

AGUSTINHO VALENTE DE FIGUÊREDO

VITAMINA E e/ou SELÊNIO NA DIGESTIBILIDADE DE  
RAÇÕES COM SOJA CRUA E NO DESEMPENHO DE  
SUÍNOS EM CRESCIMENTO

Dissertação apresentada à Escola Superior  
de Agricultura de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Mestrado em  
Zootecnia, área de concentração Produ-  
ção Animal, para obtenção do grau de  
MESTRE.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS  
LAVRAS - MINAS GERAIS

1 9 8 5

AGUI TIHO VALEZTE DE RICHÉRIDO

VITAMINA E e ou SELÊNIO NA DIGESTIBILIDADE DE  
RAÇÕES COM SOJA CRUA E NO DESEMPENHO DE  
SUÍNOS EM CRESCIMENTO

Resumo  
O presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da adição de vitamina E e selênio a uma ração de soja crua sobre a digestibilidade e o desempenho de suínos em crescimento. Para isso, foram utilizados 24 suínos, divididos em quatro grupos de seis animais cada. Os grupos receberam dietas contendo diferentes níveis de vitamina E e selênio. Os resultados mostraram que a adição de vitamina E e selênio à ração de soja crua melhorou a digestibilidade e o desempenho dos suínos em crescimento.

1983  
1983  
1983  
1983  
1983  
1983

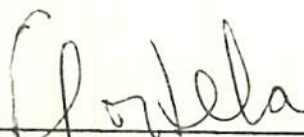
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1983

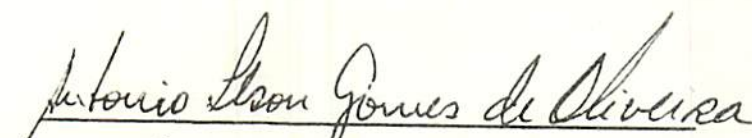
VITAMINA E e/ou SELÊNIO NA DIGESTIBILIDADE DE RAÇÕES COM SOJA  
CRUA E NO DESEMPENHO DE SUÍNOS EM CRESCIMENTO.

APROVADA:



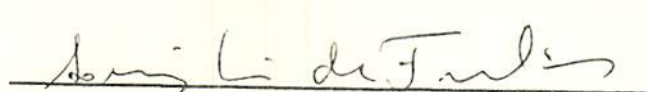
---

Fábio de Borja Portela  
Orientador



---

Antônio Ilson Gomes de Oliveira



---

Luiz Carneiro de Freitas Cirão

À memória inesquecível de meu pai

João Valente Figueirêdo

e de meu irmão

Gualberto Valente Figueirêdo

À Deus que iluminou o meu caminho e  
a minha mente.

À minha querida mãe

À minha amada esposa

Ao meu filho Geovane

A todos os irmãos com especial cari  
nho

D E D I C O

### AGRADECIMENTOS

A Fundação Universidade Federal do Piauí e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela oportunidade concedida.

Ao professor Fábio de Borja Portela, pela orientação prestada.

Ao professor Antonio Ilson Gomes de Oliveira, pela valiosa orientação durante o curso e na redação da presente dissertação.

Ao professor Márcio de Castro Soares, pelo apoio na montagem e condução do experimento.

Ao professor Benedito Lemos de Oliveira, pela cooperação e ensinamentos.

Ao professor Luiz Carneiro de Freitas Girão, pela colaboração prestada.

A professora Vera Alvarenga Nunes, do laboratório de histologia da Escola de Veterinária da UFMG, pelas análises microscópicas realizadas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio ao projeto.

À Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão - FAEPE.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela colaboração na realização das análises laboratoriais.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, José Américo de Assunção Couto, Antonio Cláudio Furlan, Cláudio Scapinello, Helder Francisco Ferreira, Maria Izabel Gobira e demais companheiros, pelo convívio e amizade, visando o despertar de novos horizontes.

A todos aqueles, que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fôsse possível.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Agustinho Valente de Figueirêdo, filho de João Valente de Figueirêdo e Maria da Conceição Arrais Figueirêdo, nasceu em Canto do Buriti, Piauí, no dia 06 de junho de 1955.

Graduou-se em Engenharia Agrônoma em dezembro de 1981 pela Fundação Universidade Federal de Piauí. Em março de 1982 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração de Produção Animal, na Escola Superior de Agricultura de Lavras. Ingressou no quadro de docentes da Fundação Universidade Federal do Piauí (FUFPI), em março de 1984.

## S U M Á R I O

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1. Efeitos da soja na alimentação de suínos.....	03
2.2. Efeitos da idade de suínos sobre a digestibilidade de rações contendo soja.....	07
2.3. Efeitos da vitamina E e/ou selênio sobre o desempenho de suínos.....	09
2.4. Efeitos da vitamina E e/ou selênio sobre a peroxidação lipídica.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1. Localização.....	20
3.2. Experimento I.....	20
3.2.1. Animais.....	20
3.2.2. Tratamentos.....	21
3.2.3. Delineamento experimental.....	22
3.2.4. Manejo e Alimentação.....	22



3.3. Experimento II.....	22
3.3.1. Animais e Instalações.....	22
3.3.2. Tratamentos.....	23
3.3.3. Análise de selênio.....	23
3.3.4. Análise microscópica dos órgãos dos animais...	24
3.3.5. Avaliação de desempenho.....	24
3.3.6. Delineamento experimental.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Experimento I.....	30
4.2. Experimento II.....	36
4.2.1. Ganho médio diário em peso.....	36
4.2.2. Consumo médio diário de ração.....	38
4.2.3. Conversão alimentar média.....	40
4.2.4. Achados de necrópsia e alterações microscópi - cas.....	42
5. CONCLUSÕES.....	50
6. RESUMO.....	52
7. SUMMARY.....	55
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
9. APÊNDICE.....	60

## LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Composição percentual e bromatológica das rações experimentais (Experimento 1).....	26
2	Composição das pré-misturas.....	27
3	Composição percentual e bromatológica das rações experimentais (Experimento II).....	28
4	Médias de matéria seca digestível e balanço da energia e da proteína das rações experimentais (Experimento I).	34
5	Dados de ganho médio diário em peso (g), de suínos dos 20-35 kg de peso vivo, segundo os pesos e tratamentos.	39
6	Dados de consumo médio diário de ração (g), de suínos dos 20-35 kg de peso vi <u>v</u> o, segundo os pesos e tratamentos....	39

QUADRO		Página
7	Dados médios de conversão alimentar de suínos dos 20-35 kg de peso vivo, segundo os pesos e tratamentos.....	41
8	Dados médios das concentrações de selênio nas rações e no fígado de suínos, segundo os tratamentos.....	41

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Concentrações de selênio nas dietas e no fígado.....	45

## 1. INTRODUÇÃO

A elevada produção brasileira de soja e o grande valor biológico de suas proteínas, tem motivado o seu uso na alimentação de suínos principalmente como farelo e, em certos casos, sob as diversas formas de soja integral (crua, cozida e tostada). A decisão para se utilizar qualquer uma destas é determinada principalmente pelo aspecto econômico, uma vez que o processamento poderá aumentar substancialmente seu custo.

O uso da soja crua apresenta alguns problemas que têm impedido, na prática, o seu aproveitamento mais amplo na alimentação de suínos, não só por apresentar inibidores proteolíticos, como também pelo seu elevado teor em ácidos graxos insaturados que pode levar a produção de toucinho mole e também a uma possível oxidação da vitamina E. Embora apresente tais inconvenientes, seu uso é contraditório, pois alguns autores não observaram queda no desempenho dos animais comparados ao farelo de soja, enquanto outros verificaram redução no desempenho e até mesmo mortalidade com sintomas característicos de defici

ência de vitamina E/selênio.

O baixo crescimento observado em suínos alimentados com soja crua, foi atribuído a fatores de inibição das enzimas digestivas, uma vez que a digestibilidade da proteína nas dietas com este alimento foi significativamente inferior às dietas com soja tostada ou farelo de soja, segundo COMBS et alii(16).

Poucas pesquisas têm sido feitas visando o seu melhor aproveitamento, tendo o presente trabalho sido realizado com o objetivo de avaliar os efeitos da adição da vitamina E e/ou selênio sobre a digestibilidade de rações com soja crua e o desempenho de suínos submetidos a dietas com este alimento.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Efeitos da soja na alimentação de suínos

Os possíveis efeitos dos diversos fatores de inibição da soja crua sobre a digestibilidade dos nutrientes para suínos, têm levado os pesquisadores a estudar as mudanças que ocorrem no metabolismo dos animais submetidos a este alimento, com conseqüente redução no crescimento, e podendo até mesmo levar à morte destes. VERMEERSCH & VANSCHOUBROEK (74), observaram a existência de uma antitripsina, uma hemaglutinina e uma albumina, exercendo efeitos danosos sobre a digestão de gorduras, carboidratos e também sobre o valor biológico de suas proteínas. Estes autores observaram ainda que a redução no crescimento pode ser causada pelo menor consumo, digestão reduzida, mudanças no metabolismo ou mesmo à presença de substâncias tóxicas. De acordo com YEN et alii (77), estes inibidores reduzem a atividade da tripsina e da quimotripsina no pâncreas e no suco intestinal de suínos em crescimento, atribuindo como princí

pal causa da redução do crescimento a inibição da proteólise intestinal.

De modo semelhante, BUITRAGO et alii (12) relatam que os inibidores proteolíticos presentes na soja crua, impedem os processos normais de digestão proteica, e acrescentam que o tratamento térmico adequado não só destrói estes inibidores, como também inibe a ação tóxica da hemaglutinina e incrementa a disponibilidade de aminoácidos sulfurados por uma liberação mais rápida mediante ação enzimática.

A influência de uma dieta com soja crua sobre a proteólise intestinal de pintos é mostrada por ALUMOT & NITSAN (3), os quais constataram que a hipertrofia pancreática é causada pela produção intensificada de enzimas para vencer os inibidores, sendo que a redução no crescimento provocada pela anti-tripsina, pode ser explicada pela indisponibilidade de proteína, e por um requerimento intensificado deste nutriente pelo pâncreas estimulado, especialmente às 3 semanas de idade. NAIM et alii (57) observaram que a soja crua pode reduzir o crescimento de ratos, e o teor de amilase pancreática, levando também a uma hipertrofia pancreática.

Os resultados destes e de outros autores sugerem que os inibidores de tripsina e quimiotripsina, não são os únicos fatores da soja crua que afetam o desenvolvimento e as mudanças da composição das enzimas pancreáticas.

Adicionando soja crua em níveis crescentes nas dietas de suínos nas fases de crescimento (10,8; 16,45 e 22,15%) e



terminação (11,25 e 15,15%) YOUNG (78) observou uma redução na taxa de crescimento e eficiência alimentar, principalmente na fase de crescimento. Tal fato foi atribuído não só ao efeito depressivo da soja crua sobre o crescimento, como também ao menor consumo. Observou-se ainda que, exceto para a área lombar, as características de carcaça não foram afetadas pelos tratamentos, tendo sido possível concluir que os níveis máximos de 10 e 11% de soja crua nas dietas de suínos em crescimento e terminação, respectivamente, não prejudicaram a taxa de crescimento e a eficiência alimentar.

Em estudos realizados no Brasil, o ganho em peso e a conversão alimentar dos suínos foram piores para o tratamento com soja crua quando comparado com os demais (soja crua + Vit. B12; soja tostada e soja tostada + Vit. B12), mostrando, de acordo com RODRIGUES et alii (64), que a adição de vitamina B12 na ração com soja crua foi eficiente para manter o desempenho. Estudos semelhantes de LIMA et alii (47) mostram redução ( $P < 0,05$ ) no ganho de peso e consumo de ração, não afetando a conversão alimentar.

Diferenças significativas no ganho em peso dos animais tratados com soja crua quando comparado àqueles tratados com farelo de soja ou soja tostada, segundo COMBS et alii (16), foram atribuídas aos fatores de inibição das enzimas digestivas, além da diminuição na disponibilidade dos aminoácidos. Entretanto, estudos de MOREIRA et alii (56) não evidenciaram diferenças significativas no desempenho de suínos em crescimento e

terminação quando se comparou a soja integral crua com a soja cozida ou tostada.

