em função da interação entre os tratamentos aplicados, sendo o valor mínimo de 31,7 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento L5N2, e o máximo de 39,7 mg kg<sup>-1</sup> no tratamento L3N1. No pecíolo da mesma cultivar os teores B variaram em função das doses de sulfato de amônio aplicadas em 22,3 a 23,8 mg kg<sup>-1</sup>, nos tratamentos N3 e N4, respectivamente. Os teores de B no limbo ficaram próximos dos valores recomendados por Malavolta et al. (1997) e Costa (1995), e inferiores aos 50,3; 37,6 e 41,0 mg kg<sup>-1</sup> (Marinho et al., 2001; Almeida et al., 2002; Marinho et al., 2002). No pecíolo esses teores ficaram dentro das recomendações de Reuther & Robinson (1986) e Costa (1995).

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Espírito Santo. No experimento I foi plantada a cultivar Golden (grupo Solo) e no experimento II o híbrido UENF Caliman 01. Utilizou-se nestes experimentos o delineamento estatístico experimental em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x4 em parcelas subdivididas. Nas parcelas os tratamentos foram cinco lâminas de irrigação (50, 70, 90, 110 e 130 % da evapotranspiração de referência, ETo) e nas subparcelas foram testadas quatro doses de sulfato de amônio (90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>), sendo três repetições para cada experimento. Em três períodos diferentes foram coletadas amostras de limbo e pecíolo foliar em quatro plantas úteis por parcela. Através dessas amostras determinaram-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu, Mn e B, ajustando os resultados aos modelos quadráticos (quando o efeito simples apresentava-se significativo) e parabolóides (quando ocorria interação entre os dois fatores estudados). Objetivou-se no presente trabalho determinar os teores de nutrientes no limbo e pecíolo foliar em resposta da lâmina total de água aplicada e da adubação com sulfato de amônio, assim como suas interações, para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01. Os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- Os teores de nutrientes apresentam valores superiores no limbo, com exceção do potássio que tem os maiores teores no pecíolo. A avaliação do estado nutricional do mamoeiro, quando efetuada por meio do limbo ou do pecíolo foliar leva a diagnósticos diferentes indicando a necessidade de uso de um único padrão;
- Os teores de nutrientes no limbo para a cultivar Golden, apresentaram na primeira análise foliar os maiores valores de N, P e S e os menores teores de Cu e Mn. Na segunda análise foliar os maiores teores foram K, Ca e Mg e os menores N, Fe, Cu, Zn e B. Enquanto que, na terceira análise foliar os maiores

teores foram de Fe, Zn, Mn, Cu e B e os menores de P, K, Mg e S. A necessidade de cada nutriente pela planta varia de acordo com a sazonalidade e o estágio fenológico em que a cultura se encontra;

- No híbrido UENF Caliman 01, tanto no limbo quanto no pecíolo, os teores de N, P, Ca, Mg, S, Fe e Mn foram maiores na primeira análise foliar, enquanto os resultados de K e Cu foram menores. Mostrando que as necessidades nutricionais podem variar para cada cultivar.

## 5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALMEIDA, F. T.; BERNADO, S.; MARINHO, C. S. ; MARIN, S. L. D.; SOUSA, E. F. Teores de nutrientes do mamoeiro Improved Sunrise Solo 72/12 sob diferentes lâminas de irrigação no Norte fluminense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.2, p. 547 – 551. 2002.

BARRETO, P. D., ARAÚJO FILHO, G. C. Variabilidade quanto à absorção de nutrientes em mamão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 33, n.2, p. 48 – 54, 2002.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F. da. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 213-220, 2000.

CAMPOSTRINI, E.; MARINHO, C. S.; YAMANISHI, O. K. MATOS, A. T. Teores foliares de nutrientes e produção do mamoeiro cultivado em duas propriedades efetivas. **Rev. Bras. de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 97 a 101, 2001.

CANTANI, R.A., GALLO, J.R. Efeito determinado no solo pelo uso continua de fertilizante. Boletim técnico da divisão experimental, Instituto Agrônômico de Campinas-SP, **Bragantia**, vol. 13 n. 6 p. 75-83. 1954).

COSTA, A.N. (1995) Uso do sistema integrado de diagnose e recomendações (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)** – Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa.

CRUZ, M. C. M. Comportamento vegetativo e produtivo do mamoeiro Hawai sob adubação nitrogenada. Areia, 2003, 31f. Trabalho de conclusão de curso (**Graduação em Engenharia Agrônoma**). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba.

FALCÃO, N. P. S.; BORGES, L. F.; LUIZ, J. J. Efeito da fertilidade de solos antropogênicos no estado nutricional e na produtividade do mamão Havaí (*Carica papaya* L.) NA Amazônica. In: Fertbio (Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas, 26), 2004. Lages: CD ROM. 2004.

JONES, J. B.; ECK, H.V.; VOSS, R. Plant Analysis as an aid in fertilizing corn and grain sorghum. In: WESTERMAN, R.L. (Ed.) **Soil testing and plant analysis**. Madison: SSSA, 1990. p.521-549.

MARINHO, C. S. MONNERAT, P. H. CARVALHO, A. Jr. C., MARINS, S.L. D., VIEIRA, A. Análise química do pecíolo e limbo foliar como indicadora do estado nutricional dos mamoeiros 'solo' e 'formosa' **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p.373-381, abr./jun. 2002.

MARINHO, C. S.; OLIVEIRA, M. A. B.; MONNERAT, P. H.; VIANNI, R, MALDONADO, J. F. Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. **Revista scientia agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, 2001.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações**. 2 ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 319p. 1997.

MALAVOLTA, E. Exigências nutricionais do mamoeiro, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 1. 1980. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV, p. – 103 – 120, 1980.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MESQUITA, E. F. Biofertilizantes na produção de mamão – qualidade de frutos, composição mineral e fertilidade do solo. Areia-PB, 2005. 94p **Dissertação (Manejo de Solo e Água)** Universidade Federal da Paraíba.

OLIVEIRA, A.M.G. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**, Cruz das almas-BA, Embrapa Mandioca e Fruticultura, p.114 – 121, 2002.

PRADO, R. M., NATALE, W. Aplicação do silicato de cálcio em Argissolo Vermelho no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 26, no. 4, p. 387-393, 2004.

PREZZOTI, L.C. **Recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo**: 3a aproximação. Vitória: EMCAPA, 1992. 73p. (Circ. Técn., 12).

RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

REUTHER, D.J.; ROBINSON, J.B. **Plant analysis: An interpretation manual**. Melbourne: Inkatan Press, 1986. 218p.

SANTANA, J. G. S.; LEANDRO, W. M.; NAVES, R. V.; CUNHA, P. P.; FERNANDES, E. P.; VAZ, E. R. R. Níveis de suficiência para análise foliar de mamão (*Carica papaya* L. cv Sunrise Solo), no Estado de Goiás, obtidos por diferentes procedimentos de cálculo dos índices DRIS. IN: Fertbio (Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 26), 2004. Lages – Santa Catarina: **CD ROM**. 2004.

SILVA, C.A., VALE F.R. Disponibilidade de nitrato em solos brasileiros sob efeito da calagem e de fontes e doses de nitrogênio **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2461-2471, dez. 2000.

**VIABILIDADE ECONÔMICA E DE RISCO NA CULTURA DO MAMÃO (*Carica papaya* L.) EM FUNÇÃO DA LÂMINA DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE SULFATO DE AMÔNIO NO NORTE CAPIXABA.**

**RESUMO**

Objetivou-se determinar a viabilidade econômica e o risco da cultura do mamão na região norte capixaba e comparar os índices econômicos (Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno) com dados experimentais de lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio. A área de estudo deste trabalho foi a Fazenda Caliman Agrícola S.A., situada no município de Linhares, ES. Foram avaliadas separadamente duas variedades de mamoeiro (Golden e UENF Caliman 01) em cinco níveis de irrigação (50, 70, 90, 110 e 130% da evapotranspiração de referência) combinados com quatro doses de sulfato de amônio (90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>). Na determinação dos riscos e índices da cultura do mamão, utilizou-se o cálculo do Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, análise de sensibilidade e o método de Monte Carlo. As informações para compor os coeficientes técnicos utilizados na montagem do fluxo de caixa foram obtidas no desenvolvimento do experimento para cada tratamento. Os tratamentos de irrigação foram significativos estatisticamente ( $p < 0,05$ ) em relação à produtividade. Entretanto, as doses de sulfato de amônio e suas interações com as lâminas aplicadas não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a mesma variável. De acordo com as análises econômicas e com os indicadores de rentabilidade utilizados, a cultura do mamão apresenta-se como uma alternativa rentável para os produtores rurais da região Norte do estado do Espírito Santo, com certo grau de risco.

Os resultados indicaram que o sistema de cultivo com lâmina de irrigação referente a 110% da ETo (L4) e dose de sulfato de amônio de 90 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> (N1) foi o mais apropriado para implantação pelos métodos do VPL e TIR, na cultivar Golden. No entanto, para o híbrido UENF Caliman 01, os tratamentos que apresentaram melhor resultado por esses métodos foi o referente a 90% da ETo



(L3) combinado com a dose de sulfato de amônio igual a  $188 \text{ kg ha}^{-1}\text{mês}^{-1}$  (N3). Essa condição é confirmada pelo critério da Taxa Interna de Retorno, em que o tratamento L4N1 no Golden e L3N3 no UENF Caliman 01 apresentou TIR iguais a 3,42 e 2,07% a.m.. A análise de sensibilidade revela que se deve atentar para particularidades dos preços pagos pelo produto, uma vez que algumas características especiais, que alterem os custos de produção ou produtividade dos pomares, modificam o sistema de cultivo recomendado. Mediante o método de Monte Carlo (simulação triangular) pode-se concluir que a probabilidade do produtor obter Valor Presente Líquido negativo é de 47,73 e 75,87%, para o Golden e UENF Caliman 01, respectivamente, indicando que o projeto oferece determinado grau de risco considerável, para uma taxa de atratividade de 6% a.a. (0,49% a.m.). Deve-se ter especial atenção e preocupação no momento da colheita, pois esta é a última etapa do processo produtivo e a primeira etapa da comercialização, influenciando significativamente na qualidade e durabilidade dos frutos. Sugere-se, para próximos trabalhos, que se faça uma análise comparando outros insumos que podem influenciar na produção, sobre outros aspectos da cultura que alterem a planilha de custo como uso de herbicidas e outros fertilizantes.

## ABSTRACT

It was objectified to determine the economic viability and the risk of the culture of the papaya in the North Espírito Santo State and to compare the economic indexes (Net Actual Value and Return Domestic Rate) with experimental data of irrigation blade and doses of ammonium sulphate. The area of study of this work was Farm Caliman, located in the city of Linhares, ES. Two varieties of papaya (Golden and UENF Caliman 01) in five levels of irrigation (50, 70, 90, 110 and 130% of the evapotranspiration of reference) combined with four levels of ammonium sulphate had been evaluated separately (90, 188, 288 and  $377 \text{ kg ha}^{-1}\text{month}^{-1}$ ). In the determination of the risks and indexes in the culture of the papaya the calculation of the Net Actual Value, Return Domestic Rate, analysis of

sensitivity and method Monte Carlo were used. The information to compose the used coefficients technician in the assembly of the flow of box of the culture of the papaya had been gotten in the accompaniment of the experiment for each treatment. The treatments of irrigation had been significant statistic ( $p < 0,05$ ), for the same variable. In accordance with the economic analyses and with the pointers of yield used the culture of the papaya is presented as an income-producing alternative for the agricultural producers of the region North of the state of the Espírito Santo, with certain degree of risk. The results had indicated that the system of culture with blade irrigation referring to 110% of the ETo (L4) and dose of 90 ammonium sulphate  $\text{kg ha}^{-1}\text{mês}^{-1}$  (N1) as most appropriate for implantation for the methods of VPL and TIR, in Golden. However, for the hybrid UENF Caliman 01 the treatment that presented better result for these methods was referring to 90% of the ETo (L3) combined with the dose of ammonium sulphate  $188 \text{ kg ha}^{-1}\text{mês}^{-1}$  (N3). This condition is confirmed by the return domestic rate criteria, where treatment L4N1 in Golden and L3N3 in the UENF Caliman 01 had presented TIR equal to 3.42 and 2.07% a.m. The sensitivity analysis discloses that if it must attempt against for particularities of the paid prices for the product, a time that some special characteristics, that modify the costs of production or productivity of the orchards, modify the system of recommended culture. By means of the method Carlo Mount (triangular simulation) it can be concluded that the probability of the producer to get net actual value negative is 47.73 and 75.87%, for the Golden and the UENF Caliman 01, respectively. Indicating that the project offers definitive degree of considerable risk, for a tax of 6% a.a attractiveness. (0.49% a.m.). It must be had special attention and concern at the moment of the harvest, therefore this is the last stage of the productive process and the first stage of the commercialization, influencing significantly in the quality and durability of the fruits. They must also be taken well-taken care of you add with the transport, which process great influence in the marketing of the product, as well as in the expansion of consuming markets. Suggests her, for next works, that it is made an analysis comparing other inputs that can influence in the production, on other aspects of the culture that alter the cost spreadsheet as use of herbicides and other fertilizers.