Os efeitos da soja crua e tostada sobre as características de carcaça de suínos em crescimento e terminação, foram testados por JIMENEZ et alii (44), obtendo resultados com soja tostada iguais, ou até mesmo superiores àqueles com farelo de soja. Os animais tratados com soja crua apresentaram carcaças com mesmo nível de gordura, mas com menor firmeza (medida pelo índice mais alto de iodo) e, em níveis de 12,7 e 27,1% nas dietas, causaram redução no crescimento. HANKE et alii (37) verificaram que tanto a soja integral tostada como a extrusada são tão satisfatórias quanto o farelo de soja como fonte de proteínas para suínos em crescimento. Observaram ainda que o ganho diário em peso e a eficiência alimentar melhoraram levemente quando a dieta continha soja termo-processada e concluíram que a soja crua é insatisfatória para suínos em crescimento.

Usando níveis de soja crua nas dietas de pintos em 6 e 12%, BOUGON et alii (10) concluíram que o peso corporal dos pintos com duas semanas de idade, foi reduzido em 12 e 22%, respectivamente. O índice de urease vem sendo usado como indicador do nível de inibidor de tripsina no farelo de soja, e segundo McNAUGHTON et alii (52), o farelo de soja comercial (12,12  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de inibidor e 0,19% de urease) piorou a taxa e eficiência de ganho de frangos de corte, quando comparado com o mesmo farelo aquecido por 10 minutos (1,17  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de inibidor e 0,02% de índice ureásico), mostrando assim, a eficiência do

processamento término na eliminação do inibidor. Por outro lado, para suínos, GROKHOL'SKIL (34) observou que o índice ureáico do farelo de soja em até 0,3% não exerceu efeitos adversos sobre o ganho de peso e eficiência alimentar. Quando este índice ficou entre 0,3 e 0,5%, menores velocidades e eficiência de ganho foram observadas.

## 2.2. Efeitos da idade de suínos sobre a digestibilidade de rações contendo soja

Pesquisas a este respeito têm apresentado diferentes resultados. Os alimentos têm, aparentemente, menor velocidade de passagem através do trato digestivo de suínos adultos que em suínos novos, segundo CASTLE (13) e CASTLE (14), os quais verificaram que a velocidade de passagem do alimento pelo trato digestivo é um fator que influi na digestibilidade dos alimentos pelos suínos. Isto pode ser comprovado, uma vez que rações que passaram mais rapidamente pelo trato digestivo dos suínos apresentaram menor digestibilidade dos nutrientes, segundo ENTRINGER et alii (22).

Trabalhando com leitões entre 7 e 35 dias de idade, WILSON & LEIBHOZ (75) observaram um aumento na digestibilidade da matéria seca (MS) e do nitrogênio com o avanço da idade. A retenção do nitrogênio da proteína da soja, como percentagem do consumido, subiu de 57 para 67% com o aumento da idade. Da mesma forma HUANG et alii (39), trabalhando com leitões entre 7 e

56 dias de idade, tratados com dietas que continham concentrado à base de proteína de soja, encontraram aumento significativo na digestibilidade da matéria seca, nitrogênio, energia bruta e energia metabolizável com o aumento da idade. O consumo de nitrogênio foi mantido relativamente baixo, e sua retenção aumentou linearmente com o nitrogênio digerido.

Aumentos significativos nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta e da energia bruta de rações à base de açúcar-farelo de soja e milho-farelo de soja, foram encontradas por HUCK & BROOKS (40), entre animais de 68Kg quando comparados aos de 22Kg de peso vivo. A resultados semelhantes chegaram FIALHO et alii (26) e FIALHO et alii (28) tratando suínos com rações à base de milho e farelo de soja.

Ainda FIALHO et alii (27), observaram que o balanço energético e protéico de dietas a base de milho e farelo de soja, foram influenciados também pela presença ou não de castrados e pelas raças. Os dados médios de Matéria Seca Digestível-MSD (%), Balanço de Nitrogênio-BN (g/dia), Coeficiente de Digestibilidade de Proteína Bruta-CDPB (%) e Energia Digestível-ED (Kcal/Kg) foram: 86,8; 16,9; 84,4 e 3768 e 89,9; 21,4; 89,4 e 3859, respectivamente, nos períodos de 29,2 e 63,3 Kg de peso vivo. Em outro trabalho FIALHO et alii (29) encontraram que os valores médios de MSD%, CDPB%, ED, Energia Metabolizável-EM e Energia Metabolizável Corrigida-EMC em Kcal/Kg, expressos na base da matéria seca, para o farelo de soja foram: 85,55; 84,89; 3792; 3579 e 3240 e 88,22; 88,09; 4028; 3885 e 3357, res

pectivamente, para suínos em crescimento e terminação.

Estudos de GLIENKE & EWAN (30) mostraram que a suplementação de selênio na presença de vitamina E para leitões oriundos de porcas tratadas com dietas deficientes em selênio e baixa vitamina E, melhorou a digestibilidade da matéria seca, nitrogênio e extrato etéreo. Entretanto, YAROV et alii (76) notou que o selenito de sódio e a vitamina E, dados isoladamente a suínos em crescimento, diminuíram levemente a digestibilidade da matéria orgânica, proteína, bem como da fibra bruta e da gordura.

### 2.3. Efeitos da vitamina E e/ou selênio sobre o desempenho de suínos

A incidência e grau de deficiência de vitamina E e selênio pode aumentar não só pelo grau de stress do ambiente, como também pelas mudanças de temperatura e instalações. A vitamina E e o selênio têm sido destacados há várias décadas como nutrientes essenciais às dietas de suínos, e de acordo com o N.R.C. (58) a exigência de selênio para estes animais está entre 0,1 e 0,2 mg/Kg e está inversamente relacionada com o nível de vitamina E na dieta. Na presença de selênio adequado, um total de 10 a 15 UI de Vit. E/Kg é adequado para suínos alimentados com rações à base de milho-farelo de soja.

O efeito do selênio/vitamina E injetáveis para suínos entre 3 e 5 semanas de idade, foi estudado por MAHAN & MOXON

(49), usando uma ração que continha 22 UI de Vit. E/Kg e 0,1 a 0,3 mg de Se/Kg. A alguns animais foram dados também selênio e vitamina E injetáveis na desmama. Observou-se que houve até 9,6% de mortalidade naqueles que não receberam injeções, apresentando os mesmos sinais de deficiência de vitamina E/selênio. De acordo com MAHAN et alii (50), seis semanas pós-parto, vários leitões, oriundos de porcas tratadas com dietas que continham em média 1,47 mg Vit. E e 0,06 ppm Se/100g da dieta, morreram subitamente com lesões de deficiência de vitamina E/selênio. Constatou-se que houve até 80% de mortalidade nos leitões que não receberam injeções de vitamina E/selênio, tratados apenas com a dieta da mãe por até 70 dias de idade. Observou-se ainda que as injeções de  $\alpha$ -tocoferol em 68 e 200 UI/Kg reduziram esta mortalidade de 80 para 50 e 11%, respectivamente, não tendo ocorrido mortalidade em nenhum animal que recebeu selênio ou sua associação à Vit. E.

Conclusões semelhantes foram obtidas por SIMESSEN et alii (68) utilizando dois níveis de selênio (0,03 e 0,6 mg/Kg) para leitões novos e em cada nível deste, dois de vitamina E (15 e 45 UI/Kg). Observaram que houve mortalidade em 10 e 4% dos animais com baixo selênio ou baixo selênio/alta vitamina E, respectivamente, sendo que não se observou mortalidade em nenhum dos animais tratados com dieta alta em selênio. De acordo com EWAN et alii (25), a suplementação de selênio e/ou vitamina E (100 e 0,5 ppm, respectivamente), em dietas baixas nestes nutrientes, não tiveram efeitos significativos sobre a taxa de

crescimento de leitões de 2 a 3 semanas de idade. No entanto, em animais alimentados com baixo Se e baixa Vit. E observaram-se até 45% de mortalidade antes de completarem 14 semanas de idade e, quando se forneceram traços desses elementos a mortalidade caiu para 7%.

A vitamina E ajuda a manter a função normal das células evitando a destruição oxidativa das membranas celulares, sendo tal fato comprovado por trabalhos de ULLREY (72). ADAMS & ZIMMERMAN (1) observaram que o suplemento de 20.000 UI de Vit. E/ton. numa ração normal de suínos, resultou em 7,3% de aumento no ganho de peso e um consumo 6% menor do que aqueles não suplementados com esta vitamina. Trabalhando com leitões de porcas tratadas com dietas baixas em selênio e vitamina E, SIMENSEN et alii (67) adicionaram às dietas pós-desmama, dois níveis de Se (55 e 115 mcg/Kg), dois níveis de vitamina E (3 e 55 mg/Kg) e dois de etoxiquim (0 e 150 mg/Kg). O selênio suplementar melhorou os níveis de selênio no plasma, coração, fígado e músculos, bem como a atividade da glutathione peroxidase. O etoxiquim não revelou nenhum efeito sobre as variáveis bioquímicas estudadas, tendo sido observada uma maior concentração de vitamina E no sangue e maior resistência dos eritrócitos contra a peroxidação. Por outro lado, COMBS JÚNIOR (17) relata que o etoxiquim apresenta um efeito poupador do selênio em piñtos deficientes em vitaminas E, por possuir uma base metabólica de utilização de selênio.

Segundo ULLREY (72), os níveis de 5 UI de Vit. E/Kg



0,04 mg Se/Kg são inadequados para suínos em crescimento e terminação, podendo até mesmo resultar em lesões morfológicas e mortalidades, enquanto que 11 UI de Vit. E/Kg e/ou 0,10 mg Se/Kg são adequados e melhoram o desempenho dos animais. Semelhantemente, NIELSEN et alii (59) constataram melhoras na taxa de crescimento e eficiência alimentar de suínos em crescimento/terminação tratados com dietas à base de cevada, adicionada de 0,06 ppm de selênio e 30 UI/Kg de vitamina E. Verificaram ainda que os níveis baixos de selênio e vitamina E (0,03 ppm de Se e 15 UI de Vit. E/Kg de dieta, respectivamente), foram acompanhados de altas taxas de mortalidade, GLIENKE & EWAN (30) notaram que leitões de porcas tratadas com dietas deficientes em selênio (0,01 a 0,02 ppm) e vitamina E, morreram entre 3 e 21 dias pós-desmama. Nestes estudos, a suplementação de selênio (0,5 ppm) na presença de vitamina E, melhorou o crescimento, o consumo de ração e a conversão alimentar. Concluíram que a exigência mínima de selênio para suínos em crescimento, é menor que 0,1 ppm na presença de 100 UI de vitamina E/Kg.

Pintos tratados com dieta deficiente em selênio (0,02 ppm) e com altos níveis de vitamina E, tiveram seu crescimento e empenamento inibido, segundo THOMPSON & SCOTT (71), como também atrofia pancreática. De acordo com GRIES & SCOTT (31) dietas à base de aminoácidos e deficientes em selênio, mesmo na presença de vitamina E, causaram degeneração pancreática e fibrose em pintos. Contudo, a adição de selênio por duas semanas fez o pâncreas retornar ao normal.



RUTH & VAN VLEET (65) constataram que suínos jovens alimentados com dietas deficientes em selênio/vitamina E, desenvolveram doença denominada coração de amora, bem como lesões de mio-degeneração esquelética e hepatose dietética, enquanto GROCE et alii (32) mostram que a adição de 0,1 ppm de selênio e 11 UI de Vit. E/Kg, preveniram não só as perdas por mortalidade, como também a patologia macroscópica e as lesões histológicas de distrofia muscular ou necrose hepática. De acordo com ADAMS & ZIMMERMAN (2) a deficiência de vitamina E em suínos, pode reduzir o seu desempenho e a eficiência de utilização de alimentos, devido à destruição dos músculos esquelético e cardíaco, do fígado e dos vasos sanguíneos. Segundo ANDRIGUETTO et alii (5) a deficiência de vitamina E em pintos, acompanhada de uma deficiência de aminoácidos sulfurados, leva a uma miopatia caracterizada pela degeneração das fibras musculares, concluindo também que a associação de vitamina E, selênio e metionina + cistina, previnem o aparecimento da miopatia e da diátese exudativa.

Usando uma dieta para suínos em crescimento/terminação à base de farelo de soja e milho, GROCE et alii (33) verificaram na necrópsia (pós-abate) que os animais apresentaram lesões de deficiência de selênio e/ou vitamina E, enquanto nos animais suplementados com estes nutrientes nenhum sintoma de deficiência foi encontrado. De forma semelhante BENGTTSSON et alii (8) forneceram uma dieta deficiente em selênio (8,0 µg/Kg) e vitamina E (1,4 mg/Kg) para suínos desmamados, suplementados

com selênio nos níveis de 5, 15, 45 e 135  $\mu\text{g}/\text{Kg}$ , constatando que os animais sem ou com suplementação de selênio de até 15  $\mu\text{g Se}/\text{Kg}$  morreram em quatro semanas. Muito embora os animais suplementados com 45 ou 135  $\mu\text{g Se}/\text{Kg}$  tenham sobrevivido até o abate, estes apresentaram lesões patológicas características da síndrome de deficiência de vitamina E/selênio. Estes autores (7) em outro trabalho constataram também que a mesma dieta suplementada com 5, 15 e 45 mg de  $\alpha$ -tocoferol/ $\text{Kg}$ , causaram em todos os animais, exceto naqueles tratados com 45 mg/ $\text{Kg}$ , a síndrome de deficiência de vitamina E/selênio, tais como: hepatose dietética, doença do coração de amora, degeneração muscular e microangiopatia.

Trabalhando com leitões que apresentavam a síndrome da deficiência de vitamina E/selênio, HAKKARAINEN et alii (35) concluíram, com a adição de 5 mg de dl- $\alpha$ -tocoferol/ $\text{Kg}$  e 135  $\mu\text{g}$  de Se/ $\text{Kg}$  de dieta que continha apenas traços desses elementos, serem estes os níveis mínimos de exigência para suínos.

Os efeitos da suplementação de vitamina E/selênio sobre a composição dos tecidos de leitões, foram também tratados por EWAN (24) que observou concentrações significativamente mais altas de selênio no fígado e músculos de leitões submetidos a dietas com suplementação deste mineral. De modo semelhante, MEYER et alii (53) constataram que as concentrações de selênio e a atividade da glutathion peroxidase (GSHPx) no fígado e plasma de suínos, aumentaram significativamente com o aumento de selênio na dieta. Por outro lado, a adição de vitamina E

resultou em menores concentrações de selênio nos tecidos.

Uma correlação linear positiva entre o selênio da dieta e a concentração de selênio no músculo Longíissimus dorsis, foi observada por KU et alii (45) os quais entretanto não verificaram nenhuma relação aparente entre o nível de  $\alpha$ -tocoferol da dieta e a concentração de selênio no tecido. Resultados idênticos foram observados por GROCE et alii (32), KU et alii (46) e MOKSNES et alii (55), tendo sido verificado que dietas pobres em selênio, suplementadas com selenito de sódio, e aquelas ricas em selênio dos alimentos, resultaram em concentrações significativamente mais altas de selênio no fígado e músculo Longíissimus dorsis, do que aquelas pobres em selênio e que não foram suplementadas.

VAN VLEET (73) observou que leitões desmamados, tratados com dietas deficientes em selênio/vitamina E, aumentaram as concentrações de  $\alpha$ -tocoferol no plasma e a atividade da glutathion peroxidase no fígado, com o aumento do teor de selênio e vitamina E na dieta.

A atividade da glutathion peroxidase (GSPHx) no sangue de suínos foi significativamente influenciada pela adição de selênio às dietas, conforme observações de JENSEN et alii (43), embora não tenha sido detectada influência pela interação do selênio com a vitamina E ou etoxiquim. As idênticas conclusões chegaram HAKKARAINEN et alii (36), os quais observaram uma correlação altamente significativa entre a concentração de selênio da dieta e a atividade de GSHPx no soro e sangue de suí -

nos. De acordo com EWAN (23) injeções intramusculares de 20 UI de Vit. E/Kg e 0,05 mg Se/Kg, aumentaram significativamente a atividade da glutathion peroxidase no soro e tecidos de leitões oriundos de porcas tratadas com dietas deficientes em selênio e vitamina E, observando ainda uma alta correlação entre o Se da dieta e a atividade da GSHPx no fígado, rim e baço.

Adicionando vitamina E nos níveis de 10 e 30 mg/Kg numa dieta pobre nesta vitamina (abaixo de 0,5 mg/Kg), JENSEN et alii (42) notaram que, exceto para os níveis abaixo de 15 mg/Kg o nível de vitamina E no sangue variou diretamente com o nível de vitamina E na dieta. De acordo com a resistência à peroxidação dos lipídios dos eritrócitos e os níveis de vitamina E no plasma observados, os autores concluíram que o nível de 15 mg Vit. E/Kg em rações à base de cevada, é inadequada para suínos em crescimento.

#### 2.4. Efeitos da vitamina E e/ou selênio sobre a peroxidação lipídica

A vitamina E age principalmente como antioxidante solúvel em lipídeos e o selênio é um componente essencial da glutathion peroxidase que funciona na redução do peróxido.

Segundo McDONALD (51) o uso de quantidades excessivas de sementes de oleaginosas, ricas em ácidos graxos insaturados (linoléico), pode provocar a deficiência da vitamina E, pois

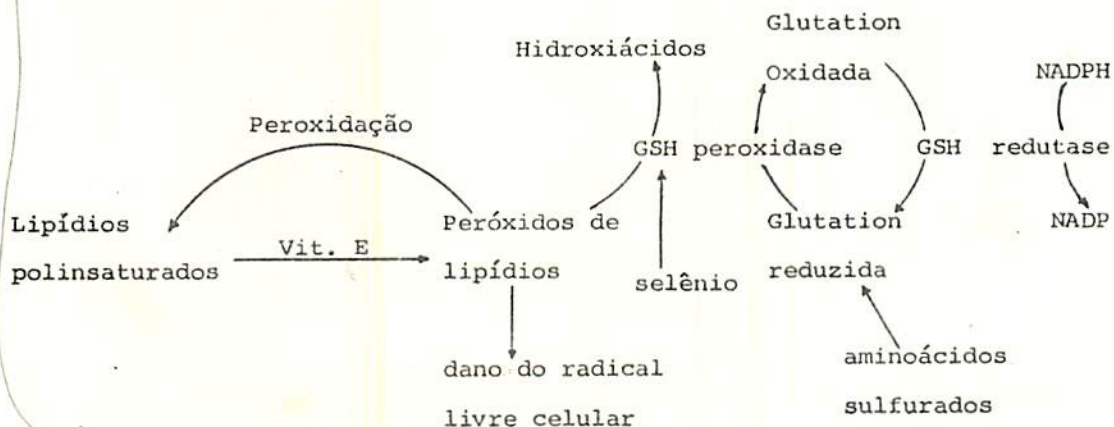
\*  
 I { esta age como antioxidante para evitar a oxidação dos ácidos graxos insaturados e sua transformação em hidroperóxidos. LLOYD et alii (48) encontraram resultados semelhantes, acrescentando que o selênio influencia na absorção e retenção de vitamina E.

Com respeito à relação soja e vitamina E/selênio, CUNHA (19) observou que as gorduras poliinsaturadas destroem a vitamina E durante a oxidação e os sintomas de deficiência de vitamina E/selênio incluem necrose do fígado, hemorragias do trato gastrointestinal, anemia, edemas generalizados, áreas claras nos músculos cardíacos e esquelético, bem como gorduras castanho-amareladas e alta mortalidade.

O papel metabólico do selênio como componente essencial da enzima glutathion peroxidase (GSHPx), se deve ao fato desta enzima catalizar a redução do peróxido de lipídeo, de acordo com PARSONS et alii (52). Informações semelhantes foram dadas por HOEKSTRA (38) que cita ser a glutathion peroxidase importante na destruição dos hidroperóxidos de lipídios, protegendo as membranas celulares dos danos oxidativos. A interação entre a vitamina E/selênio pode ser explicada pelo fato de que enquanto a vitamina E evita os hidroperóxidos, o selênio, como componente da GSHPx, atua na conversão de tais hidroperóxidos em álcoois menos nocivos ao metabolismo.

{ Para NOGUCHI et alii (60), o selênio e a vitamina E são necessários para proteger as membranas das mitocôndrias hepáticas da peroxidação lipídica, sendo que a vitamina E age dentro da membrana lipídica, enquanto que a glutathion peroxidase

se age no interior das células evitando sua destruição pelos peróxidos. Do mesmo modo COMBS JÚNIOR et alii (17) relatam que a vitamina E tem ação nas membranas dos eritrócitos como antioxidante solúvel em lipídeos, sendo as frações mitocondriais e microsossomais do fígado lábeis à peroxidação lipídica por conterem altos níveis de lipídeos polinsaturados e hemoproteínas. Estudos de TAPPEL (70) relatam que a peroxidação ocorre principalmente nas membranas e organelas celulares, por conterem estas relativamente grandes quantidades de ácidos graxos polinsaturados em seus fosfolipídios. Conclui afirmando que a vitamina E e o selênio atuam na prevenção da peroxidação degenerativa nas mitocôndrias e microsossomas do fígado de pintos. BLAND (9) afirma que a formação dos peróxidos de lipídios envolve reações de oxidantes bioquímicos com lipídios polinsaturados, e ocorre principalmente quando as células estão carregadas excessivamente com misturas de substratos de gorduras, conforme esquema a seguir:





Na peroxidação de lipídios os ácidos graxos insaturados sofrem uma desidrogenação, formando um radical livre ao lado da insaturação, de acordo com SCOTT et alii (66), os quais observaram que na ausência de vitamina E, este radical livre é rapidamente convertido em peróxidos, e daí a hidroperóxido. A vitamina E pode bloquear esta peroxidação fornecendo hidrogênio ao primeiro radical livre formado e com isso reconvertendo ao ácido graxo original.

O papel do selênio em melhorar a efetividade da vitamina E, segundo DESEI & SCOTT (20) se deve ao fato do selênio aumentar a retenção dos  $\alpha$ -tocoferóis, uma vez que a vitamina E pode ser transportada por uma selenolipoproteína, melhorando sua absorção, retenção e prevenção da destruição, aumentando assim a atividade biológica do dl- $\alpha$ -tocoferol nas células de todo o corpo. Para MILLER & ULLREY (54) o selênio é essencial à dieta para assegurar a produção de lipase para a digestão de gorduras e melhorar a absorção de vitamina E. Seu papel vital, segundo os autores é na ativação da glutathione peroxidase, ajudando a desempenhar seu papel como antioxidante biológico.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização

Dois experimentos, um para determinar a digestibilidade e outro para verificar o desempenho de suínos alimentados com soja crua, suplementados ou não com vitamina E e/ou selênio, foram conduzidos no setor de suinocultura do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, município de Lavras, Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 801 m, tendo como coordenadas geográficas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste de Grenwich, Brasil (11).

#### 3.2. Experimento I

##### 3.2.1. Animais

Foram utilizados 12 leitões da raça Large White, castrados, alojados em gaiola de metabolismo, semelhantes às descrições por PEKAS (63), em dois períodos experimentais. Cada período teve a duração de 15 dias, sendo cinco de adaptação dos animais às gaiolas de metabolismo, cinco de adaptação às



rações experimentais e cinco de coleta de fezes e urina. No início de cada período, os animais apresentavam pesos médios de 29,5 e 60,0 Kg, respectivamente. Todos foram everminados e vacinados contra peste suína uma semana antes de cada período. A pós a coleta do material (fezes e urina), no final do primeiro período, os animais retornaram às baias e continuaram a receber, à vontade, dietas à base de milho e farelo de soja, até atingirem o peso correspondente à fase de terminação.