## 1. INTRODUÇÃO

O Mamão se encontra na quarta colocação na produção das principais frutas produzidas no Brasil no ano de 2005, com 4,66%, ficando atrás apenas da laranja (52,83%), banana (19,84%) e melancia (4,85%). Na região Nordeste se concentra a maior produção, entre 2001 a 2005, seguida da região Sudeste. A produção em 2005 foi de 879.288 toneladas representando 55,87% da produção nacional, enquanto que a região sul apresenta a menor produção com 0,3% no mesmo ano. A Bahia e o Espírito Santo são responsáveis por 86% da produção nacional no ano de 2005. O Estado do Rio Grande do Norte apresentou o maior crescimento entre os anos de 2001 a 2005 (47,41%), seguido do Espírito Santo e Ceará com 33,17 e 16,51 %, respectivamente (IBGE 2007). O Brasil é o maior produtor mundial de mamão. Entretanto, o México é o maior exportador do mundo com 96.525 toneladas, seguido da Malásia (58.149 t) e do Brasil (35.930 t) no ano de 2004. Os principais importadores são os Estados Unidos (48%), China (12%) e a Holanda com 6% das importações mundial (Agrianual, 2007). A Caliman Agrícola S.A. exporta com regularidade para os Estados Unidos, Canadá e Europa. Isto devido às certificações: EurepGAP, IBD, ISO e APPCC / HACCP (Caliman, 2007).

A maior parte da produção de mamão destina-se aos grandes centros urbanos, sendo comercializada principalmente pelos grandes atacadistas, situados nas Centrais de Abastecimento ou Mercados Atacadistas tradicionais. O fruto é então encaminhado à rede local de revenda, na qual, além das feiras livres e supermercados, inserem-se casas de frutas, ambulantes, mercadinhos, mercearias e outros. A comercialização pode ainda ser efetuada por cooperativas ou pelo próprio produtor. No mercado interno o mamão é geralmente comprado pelo empresário atacadista, cuja frequência de compra, por ser um produto perecível, baseia-se sempre no conhecimento prévio do consumo do mercado varejista a que se destina (Agrianual, 2007).

A cultura do mamão possui importante papel no desenvolvimento econômico e social, uma vez que gera em média um emprego por hectare ao ano. Para que haja maiores produtividades e menores custos de produção, em termos

nacionais, é necessário que se resolvam problemas relacionados aos sistemas de manejo adequados de irrigação, controle das doenças típicas do mamão, a utilização de defensivos, para que sejam menos prejudiciais ao meio ambiente e ao consumidor (Ponciano & Souza, 2001). De acordo com dados da Agriannual (2007), a cultura do mamoeiro apresentou, em 2006, os seguintes custos e receitas na sua lavoura: no primeiro ano (formação), o custo de produção para o mamão Havaí irrigado foi de R\$13.067,00 e apresentou receita de R\$4.510,00, no segundo ano (produção crescente) o custo e receita foram de R\$14.518,00 e R\$26.650,00 respectivamente, no terceiro e último ano (manutenção – produção estável) o custo foi de R\$12.655,00 e a receita de R\$20.500,00 (Agriannual, 2007).

Do ponto de vista empresarial, desenvolver um processo de produção sem ter idéia precisa de seus custos e resultados constituem atitude irracional. Um dos principais estrangulamentos da gerência agrícola brasileira encontra-se na inobservância da necessidade de elaborar orçamentos e de apurar os custos. Esta situação decorre, na maioria dos casos, de desconhecimento dos procedimentos necessários e dos elementos importantes de custo em agricultura (Echeverra, 1981). A alocação de recursos pelos agricultores é influenciada pelos riscos e incertezas envolvidos. Assim, qualquer avaliação de projeto que não contemple a possibilidade de reduzir os riscos dificilmente produzirá resultados satisfatórios.

A viabilidade de um sistema de produção depende do adequado manejo na sua condução, carecendo de análises econômicas dos insumos aplicados para que se possa tomar a decisão mais adequada. O sistema de cultivo do mamão, utilizando irrigação localizada, requer um alto investimento inicial, o que demanda todo um estudo do potencial produtivo da região em questão. Além de uma análise de viabilidade econômica, é necessário, para isso, indicar a taxa de rentabilidade esperada, como também fornecer elementos que permitam medir o grau de confiança que se pode associar àquela taxa de retorno em projeto. Isso orienta e subsidia a tomada de decisão, tornando-a mais eficiente. A determinação da rentabilidade da produção de mamão e a avaliação por meio das análises de sensibilidade e de risco fornecem maior eficiência na tomada de decisão por parte do agricultor.

Vários pesquisadores, tais como Lyra et al (2006), Ponciano et al. (2006) e Lima et al. (2007) utilizaram as técnicas de análise de viabilidade econômica,

(Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno) e tomada de decisão sob condições de risco (análise de sensibilidade, simulação triangular e simulação Monte Carlo) para gerar indicadores que permitiram aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso em projetos agropecuários.

Este capítulo apresenta os resultados numéricos decorrentes do emprego das metodologias de análise de investimentos para selecionar o sistema de cultivo de mamão dentre as variações de lâmina total de água aplicada e doses de sulfato de amônio, empregado numa área experimental na fazenda Caliman Agrícola, que se configura como a melhor alternativa econômica. Trata-se de desenvolver a discussão dos resultados, suas implicações e conseqüências, a fim de verificar possíveis alterações nos resultados ocasionadas por variações de preços do produto, de aumentos de custos ou de reduções na produção.

Portanto, objetivou-se no presente trabalho determinar a rentabilidade da produção de mamão, mediante o cálculo do Valor Presente Líquido e Taxa Interna de Retorno e avaliar, por meio das análises de sensibilidade e de risco, a viabilidade econômica do experimento, sob influência de diferentes lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Os experimentos foram conduzidos na Fazenda Caliman Agrícola S.A., localizada no município de Linhares, Espírito Santo (latitude 19°11'13''S, longitude 40°05'39''W e altitude 29 m). Foram conduzidos dois experimentos com os mamoeiros cultivares Golden, mamão Havaí (20/10/2004 a 30/06/2006) e híbrido UENF Caliman 01, mamão Formosa (14/10/2004 a 22/02/2006). O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x4 em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação (50, 70, 90, 110 e 130% da evapotranspiração de referência) e quatro doses de nitrogênio (90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>), totalizando 20 tratamentos, com três repetições. Os preços de lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio foram de 0,45 R\$ mm<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup> e 0,63 R\$ kg<sup>-1</sup>, respectivamente para os insumos variados no experimento. De acordo com Agriannual (2007), os preços médios do mamão Havaí e Formosa nos

últimos cinco anos foram de 0,41 e 0,35 R\$ kg<sup>-1</sup>, respectivamente. O fluxo de caixa líquido das parcelas experimentais foi extrapolado para 1 hectare.

## 2.1. Avaliação da Viabilidade Econômica

A análise da viabilidade financeira foi realizada em duas etapas, a primeira delas consistindo na construção dos fluxos de caixa que, uma vez obtidos, possibilitaram o cálculo dos indicadores de rentabilidade das atividades consideradas. Na montagem dos fluxos de saída foram consideradas as despesas de investimento, quando existiram, sendo computados, como despesas operacionais, todos os gastos efetuados ao longo do ciclo produtivo. No caso da montagem dos fluxos de entrada foram considerados como receita a venda da produção e os valores residuais dos equipamentos imputados a cada horizonte. Todos os preços empregados na análise econômica, sejam de produtos ou de insumos, foram coletados na Fazenda Caliman Agrícola S.A., para refletir o real potencial econômico das alternativas testadas na Fazenda.

Para o procedimento de estimativa do custo de produção, conceituado como a soma de valores de todos os recursos (insumos) e operações (serviços) utilizados no processo produtivo de certa atividade, incluindo-se os respectivos custos alternativos ou de oportunidade, utilizou-se o cálculo da depreciação e do custo alternativo. A depreciação (D) é o custo necessário para substituir os bens de capital quando tornados inúteis pelo desgaste físico ou econômico. O método utilizado foi o linear referente ao período do plantio ao término do ciclo que pode ser mensurado pela equação:

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_u} P \quad (1)$$

em que:

D = depreciação;

V<sub>a</sub> = valor atual do recurso, R\$;

V<sub>r</sub> = valor residual (o valor de revenda ou valor final do bem, após ser utilizado de forma racional na atividade), R\$;

$V_u$  = vida útil (período em anos que, se bem determinado, é utilizado na atividade), meses; e

$P$  = período considerado, meses.

Neste trabalho, para o cálculo dos custos de máquinas, implementos e de benfeitorias, sentiu-se a necessidade de se fazer o rateio, que consiste na distribuição do valor de um recurso fixo para as diferentes atividades agrícolas que são desenvolvidas na empresa agrícola, desde que este recurso não seja específico para a atividade. A forma de rateio utilizada nesta pesquisa foi a proporcional ao tempo de utilização para máquinas e implementos.

### 2.1.1. Determinação do Valor Presente Líquido (VPL)

O método do VPL compara todas as entradas e saídas de dinheiro na data inicial do projeto descontando os retornos futuros do fluxo de caixa com a taxa de juros  $k$ . Consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperada, descontá-las a uma determinada taxa de juros, e somá-las algebricamente (Nogueira, 1999).

Segundo Lapponi (2000), o modelo matemático do VPL do projeto de investimento pode ser escrito:

$$VPL = - I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+K)^t} \quad (1)$$

Em que,  $I$  é o investimento de capital na data zero, registrado com sinal negativo por ser um desembolso;  $FC_t$  representa o retorno depois dos impostos na data  $t$  do fluxo de caixa;  $n$  é o prazo de análise do projeto; e,  $K$  é a taxa mínima para realizar o investimento, ou custo de capital do projeto de investimento. O valor de  $k$  depende do binômio (risco – retorno) do projeto de investimento; para um aumento de risco espera-se um aumento de retorno, e vice-versa. O período da taxa de juro  $k$  deve ser igual à periodicidade de ocorrência dos capitais do fluxo de caixa do projeto.

Deve-se escolher o período da taxa de juro das aplicações, mensal ou anual. Quando utilizadas taxas mensais; estes valores podem ser transformados em taxas anuais, da seguinte forma:

$$(1 + K_a) = (1 + K_m)^t \quad (2)$$

em que,

$K_a$  = taxa anual;

$K_m$  = taxa de juros mensal; e

$T$  = período em meses (12 meses).

### 2.1.2. Determinação da Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR de um projeto é a taxa que torna nulo o VPL do fluxo de caixa do investimento. É aquela que torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos dos gastos realizados com o projeto, caracterizando, assim, a taxa de remuneração do capital investido. O período da TIR é igual à periodicidade dos capitais do fluxo de caixa. Segundo Lapponi (2000), o procedimento de cálculo da TIR é realizado com o modelo matemático do VPL procurando a taxa de juro TIR que zera o VPL, assim:

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} \quad (3)$$

Vários fatores alteram a rentabilidade de empreendimentos. Segundo Ponciano et. al. (2004), além da produtividade, outros elementos que afetam o orçamento possuem probabilidade de variarem, como por exemplo, os preços dos insumos e produtos. São difíceis de prever a que níveis estarão os preços um ano ou vários anos mais tarde ou é difícil estimar os custos de oportunidade de um determinado insumo.



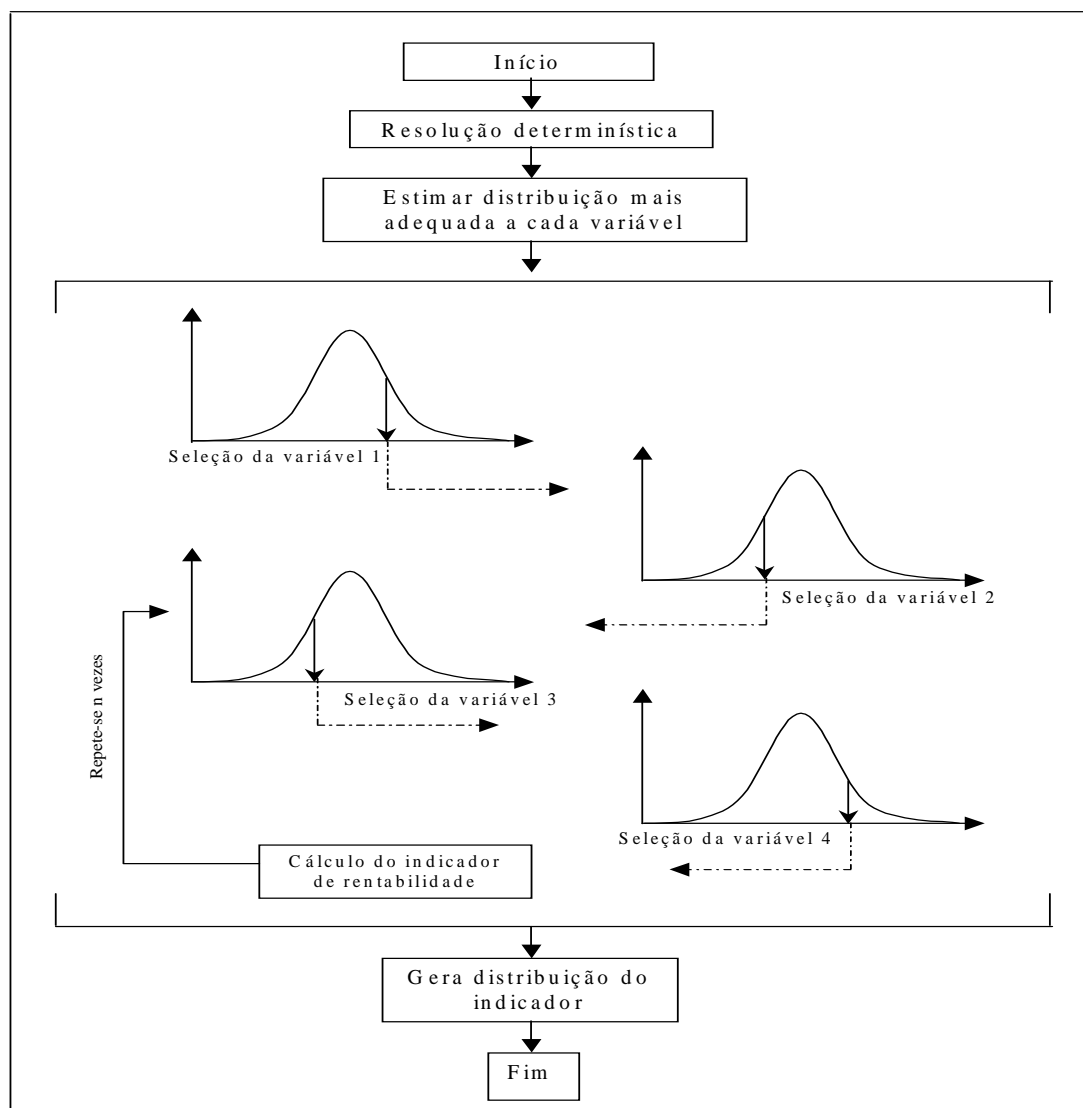
### 2.1.3. A tomada de Decisão sob Condições de Risco

Para estimar a amplitude desses preços usou-se o método de análise de sensibilidade. A análise de sensibilidade consiste em medir em que magnitude uma alteração prefixada em um ou mais fatores do projeto altera o resultado final. Esse procedimento permite avaliar de que forma as alterações de cada uma das variáveis do projeto podem influenciar na rentabilidade dos resultados esperados (Buarque, 1991). O procedimento básico para se fazer uma análise de sensibilidade consiste em escolher o indicador a sensibilizar; determinar sua expressão em função dos parâmetros e variáveis escolhidas; por meio de um programa de computação obtêm os resultados a partir da introdução dos valores dos parâmetros na expressão; faz-se a simulação mediante variações em um ou mais parâmetros e verifica-se de que forma e em que proporções essas variáveis afetam os resultados finais em termos de probabilidade.

Para avaliar o risco envolvido nos diversos sistemas foi empregado o Método de Monte Carlo. De acordo com Noronha (1987), a seqüência de cálculos para a realização da simulação de Monte Carlo é a seguinte: (1) Identificar a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do fluxo de caixa do projeto; (2) Selecionar ao acaso um valor de cada variável, a partir de sua distribuição de probabilidade; (3) Calcular o valor do indicador de escolha cada vez que for feito o sorteio indicado no item 2; (4) Repetir o processo até que se obtenha uma confirmação adequada da distribuição de freqüência do indicador de escolha. Essa distribuição servirá de base para a tomada de decisão.

Dada a impossibilidade de se estudar a distribuição de probabilidade de todas as variáveis, a melhor alternativa consiste em identificar, mediante análise de sensibilidade, aquelas que têm maior efeito sobre o resultado financeiro do projeto. Outro aspecto é que, embora existam, estatisticamente, vários tipos de distribuições de probabilidade, a tarefa de identificar a distribuição específica de uma determinada variável é freqüentemente custosa. Em face da dificuldade envolvida na identificação das distribuições de probabilidade de cada uma das variáveis mais relevantes, é procedimento usual empregar a distribuição triangular, como se fez no presente trabalho. Essa distribuição é definida pelo nível médio mais provável ou moda ( $m$ ), por um nível mínimo ( $a$ ) e um nível máximo ( $b$ ), o que é importante quando não se dispõe de conhecimento suficiente

sobre as variáveis. Conforme utilizado por Ponciano et. al., (2004), a simulação de risco (Método de Monte Carlo) segue as etapas ilustradas na Figura 1.



Fonte: Ponciano et. al. (2004) citando Casarotto Filho e Kopittke (2000).

Figura 1 - Processo de simulação de Monte Carlo para uma situação de quatro variáveis.

Por meio da utilização do programa Excel, propõe-se uma distribuição de probabilidade para cada uma das variáveis, nesse caso a distribuição triangular. Mediante a geração de números aleatórios, valores são obtidos para essas variáveis, daí resultando vários fluxos de caixa e, conseqüentemente, vários indicadores de resultados para o projeto. Pela repetição desse procedimento um número significativo de vezes, gera-se a distribuição de freqüências do indicador do projeto, que permite aferir a probabilidade de sucesso ou insucesso do mesmo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do fluxo de despesas e receitas dos experimentos ao longo dos 20 meses na cultivar Golden e 16 meses no híbrido UENF Caliman observados (receitas – custos), realizou-se a análise de investimento dos sistemas de cultivo abordados. As receitas e custos das parcelas foram extrapolados para uma área equivalente a 1 hectare. No sistema de produção dos experimentos a venda do produto foi observada no nono mês tanto para a cultivar Golden como para o híbrido UENF Caliman 01, período que a cultura começou a produzir para as duas variedades. A sazonalidade da oferta do mamão não é muito pronunciada e nem registra um histórico definido. De modo geral pode-se observar que no inverno (junho, julho e agosto) a oferta é menor, sendo maior no verão (Agrianual, 2007). A produtividade média para a cultivar Golden foi de 89,45 t ha<sup>-1</sup> em 12 meses de colheita, com média mensal de 4,47 t ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, em 20 meses de experimento. A combinação dos tratamentos de lâmina de irrigação de 1,10% da ETo (L4) com a dose de sulfato de amônio igual a 188 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> (N2) proporcionou a maior produtividade desse experimento (107,22 t ha<sup>-1</sup>), seguida da combinação de tratamentos L4N1. A menor produtividade pode ser observada no tratamento L1N2, com 76,78 t ha<sup>-1</sup> seguida to tratamento L1N4 (Tabela 2).

Tabela 2 - Produtividade média (t ha<sup>-1</sup>) para a variedade Golden 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita.

Sulfato de amônio kg ha <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup>	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L <sub>1</sub> (1236,0)	L <sub>2</sub> (1339,0)	L <sub>3</sub> (1444,0)	L <sub>4</sub> (1525,0)	L <sub>5</sub> (1604,0)	
N <sub>1</sub> (90)	83,17	86,58	85,04	106,49	86,72	89,60
N <sub>2</sub> (188)	76,78	84,39	90,09	107,22	89,78	89,65
N <sub>3</sub> (288)	80,01	87,72	88,27	94,22	98,26	89,70
N <sub>4</sub> (377)	78,72	80,25	96,88	98,44	89,92	88,84
Média	79,67	84,74	90,07	101,59	91,17	89,45

No híbrido UENF Caliman 01 a produtividade média atingiu um pico com o tratamento L3N3 (0,90% ETo e dose de sulfato de amônio de 288 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>), com um valor de 111,85 t ha<sup>-1</sup>, em 8 meses de colheita. O tratamento que mostrou menor desempenho produtivo foi o L1N1 com produtividade média no período experimental de 52,92 t ha<sup>-1</sup> (Tabela 3). A média mensal em 16 meses de cultivo foi igual a 5,17 t ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>

Tabela 3 - Produtividade média (t ha<sup>-1</sup>) para o híbrido UENF Caliman 01 16 após o transplântio e 8 meses de colheita.

Sulfato de Amônio kg ha <sup>-1</sup> mês <sup>-1</sup>	Lâmina Total de água aplicada (irrigação + precipitação) em mm					Média
	L <sub>1</sub> (806,9)	L <sub>2</sub> (873,7)	L <sub>3</sub> (948,4)	L <sub>4</sub> (1014,9)	L <sub>5</sub> (1076,0)	
N <sub>1</sub> (90)	52,92	82,56	86,05	85,96	87,52	79,00
N <sub>2</sub> (188)	99,07	104,19	79,03	81,72	85,19	89,84
N <sub>3</sub> (288)	61,82	79,62	111,85	71,35	72,24	79,38
N <sub>4</sub> (377)	86,65	102,04	73,14	74,88	77,95	82,93
Média	75,11	92,10	87,51	78,48	80,73	82,79

As taxas de descontos anuais utilizadas foram iguais a 6, 8, 10 e 12%, utilizando-se a equação 2, estas taxas foram transformadas nos seguintes valores mensais: 0,49; 0,64; 0,80 e 0,95%, respectivamente. O VPL com horizonte de planejamento comum de 20 meses de cultivo no Golden apresentou valores variando entre R\$-2.193,16 (0,95%a.m.) a R\$11.529,10 (0,49%a.m.), nos tratamentos L1N4 e L4N1, respectivamente. Com exceção dos tratamentos L1N4 e L2N4 (que apresentaram VPL negativos) todos os tratamentos empregados no experimento indicaram que o capital investido será recuperado; remunerado na taxa de juros utilizada para calcular o custo de capital do projeto, ou seja, são viáveis economicamente (Tabela 4).

A TIR representa a taxa de juros que torna a série de recebimentos e desembolsos dos projetos de investimento analisados equivalente na data presente. Para a cultivar Golden esse índice econômico variou de 0,33 e 3,42%, nos tratamentos L1N4 e L4N1, respectivamente. Com valor da TIR superior que as taxas de juros na maioria dos tratamentos, pode-se dizer que as lâminas de irrigação e as doses de sulfato de amônio utilizados são viáveis. Entretanto para

os tratamentos L1N2, L1N3, L1N4 e L2N4, que apresentaram valores inferiores a maior taxa de atratividade, os manejos não seriam viáveis economicamente.

Tabela 4 - Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para os tratamentos de lâmina total de água aplicada e doses de sulfato de amônio para taxas de atratividade de 0,49%, 0,64%, 0,80% e 0,95% ao mês, para a cultivar Golden.

TRATAMENTOS	TAXA DE JUROS				TIR
	0,49%	0,64%	0,80%	0,95%	
L1N1	3987,45	3341,18	2724,70	2136,10	1,54%
L1N2	1025,35	434,88	-128,02	-665,09	0,76%
L1N3	807,84	218,11	-344,05	-880,39	0,70%
<b>L1N4</b>	<b>-575,84</b>	<b>-1141,00</b>	<b>-1679,53</b>	<b>-2193,16</b>	<b>0,33%</b>
L2N1	5064,42	4398,28	3762,71	3155,75	1,82%
L2N2	3215,15	2581,79	1977,71	1401,06	1,34%
L2N3	3299,89	2664,38	2058,23	1479,59	1,36%
L2N4	-121,88	-695,49	-1242,16	-1763,60	0,45%
L3N1	4511,73	3855,57	3229,58	2631,85	1,67%
L3N2	5107,04	4439,15	3801,89	3193,31	1,82%
L3N3	3433,76	2795,65	2187,01	1605,97	1,39%
L3N4	5303,83	4630,72	3988,45	3375,08	1,87%
<b>L4N1</b>	<b>11529,10</b>	<b>10744,32</b>	<b>9994,75</b>	<b>9278,17</b>	<b>3,42%</b>
L4N2	10707,93	9937,35	9201,42	8497,97	3,22%
L4N3	5352,83	4679,46	4036,94	3423,31	1,89%
L4N4	5779,46	5097,51	4446,76	3825,22	1,99%
L5N1	4990,66	4325,50	3690,86	3084,81	1,80%
L5N2	4938,53	4273,49	3638,97	3033,03	1,78%
L5N3	6644,36	5947,23	5281,88	4646,30	2,21%
L5N4	2939,49	2309,44	1708,55	1134,96	1,26%

\* Taxas de descontos mensais proporcionais a 12, 10, 8 e 6% a.a., respectivamente.

No híbrido UENF Caliman 01, com 16 meses de cultivo o VPL obteve valores em torno de R\$-7.152,50 (0,95%a.m.) a R\$4.958,97 (0,49%a.m.), nos tratamentos L1N1 e L3N3, respectivamente (Tabela 5). Muito embora a comparação de projetos por esse método possa apresentar algum viés. Para o híbrido UENF Caliman 01, apenas os tratamentos L1N2, L2N2, L2N4 e L3N3 apresentaram VPLs positivos (paras todas as taxas de descontos utilizadas) num horizonte de planejamento de 16 meses. Entretanto os tratamentos L3N1, L4N1, L5N1 e L4N4 mostram-se desfavoráveis apenas para a taxa de descontos de 0,95%, isso mostra que, os investimentos seriam viáveis para as demais taxas de descontos. Para os demais tratamentos o retorno dos investimentos em lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio seria inviável, no horizonte de planejamento apresentado.

Tabela 5 - Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para os tratamentos de lâmina total de água aplicada e doses de sulfato de amônio para taxas de atratividade de 0,49%, 0,64%, 0,80% e 0,95% ao mês, para o híbrido UENF Caliman 01.