### 3.2.2. Tratamentos

As rações experimentais constituíam-se de uma dieta básica (Tratamento A), composta de milho, soja tostada, farelo de trigo, minerais e vitaminas, balanceadas segundo o N.R.C.(58). para suínos em crescimento e terminação, sendo os demais tratamentos como se segue:

Tratamento B - Ração balanceada com soja crua, variedade Santa Rosa, substituindo a soja tostada.

Tratamento C - Conforme T.B. suplementada com vitamina E.

Tratamento D - Conforme T.B. suplementada com selênio.

Tratamento E - Conforme T.B. suplementada com vit. E e Se.

Tratamento F - Conforme T.B. suplementada com antioxidante bu tiro hidróxi-tolueno (B.H.T.).

As rações experimentais foram analisadas e seus resultados, bem como a composição percentual das rações se encontram no Quadro 1. A composição das pré-misturas de vitaminas e

minerais é mostrada no Quadro 2. Determinou-se também a atividade da urease da soja crua e da tostada, segundo o método descrito por ISLABÃO (41).

### 3.2.3. Delineamento Experimental

Um delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 6 x 2 (tratamentos e idades), com duas repetições, foi utilizado, sendo os dados submetidos à análise de variância de acordo com o modelo descrito por SNEDECOR & COCHRAN (69).

### 3.2.4. Manejo e alimentação

O procedimento para coleta das fezes e urina, bem como o manejo e a alimentação dos animais nas gaiolas, foram idênticos aos descritos por ALVARENGA et alii (4), modificado por COLNAGO (15).

As análises das rações e excrementos foram realizadas conforme os métodos descritos pela A.O.A.C. (1970) e a determinação da energia bruta das fezes e urina foi feita em bomba calorimétrica de acordo com o método descrito por PARR Instruments Co. (61).

## 3.3. Experimento II

### 3.3.1. Animais e Instalações

Um total de 48 leitões da raça Large White (24 machos

castrados e 24 fêmeas), com duas faixas de peso (20,0 e 22,0Kg de peso vivo médio), foram everminados e vacinados contra peste suína durante o período pré-experimental, e distribuídos em vinte e quatro baias de 2,8 x 1,1 m, com piso cimentado, dotadas de bebedouros tipo concha, e comedouros semi-automáticos, metálicos de três bocas.

### 3.3.2. Tratamentos

As rações experimentais, em número de seis, eram compostas de milho, farelo de soja e soja crua. Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

Tratamento A - Ração balanceada com soja crua.

Tratamento B - Conforme T.A. suplementada com vitamina E.

Tratamento C - Conforme T.A. suplementada com selênio.

Tratamento D - Conforme T.A. suplementada com vit.E e Se.

Tratamento E - Conforme T.A. suplementada com antioxidante (e-toxiqum).

Tratamento F - Ração balanceada com milho - farelo de soja.

O balanceamento das rações foi orientado pelas exigências estabelecidas pelo N.R.C. (58). Os resultados das análises bromatológicas das rações e a composição percentual, bem como a composição das pré-misturas de vitaminas e minerais encontraram-se, respectivamente, nos Quadros 3 e 2.

### 3.3.3. Análise de Selênio

Foram coletadas quatro amostras de fígado dos animais e uma amostra das rações balanceadas com soja crua para as análises de selênio, efetuadas no laboratório da Duratex S.A., em Campinas (SP).

#### 3.3.4. Análise microscópica dos órgãos dos animais

Amostras de fígado, coração, estômago, intestino delgado, pâncreas e pulmão foram coletadas e fixadas em formol a 10% para estudos histopatológicos, realizados no laboratório de Anatomia e Patologia da Escola de Veterinária da UFMG, em Belo Horizonte (MG).

#### 3.3.5. Avaliação de desempenho

Os seguintes dados de desempenho foram medidos somente até os 35 Kg de peso vivo, devido à mortalidade dos animais.

Consumo de ração - o consumo médio diário de ração foi determinado através da pesagem das rações consumidas e das sobras em períodos de 14 dias.

Ganho em peso - o ganho médio diário em peso foi obtido pela diferença entre o peso vivo inicial e final, tendo sido os animais pesados a intervalos de 14 dias.

Conversão alimentar - calculada pela relação entre o consumo médio diário de ração e o ganho médio diário em peso.

#### 3.3.6. Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com dois blocos (pesados e leves) e duas repetições em cada bloco, sendo a unidade experimental composta por dois animais (1 macho e 1 fêmea).

Os dados foram submetidos à análise de variância segundo o modelo descritivo por SNEDECOR & COCHRAN (69).

QUADRO 1. Composição percentual e bromatológica das rações experimentais (experimento I).

INGREDIENTES	PERÍODO I						PERÍODO II					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Milho	64,50	61,35	61,25	61,25	61,15	61,34	71,05	69,25	69,15	69,15	59,05	69,24
Soja Tostada	22,80	-	-	-	-	-	16,30	-	-	-	-	-
Soja crua	-	25,20	25,20	25,20	25,20	25,20	-	18,10	18,10	18,10	18,10	18,10
Far. de trigo	10,06	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Fosf. bicálico	2,14	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premistura de Vit.	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Premistura de Min.	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Vitamina E	-	-	0,10	-	0,10	-	-	-	0,10	-	0,10	-
Selênio	-	-	-	0,10	0,10	-	-	-	-	0,10	0,10	-
B.H.T.	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	0,01
<b>T O T A L</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Matéria seca (%)	88,78	88,61	88,78	88,95	88,54	88,45	83,25	86,81	84,42	84,05	85,44	86,90
Prot. bruta (%) <sup>1,2</sup>	17,54	17,57	17,54	17,50	18,35	17,60	18,03	16,92	17,79	18,25	17,95	16,25
En. bruta(Kcal/g) <sup>3</sup>	4,515	4,770	4,671	4,671	4,339	4,664	4,516	4,743	4,662	4,747	4,674	4,628
Cálcio (%) <sup>1,2</sup>	0,83	0,81	0,78	0,75	0,84	0,73	0,90	1,23	1,00	1,00	0,95	0,76
Fosf. (%) <sup>1,2</sup>	0,84	0,89	0,82	0,85	0,94	0,85	0,89	1,25	1,02	1,04	0,99	0,93

1 - Dados expressos com base na matéria seca.

2 - Análise realizada no laboratório de Nutrição Animal da ESAL.

3 - Análise realizada no laboratório de Nutrição Animal da UFMG.

## QUADRO 2. Composição das pré-misturas \* .

VITAMINAS	por 1500 g da mistura
Vitamina A	10.000.000 UI
Vitamina D <sub>3</sub>	1.000.000 UI
Vitamina E	500 UI
Vitamina K <sub>3</sub>	200 mg
Vitamina B <sub>1</sub>	1.600 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	3.300 mg
Niacina	2.200 mg
Pantotenato de cálcio	1.600 mg
Vitamina B <sub>12</sub>	25 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	1.500 mg
Bacitracina de zinco	30.000 mg
Antioxidante	20.000 mg
Minerais	por 500 g da mistura
Ferro	70.000 mg
Zinco	50.000 mg
Manganês	25.000 mg
Cobre	7.000 mg
Cobalto	700 mg
Iodo	1.000 mg

\* SUIVITA - SUÍNOS (AMICIL S/A).

QUADRO 3. Composição percentual e bromatológica das rações experimentais (experimento II).

INGREDIENTES	R A Ç Õ E S					
	A	B	C	D	E	F
Milho	73,77	73,67	73,67	73,57	73,75	73,62
— Soja crua	23,53	23,53	23,53	23,53	23,53	-
— Farelo de soja	-	-	-	-	-	18,68
Fosfato bicálcio	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,30
Farelo de trigo	-	-	-	-	-	5,00
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premix vitamínico	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Premix mineral	0,05	0,05	0,05	0,05	0,50	0,05
√ Vitamina E	-	0,10	-	0,10	-	-
Selênio	-	-	0,10	0,10	-	-
Etoxiquim	-	-	-	-	0,025	-
T O T A L	100	100	100	100	100	100
Matéria seca (%) <sup>2</sup>	86,25	86,72	86,48	86,61	86,82	86,71
Proteína bruta (%) <sup>1,2</sup>	16,65	18,44	16,79	17,71	18,60	15,85
Cálcio (%) <sup>1,2</sup>	0,76	0,68	0,68	0,69	0,80	0,67
Fósforo (%) <sup>1,2</sup>	0,82	0,81	0,82	0,80	0,90	0,69

1 - Dados expressos com base na matéria seca.

2 - Análise realizada no laboratório de Nutrição Animal da ESAL.



#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experiências realizadas por vários pesquisadores explicam os diferentes efeitos provocados pela ação de certos constituintes presentes na soja crua, sobre as diferentes variáveis avaliadas no presente trabalho, sendo que, sob as bases expostas por esses estudos e a própria observação, se discutem os resultados obtidos.

##### 4.1. Experimento I.

##### Ensaio de digestibilidade

Os dados referentes às pesquisas de matéria seca digestível (MSD), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), balanço de nitrogênio (BN), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), energia metabolizável corrigida (EMC) e energia metabolizável como % absorvida (EMA) das rações com soja tostada e crua, nos dois períodos, estão no Quadro 4.

Diferenças estatisticamente não significativas, entre os tratamentos com soja tostada e crua, sugerem problemas relacionados à grande variabilidade dos resultados, incluindo valores negativos para BN o que parece haver conferido aos resultados ausência de normalidade, sendo que o número de repetições não foram suficientes para corrigir tais variações, o que levou, conforme pode ser visto no Quadro 4, a um coeficiente de variação considerado extremamente elevado para este tipo de ensaio. É possível se observar, na fase de crescimento, uma superioridade do tratamento com soja tostada para o CDRB e BN em relação àqueles com soja crua.

Estes resultados evidenciam a importância do processamento térmico (tostagem) do grão de soja crua, o qual, nas condições do experimento, reduziu o índice ureásico de 2,1% para 0,49%, o que levou a uma ligeira melhoria na digestibilidade da proteína da dieta. No entanto, o CDPB da ração com soja tostada no presente trabalho, foi 50% inferior aos dados de FIALHO et alii (27), encontrados em rações com farelo de soja. Tal fato pode ser explicado, segundo GROKHOL'SKIL (34), tendo em vista que níveis de urease acima de 0,30% indicam a presença de inibidores proteolíticos em índices prejudiciais para os suínos, e que o uso da soja integral no arraçãoamento dos suínos, aumenta as exigências de vitamina E/selênio, pois, dietas contendo este alimento, apresentam altos níveis de ácidos graxos

insaturados, que podem provocar a deficiência destes nutrientes, uma vez que a vitamina E e o selênio previnem a peroxidação lipídica, de acordo com SCOTT et alii (66) e McDONALD (51), dentre outros. Os dados mostram que o uso da soja integral nas dietas de suínos, mesmo termo-processada, exige níveis suplementares de vitamina E/selênio, ou etoxiquim, dado à presença dos níveis elevados de ácidos graxos polinsaturados. Adicionalmente, constatou-se que a adição destes nutrientes, não foram suficientes para melhorar a digestibilidade de rações com soja crua.

Os valores de MSD, CDPB, ED e EM e os de BN e EMC obtidos no primeiro período (suínos com 29,5kg), foram inferiores ( $P < 0,01$ ) e ( $P < 0,05$ ), respectivamente aos valores encontrados no segundo período (suínos com 60,0 kg).