TRATAMENTOS	TAXA DE JUROS				TIR
	0,49%	0,64%	0,80%	0,95%	
<b>L1N1</b>	<b>-6066,51</b>	<b>-6444,38</b>	<b>-6806,05</b>	<b>-7152,5</b>	<b>-1,58%</b>
L1N2	3103,551	2584,407	2086,454	1608,46	1,49%
L1N3	-5819,41	-6202,39	-6568,98	-6920,17	-1,48%
L1N4	-1193,98	-1648,48	-2084,07	-2501,86	0,09%
L2N1	704,5774	223,6722	-237,4	-679,799	0,72%
L2N2	4183,612	3647,808	3133,784	2640,277	1,83%
L2N3	-1991,79	-2433,56	-2856,88	-3262,82	-0,17%
L2N4	2111,002	1605,72	1121,146	656,0724	1,17%
L3N1	1048,047	560,8738	93,75897	-354,471	0,83%
L3N2	-1116,25	-1569,15	-2003,22	-2419,57	0,12%
<b>L3N3</b>	<b>4958,97</b>	<b>4410,5</b>	<b>3884,263</b>	<b>3378,969</b>	<b>2,07%</b>
L3N4	-4187,08	-4595,89	-4987,4	-5362,64	-0,92%
L4N1	999,3716	512,8491	46,36199	-401,261	0,81%
L4N2	-752,945	-1213,25	-1654,44	-2077,65	0,24%
L4N3	-3847,94	-4261,45	-4657,5	-5037,13	-0,80%
L4N4	-3839,19	-4253,43	-4650,18	-5030,47	-0,80%
L5N1	1308,475	817,1227	345,9763	-106,144	0,91%
L5N2	-28,6597	-500,162	-952,156	-1385,79	0,48%
L5N3	-3683,89	-4100,01	-4498,57	-4880,62	-0,74%
L5N4	-3203,19	-3627,27	-4033,52	-4422,98	-0,58%

\* Taxas de descontos mensais proporcionais a 12, 10, 8 e 6% a.a., respectivamente.

No caso do híbrido UENF Caliman 01 a TIR variou de -1,58% no tratamento L1N1 a 2,07% no tratamento L3N3. Apenas os tratamentos L2N2, L2N4 e L3N3 apresentaram TIR superior as taxas de descontos, mostrando viáveis para os tratamentos combinados de lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio testados no experimento. No período em estudo do experimento com híbrido UENF Caliman foi observado que a maioria dos tratamentos obteve TIR negativa. Sendo necessário um estudo com maior tempo de cultivo, na tentativa viabilizar o retorno econômico do projeto. Estudando a viabilidade econômica da macieira no Rio Grande do Sul (Fett, 2000) apresentou taxas interna de retorno variando de 0,79% a 3,01 a.m. O que, de acordo com Tsukamoto Filho et al., (2003), fornece segurança a este investimento e taxas de desconto maiores que estas inviabilizam a cultura, sendo então melhor investir em outras alternativas potencialmente mais rentáveis.

Em pesquisa realizada no município de Linhares, ES Lyra et al., (2006) apresentou valores de TIR entre 1,42 a 1,91% a.m. para a cultura do mamão com horizonte de 25 meses de cultivo, ficando próximos dos valores encontrados nesse experimento. A menor Taxa Interna de Retorno apresentada neste trabalho foi do tratamento L1N1 (-1,58%), inviabilizando a aplicação da combinação dessa lâmina de água com a dose mínima de sulfato de amônio, no período estudado.

Os tratamentos com as doses de sulfato de amônio não apresentaram diferença estatística significava ( $p < 0,05$ ) na produtividade, assim, o aumento do uso de sulfato de amônio causou um decréscimo na TIR em relação às lâminas de água aplicadas, em que ocorreu diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) na variável produtividade. Fixando a menor dose de sulfato de amônio ( $90 \text{ kg ha}^{-1} \text{mês}^{-1}$ ) e a média da produtividade alcançada no tratamento L4 (1,10% da ETo) a Taxa Interna de Retorno foi de 2,81% a.m. As diferenças entre os tratamentos estão diretamente relacionadas às condições físicas da cultura (produtividade) e do aporte financeiro da Caliman em aplicar tecnologia na fazenda, que se traduzem nos tratos culturais interligados de lâmina de irrigação dispensados à cultura. Este manejo apresenta impacto positivo, até um limite de água aplicada, sobre os indicadores (VPL e TIR) na avaliação de lâmina de irrigação e, conseqüentemente, na lucratividade do empreendimento.

Com relação à adubação nitrogenada a dose mínima aplicada (N1) apresenta-se suficientes de acordo com a VPL e TIR, tendo um decréscimo nos indicadores com o aumento desse insumo. Tais resultados indicam que as tecnologias adotadas na fazenda são econômica e financeiramente viáveis. Segundo Fagundes et al., (2002), os gastos com irrigação mesmo não ultrapassando mais que 10% do custo operacional total da cultura do mamão na no município de Luiz Eduardo Magalhães (BA), não devem ser interpretados como irrelevantes. Em um ciclo chegam a ser utilizadas 5.000 horas de irrigação, aplicando-se uma lâmina de 18 mm tendo seu turno de rega reduzido em até dois dias nos períodos mais secos.

Através da análise de sensibilidade o item que apresentou maior impacto sobre o VPL e a TIR, foi o preço do produto, nota-se que a redução de 10% no preço do mamão provocaria um decréscimo no VPL (percentagem) de -81,80% (L1N4) e -43,63% (L4N1), para a cultivar Golden (Tabela 6). No híbrido UENF Caliman 01 (Tabela 7) esta variação seria de -15,90% (L1N1) e -95,64% (L3N3).

Em seguida o sulfato de amônio (SA) obteve maior impacto dentro dos itens variáveis do experimento. A variação negativa no preço da irrigação (I) apresentou o menor impacto decorrente de uma variação negativa de 10% no seu custo. A variação na Taxa Interna de Retorno foi de -0,01 a -0,71% no tratamento L1N4 e -0,02 a -0,86% (L4N1) para a cultivar Golden. No híbrido UENF Caliman 01 esta variação foi de -0,01 a -0,41% no tratamento L1N1, e de -0,01 a -0,76 no tratamento L3N3. O item avaliado que apresentou maior variação na TIR foi o preço pago pelo produto (PP).

Tabela 6 - Diminuição no VPL (0,49%a.m.) e TIR no sistema cultivado de mamão decorrente de uma variação desfavorável de 10% (elevando itens de custo experimentais e reduzindo o preço do produto) para a cultivar Golden.

Índices	GOLDEN					
	L1N4			L4N1		
	I	SA	PP	I	SA	PP
VPL (R\$)	-631,50	-983,42	-3164,82	11460,43	11431,80	8026,89
* (%)	-8,81	-41,44	-81,80	-0,60	-0,85	-43,63
TIR	-0,32%	-0,22%	-0,37%	3,40%	3,40%	2,56%
**Variação	-0,01%	-0,11%	-0,71%	-0,02%	-0,02%	-0,86%

\* Variação percentual; e \*\* Variação pontos percentuais.

Tabela 7 - Diminuição no VPL (0,49%a.m.) e TIR no sistema cultivado de mamão decorrente de uma variação desfavorável de 10% (elevando itens de custo experimentais e reduzindo o preço do produto) para híbrido UENF Caliman 01.

Índices	UENF Caliman 01					
	L1N1			L3N3		
	I	SA	PP	I	SA	PP
VPL	-6103,64	-6142,92	-7213,67	4915,36	4714,47	2534,68
* (%)	-0,61	-1,24	-15,90	-0,89	-5,19	-95,64
TIR	-1,59%	-1,60%	-1,98%	2,05%	1,99%	1,30%
**Variação	-0,01%	-0,03%	-0,41%	-0,01%	-0,08%	-0,76%

\* Variação percentual, e \*\* Variação pontos percentuais.

A análise de sensibilidade realizada mostra que a redução nos preços de comercialização do mamão elimina gradativamente a viabilidade de implementação dos diferentes sistemas de cultivo. O sistema com os piores resultados na análise de investimento é o primeiro a tornar-se inviável e assim sucessivamente. A análise apresentada, considerando-se coeficientes e custos por hectare para comparar os sistemas de cultivo, ou seja, sem considerar os efeitos de escala de produção, levanta dúvidas sobre as conseqüências nos resultados de uma análise por estabelecimentos de tamanhos



variáveis. Isso demonstra um novo contexto que pode ser avaliado na análise econômica de um ou mais dos sistemas de cultivo pesquisados (Fett, 2000). Os itens avaliados pelo método triangular foram: irrigação (mm), doses de sulfato de amônio (kg), produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) e preço do produto (R\$). A Figura 2 apresenta a distribuição de freqüência do VPL obtidos mediante a simulação de Monte Carlo, utilizando uma taxa de atratividade igual a 0,49% (a.m.) equivalente a 6% a.a.. Sabe-se que as informações usadas nas avaliações são reais para condições de experimento e que manejo apresenta alto nível tecnológico, e que os insumos (irrigação e doses de sulfato de amônio) avaliados no experimento tiveram como objetivo o aumento da produtividade com redução de custo.

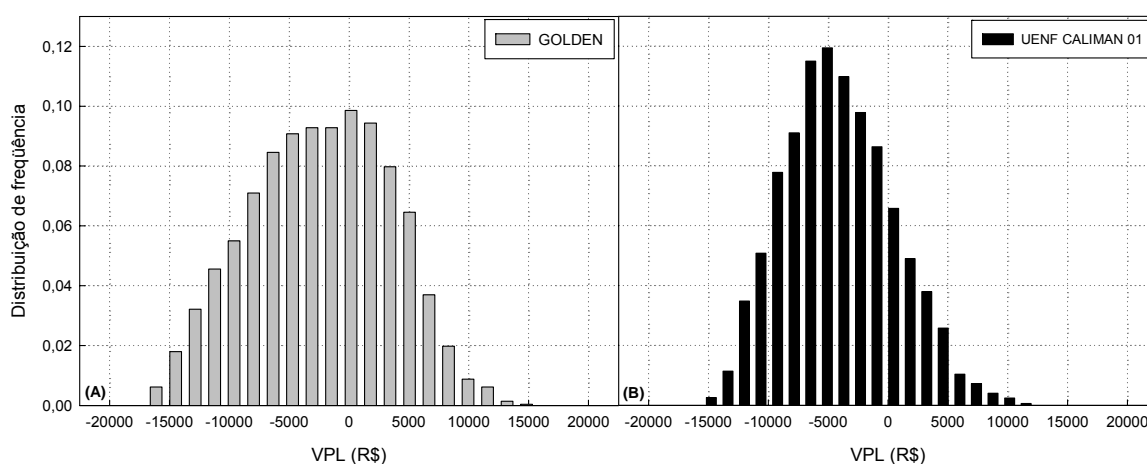


Figura 2 - Distribuição de probabilidade do Valor Presente Líquido para a cultivar Golden (A) e para o híbrido UENF Caliman 01 no experimento.

A distribuição de freqüência acumulada obtida pelo método de Monte Carlo mostra as probabilidades de que o projeto venha a reduzir certos valores especificados. Pela simulação de Monte Carlo, nota-se que a cultura do mamão oferece grau de risco considerável para a cultivar Golden e alto risco para o UENF Caliman 01. Pode-se observar que a probabilidade do produtor obter um VPL negativo é de 47,73 e 75,89% para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, respectivamente, para o horizonte de cultivo de cada experimento (Figura 3). Lyra et al. (2006) apresentaram valores de probabilidade do VPL ser negativo entre 51, a 76% no norte do Espírito Santo, em 25 meses de cultivo para uma taxa de atratividade de 0,49 % a.

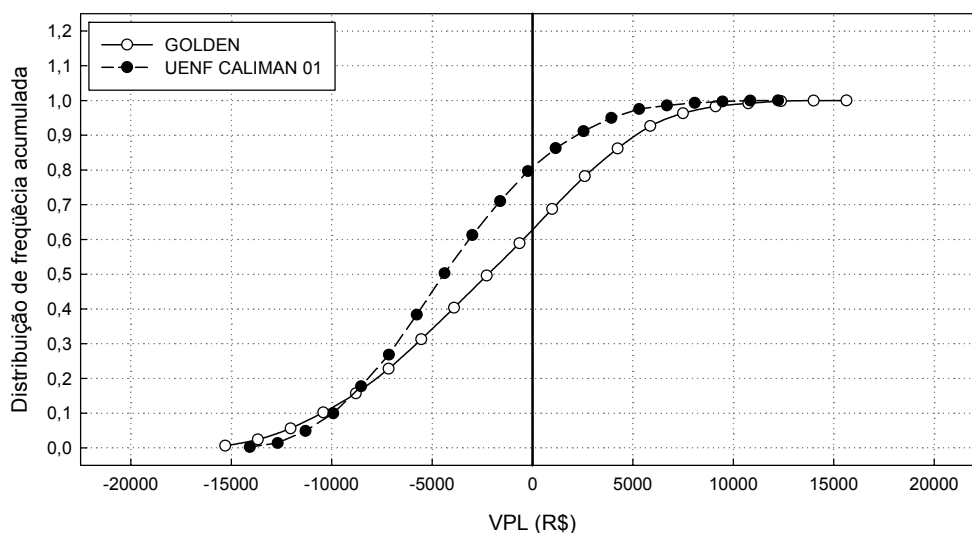


Figura 3 - Distribuição de probabilidade acumulada do Valor Presente Líquido para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01 .

O preço do produto é o item cuja variação tem maior impacto sobre a rentabilidade das culturas analisadas, o que, considerando a estrutura e as características do mercado de produtos agrícolas, que conferem grande instabilidade aos preços recebidos, implica que o risco envolvido nesses empreendimentos pode ser elevado. Nesse sentido, a comercialização apresenta-se como um dos principais problemas para a cultura do mamão e a forma de amenizar as instabilidades de preço pago ao produtor é através do processo de agroindustrialização e exportação do produto, visto que o mercado Europeu e Norte Americano são grandes consumidores do mamão. É válido salientar que na região encontra-se uma indústria de sucos e beneficiamento de polpa, o que resultaria em uma alternativa de comercialização. Para os produtores de mamão é muito importante não só produzir com eficiência, mas estarem ligados a um esquema de comercialização capaz de garantir o escoamento do produto, assim como para os intermediários comerciais é muito importante salientar o uso adequado das diversas técnicas de processamento pós-colheita, garantindo menores perdas com uma maior lucratividade em seus negócios.