Os aumentos significativos ( $P < 0,01$ ) verificados nas digestibilidades da matéria seca, proteína bruta e energia das rações, com o aumento de peso dos suínos (29,5 para 60 Kg), estão de acordo com os resultados de HUCK & BROOKS (40), COLNAGO (15), FIALHO et alii (26), FIALHO et alii (28) e FIALHO et alii (29), os quais observaram aumento na digestibilidade dos ingredientes e/ou rações com o aumento de peso dos suínos, podendo ser explicado pela menor velocidade de passagem do alimento no aparelho digestivo de animais mais pesados, o que leva a uma melhor digestibilidade dos nutrientes. Os maiores valores de EMC das rações com o aumento de peso dos animais, está de

acordo com HUCK & BROOKS (40) e FIALHO et alii (28), que encontraram aumento neste parâmetro com suínos mais pesados.

Não foram observadas interações significativas entre período e tratamentos para os parâmetros estudados. Os valores médios de EMA dos tratamentos para o primeiro e segundo períodos foram, respectivamente, 99,3 e 99%. Em termos médios, esses valores encontram-se dentro da faixa de variação dos resultados encontrados por COLNAGO (15) o qual constatou para a EM valores de 98,2 e 98,6% da ED para suínos de 23,9 e 71,8 Kg de peso vivo, respectivamente, tratados com uma dieta à base de milho-farelo de soja. Tais resultados são discordantes, porém, dos obtidos por DIGGS et alii (21), os quais relatam ser de 94,7% da ED o que foi metabolizado pelos suínos com vários tipos de alimentos, e também daqueles de FIALHO et alii (26) e FIALHO et alii (29), que encontraram nos alimentos estudados valores médios da EM em 96,19% da ED.

Os aumentos significativos ( $P < 0,05$ ) verificados nos valores de BN, com aumento de peso dos suínos (29,5 para 60Kg) concordam com os dados obtidos por FIALHO et alii (26) e FIALHO et alii (28), que também foram confirmados pelas observações de CHAMBERLAIN e COOK, citados por FIALHO et alii (27).

Os valores de BN, em média de 3,29 e 6,77g de nitrogênio diário retido, para suínos com peso médio de 29,5 e 60 Kg, respectivamente, são marcadamente inferiores àqueles encontrados por FIALHO et alii (27), que observaram valores médios de BN de 16,76 e 20,97 g de nitrogênio diário retido, para suínos

com pesos médios de 29,2 e 63,3 respectivamente, submetido a uma dieta à base de milho e farelo de soja. Tal fato pode ser explicado pela redução na digestibilidade da proteína pelos inibidores presentes na soja crua, com conseqüente diminuição na retenção do nitrogênio das rações. Mesmo nas dietas com soja tostada os resultados foram semelhantes aos dos tratamentos com soja crua, como sugerido anteriormente, embora a suplementação com Vit. E e/ou selênio tenha revelado uma ligeira superioridade aos demais tratamentos com soja crua, o que está de acordo com GLIENKE & EWAN (30), que verificaram melhora na retenção do nitrogênio com a adição de selênio/Vit. E.

Apesar de terem sido observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) entre os períodos (I e II), para todas as variáveis analisadas, os resultados obtidos para os tratamentos em cada período, revelaram que a digestibilidade dos nutrientes das rações testadas foi muito baixa quando comparada com os valores médios de MSD (%), CDPB (%), ED (Kcal/Kg), EM (Kcal/Kg), EMC (Kcal/Kg) e EMA (%) de: 87,0; 85,8; 3861; 3812; 3709 e 98,7, respectivamente, obtidos por COLNAGO (15) com suínos em crescimento/terminação, alimentados com dietas à base de milho-farelo de soja, e também com os resultados dos estudos de FIALHO et alii (26) e FIALHO et alii (27).

QUADRO 4. Médias de matéria seca digestível e balanço da energia e da proteínas das rações experimentais (experimento I).

VARIÁVEIS	PERÍODOS <sup>2</sup>	T R A T A M E N T O S						Médias dos períodos <sup>3</sup>
		A	B	C	D	E	F	
Matéria Seca Digestível (%)	1	48,22	51,69	40,18	40,74	46,79	55,03	47,11 <sup>a</sup>
	2	57,25	59,26	52,08	57,91	61,80	53,22	56,92 <sup>b</sup>
	Média	52,74	55,48	46,13	49,32	54,29	54,13	-
Coeficiente de Digestibilidade da Proteína Bruta (%)	1	45,57	34,79	23,73	25,28	34,34	38,76	33,74 <sup>a</sup>
	2	56,65	48,08	44,70	56,50	56,42	46,35	51,45 <sup>b</sup>
	Média	51,11	41,44	34,21	40,89	46,88	43,05	-
Balanço de Nitrogênio (g/dia)	1	5,73	2,37	0,76	1,00	4,31	5,58	3,29 <sup>a</sup>
	2	5,14	6,59	5,61	8,12	9,34	5,84	6,77 <sup>b</sup>
	Média	5,43	4,48	3,18	4,56	6,82	5,71	-
Energia Digestível (Kcal/g)	1	1,731	1,611	1,257	1,314	1,590	1,780	1,547 <sup>a</sup>
	2	1,761	2,080	1,919	2,083	2,247	1,972	2,010 <sup>b</sup>
	Média	1,746	1,847	1,588	1,699	1,919	1,876	-
Energia Metabolizável (Kcal/g)	1	1,720	1,600	1,246	1,304	1,574	1,774	1,536 <sup>a</sup>
	2	1,750	2,006	1,907	2,074	2,236	1,963	1,989 <sup>b</sup>
	Média	1,735	1,803	1,576	1,689	1,905	1,869	-

QUADRO 4. Continuação.

P E R Í O D O S <sup>2</sup>		T R A T A M E N T O S						Médias dos períodos <sup>3</sup>
		A	B	C	D	E	F	
Energia Metabolizada - vel Corrigida (Kcal/g) <sup>4</sup>	1	1,681	1,584	1,241	1,297	1,550	1,736	1,545 <sup>a</sup>
	2	1,716	1,962	1,869	2,019	2,173	1,924	1,944 <sup>b</sup>
	Média	1,698	1,773	1,555	1,658	1,861	1,830	-
Energia Metabolizada - vel (% da absorvida)	1	99,4	99,3	99,1	99,2	99,0	99,7	99,3 <sup>b</sup>
	2	99,4	96,4	99,4	99,6	99,5	99,5	99,0 <sup>a</sup>
	Média	99,4	97,85	99,2	99,4	99,2	99,6	-

1. Dados expressos na base da matéria seca, exceto nitrogênio.

2. Pesos médios dos suínos: Períodos<sup>1</sup> - 29,5 Kg e 2 - 60,0 Kg.

3. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ( $P < 0,05$ ) - Teste de "F".

4. Corrigida para nitrogênio retido (DIGGS et alii (21)).

Os baixos valores de digestibilidade encontrados neste ensaio, são explicados pelas observações de vários autores, dentre eles VERMEERSCH & VANSCHOUBROEK (74), BUITRAGO et alii (12) YEN et alii (77) e COMBS et alii (16), os quais observaram que a digestibilidade das dietas contendo soja crua é significativamente inferior às normais, o que é provocado pela ação dos diversos fatores inibidores da digestibilidade presente nos produtos com soja crua.

#### 4.2. Experimento II

##### 4.2.1. Ganho médio diário em peso

Os valores obtidos para o ganho médio dos leitões no período de 20 a 35 kg de peso vivo, expressos de acordo com os tratamentos e pesos encontram-se no Quadro 5.

Os resultados mostraram que houve diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) entre a dieta controle (T.F) e os demais tratamentos. Embora a adição de Vitamina E e/ou selênio não tenha revelado diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos com soja crua, verificou-se no entanto, que o ganho em peso foi numericamente maior nos animais que receberam tais suplementos do que aquele observado nos demais tratamentos. Observações de ADAMS & ZIMMERMAN (1), NIELSEN et alii (60), ULLREY (72) e GLIENKE & EWAN (30) evidenciaram melhoras no ganho de peso dos animais que receberam suplementação de vi



tamina E e/ou selênio, enquanto EWAN et alii (25), observaram, em concordância com o presente trabalho, que a suplementação de vitamina E e/ou selênio, não afetou significativamente a taxa de crescimento de suínos novos. SIMESSEN et alii (67), encontraram resultados semelhantes e acrescentaram não ter o etoxiquim nenhum efeito sobre o ganho de peso dos suínos.

Diferenças significativas no ganho em peso dos animais alimentados com dieta normal e aqueles que foram tratados com rações contendo soja crua, estão de acordo com as observações de COMBS et alii (16), que foram atribuídas aos fatores de inibição das enzimas digestivas, além da diminuição da disponibilidade dos aminoácidos. Estas observações são também concordantes com os estudos de RODRIGUES et alii (64), LIMA et alii (47) e YOUNG (78), os quais verificaram quedas significativas no ganho de peso dos animais que receberam soja crua nas dietas, em relação àqueles tratados com dietas normais à base de milho-farelo de soja. Isto pode ser explicado pela baixa digestibilidade da soja crua, citado por vários autores, entre eles VERMEERCH & VANSCHOUBROEK (74), COMBS et alii (16) e YEN et alii (77), uma vez que a ação das enzimas digestíveis (tripsina e quimotripsina) é inibida pelos fatores antienzimáticos presentes neste alimento. Estes autores observaram ainda que a queda no ganho de peso dos suínos pode ser atribuída também às mudanças que ocorrem no metabolismo dos animais e um menor consumo de ração que contém soja crua.

#### 4.2.2. Consumo médio de ração

Os dados de consumo médio de ração de acordo com os tratamentos e pesos, encontram-se no Quadro 6.

Diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) foram encontradas apenas entre o tratamento controle (T.F) e aquele suplementado com selênio (T.C) nos animais pesados. Mesmo não tendo sido observadas diferenças significativas entre os animais controle e aqueles tratados com soja crua, constatou-se que houve uma superioridade bastante mensurável no consumo de ração a favor dos animais que foram alimentados com dietas normais. Estes resultados são confirmados pelos estudos de YOUNG (78), VERMEERCH & VANSCHOUBROEK (74) e YEN et alii (78). A adição de vitamina E e/ou selênio, ou ainda etoxiquim às dietas contendo soja crua tendeu a aumentar a ingestão de ração quando comparado àqueles que não receberam tais suplementos (T.A). Estas observações são concordantes com os estudos de GLIENKE & EWAN (30), os quais constataram aumento no consumo de ração dos animais que tiveram suas dietas suplementadas com vitamina E e/ou selênio.

QUADRO 5. Dados de ganho médio diário em peso (g), de suínos dos 20-35 Kg de peso vivo, segundo os pesos e tratamentos<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	PESADOS	LEVES	MÉDIA
A	268 <sup>b</sup>	291 <sup>b</sup>	279 <sup>b</sup>
B	335 <sup>b</sup>	386 <sup>b</sup>	360 <sup>b</sup>
C	225 <sup>b</sup>	359 <sup>b</sup>	292 <sup>b</sup>
D	274 <sup>b</sup>	376 <sup>b</sup>	324 <sup>b</sup>
E	267 <sup>b</sup>	298 <sup>b</sup>	282 <sup>b</sup>
F	708 <sup>a</sup>	668 <sup>a</sup>	688 <sup>a</sup>
Média	346 <sup>A</sup>	396 <sup>A</sup>	

1 - Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si, ( $P < 0,01$ ) - pelo Teste de TUKEY.

QUADRO 6. Dados de consumo médio diário de ração (g), de suínos dos 20-35 Kg de peso vivo, segundo os pesos e tratamentos<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	PESADOS	LEVES	MÉDIA
A	1238 <sup>ab</sup>	1345 <sup>a</sup>	1291 <sup>a</sup>
B	1370 <sup>ab</sup>	1422 <sup>a</sup>	1396 <sup>a</sup>
C	1079 <sup>b</sup>	1527 <sup>a</sup>	1303 <sup>a</sup>
D	1222 <sup>ab</sup>	1511 <sup>a</sup>	1367 <sup>a</sup>
E	1231 <sup>ab</sup>	1418 <sup>a</sup>	1324 <sup>a</sup>
F	1583 <sup>a</sup>	1603 <sup>a</sup>	1593 <sup>a</sup>
Média	1287 <sup>A</sup>	1471 <sup>A</sup>	

1 - Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si, ( $P < 0,05$ ) - pelo Teste de TUKEY.