Além de assegurar maior estabilidade de renda e menores riscos inerentes ao mercado, esse processo ocasionaria como vantagens adicionais, a garantia de assistência técnica, a incorporação de novas tecnologias de produção, entre outros. Entretanto, não deve ser desconsiderado que as vantagens advindas desse processo podem ser anuladas em razão dos conflitos

entre agricultores e agroindústrias. Para o produtor, especificamente, situações desfavoráveis podem ocorrer nos casos de manipulação, pelas agroindústrias, dos padrões de qualidade para regular preço e entrega, de utilização da recepção tardia para reduzir o preço, ou de defasagem na correção dos preços previstos nos contratos (Lopes, 1992).

Avaliando a viabilidade econômica num horizonte de cultivo de 25 meses em três lotes de cultivo convencional da cultivar Golden, em que foi utilizado sistema de irrigação do tipo localizado por gotejamento, pode-se observar que o manejo da Fazenda apresentou valores de VPL e TIR positivos (Tabela 8), o que viabiliza o manejo adotado na Fazenda. Entretanto os tratamentos L4N1 e L4N2 (em que o sistema de irrigação foi do tipo localizada por microaspersão) do experimento com a cultivar Golden, mostram valores de TIR e VPL superiores para um horizonte de planejamento de 20 meses. A adoção dessa tecnologia poderá gerar lucros maiores ao manejo adotado na Fazenda.

Tabela 8 - Valor Presente Líquido com horizonte de planejamento comuns de 25 meses, e Taxa Interna de Retorno para o cultivo de mamão em três áreas distintas na Fazenda Caliman Agrícola.

Lote	Valor Presente Líquido				TIR
	Taxa de desconto (%)				
	0,95%	0,80%	0,64%	0,49%	
STZ-60	5880,90	6746,31	7658,57	8621,15	2,15%
STZ-61	3080,94	3793,43	4544,81	5337,98	1,68%
STZ-62	7944,07	8796,83	9695,19	10642,50	2,69%

\* Taxas de descontos mensais proporcionais a 12, 10, 8 e 6% a.a., respectivamente.

\*\* Valor Presente Líquido calculado para um horizonte de 25 meses, tempo médio de lavoura na Fazenda Caliman Agrícola S.A.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

A área de estudo deste trabalho foi a Fazenda Caliman Agrícola S.A., situada no município de Linhares. Foram avaliadas separadamente duas variedades de mamoeiro (Golden e UENF Caliman 01) em cinco níveis de irrigação (50, 70, 90, 110 e 130% da

evapotranspiração de referência) combinados com quatro doses de sulfato de amônio (90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>). Na determinação dos riscos e índices na cultura do mamão utilizou-se o cálculo do Valor Presente Líquido, Taxa Interna de Retorno, análise de sensibilidade e o método de Monte Carlo. As informações para compor os coeficientes técnicos utilizados na montagem do fluxo de caixa da cultura do mamão foram obtidas no acompanhamento do experimento para cada tratamento. Os tratamentos de irrigação foram significativos estatisticamente ( $p < 0,05$ ) em relação à produtividade. Entretanto as doses de sulfato de amônio e suas interações com as lâminas aplicadas não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), para a mesma variável. De acordo com as análises econômicas e com os indicadores de rentabilidade utilizados, a cultura do mamão apresenta-se como uma alternativa rentável para os produtores rurais da região Norte do estado do Espírito Santo, com certo grau de risco para cada cultivar.

Os resultados indicaram o sistema de cultivo com lâmina de irrigação referente a 110% da ETo (L4) e dose de sulfato de amônio de 90 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> (N1) como o mais apropriado para implantação pelos métodos do VPL e TIR, na cultivar Golden. No entanto, para o híbrido UENF Caliman 01 o tratamento que apresentou melhor resultado por esses métodos foi o referente a 90% da ETo (L3) combinado com a dose de sulfato de amônio igual a 188 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup> (N3). A análise de sensibilidade revela que se deve atentar para particularidades dos preços pagos pelo produto, uma vez que algumas características especiais, que alterem os custos de produção ou produtividade dos pomares, modificam o sistema de cultivo recomendado. Mediante a simulação triangular, pode-se concluir que a probabilidade do produtor obter Valor Presente Líquido negativo é 47,73 e 75,87%, para o Golden e para o UENF Caliman 01, respectivamente. Indicando que o projeto oferece determinado grau de risco considerável para uma taxa de atratividade de 6% a.a. (0,49% a.m.). O manejo da Fazenda Caliman apresenta valores positivos de VPL e TIR o que viabiliza a comercialização do mamão, entretanto a adoção de lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio que podem maximizar o lucro na Fazenda.

Deve-se ter especial atenção e preocupação no momento da colheita, pois esta é a última etapa do processo produtivo e a primeira etapa da comercialização, influenciando significativamente na qualidade e durabilidade dos frutos. Sugere-se, para próximos trabalhos, que se faça uma análise comparando outros insumos que podem influenciar na produção, sobre outros aspectos da cultura que alterem a planilha de custo como uso de herbicidas e outros fertilizantes.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. Agrianual - **Anuário Estatístico da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP consultoria & comércio/ed. Agros, 2007, 520p.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 8º Reimpres. ed. Campus. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 266p.

CALIMAN AGRÍCOLA S.A. disponível em < [www.caliman.com.br](http://www.caliman.com.br) > acesso 28 de agosto 2007.

CASAROTTO FILHO, N., KOPITKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 9ª ed. São Paulo: Atlas, 2000. 458p.

ECHEVERRER, B. **Elaboração de projetos agropecuários**, 1º ed. São Paulo, SP. 1981. 210p.

FAGUNDES, G. R., MACHADO FILHO, J. A., MEDEIROS, S. A. F., YAMANISHI, O. K. Levantamento dos custos de produção de mamão do grupo Solo sob cultivo irrigado com pivô central em Luis Eduardo Magalhães-BA. In: XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2002, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002.

FETT, M. S. Análise econômica de sistemas de cultivo de macieiras no município de Vacaria/RS . Porto Alegre-RS: 2000. 145p. **(Dissertação MS Econ. Rural)**.

IBGE, 2007. disponível em < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > acesso 20 de outubro 2006.

LAPPONI, J.C. **Projetos de investimento: construção e avaliação do fluxo de caixa: modelos em Excel**. São Paulo: Lapponi Treinamento e Editora, 2000. 376p.

LIMA, E. A., COELHO, F. C., BASTIANI, M. L. R., GOLYNSKI, A., PONCIANO, N. J., LIMA, A. A. Avaliação econômica e de risco da produção de soja (*Glycine max.*(L) Merrill) em rotação com cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) na região Norte Fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**, 2007.

LOPES, J.E.P. Análise econômica de contratos de integração usados no complexo avícola brasileiro. Viçosa - MG: DER/UFV, 1992. 62p. **(Tese MS Econ. Rural)**.

LYRA, G. B.; PONCIANO, N. J.; GOLYNSKI, A. Viabilidade econômica e de risco na cultura do mamão (*Carica papaya* L.): um estudo de caso no norte do Espírito Santo. In: XLIV Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, **Anais...**, Fortaleza, 2006.

NOGUEIRA, E. **Análise de Investimentos**. In: BATALHA, M. O. Gestão agroindustrial. 2.v. São Paulo: Atlas, 1999. P. 223-288.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo, Atlas, 1987. 269p.

PONCIANO, N.J., CONSTANTINO, C.O.R., SOUZA, P.M., DETMANN, E. Avaliação econômica da produção de abacaxi (*Ananas cosmosus* L.) cultivar perola na região Norte Fluminense. **Caatinga**, Mossoró - RN, v.19, n.1, p.82-91, 2006.

PONCIANO, N.J., SOUZA P.M., Análise econômica de tentativas tecnológicas para o cultivo do mamão (*Carica papaya* L.) Irrigado na Região Norte Fluminense. **Projeto de pesquisa**, 2001.

PONCIANO N.J., SOUZA P.M., MATA H.T.C., VIEIRA J.R. e MORGADO I.F. Análise de Viabilidade Econômica e de Risco da Fruticultura na Região Norte Fluminense. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília - DF, v. 42, n. 4, p. 615-635, 2004.

TSUKAMOTO Filho, A. A., da SILVA, M. L., COUTO, L., MÜLLER, M. D. Análise econômica de um plantio de Teca submetido a desbastes. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.487-494, 2003.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Nesta tese foram apresentados quatro trabalhos com o objetivo de estudar o comportamento da cultura dos mamoeiros Golden e UENF Caliman 01, sob influência de diferentes níveis de irrigação e doses de sulfato de amônio. Os experimentos foram montados na Fazenda caliman Agrícola S.A. com os mamoeiros cultivares Golden (grupo Solo) e híbrido UENF Caliman 01. O delineamento estatístico experimental foi em blocos casualizados, com esquema fatorial 5x4 em parcelas subdivididas, sendo cinco lâminas de irrigação (50, 70, 90, 110 e 130% da ETo) e quatro doses de nitrogênio na forma de sulfato de amônio (90, 188, 288 e 377 kg ha<sup>-1</sup>mês<sup>-1</sup>), totalizando 20 tratamentos, com três repetições. Estes experimentos iniciaram em 14 de outubro de 2004 e foram concluídos em 30 de junho de 2006.

No primeiro trabalho objetivou-se identificar os níveis ótimos de irrigação e adubação nitrogenada que propiciem a máxima produtividade física e econômica da cultivar de mamoeiro “Golden” e para o híbrido UENF Caliman 01 utilizando função de produção. Na determinação da função de produção os frutos foram colhidos no estágio 1 de maturação de acordo com as recomendações apresentadas por (Sabor et al. 2000), posteriormente, a produtividade foi determinada multiplicando-se o peso médio do fruto pelo número de frutos por planta e pelo número de plantas por unidade de área de cada parcela experimental. Para correlacionar os componentes da produção da cultivar Golden e do híbrido aos níveis de água aplicados e doses de nitrogênio, procurou-se

obter as seguintes funções: produtividade média, produção total por planta, peso comprimento e diâmetro médio do fruto e do número total médio de frutos versus lâmina total de água aplicada e dose de sulfato de amônio, todos considerando a produção adequada para o mercado interno e para o mercado externo. A partir dos dados de produção e produtividade, foram feitas as análises econômicas das funções de resposta (água e adubação x produção).

No segundo trabalho objetivou-se avaliar o ajuste dos modelos de Gompertz, logístico e monomolecular e a taxa de crescimento dos mamoeiros Golden e UENF Caliman 01 em relação aos graus-dias acumulados. Em uma segunda etapa os modelos foram modificados e avaliados com a adição de mais uma variável independente (produtividade acumulada), sob diferentes níveis de irrigação e adubação nitrogenada para condições locais. As avaliações botânicas foram feitas mensalmente em quatro plantas úteis por parcela, (cada parcela era composta de 24 plantas) tendo seu início na sexagem, e estendendo durante um período de 634 dias (Golden) e 514 dias (UENF Caliman 01) após o transplântio das mudas no campo. As variáveis avaliadas foram: Altura de planta (h), diâmetro de caule (DCaule) e diâmetro de copa (Dcopa). As medições de altura de planta foram feitas a partir da base da planta no solo até a altura da última folha emitida, utilizando réguas com precisão de  $\pm 0,05$  m. O diâmetro de caule foi medido a uma altura de 0,50 m do solo utilizando para isto fita métrica com precisão de  $\pm 0,001$  m, onde se determinava o perímetro na altura mencionada e através e posteriormente determinava-se o diâmetro. Na determinação do diâmetro de copa foram coletados dados longitudinais e transversais com uma trena de precisão  $\pm 0,001$  m, posteriormente foram feitas as médias das duas medidas. Os modelos utilizados foram Gompertz, logístico e monomolecular, os quais foram ajustados de acordo com a variável independente, “graus-dias” (GD). Com o intuito de verificar a influência da produtividade no crescimento do mamoeiro, em uma segunda etapa, acrescentou aos modelos a produtividade acumulada como variável independente gerando os modelos modificados.

Com o objetivo de determinar os teores de nutrientes no limbo e pecíolo foliar em função da lâmina total aplicada e da adubação com sulfato de amônio, assim como suas interações, para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, foi realizado o terceiro trabalho. Os teores de nutrientes nas folhas foram comparados com níveis críticos ou teores adequados apresentados por



Costa (1995), Malavolta et al. (1997), Campostrini et al. (2001), Marinho et al. (2001), Almeida et al. (2002), Barreto & Araújo Filho (2002), Cruz (2003), Falcão et al. (2004), Santana (2004) e Mesquita (2005) para o limbo e Reuther & Robinson (1986), Costa (1995), Malavolta et al. (1997), Marinho et al. (2001), Almeida et al. (2002) para o pecíolo. Na ausência de interação entre os fatores optou-se por apresentar as médias gerais dos teores de nutrientes, em cada época, englobando todas as variedades. Quando houve interação foi feito o desdobramento dos teores médios, para cada tratamento, em cada época de amostragem separadamente. As análises foliares seguiram metodologia sugerida por Malavolta et al. (1997). O preparo do material para análise no laboratório segue os seguintes passos: Lavagem, secagem, moagem e armazenamento. O nitrogênio (N) foi determinado pelo método de digestão ácida quente. Através da digestão nitro-perclórica determinaram-se os teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn). O boro (B) foi determinado por digestão seca.