#### 4.2.3. Conversão alimentar média

Os resultados médios de conversão alimentar no período de 20 a 35 Kg de acordo com os tratamentos e pesos, encontram-se no Quadro 7.

Melhora significativa ( $P < 0,05$ ) na conversão alimentar foi observada nos animais submetidos ao tratamento controle em relação àqueles alimentados com soja crua, não diferindo apenas dos tratamentos suplementados com vitamina E (tratamento B). As diferenças significativas observadas estão de acordo com as observações de VERMEERCH & VANSCHOUBROEK (74), BUITRAGO et alii (12), YEN et alii (77) e COMBS et alii (16), os quais observaram que a digestibilidade das dietas contendo soja crua é significativamente inferior às normais, devido à ação dos diversos fatores inibidores da digestibilidade, já citados, presentes nos produtos com soja crua.

Não foram observadas diferenças significativas com adição de vitamina E e/ou selênio, ou etoxiquim nos tratamentos contendo soja crua. Notou-se no entanto, tendência a uma melhor conversão alimentar com a suplementação destes nutrientes. Estas observações evidenciam a importância destes em melhorar a utilização dos alimentos pelos suínos, visto que, semelhantemente, vários autores, entre eles SIMESSEN et alii (68), NIELSEN et alii (59) e GLIENKE & EWAN (30) observaram que a eficiência de utilização dos alimentos é melhorada com a suplementação de vitamina E e selênio.

QUADRO 7. Dados médios de conversão alimentar de suínos dos 20 - 35 Kg de peso vivo, segundo os pesos e tratamentos<sup>1</sup>.

TRATAMENTOS	PESADOS	LEVES	MÉDIA
A	4,61 <sup>bc</sup>	4,63 <sup>b</sup>	4,62 <sup>b</sup>
B	4,14 <sup>ac</sup>	3,83 <sup>ab</sup>	3,98 <sup>ab</sup>
C	5,62 <sup>bc</sup>	4,26 <sup>b</sup>	4,94 <sup>b</sup>
D	4,47 <sup>bc</sup>	4,03 <sup>ab</sup>	4,25 <sup>b</sup>
E	4,60 <sup>bc</sup>	5,34 <sup>b</sup>	4,97 <sup>b</sup>
F	2,47 <sup>a</sup>	2,41 <sup>a</sup>	2,44 <sup>a</sup>
Média	4,32 <sup>A</sup>	4,08 <sup>A</sup>	-

1 - Médias seguidas de letras iguais, não diferem entre si, (P < 0,05) - pelo Teste de TUKEY.

QUADRO 8. Dados médios das concentrações de selênio nas rações e no fígado de suínos, segundo os tratamentos.

TRATAMENTOS	CONCENTRAÇÕES DE SELÊNIO (ppm)	
	RAÇÕES	FÍGADOS
A	0,0551	0,0440
B	0,0624	0,0359
C	0,1322	0,2314
D	0,1616	0,2417
E	NA <sup>1</sup>	0,0458

1 - Resultado não avaliável (inferior a 0,005 ppm), tendo em vista a metodologia analítica usada.

#### 4.2.4. Achados de necrópsia e alterações microscópicas

Vários animais, principalmente aqueles não suplementados com vitamina E e/ou selênio, apresentaram no decorrer do período experimental sintomas característicos de deficiência de vitamina E e selênio, o que resultava na maioria dos casos na morte destes.

Os resultados das análises de selênio das dietas e de a mostras de fígado dos animais estão mostrados no Quadro 8, os quais servirão para discutir as ocorrências de anormalidades.

Todos os animais que foram tratados com dietas baixas em selênio (0,055 ppm), cerca de 40% do recomendado pelo N.R.C. (58) e sem nenhuma suplementação (T.A), exceto alguns deles que tiveram morte repentina sem antes apresentar os sintomas de deficiência, desenvolveram sintomatologia de deficiência de vitamina E/selênio, e morreram poucos dias após manifestarem tais sintomas. Estas observações estão de acordo com os estudos de ULLREY (72), MAHAN et alii (50), GLIENKE & EWAN (30), SIMESSEN et alii (67) e EWAN et alii (25) entre outros, os quais encontraram altas taxas de mortalidade de suínos novos com dietas deficientes em selênio e vitamina E.

Dos oito animais que receberam dietas baixas em selênio natural (contido nos alimentos-0,0624 ppm) e foram suplementadas com 11 UI de Vit. E/Kg (T.B), apenas dois desenvolveram os sintomas característicos de deficiência de vitamina E/

selênio, e morreram, ocorrências estas bem menores do que aquelas observadas com os animais do T.A. Estes resultados são concordantes com as observações de MAHAN et alii (50), BENGTSSON et alii (7) e EWAN et alii (25), que encontraram altas taxas de mortalidade de leitões desmamados, mesmo entre aqueles suplementados com vitamina E, uma vez que esta dieta apresentava baixo teor em selênio.

Nenhum dos animais que receberam dietas com selênio suplementar, na forma de selenito de sódio (T.C e D), com um teor total de selênio de 0,132 e 0,162 ppm, respectivamente, morreu ou mesmo desenvolveu sintomas de deficiência de vitamina E/selênio. A conclusões semelhantes chegaram SIMESSEN et alii (67), os quais mostraram que o selênio desempenhou papel importante em evitar as perdas por mortalidade de suínos novos deficientes neste mineral. A suplementação de selênio, entretanto, mesmo associada ao suplemento de vitamina E, não forneceu proteção completa contra as alterações histológicas, sendo tais resultados, concordantes com as afirmações de BENGTSSON et alii (8) e MAHAN et alii (50) os quais verificaram por ocasião do abate, alterações microscópicas mesmo com a suplementação de vitamina E/selênio.

A adição de etoxiquim às dietas sem suplementação (T.E), não evitou o aparecimento da síndrome de deficiência de Vitamina E/Se e as ocorrências assemelharam-se aos resultados obtidos com os tratamentos que foram suplementados apenas com vit. E (T.B) uma vez que dos oito animais, apenas dois morre-

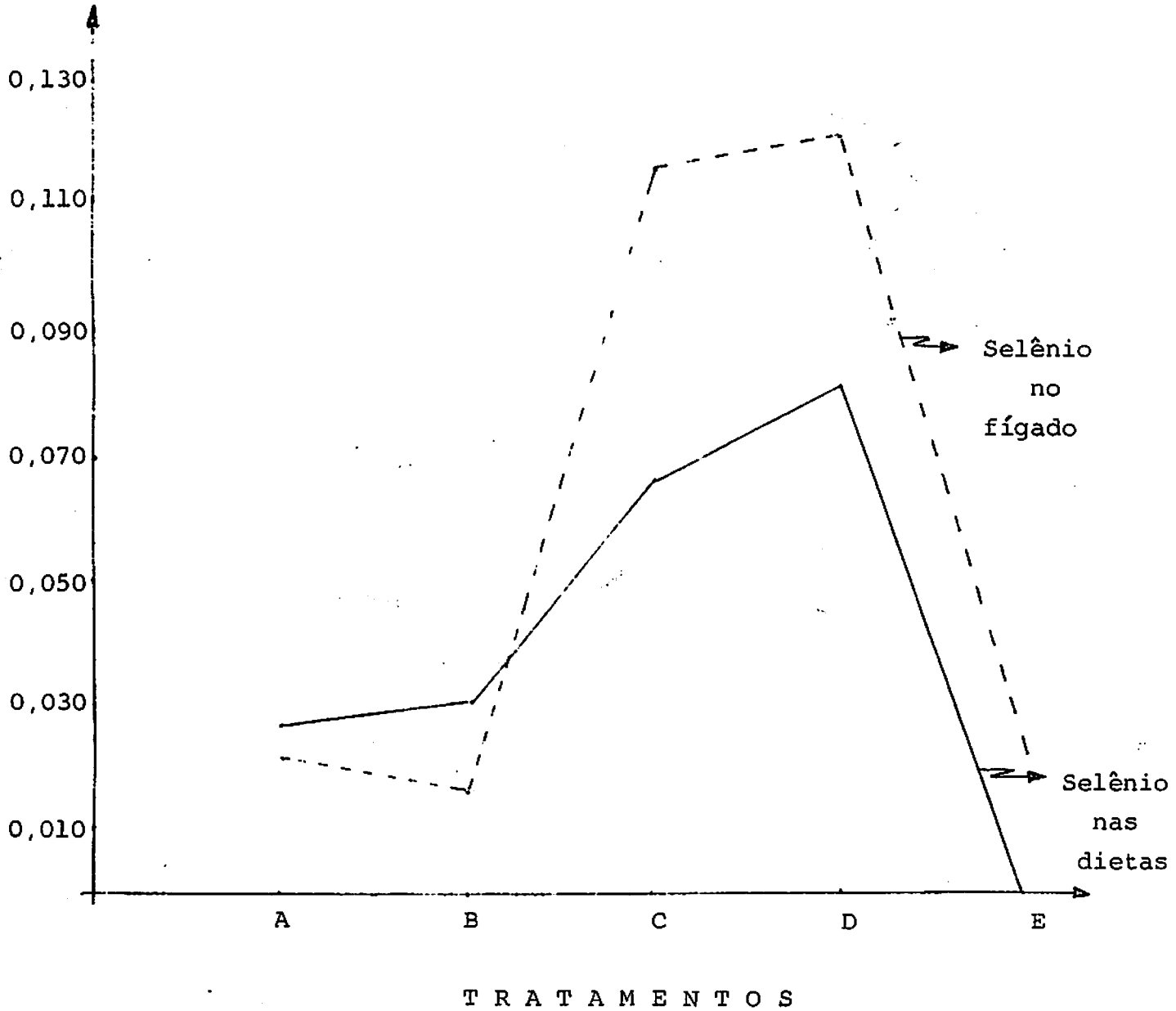
ram. SIMESSEN et alii (67) mostraram, de forma semelhante, que o etoxiquim não exerceu nenhum efeito sobre as variáveis estudadas.

Os resultados mostraram que o selênio ou sua associação à vit. E, adicionados às dietas contendo sementes de oleaginosas ricas em ácidos graxos insaturados, desempenharam papéis importantes em evitar a mortalidade dos suínos, uma vez que a peroxidação dos lipídios, como consequência do excesso de ácidos graxos insaturados presentes nas dietas, foi a principal causa do aparecimento da síndrome de deficiência de vit. E/Se. De modo semelhante DESAI & SCOTT (20), MAHAN et alii(50) NOGUCHI et alii (60), CUNHA (19), GRIES & SCOTT (31), McDONALD et alii (51) HOEKSTRA (38) e COMBS JÚNIOR (17), entre outros, mostraram que o selênio e a vitamina E são essenciais às dietas ricas em ácidos graxos insaturados, como antioxidantes, prevenindo a peroxidação lipídica.

Os valores médios de selênio do fígado dos animais, estão mostrados no Quadro 8, e revelam que houve uma correlação positiva ( $r = 0,92$ ) entre as concentrações de selênio das dietas e do fígado, o que pode ser observado também através da figura 1. As concentrações de selênio no fígado dos animais tratados com dietas naturalmente baixas neste mineral, foram cerca de 5,6 vezes inferiores às daquelas dos animais que receberam suplementação. Estes resultados são concordantes com as afirmações de GROCE et alii (32), EWAN (24), SIMESSEN et alii (68) e MOKSNES et alii (55) que mostraram haver uma correlação positi



FIG. 1 - Concentrações de selênio nas dietas e no fígado.



va entre as concentrações de selênio das dietas e do fígado de suínos. Por outro lado, KU et alii (46) observaram que o selênio dos alimentos é mais eficaz para se fixar no fígado de suínos, uma vez que as concentrações de selênio encontradas neste órgão desses animais, foram mais elevadas em rações com alto teor de selênio natural, do que com adição de selenito de sódio às dietas naturalmente baixas em selênio.