No quarto trabalho objetivou-se determinar, mediante o cálculo do Valor Presente Líquido e da Taxa Interna de Retorno da análise de sensibilidade, e do método de Monte Carlo a rentabilidade e o risco da cultura do mamão na região norte capixaba. As informações para compor os coeficientes técnicos utilizados na montagem do fluxo de caixa da cultura do mamão foram obtidas através do departamento administrativo da Fazenda Caliman. A Fazenda dispõe de sistemas de irrigação localizada com fertirrigação, assim como as cultivares com altas produtividades desenvolvidas na própria fazenda. As três áreas analisadas foram plantadas com a cultivar Golden, em 15 de março de 2004, e o término do ciclo ocorreu 25 meses depois, em 15 de março de 2006.

Com os dados obtidos pode-se concluir:

- A estimativa da produtividade ( $t\ ha^{-1}$ ) do mamoeiro em função da lâmina total aplicada para a região norte do Espírito Santo, para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01, tiveram ajustes significativos com os modelos de segunda ordem;
- As máximas produtividades físicas são iguais a  $94,83\ t\ ha^{-1}$  com lâmina máxima de 1549,83mm e  $88,01\ t\ ha^{-1}$  e lâmina máxima aplicada de 938,06mm para a cultivar Golden e para híbrido UENF Caliman 01, respectivamente;

- As lâminas ótimas econômicas para o mercado interno e externo, respectivamente, para o Golden durante os 20 meses após o transplântio e 12 meses de colheita são de 1546,52 e 1547,32mm e 936,52 e de 937,32mm para UENF Caliman 01 em durante os 16 meses após o transplântio em 8 meses de colheita;
- Apesar das lâminas estimadas, com que se obtém ótimo retorno econômico serem um pouco menores que as estimadas para a máxima produção tanto para Golden quanto para o UENF Caliman 01, as produtividades máximas econômicas encontradas para ambos mamoeiros são próximas das produtividades máximas físicas;
- A proximidade entre as lâminas físicas e econômicas estimadas, para ambas as variedades, pressupõe a adoção do mesmo manejo de irrigação;
- A receita líquida operacional para Golden nos mercados interno e externo é de 313,19 e 929,57 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, respectivamente. O híbrido UENF Caliman 01 apresenta receita líquida operacional de 302,79 e 1347,87 R\$ ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> nos mercados interno e externo, respectivamente;
- Os pesos médios de frutos com aplicação máxima de lâmina de irrigação são de 420, 20 gramas (A= 1623,80mm) e 1155,96 gramas com aplicação de lâmina de 927,34mm, para o Golden e UENF Caliman 01, respectivamente;
- Os resultados demonstram que a utilização de função de produção para manejo de irrigação no mamoeiro possibilita resultados satisfatórios, de acordo com os componentes de produção que se deseja determinar;
- De acordo com as equações de regressão, as lâminas que proporcionaram os maiores comprimento e diâmetro de frutos para a cultivar Golden, são: 1670,36 e 1694,67mm, atingindo um comprimento de fruto de 139 mm e diâmetro de 83 mm;
- Não houve efeito dos níveis de irrigação e doses de sulfato de amônio na altura, diâmetro do caule e diâmetro de copa;

- Na cultivar Golden e no Híbrido UENF Caliman 01 os modelos originais apresentaram-se significativos em nível de 1% de probabilidade para a variável altura de planta e diâmetro de caule. Contudo estes modelos não apresentaram ajuste significativo para a variável diâmetro de copa;
- Nos modelos originais e modificados, de forma geral, os parâmetros apresentam expressão biológica e não puramente estatística, uma vez que os coeficientes de determinação ajustados obtiveram valores elevados para altura de planta e diâmetro de caule e diâmetro de copa (modelos modificados);
- Através dos modelos modificados para a cultivar Golden e para o híbrido UENF Caliman 01 pode-se observar a influência da produtividade no crescimento das plantas;
- Os teores de nutrientes apresentaram valores superiores no limbo, com exceção do potássio que apresentou os maiores teores no pecíolo;
- A constatação da variação significativa da maioria dos teores de nutrientes com diferentes lâminas totais de água aplicada e doses de sulfato de amônio mostra a necessidade de estudos que determinem as adequadas adubações potenciais em função de diferentes lâminas de água e doses de sulfato de amônio;
- A maioria dos teores de nutrientes no limbo e no pecíolo ficaram próximos ou dentro dos valores encontrados na literatura para a cultura do mamoeiro;
- Os teores nutrientes para a cultivar Golden no limbo, apresentaram na primeira análise foliar os maiores teores de N, P e S, e os menores teores de Cu e Mn; na segunda análise foliar os maiores teores foram teores de K, Ca e Mg, e os menores N, Fe, Cu, Zn e B; enquanto que na terceira análise foliar os maiores teores foram de Fe, Zn, Mn, Cu e B, e os menores de P, K, Mg e S;
- No pecíolo da cultivar Golden os teores variaram na seguinte ordem: na primeira análise foliar os maiores teores foram de P, Mg, S, Cu e B os menores teores de K, Ca, Zn e Mn; na segunda análise foliar os maiores teores foram

teores de Ca e Zn, e os menores N, P, Mg, Fe e B; enquanto que na terceira análise foliar os maiores teores foram de N, K, Fe, B e os menores de S e Cu;

- No híbrido UENF Caliman 01, tanto no limbo quanto no pecíolo, os teores de N, P, Ca, Mg, S Fe e Mn foram maiores tanto na primeira análise foliar, assim como os teores de Zn no limbo e o B no pecíolo para a mesma análise. O K e Cu foram menores nesta análise;
- A interpretação da análise foliar deve levar em consideração a época de amostragem uma vez que, alguns períodos são mais críticos para determinados nutrientes.
- O manejo da Fazenda Caliman apresenta valores positivos de VPL e TIR o que viabiliza a comercialização do mamão, entretanto a adoção de lâminas de irrigação e doses de sulfato de amônio que podem maximizar o lucro na Fazenda.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. Agriannual - Anuário Estatístico da agricultura brasileira. São Paulo: **FNP consultoria & comércio** ed. Agros, 2007, p. 363 a 372.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome, FAO, 1998. 300 p. (**FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56**).

ALMEIDA, F.T. Respostas do Mamoeiro (Carica papaya L.) do Grupo Solo a diferentes lâminas de irrigação no Norte Fluminense. **Tese (Doutorado em Produção Vegetal)** – Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense- UENF. 2000, 125p.

ALMEIDA, L. A. S. B., VIEIRA, M. C., GASPARINO FILHO, J., MORETTI, V. A, BICUDO NETO, L. C. Factibilidade econômica sob condições de riscos: análise

de moinhos de milho para suplementação de farinha de trigo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1985, n.02, art. 03.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa, MG. UFV (2006), 625p.

BISERRA, J. V. Rentabilidade da irrigação pública no Nordeste, sob condições de risco: o caso do perímetro Morada Nova. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1994, n.03, art.4.

COELHO, E.F. **EMBRAPA**, Empresa Brasileira de pesquisas agropecuárias, disponível em <http://www.cnpmf.embrapa.br>, 13 de agosto 2005.

COELHO, E. F.; LIMA D. M.; SOARES, M. A. A.; CALDAS, R. C. Produção do mamoeira cultivar Tainung no 1 sob diferentes regimes de irrigação nos Tabuleiros Costeiros do Recôncavo Baiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2002, Belém. **Anais**. (CD-Rom).

COSTA, A.N. (1995) Uso do sistema integrado de diagnose e recomendações (DRIS), na avaliação do estado nutricional do mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)** – Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa.

CRANE, J. H. Papaya growing in the Florida home landscape. Florida, USA: IFAS, 2005. (**Horticultural Sciences Department**, HS11). 8 p.

FRIZZONE, J.A. Planejamento otimizado da irrigação. In: D. NETTO, D.; SAAD, A. M.; Van LIER, Q. J. **Curso de agricultura irrigada**. Piracicaba: Dep. de Agricultura, ESALQ, 1991. p. 1-26.

FRIZZONE, J.A., Função de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação. 1986, 133 p., Piracicaba-SP: ESALQ. (**Tese D.S. em Solos e nutrição de plantas**).

HARPER, J.E. Nitrogen Metabolism. In: Boote, K.J., Bennett, J.M., Sinclair, T.R., Paulsen, G.M. (eds.) Physiology and determination of crop yield. Madison, USA: American Society of Agronomy, **Crop Science Society of America, Soil Science Society of America**, 1994, p.285-302

HERTZ, O.B. Risk analysis in capital investment. **Harvard Business Review**, 42(1)-95-106, jan.feb. 1964.

IBGE, 2007. disponível em < [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) > acesso 20 de outubro 2007.

LIMA, H.C. Relações entre o estado nutricional, as variáveis climáticas e a incidência da mancha fisiológica do mamão (Carica papaya L.) no Norte Fluminense. 2003, 54p. **Tese (Mestrado em Produção Vegetal)** – Campos de Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF.

LUNA, J.V.U. Variedades de Mamoeiro. **Informe Agropecuário** Belo Horizonte – MG 1986, 12 (134): p. 14-18

LYRA, G. B., PONCIANO, N.J. Viabilidade Econômica e de Risco na Cultura do Mamão: um estudo de caso no Norte do Espírito Santo, In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Rural-SOBER, 2006, Fortaleza-CE. Questões Agrárias, Educação no Campo e Desenvolvimento. BRASÍLIA - DF, 2006. **Anais...**, v. 1. p. 1-10.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e Aplicações**. 2 ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 319p. 1997.

MALO, S.E., CAMPBELL, C.W. The papaya 1986. **Univ. of Florida Cooperative Extension Service Fruits Crops Fact Depth** FC-11. Gainesville, Fla

MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SALGADO, J. S. Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos 'Solo' e 'Formosa' no Estado do Espírito Santo. 4 ed. Vitória: EMCAPA, 1995. 57p. (**Circular Técnica, 3**).

ARINHO, C. S.; OLIVEIRA, M. A. B. de; MONNERAT, P. H.; VIANNI, R.; MALDONADO, J. F. Fontes e doses de nitrogênio e a qualidade dos frutos do mamoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, 2001, v.58, n.2, p. 345-348.

MARLER, T. E.; GEORGE, A. P.; NISSEN, R. J.; ANDERSEN, P. C. Miscellaneous tropical fruits. In: **Handbook of environmental physiology of fruits crops – Subtropical an tropical crops**. Boca Raton: 1994. v.2. p. 199-224.

MARTINS, D. P. Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg.) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio. Campos dos Goytacazes: UENF. **Tese (Doutorado em produção vegetal)**. 1998, 84 p.

MELO, M. A. N. DE, Determinação da necessidade térmica, adequação de coeficiente da cultura (kc) e efeito da irrigação e da adubação nitrogenada na produção do maracujazeiro amarelo. 2001, 139p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa, UFV.

NISHIMA, M.; ZEE, F.; EBESU, R.; ARAKAKI, A.; HAMASAKI, R.; FUKUDA, S.; NAGATA, N.; CHIA, C. L.; NISHIJIMA, W.; MAU, R.; UCHIDA, R. Papaya production in Hawaii. Hawaii, USA: CTAHR, 2000. (**Fruits and Nuts, 3**). 8 p.

NORONHA, J. F., LATAPIA, M. X. L. C. Custos de produção agrícola sob condições de risco no Estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1988, n.3, art. 02.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo, Atlas, 1987. 269p

OLIVEIRA, A.M.G. Fertirrigação em fruteiras tropicais, Cruz das Almas-BA, **Embrapa Mandioca e Fruticultura**, p.114 – 121, 2002.

OLIVEIRA, A.M.G., CALDAS, R.C. Produção do mamoeiro em função de adubação com nitrogênio, fósforo e potássio. **Rev. Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, 2004. p.160-163.

OMM. Agrometeorologie operationnelle: recueil de notices phénologiques. Genebra, Suíça: **Organização Meteorológica Mundial**, 1991. 258 p.

PONCIANO, N.J. Análise econômico-financeira da produção agropecuária: Custos de produção da empresa rural. Notas de Aula, Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ. 2005, 16p.

REBOUÇAS, A.C. **Água – Recurso econômico** – Fator competitivo na agricultura irrigada. Palestra proferida no Simpósio de Irrigação e agroindústria no Estado do Mato Grosso, 18 e 19 de setembro de 1997, Cuiabá, MT.

REUTHER, D.J.; ROBINSON, J.B. Plant analysis: An interpretation manual. Melbourne: **Inkatan Press**, 1986. 218p.

SEAGRI, disponível em <[seagri.ba.gov.br/mamão.htm](http://seagri.ba.gov.br/mamão.htm)>. Acesso em: 21 jan. 2007.

SHIROTA, R., SILVA, R. D.M., LIMA, R.A.S, NEVES, E. M. A técnica de simulação aplicada a avaliação econômica de matriz de duas linhagens de frango de corte. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 1987, n. 1, art. 5.

SIMÃO, S. Tratado de fruticultura. 1998, p. 541-543, **Fealq**, Piracicaba, SP.

SILVA, M.C.A., TARSITANO, M.A.A., CORRÊA, L.S. Análise do custo de produção e lucratividade do mamão formosa, cultivado no município de santa fé do sul (sp). **Rev. Brasileira de Fruticultura.**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 40-43, Abril 2004.

SILVA T.S.M., COELHO, E.F, PAZ, V.P.S., COELHO FILHO M.A., E.A. SOUZA Efeito da interação entre N, K<sub>2</sub>O e irrigação na produtividade do mamoeiro no primeiro ano nas condições do recôncavo baiano. (2002) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 12, Uberlândia - MG. **Anais...** Uberlândia. ABID. (CD-Rom).



TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3º ed. Editora Artmed, Porto Alegre- RS, 2004, 719p.

TRINDADE, A. V.; OLIVEIRA, A. A. R.; NASCIMENTO, A. S. DE; OLIVEIRA, A.M. G.; RITZINGER, C. H. S. P.; BARBOSA, C. DE J.; COSTA, D. DE C.; COELHO, E. F.; SANTOS FILHO, H. P.; OLIVEIRA, J. R. P. Mamão. Produção: aspectos técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas –BA. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000, 77 p. (**Frutas do Brasil, 3**).

VITTI, G.C.; MALAVOLTA, E.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C. do; MARIN, S.C.O. Nutrição e adubação do mamoeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DO MAMOEIRO, 2., 1988, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP-FCAV, 1989. p.121-159.

## APÉNDICE 1

Tabela 1 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, da produtividade, Peso total por planta (PTPP) e número de frutos (N. frutos), na cultivar Golden

F. de Variação	GL	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )		PTPP (kg planta <sup>-1</sup> )		N.Fruto		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	1284,3429		326,2854		1254,2716		
Lâmina (L)	4	806,1454	5,0066	204,8000	5,0066	751,8823	1,7412	3,8379
Resíduo (a)	8	161,0179		40,9064		431,8140		
Parcelas	14	505,8150		128,5016		640,7561		
Nitrogênio (N)	3	2,4643	0,0099	0,6261	0,0099	16,3845	0,0388	2,9223
L X N	12	80,0271	0,3210	20,3308	0,3210	383,1511	0,9062	2,0921
Resíduo (b)	30	249,3431		63,3452		422,7904		
Total	59							

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, do peso médio do fruto (PMF), comprimento de fruto (Comp. de fruto) e diâmetro de fruto ( Diâm. fruto), na cultivar Golden

F. de Variação	GL	PMF (g)		Comp. de fruto (cm)		Diâm. Fruto (cm)		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	1867,4116		13,9942		18,3710		
Lâmina (L)	4	1447,7777	4,7589	22,6211	6,7075	13,6941	6,8456	3,8379
Resíduo (a)	8	304,2229		3,3725		2,0004		
Parcelas	14	854,2655		10,3895		7,6801		
Nitrogênio (N)	3	162,8221	0,4996	2,8230	0,7732	1,3628	0,5157	2,9223
L X N	12	240,3720	0,7376	3,0197	0,8271	1,1575	0,4380	2,0921
Resíduo (b)	30	325,8815		3,6510		2,6424		
Total	59							

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, da firmeza externa do fruto (Firm. Externa), firmeza interna do fruto (Firm. inetrna) e Brix ( BRIX), na cultivar Golden

F. de Variação	GL	Firm. Externa (N)		Firm. Interna (N)		BRIX <sup>o</sup>		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	92,1007		34,0884		0,0033		
Lâmina (L)	4	116,9387	1,2242	67,7347	9,1176	0,0991	0,9992	3,8379
Resíduo (a)	8	95,5239		7,4290		0,0992		
Parcelas	14	101,1534		28,4677		0,0855		
Nitrogênio (N)	3	1,0142	0,0165	4,8604	0,7820	0,0959	1,5270	2,9223
L X N	12	17,0415	0,2779	7,5677	1,2176	0,0649	1,0326	2,0921
Resíduo (b)	30	61,3325		6,2154		0,0628		
Total	59							

Tabela 4 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, da produtividade, Peso total por planta (PTPP) e número de frutos (N. frutos), no híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	GL	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )		PTPP (kg planta <sup>-1</sup> )		N.Fruto		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	14989,8907		326,2854		1774,0020		
Lâmina (L)	4	572,4522	4,4002	204,8000	5,0066	76,9896	0,8963	3,8379
Resíduo (a)	8	130,0959		40,9064		85,8940		
Parcelas	14	2379,3112		128,5016		324,5082		
Nitrogênio (N)	3	378,4912	1,0663	0,6261	0,0099	72,5695	0,7600	2,9223
L X N	12	659,5090	1,8579	20,3308	0,3210	75,0391	0,7859	2,0921
Resíduo (b)	30	354,9723		63,3452		95,4846		
Total	59							

Tabela 5 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, do peso médio do fruto (PMF), comprimento de fruto (Comp. de fruto) e diâmetro de fruto ( Diâm. fruto), no híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	GL	PMF (g)		Comp. de fruto (cm)		Diâm. Fruto (cm)		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	57250,6410		473,8036		101,4707		
Lâmina (L)	4	8414,4800	4,2634	37,0090	0,6606	12,6851	2,6717	3,8379
Resíduo (a)	8	1973,6568		56,0237		4,7480		
Parcelas	14	11710,6040		110,2738		20,8333		
Nitrogênio (N)	3	3942,3413	1,0589	19,7779	0,6450	12,4160	2,0207	2,9223
L X N	12	7626,1913	2,0484	45,1473	1,4722	11,7963	1,9198	2,0921
Resíduo (b)	30	3722,9091		30,6656		6,1445		
Total	59							

Tabela 6 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, da firmeza externa do fruto (Firm. Externa), firmeza interna do fruto (Firm. inetrna) e Brix ( BRIX), no híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	GL	Firm. Externa (N)		Firm. Interna (N)		BRIX <sup>o</sup>		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	10,4211		47,5659		0,2719		
Lâmina (L)	4	362,5418	1,8802	131,9007	0,6409	0,1795	1,6360	3,8379
Resíduo (a)	8	192,8239		205,7911		0,1097		
Parcelas	14	215,2572		162,0759		0,1528		
Nitrogênio (N)	3	33,1720	0,2904	42,4720	0,7176	0,1685	0,8417	2,9223
L X N	12	183,5681	1,6069	50,4592	0,8526	0,2676	1,3371	2,0921
Resíduo (b)	30	114,2401		59,1825		0,2002		
Total	59							

## APÊNDICE 2

Tabela 1 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no limbo, na primeira análise foliar para a cultivar Golden.

		Macronutrientes Limbo												F tabelado
		N		P		K		Ca		Mg		S		F(0,05)
F.V.	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	17,6871		0,3992		7,4505		6,0754		1,2763		5,4158		
Lâmina (L)	4	9,3245	0,7935	0,2357	1,0312	2,6915	0,2021	2,4876	0,4231	0,8820	0,4248	1,6048	0,3460	3,8379
Resíduo (a)	8	11,7513		0,2286		13,3207		5,8790		2,0762		4,6376		
Parcelas	14	11,9059		0,2550		9,4452		4,9381		1,6207		3,8822		
Nitrogênio (N)	3	29,7682	2,1032	0,5878	3,5160	24,3275	4,4692	1,0134	0,7787	0,4866	1,2859	0,3927	0,9655	2,9223
L X N	12	14,9027	1,0529	0,3775	2,2580	6,9360	1,2742	1,8891	1,4515	0,5520	1,4588	0,5016	1,2334	2,0921
Resíduo (b)	30	14,1538		0,1672		5,4433		1,3015		0,3784		0,4067		
Total	59													

Tabela 2 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no limbo, na primeira análise foliar para a cultivar Golden.

		Micronutrientes Limbo										F tabelado
		Fe		Zn		Cu		Mn		B		F(0,05)
F. de Variação	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	450,0667		53,1167		12,2000		290,8500		41,8500		
Lâmina (L)	4	52,2917	0,9583	7,0833	0,2955	3,9750	0,4602	78,5417	1,0173	31,9833	1,1579	3,8379
Resíduo (a)	8	54,5667		23,9708		8,6375		77,2042		27,6208		
Parcelas	14	110,4167		23,3095		7,8143		108,1071		30,9000		
Nitrogênio (N)	3	236,8667	2,3212	11,7556	1,1113	4,5500	1,6154	42,5944	0,9071	6,9778	0,5190	2,9223
L X N	12	61,5472	0,6031	8,9500	0,8461	4,3417	1,5414	40,7750	0,8684	10,2278	0,7607	2,0921
Resíduo (b)	30	102,0444		10,5778		2,8167		46,9556		13,4444		
Total	59											

Tabela 3 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no pecíolo, na primeira análise foliar para a cultivar Golden.

		Macronutrientes Pecíolo												F tabelado
		N		P		K		Ca		Mg		S		F(0,05)
F. de Variação	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	6,3668		0,3125		69,2911		9,0365		0,6630		2,8166		
Lâmina (L)	4	1,4483	0,6989	0,0735	0,3915	13,8798	0,5941	8,1560	1,5758	0,7237	1,9967	2,2359	4,8451	3,8379
Resíduo (a)	8	2,0721		0,1878		23,3610		5,1759		0,3625		0,4615		
Parcelas	14	2,5074		0,1730		27,2135		6,5789		0,5086		1,3049		
Nitrogênio (N)	3	0,7958	0,8379	0,1574	0,8202	67,6277	5,5282	0,4083	0,2362	0,1985	0,6182	0,0847	0,2637	2,9223
L X N	12	1,1789	1,2413	0,2312	1,2046	18,2059	1,4882	0,9999	0,5785	0,2637	0,8211	0,3686	1,1470	2,0921
Resíduo (b)	30	0,9498		0,1919		12,2332		1,7283		0,3211		0,3214		
Total	59													

Tabela 4 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no pecíolo, na primeira análise foliar para a cultivar Golden.

		Micronutrientes Pecíolo										F tabelado
		Fe		Zn		Cu		Mn		B		F(0,05)
F. de Variação	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	32,6167		2,4500		3,4667		19,3500		17,9167		
Lâmina (L)	4	31,6083	1,2690	5,3083	0,8448	2,3083	0,1942	27,0667	0,7096	0,9000	0,3600	3,8379
Resíduo (a)	8	24,9083		6,2833		11,8833		38,1417		2,5000		
Parcelas	14	27,9238		5,4571		7,9452		32,2929		4,2452		
Nitrogênio (N)	3	10,2000	0,4210	12,1111	1,1117	1,2611	1,2611	6,9500	0,7372	3,5722	1,4988	2,9223
L X N	12	25,6306	1,0579	16,4861	1,5133	0,9972	0,9972	7,4222	0,7873	2,0444	0,8578	2,0921
Resíduo (b)	30	24,2278		10,8944		1,0000		9,4278		2,3833		
Total	59											



Tabela 5 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no limbo, na segunda análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Macronutrientes Pecíolo													F tabelado
	N		P		K		Ca		Mg		S			
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	2,0164		0,1002		15,5183		2,7249		0,0433		0,0823		
Lâmina (L)	4	4,5467	3,0812	0,5315	12,4014	11,0585	0,5438	7,4566	14,6776	0,3301	2,4661	11,4349	28,3439	3,8379
Resíduo (a)	8	1,4756		0,0429		20,3348		0,5080		0,1339		0,4034		
Parcelas	14	2,4303		0,1907		16,9964		2,8100		0,1770		3,5094		
Nitrogênio (N)	3	0,4191	0,4181	0,1243	3,0043	32,3228	1,3559	0,4734	0,6534	0,3891	2,0597	1,5913	9,0608	2,9223
L X N	12	4,0634	4,0537	0,0760	1,8378	51,2959	2,1518	2,7155	3,7478	0,2137	1,1312	1,3735	7,8206	2,0921
Resíduo (b)	30	1,0024		0,0414		23,8384		0,7246		0,1889		0,1756		
Total	59													

Tabela 6 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no limbo, na segunda análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Micronutrientes Pecíolo											F tabelado
	Fe		Zn		Cu		Mn		B			
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	17,2167		32,6167		0,2000		33,8667		11,0167		
Lâmina (L)	4	114,8917	13,7732	42,9833	4,0807	1,4583	3,5714	43,3167	2,2512	112,2083	16,6337	3,8379
Resíduo (a)	8	8,3417		10,5333		0,4083		19,2417		6,7458		
Parcelas	14	40,0524		22,9595		0,6786		28,2095		37,4881		
Nitrogênio (N)	3	36,2833	1,4012	30,0889	2,1918	0,1944	0,5000	7,0667	0,9394	1,8833	0,7567	2,9223
L X N	12	62,2139	2,4026	26,9500	1,9632	0,4583	1,1786	8,2611	1,0982	4,6194	1,8560	2,0921
Resíduo (b)	30	25,8944		13,7278		0,3889		7,5222		2,4889		
Total	59											

Tabela 7 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no pecíolo, na segunda análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Macronutrientes Pecíolo													F tabelado F(0,05)
	N		P		K		Ca		Mg		S			
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	2,0164		0,1002		15,5183		2,7249		0,0433		0,0823		
Lâmina (L)	4	4,5467	3,0812	0,5315	12,4014	11,0585	0,5438	7,4566	14,6776	0,3301	2,4661	11,4349	28,3439	3,8379
Resíduo (a)	8	1,4756		0,0429		20,3348		0,5080		0,1339		0,4034		
Parcelas	14	2,4303		0,1907		16,9964		2,8100		0,1770		3,5094		
Nitrogênio (N)	3	0,4191	0,4181	0,1243	3,0043	32,3228	1,3559	0,4734	0,6534	0,3891	2,0597	1,5913	9,0608	2,9223
L X N	12	4,0634	4,0537	0,0760	1,8378	51,2959	2,1518	2,7155	3,7478	0,2137	1,1312	1,3735	7,8206	2,0921
Resíduo (b)	30	1,0024		0,0414		23,8384		0,7246		0,1889		0,1756		
Total	59													