Os animais que morreram durante o experimento, em consequência da deficiência de Vit. E/Se, apresentaram, em todos os tratamentos, as seguintes sintomatologias:

*+ MANCHA* ↘  
Inicialmente os animais apresentavam manchas arroxeadas nas orelhas e trem posterior, espalhando-se em seguida por todo o corpo, a urina destes animais apresentava-se com coloração amarela mais intensa. Poucos dias após manifestarem tais sintomas, os animais morriam, e em seguida eram necropsiados. Através dos achados de necrópsia, constatou-se que todos os animais apresentaram fígado hemorrágico, hepatomegalia, friável e com áreas claras na superfície. O coração mostrava-se edematoso, com maior volume e com hemorragias petequiais, bem como degeneração ao longo da fibra muscular e estrias esbranquiçadas longitudinais.

O pulmão apresentava-se aumentado no seu tamanho, edematoso e com manchas hemorrágicas. A porção esofágica do estômago mostrava-se com várias úlceras de grande extensão e em alguns casos mais graves com perfurações da parede estomacal. A porção glandular foi menos afetada pelas lesões ulcerativas,

enquanto que as paredes encontravam-se hemorrágicas e com pouco muco.

O intestino apresentava-se hemorrágico, e com acúmulo de fibrina e o pâncreas mostrava-se hipertrofiado. Observaram-se ainda edemas generalizados, e o aparecimento de líquido citrino na cavidade torácica e região inguinal. Os músculos apresentavam-se com estrias esbranquiçadas longitudinais. O toucinho mostrou-se menos consistente e em alguns casos apresentava manchas amareladas. Estas observações foram mais evidenciadas nos animais tratados com dietas sem nenhum suplemento (T.A).

Os resultados dos achados histológicos revelaram as seguintes alterações microscópicas, descritas como se segue, de acordo com os tratamentos:

No tratamento A todos os animais apresentaram alterações hepáticas condizentes com as da hepatose dietética aguda e subaguda, traduzidas por necrose de hepatócitos de alguns lóbulos, ao lado de outros lóbulos completamente intactos. A necrose estava acompanhada de hemorragias, dilatação e edema dos espaços de Disse. Em algumas áreas, as células necróticas mostravam sinais iniciais de reabsorção, sendo substituídas por linfócitos, plasmócitos e fibroblastos. Havia, ainda, proliferação de hepatócitos a partir de células ainda viáveis na periferia dos lóbulos afetados, além de proliferação conjuntiva e de ductos biliares no tecido periportal, dando origem à pseudo lóbulos e pseudotúbulos.

O músculo cardíaco mostrou degeneração hialina dissemi

nada, além de edema, hemorragia e infiltração linfocitária no interstício e proliferação de núcleos ao longo da fibra muscular lesada.

A porção esofágica do estômago mostrava além de algumas alterações pré-ulcerosas, tais como hiperkeratose, parakeratose, edema intracelular, micro-abscessos e erosão, úlceras de grande extensão. Estas nunca atingiam a porção glandular do estômago e eram, em alguns casos, de natureza crônica com a presença de abundante tecido de granulação.

O pulmão era edematoso com acúmulo de transudato sub-pleural, intersticial e alveolar e em alguns casos mostrava áreas de broncopneumonia com características de pneumonia enzootica dos suínos.

O pâncreas mostrava-se hiperplásico com hipercelularidade e certa desorganização arquitetônica. Algumas células acinares apresentavam citoplasmas mais claro e sinais de alterações regressivas.

Nos tratamentos B, C, D e E as alterações necróticas do fígado estavam ausentes, apesar de serem observadas severas degenerações turvas e vacuolar disseminadas de hepatócitos, dilatação de capilares sinusóides com estase sangüínea e discreto edema nos espaços de Disse.

No coração havia degeneração hialina de fibras musculares, tal como no tratamento A, mas de forma focal. As alterações da porção esofágica do estômago foram idênticas às do tratamento A, contudo, menos severa, havendo predominância daque-

## 5. CONCLUSÕES

Nas condições em que se conduziu o presente trabalho, ao observar os efeitos da adição da vitamina E e/ou selênio sobre a digestibilidade e desempenho de suínos alimentados com dietas balanceadas com soja crua, pode-se concluir que:

### - Experimento I

1. A digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e balanço de nitrogênio, bem como os valores das energias digestível, metabolizável e metabolizável corrigida, aumentaram com a idade dos suínos.
2. A adição de vitamina E e/ou selênio, não melhorou a digestibilidade das dietas à base de milho-soja crua.
3. Todos os tratamentos reduziram sensivelmente os valores de digestibilidade de todos os parâmetros avaliados.

## 6. RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos da adição de vitamina E e/ou selênio na digestibilidade e no desempenho de suínos alimentados com dietas à base de milho, e soja crua, dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura de Lavras, no período de outubro de 1982 a julho de 1983.

No experimento I, 12 suínos machos castrados (Large White), em dois períodos experimentais (peso vivo de 29,5 e 60,0 kg), foram distribuídos em blocos casualizados, num esquema fatorial 6 x 2 (tratamentos e períodos) e alojados em gaiolas de metabolismo onde receberam os seguintes tratamentos:

- T.A. Ração balanceada à base de milho, soja tostada e farelo de trigo.
- T.B. Ração balanceada com soja crua, substituindo a soja tosta da.
- T.C. Conforme T.B. suplementada com vitamina E.



- T.D. Conforme T.B. suplementada com selênio.
- T.E. Conforme T.B. suplementada com vitamina E e Se.
- T.F. Conforme T.B. suplementada com antioxidante (BHT).

No experimento II, 48 suínos (24 machos castrados e 24 fêmeas) Large White, pesando 20,0 e 22,0 kg foram distribuídos (1 macho e 1 fêmea por baia), em dois blocos ao acaso (peso), com duas repetições por bloco para os seis tratamentos seguintes:

- T.A. Ração balanceada com soja crua.
- T.B. Conforme T.A. suplementada com vitamina E
- T.C. Conforme T.A. suplementada com selênio.
- T.D. Conforme T.A. suplementada com vitamina E e Se.
- T.E. Conforme T.A. suplementada com antioxidante (etoxiquim)
- T.F. Ração balanceada à base de milho-farelo de soja.

Com o aumento da idade dos suínos, aumentou os valores de matéria seca digestível (MDS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), balanço de nitrogênio (BN), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida (EMC) das rações, não sendo afetado o valor de energia metabolizável como percentagem da absorvida (EMA).

Os valores médios observados de MSD (%), CDPB (%), ED (Kcal/g), EM (Kcal/g) e EMC (Kcal/g), expressos na base da matéria seca, bem como o BN (g/dia) obtido de acordo com os tra-

tamentos, foram respectivamente:

T.A.: 52,74; 51,11; 1,746; 1,735; 1,698 e 5,43.

T.B.: 55,48; 41,44; 1,847; 1,803; 1,773 e 4,48.

T.C.: 46,13; 34,21; 1,588; 1,576; 1,555 e 3,18.

T.D.: 49,32; 40,89; 1,699; 1,689; 1,658 e 4,56.

T.E.: 54,29; 46,88; 1,919; 1,905; 1,861 e 6,82.

T.F.: 54,13; 43,05; 1,876; 1,869; 1,830 e 5,71.

Os valores de energia metabolizável dos tratamentos, foram em média  $99,2 \pm 0,87$  % da ED.

O ganho em peso diminuiu significativamente com o uso da soja crua nas dietas, mas não foi alterado pela adição de vitamina E e/ou selênio ou etoxiquim, mostrando apenas tendência de melhora. O consumo de ração e a conversão alimentar foram melhores na dieta normal.

Com relação às anormalidades histológicas e às taxas de mortalidade, verificou-se que o selênio evitou tais ocorrências, o que não se deu com a vitamina E ou etoxiquim, muito embora tenham sido verificadas alterações microscópicas mesmo nos animais que foram suplementados com selênio.



## 7. SUMMARY

Two trials were carried out from October 1982 to July, 1983, to study the vitamin E and/or selenium supplementation on the digestibility and performance of pigs fed corn and raw soy bean based diets.

In trial I, 12 Large White pigs, were randomized to block design in factorial arrangement 6 x 2 (treatments and periods), two periods were used (29,5 and 60,0 Kg liveweight) and the pigs maintained in metabolic cages, the treatments were as follows:

T.A. corn, toasted soybean and wheat bran basic diet.

T.B. Raw soybean substituted toasted in T.A.

T.C. As T.B. plus vitamin E

T.D. As T.B. plus selenium

T.E. As T.B. plus vitamin E and selenium

T.F. As T.B. plus antioxidant (BHT).

In trial II, 48 Large White pigs (24 barrows and 24 gilts) with 20 and 22 Kg liveweight, were randomized to two blocks

(by weight) and two replicates per block, the treatments were:

- T.A. Raw soybean basic diet.
- T.B. As T.A. plus vitamin E
- T.C. As T.A. plus selenium
- T.D. As T.A. plus vitamin E and selenium
- T.E. As T.A. plus antioxidant (etoxyquim)
- T.F. Corn, soybean meal basic diet.

Digestible dry matter (DDM), crude protein digestible coefficient (CPDC), nitrogen balance (NB), digestible energy (DE), metabolizable energy (ME), and corrected metabolizable energy (CME) in rations increased with pigs weight increase and the relation between ME and DE was the same in the growing-finishing pigs.

The means values for DDM (%), CPDC (%), DE (Kcal/g), ME (Kcal/g) and CME (Kcal/g), based on dry matter, and the NB (g/day) were:

T.A.: 52,74; 51,11; 1,746; 1,735; 1,698 e 5,43  
 T.B.: 55,48; 41,44; 1,847; 1,803; 1,773 e 4,48  
 T.C.: 46,13; 34,21; 1,588; 1,576; 1,555 e 3,18  
 T.D.: 49,30; 40,89; 1,699; 1,689; 1,658 e 4,56  
 T.E.: 54,29; 46,88; 1,919; 1,905; 1,861 e 6,82  
 T.F.: 54,13; 43,05; 1,876; 1,869; 1,830 e 5,71.

The ME were  $99,2 \pm 0,86\%$  of the DE.

Weight gain significantly decreased in pigs fed raw soy bean diets. The vit. E and/or selenium or etoxyquim supplementation showed best gain, but not significantly. The feed intake

and feed/gain were best on corn, soybean meal basic diet.

Selenium prevented histological abnormalities and avoided mortality, but the same did not happen with vitamin E and ethoxyquin although microscopical changes were observed even in animals supplemented with selenium.

**Tabela 17.** Mudanças no peso seco de material de parede celular do mamão cv. Improved Sunrise Solo Line 72/12, imerso por 20 min. em solução de Prochloraz a 48°C, com e sem adição de CaCl<sub>2</sub> (2%), armazenados a 10 ± 2°C e a 85 ± 5% de UR, com e sem embalagem em filme de PVC (15µm).