Tabela 8 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no pecíolo, na segunda análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Micronutrientes Pecíolo											F tabelado F(0,05)
	Fe		Zn		Cu		Mn		B			
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	
Blocos	2	17,2167		32,6167		0,2000		33,8667		11,0167		
Lâmina (L)	4	114,8917	13,7732	42,9833	4,0807	1,4583	3,5714	43,3167	2,2512	112,2083	16,6337	3,8379
Resíduo (a)	8	8,3417		10,5333		0,4083		19,2417		6,7458		
Parcelas	14	40,0524		22,9595		0,6786		28,2095		37,4881		
Nitrogênio (N)	3	36,2833	1,4012	30,0889	2,1918	0,1944	0,5000	7,0667	0,9394	1,8833	0,7567	2,9223
L X N	12	62,2139	2,4026	26,9500	1,9632	0,4583	1,1786	8,2611	1,0982	4,6194	1,8560	2,0921
Resíduo (b)	30	25,8944		13,7278		0,3889		7,5222		2,4889		
Total	59											

Tabela 9 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no limbo, na terceira análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Macronutrientes Limbo													
	N		P		K		Ca		Mg		S		F tabelado	
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	1,1893		0,0363		0,1806		2,6023		0,0402		0,0092		
Lâmina (L)	4	50,8345	60,8186	0,0661	2,5553	16,4755	21,0525	3,4325	0,6557	1,8730	48,1562	1,6752	200,1005	3,8379
Resíduo (a)	8	0,8358		0,0259		0,7826		5,2349		0,0389		0,0084		
Parcelas	14	15,1717		0,0388		5,1803		4,3438		0,5631		0,4847		
Nitrogênio (N)	3	16,5269	12,4126	0,6736	23,8289	15,1093	23,6735	15,4558	2,7724	5,2378	67,9748	0,6304	37,9119	2,9223
L X N	12	16,8081	12,6238	0,5373	19,0056	12,7880	20,0365	2,5044	0,4492	0,6486	8,4180	0,5860	35,2441	2,0921
Resíduo (b)	30	1,3315		0,0283		0,6382		5,5749		0,0771		0,0166		
Total	59													

Tabela 10 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no limbo, na terceira análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Micronutrientes Limbo											
	Fe		Zn		Cu		Mn		B		F tabelado	
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	1,8167		2,0292		0,8167		7,4042		0,0375		
Lâmina (L)	4	204,6417	65,3981	209,5167	32,5568	2,9167	3,3175	72,2958	24,5417	12,2083	5,7564	3,8379
Resíduo (a)	8	3,1292		6,4354		0,8792		2,9458		2,1208		
Parcelas	14	60,5167		63,8292		1,4524		23,3970		4,7054		
Nitrogênio (N)	3	204,2389	22,6932	4,0708	1,7883	2,1333	2,4000	91,3375	17,6261	7,5153	7,6535	2,9223
L X N	12	311,0861	34,5651	54,9944	24,1586	0,9944	1,1188	32,0181	6,1788	15,2028	15,4823	2,0921
Resíduo (b)	30	9,0000		2,2764		0,8889		5,1819		0,9819		
Total	59											

Tabela 11 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no pecíolo, na terceira análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Macronutrientes Pecíolo													
	N		P		K		Ca		Mg		S		F tabelado	
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	1,2576		0,0547		6,9293		0,3286		0,4309		0,0189		
Lâmina (L)	4	5,8318	8,2935	0,9477	22,5427	44,9489	9,9050	3,5346	13,7068	0,1521	0,5974	4,7279	300,4649	3,8379
Resíduo (a)	8	0,7032		0,0420		4,5380		0,2579		0,2546		0,0157		
Parcelas	14	2,2477		0,3026		16,4256		1,2042		0,2505		1,3625		
Nitrogênio (N)	3	2,7397	6,9165	0,0876	2,7556	130,1136	25,9427	4,3752	15,0723	2,9330	7,8859	0,2241	13,7843	2,9223
L X N	12	9,7629	24,6474	0,3573	11,2357	36,2070	7,2191	2,7586	9,5031	1,0640	2,8606	0,5478	33,7020	2,0921
Resíduo (b)	30	0,3961		0,0318		5,0154		0,2903		0,3719		0,0163		
Total	59													

Tabela 12 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no pecíolo, na terceira análise foliar para a cultivar Golden.

F. de Variação	Micronutrientes Pecíolo											
	Fe		Zn		Cu		Mn		B		F tabelado	
	GL	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	6,3167		0,8042		0,2167		2,2167		0,4667		
Lâmina (L)	4	58,8333	15,2484	13,3292	21,6149	9,1417	59,2973	57,9167	13,3397	3,8167	2,3073	3,8379
Resíduo (a)	8	3,8583		0,6167		0,1542		4,3417		1,6542		
Parcelas	14	19,9167		4,2756		2,7310		19,3452		2,1024		
Nitrogênio (N)	3	61,0000	11,7433	15,6819	3,1096	0,1111	0,4348	52,6389	9,0670	6,5944	4,8848	2,9223
L X N	12	28,7222	5,5294	8,1125	1,6086	1,0417	4,0761	69,1389	11,9091	4,8722	3,6091	2,0921
Resíduo (b)	30	5,1944		5,0431		0,2556		5,8056		1,3500		
Total	59											

Tabela 13 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no limbo, na primeira análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

Macronutrientes Limbo														
F. de Variação	GL	N		P		K		Ca		Mg		S		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	23,5407		0,1799		103,8786		6,2526		10,8995		9,8415		
Lâmina (L)	4	14,6705	1,8933	0,2178	1,0958	5,0209	1,6665	2,3820	0,9963	1,1690	1,7239	0,0793	0,7345	3,8379
Resíduo (a)	8	7,7487		0,1988		3,0129		2,3909		0,6781		0,1079		
Parcelas	14	11,9823		0,2015		17,9960		2,9400		2,2785		1,4902		
Nitrogênio (N)	3	6,6491	0,6049	0,4027	3,8699	8,9223	1,7462	0,4998	0,7113	1,3791	2,4231	0,1648	1,0738	2,9223
L X N	12	14,7782	1,3445	0,0709	0,6815	1,9494	0,3815	2,0632	2,9364	0,5009	0,8801	0,1777	1,1579	2,0921
Resíduo (b)	30	10,9912		0,1041		5,1097		0,7026		0,5691		0,1535		
Total	59													

Tabela 14 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no limbo, na primeira análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

Micronutrientes Limbo												
F. de Variação	GL	Fe		Zn		Cu		Mn		B		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	235,5167		41,1500		10,5500		286,4667		60,0167		
Lâmina (L)	4	236,8583	1,4459	11,3583	0,9053	0,5583	0,2965	31,8500	0,3597	11,7500	0,2363	3,8379
Resíduo (a)	8	163,8083		12,5458		1,8833		88,5500		49,7250		
Parcelas	14	194,9238		16,2929		2,7429		100,6238		40,3452		
Nitrogênio (N)	3	262,1056	2,0125	4,8167	0,7940	2,1778	2,0103	22,6444	0,5141	30,1944	3,6998	2,9223
L X N	12	59,6472	0,4580	8,8583	1,4602	0,9139	0,8436	35,8944	0,8150	15,8611	1,9435	2,0921
Resíduo (b)	30	130,2389		6,0667		1,0833		44,0444		8,1611		
Total	59											

Tabela 15 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no pecíolo, na primeira análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	Macronutrientes Pecíolo													
	GL	N		P		K		Ca		Mg		S		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	1,9488		1,6250		28,2628		43,9827		0,4115		16,6015		
Lâmina (L)	4	0,7088	0,4675	0,1291	0,5749	22,6210	1,8226	6,3886	0,8272	0,1223	0,3809	0,6725	3,2418	3,8379
Resíduo (a)	8	1,5163		0,2246		12,4114		7,7230		0,3210		0,2075		
Parcelas	14	1,3474		0,3974		17,5929		12,5217		0,2772		2,6823		
Nitrogênio (N)	3	3,5437	5,4178	0,5527	3,6266	21,6994	2,1357	0,1094	0,0878	0,6624	2,8937	0,1350	0,2687	2,9223
L X N	12	1,1488	1,7563	0,1058	0,6943	13,5964	1,3382	1,8852	1,5126	0,3124	1,3647	0,4706	0,9367	2,0921
Resíduo (b)	30	0,6541		0,1524		10,1603		1,2463		0,2289		0,5024		
Total	59													

Tabela 16 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no pecíolo, na primeira análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	Micronutrientes Pecíolo											
	GL	Fe		Zn		Cu		Mn		B		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	0,0667		15,8000		3,1542		53,7542		36,0500		
Lâmina (L)	4	87,3812	1,2869	7,8271	0,3846	1,6187	1,9474	8,6250	0,7210	2,0313	1,2357	3,8379
Resíduo (a)	8	67,9000		20,3521		0,8313		11,9625		1,6438		
Parcelas	14	63,7756		16,1232		1,3881		16,9792		6,6696		
Nitrogênio (N)	3	98,6556	1,9657	7,0056	0,6345	0,6486	2,2780	5,0264	0,9234	12,0778	5,3481	2,9223
L X N	12	36,4785	0,7268	14,6965	1,3310	0,5271	1,8512	10,9639	2,0143	4,1785	1,8502	2,0921
Resíduo (b)	30	50,1889		11,0417		0,2847		5,4431		2,2583		
Total	59											

Tabela 17 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no limbo, na segunda análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	Macronutrientes Limbo													
	GL	N		P		K		Ca		Mg		S		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	40,8108		0,3136		32,9200		1,6685		5,7878		0,0003		
Lâmina (L)	4	42,2949	2,8318	0,9950	2,1467	2,3099	0,1423	1,1265	0,8675	1,5606	1,6436	1,4622	6,7921	3,8379
Resíduo (a)	8	14,9357		0,4635		16,2266		1,2986		0,9495		0,2153		
Parcelas	14	26,4491		0,5940		14,6352		1,3022		1,8153		0,5408		
Nitrogênio (N)	3	5,8628	0,5748	0,0997	0,4185	20,9598	3,7995	2,7112	1,6046	0,5620	1,0602	0,0642	0,5299	2,9223
L X N	12	14,1134	1,3838	0,1895	0,7958	15,4685	2,8040	11,7215	6,9373	0,6678	1,2597	0,2579	2,1274	2,0921
Resíduo (b)	30	10,1989		0,2382		5,5165		1,6896		0,5301		0,1212		
Total	59													

Tabela 18 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no limbo, na segunda análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	Micronutrientes Limbo											
	GL	Fe		Zn		Cu		Mn		B		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	273,1500		56,6000		26,6167		21,6167		10,4000		
Lâmina (L)	4	767,4417	9,2598	24,7667	1,8494	7,3750	4,3382	38,7917	1,6964	24,7083	0,5359	3,8379
Resíduo (a)	8	82,8792		13,3917		1,7000		22,8667		46,1083		
Parcelas	14	305,6500		22,8143		6,8810		27,2381		34,8929		
Nitrogênio (N)	3	73,6222	0,5966	7,7778	0,7752	2,2833	0,5093	22,7778	1,3708	8,3278	1,5020	2,9223
L X N	12	116,3861	0,9432	14,0556	1,4009	4,4083	0,9833	23,5139	1,4151	8,9528	1,6147	2,0921
Resíduo (b)	30	123,4000		10,0333		4,4833		16,6167		5,5444		
Total	59											

Tabela 19 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos macronutrientes no pecíolo, na segunda análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	GL	Macronutrientes Pecíolo												
		N		P		K		Ca		Mg		S		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
Blocos	2	0,9796		0,4795		16,3629		0,7471		0,3273		0,2476		
Lâmina (L)	4	9,2959	12,6710	0,3870	1,1478	236,3098	52,9345	3,6232	2,6055	0,5292	2,0655	6,5767	26,7683	3,8379
Resíduo (a)	8	0,7336		0,3372		4,4642		1,3906		0,2562		0,2457		
Parcelas	14	3,2151		0,3717		72,4056		1,9366		0,3443		2,0548		
Nitrogênio (N)	3	10,7340	16,8726	0,7683	3,6113	101,8103	37,0054	0,8618	0,9630	0,2058	0,6814	1,7170	5,1472	2,9223
L X N	12	3,6880	5,7971	0,8737	4,1071	75,9929	27,6214	1,9618	2,1922	0,5652	1,8711	1,2167	3,6476	2,0921
Resíduo (b)	30	0,6362		0,2127		2,7512		0,8949		0,3021		0,3336		
Total	59													

Tabela 20 - Resumo da análise de variância, obtido no experimento, dos micronutrientes no pecíolo, na segunda análise foliar para o híbrido UENF Caliman 01

F. de Variação	GL	Micronutrientes Pecíolo										
		Fe		Zn		Cu		Mn		B		F tabelado
		QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	QM	F	F(0,05)
BLOCOS	2	60,7167		3,6167		3,6167		10,4667		4,5500		
Lâmina (L)	4	211,0583	12,0979	111,6917	15,9750	2,5167	1,2636	10,6250	0,6778	31,6833	3,4221	3,8379
Resíduo (a)	8	17,4458		6,9917		1,9917		15,6750		9,2583		
Parcelas	14	78,9452		36,4238		2,3738		13,4881		14,9929		
Nitrogenio (N)	3	60,6444	8,9918	20,8611	2,1768	0,5944	0,6646	6,3722	0,6323	21,6167	6,0326	2,9223
L X N	12	74,4361	11,0367	30,5139	3,1841	1,2611	1,4099	14,5250	1,4413	37,6167	10,4977	2,0921
Resíduo (b)	30	6,7444		9,5833		0,8944		10,0778		3,5833		
Total	59											