<b>TRATAMENTOS</b>				
<b>Armazenamento</b> <b>(dias)</b>	<b>Controle</b>	<b>Ca<sup>++</sup></b>	<b>PVC</b>	<b>Ca<sup>++</sup> + PVC</b>
<b>MATERIAL DE PAREDE CELULAR (µg.mg<sup>-1</sup> de peso fresco)</b>				
0	20,59	20,59	20,59	20,59
5	20,60	23,68	21,70	26,80
10	22,72	24,61	23,60	21,30
15	24,94	29,24	25,73	27,58
20	25,12	28,66	26,18	28,62
25	27,51	32,79	25,57	28,51
30	33,71	29,76	35,55	26,37
35	30,42	29,40	28,94	27,25
<b>FRAÇÃO HEMICELULOSE (µg.mg<sup>-1</sup> de MPC<sup>*</sup>)</b>				
0	52,45	52,45	52,45	52,45
5	57,80	45,80	32,90	68,50
10	53,85	27,31	50,80	59,35
15	43,15	81,10	47,00	67,55
20	34,70	11,70	15,00	51,82
25	12,90	49,00	30,65	23,05
30	30,95	31,95	34,05	51,82
35	39,25	49,15	36,65	40,00

\*MPC= Material de parede celular

Para a fração hemicelulose do material de parede celular (Tabela 17) houve efeito do cálcio com ou sem embalagem de PVC no decorrer do período de armazenamento dos frutos, no sentido de ocorrer menor degradação. Os teores médios obtidos para os tratamentos foram inferiores àqueles registrados por Menezes (1996). Sidiqi e Bangerth (1995), trabalhando com aplicação de

**cálcio em maçã, obtiveram aumento no teor desta fração; contudo, este valor foi inferior aos obtidos neste trabalho para os vários tratamentos.**

## CONCLUSÕES

- Durante o armazenamento houve efeito do cálcio na redução do grau de esterificação, com manutenção da firmeza, retenção da clorofila, retardo na síntese de vitamina C, melhoria da aparência interna, diminuição do pH, aumento da acidez, aumento da atividade de poligalacturonase e redução da atividade de pectinametilesterase, com o aumento dos teores de açúcares do material de parede celular (fração hemicelulose e fração celulose).
- Durante o armazenamento houve efeito da embalagem na redução da perda de massa, na manutenção da relação SS/ATT, com diminuição do pH, melhoria da aparência externa, aumento na concentração de poliuronídeos, aumento da atividade de pectinametilesterase e redução da atividade de poligalacturonase.
- O efeito conjunto do cálcio e da embalagem foi efetivo em promover menor solubilização da pectina, com menor degradação dos açúcares totais e da glicose.
- Para prevenir o desenvolvimento de doenças pós-colheita dos frutos, o tratamento hidrotérmico (48°C, 20 minutos), juntamente com a aplicação de Prochloraz foi eficiente. No período de armazenamento os frutos apresentaram-se isentos de doenças até o 30<sup>o</sup> dia de avaliação, sendo observada, aos 35 dias, a presença de ataque fúngico. A temperatura de  $10 \pm 2^\circ\text{C}$  e a umidade relativa de

85 ± 5%, neste período, mostrou ser uma condição ótima para o armazenamento do frutos de mamoeiro cv. 'Sunrise Solo'.

- A conservação de mamões cv. 'Sunrise Solo' pode ser conseguida por um período de armazenamento longo (25 dias), mas novas pesquisas fazem-se necessárias antes de se sugerir ou recomendar a utilização dos tratamentos utilizados para pequenos ou grandes produtores e exportadores, visto que, no final do período de armazenamento, a presença de frutos inadequados para o consumo se fez presente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAMINE, E.K. Respiration of fruits of papaya (*Carica papaya* L var. Solo) with reference to the effect of quarantine desinfestation treatments. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Beltsville, v.88, p. 231-236, 1966.
- AKAMINE, E. K. GOO, T Relationship between surface color development and total soluble solids in papaya. **HortScience**, Alexandria, v.6, n.6, p.567-568, 1971.
- AKAMINE, E. K. The hot water treatment of papayas. **Food Technology**, Australia, p.482- 483, Nov. 1975.
- AKAMINE, E. K.; GOO, T. Respiration, ethylene production, and shelf life extension in irradiated papaya fruit after storage under simulated shipping conditions. **Hawaii, Agricultural Experiment Station**, 1977, 12p. (Technical bulletin, 93).
- ALBERSHEIM, P.; NEVINS, D.J.; ENGLISH, P.D.; KARR, A. A method for the analysis of sugar in plant cell wall polyssacharides by gas-liquid chromatography. **Carbohydrate Research**, Amsterdam, v.5, p.340-345, 1967.
- ALONSO, J.; RODRIGUEZ, T.; CANET, W. Effect of various thermal pretreatment on the texture of frozen cherries (*Prunus avium* L.) Related Enzyme Activities. **Z. Lebensm. Unters, Forsch**, p. 214-218, 1993.
- ALONSO, J.; RODRIGUEZ, T.; CANET, W. Effect of calcium pretreatments on the textures of frozen cherries. Role of pectinesterase in the changes in the pectic materials. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, Washington, v.43, n.10, p.1011-1016, 1995.
- ALONSO, J.; CANET, W.; RODRÍGUEZ, T. Thermal and calcium pretreatment affects texture, pectinesterase and pectic substances of frozen sweet cherries. **Journal of Food Science**, Chicago, v.62, n.3, p.511 - 515, 1997.



ANDREWS, P. K.; SHULIN, L. Cell wall hydrolytic enzyme activity during development of nonclimacteric sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v.70, n.4, p.561-567, 1995.

AN, J.F.; PAULL, R.E. Storage temperature and ethylene influence on ripening of papaya fruit. **Journal American for Society Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.6, p.949-953, 1990.

**ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL**, 1995. Rio de Janeiro: FIBGE, 1995, v.5.

ARRIOLA, M.C. de; MADRID, M.C. de; ROLZ, C. Algunos cambios físicos y químicos de la papaya durante su almacenamiento. **Proceedings of Tropical Region of the American Society of Horticultural Science**, Orlando, v.19, p.97-109, 1975.

ARRIOLA, M.C. de; CALZADA, J.F. de; MENCHU, J.F.; ROLZ, C.; GARCIA, R.; CABRERA, S. de. Papaya. In: **Tropical and subtropical fruits**. Westport: AVI, p. 316-340, 1980.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**, 11<sup>th</sup> ed, Washington : 1970.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official analytical Chemistry**. 12<sup>th</sup> ed. Washington, 1990.

AWAD, M.; YOUNG, R.E. Postharvest variation in cellulose, polygalacturonase and pectin methylesterase in 'Avocado' (*Persea americana* Mill cv. Fuerte) fruit in relation to respiration and ethylene production. **Plant Physiology**, Baltimore, v.64, p.306-308, 1979.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993, 114p.

AZIZ, A. A. B.; EL-NAZAWY, S. M.; ZAKI, H.A. Seasonal changes in the physical and chemical properties of papaya fruits, **Egypt Journal Horticultural**, Cairo, v.3, n.1, p.89 - 97, 1976.

BACIC, A; HARRIS, H.J.; STONE, B.A. Structure and function of plant cell walls. In: -. **The biochemistry of plants: a comprehensive treatise**. Carbohydrates, Londres: Academic press, v.14, p.297-371, 1988.

- BALBINO, J. M. DE S. Efeitos de hidrotermia, refrigeração e ethefon na qualidade pós-colheita de Mamão (*Carica papaya* L.) UFV: Viçosa, 1997. 104p. (Tese - Fisiologia Vegetal).
- BAMBERG, J.B.; PALTA, J.P.; PETERSON, L.A.; MAX MARTIN; KRUEGER, A.R. Screening potato species germoplasm for tuber Calcium. *American Potato Journal*, Orono, v.72, n.10, p.613, Oct. 1995.
- BANGERTH, F. Calcium related physiological disorders of plants. *Annual Review Phytopathology*, Palo Alto, v.17, p.97-122, 1979.
- BANGERTH, F.; DILLEY, D.R.; DEWEY, D.H. Effect of postharvest calcium treatment on internal breakdown and respiration of apple fruits. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.97, n.5, p.679-682, 1972.
- BARTOLOME, L.G.; HOFF, J.E. Firming of potatoes: biochemical effects of preheating. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, Washington, v.20, n.2, p. 266-270, 1972.
- BEAVERS, W.B.; SAMS, C.E.; CONWAY, W.S.; BROWN, G.A. Calcium source effects calcium content, firmness, and degree of injury of apples during storage. *HortScience*, Alexandria, v.29, n.12, p.1520-1523, Dec. 1994.
- BIALE, J.B. Synthetic and degradative process in fruit ripening. In: -. *Postharvest biology and handling of fruits and vegetables*. Westport: AVI, cap. 2, p. 8-18. 1975.
- BIALE, J.B.; YOUNG, R.E. Respiration and ripening in fruits: retrospect and prospect. In: -. *Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables*. London: Academic Press, 1981, cap.1, p.1-37.
- BISSOLI, Jr., W. Qualidade de mangas (*Mangifera indica* L. cv. Tommy Atkins) sob influência da pulverização pré-colheita dos frutos com cálcio e boro. Lavras: ESAL, 1992. 85p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- BLEINROTH, E.W. Qualidade dos produtos hortifrutícolas. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1988. 67p.

- BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.** Matéria prima. In: **Mamão**. Campinas: ITAL. p. 179-254, 1989 (Série frutas tropicais, 7).
- BLEINROTH, E.W.** Colheita e manejo. In: **FRUPEX. Mamão para exportação: procedimento de colheita e pós-colheita**. Brasília: MAARA/FRUPEX, 1993, -p. (Série publicações técnicas FRUPEX).
- BLUMENKRANTZ, N.; ASBOE-HANSEN, G.** New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Chemistry**, New York, v.5, p. 484-489, 1973.
- BRADY, C.J.** The pectinesterase of pulp banana fruit. **Australian Journal of Plant Physiologist**, Victoria, v.3, p.163-172, 1976.
- BRADY, C. J.; MACALPINE, G.; MCGLASSON, W.B. UEDA, Y.** Polygalacturonase in tomato fruits and the induction of ripening. **Australian Journal of Plant Physiologist**, East Melbourne, v.9, p.171-178, 1982.
- BRADY, C.J.** Fruit ripening. **Annual Review Plant Physiology**, Palo alto, v.38, p.155-178, 1986.
- BRADY, C. J.** Fruit ripening. **Annual Review Plant Physiology**. Palo Alto, v.38, p.155 - 178, 1987.
- BRASIL.** Ministério da Indústria, do Comércio e do Turismo. Secretaria do Comércio Exterior. **Papais (mamões) frescos**. Brasília: SECEX, 1998. (FAX: 325-2075).
- BRETT , C.; WALDRON, K.** Physiological and biochemistry of plant cell walls. London: Unwen Hyman, 193p.,1990.
- BRISKIN, D.P.;HANSON,J.B.** How does the plant plasmamembrane  $H^+$  - ATPase PUMP protons? **Journal of Experimental Botany**, England, v.43, n.248, p.269-289, Mar. 1992.
- BRUINSMA, J.** The quantative analysis of chlorophyllis a and b in plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, Elmsford, v.2, p.241-249, 1963.
- BURNS, J.K.; PRESSEY, R.**  $Ca^{2+}$  in cell walls of ripening tomato and peach. **Journal American for Society Horticultural Science**, Alexandria, v.112, n.5, p.783-787, 1987.

- CARPITA, N.C. Hemicellulosic polymers of cell wall of 'zea' coleoptiles. **Plant Physiology**, Washington, v.72, n.2, p.515-521, 1983.
- CARPITA, N.; GIBEAU, D.M. Structural models of primary cell walls in flowing plants: consistency of molecular structure with the physical properties of the walls during growth. **The Plant Journal**, v.3, p. 1-30, 1993.
- CARVALHO, R.I. de C.; FIORAVANÇO, J.C.; PAIVA, M.C.; MANICA, I. Características físicas e químicas do mamão papaya comercializado em Porto Alegre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.143-147, 1993.
- CASTRO, J.V.; SARANTÓPOULOS, C.; YOTSUYANAGI, K.; FUKUSHIMA, M. Emprego de embalagem plástica na conservação do mamão. **XIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Salvador, v.2, p.674, 1994. Anais...
- CATUTANI, A.T.; LOURENÇO, E.J. Atividade da pectinesterase do mamão (*Carica papaya* L.) no amadurecimento. **Anais de Farmácia e Química de São Paulo**, São Paulo, v.22, n.1-2, p.3-10, Jan./Dez., 1982.
- CHAN JR., H. T.; CHANG, T. S. K.; STAFFORD, A. E.; BREKKE, J. E. Nonvolatile acids of papaya. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, London, v. 19, n.2, p.263 265, 1971.
- CHAN Jr., H.T.; KWOK, S.C.M. Isolation and characterization of  $\beta$ -fructofuranosidase from papaya. **Journal of Food Science**, Chicago, v.41, p.320-323, 1976.
- CHAN, Jr.; H.T. ; KWOK, S.C.M. Importance of enzyme inactivation prior to extraction of sugars from papaya. **Journal of Food Science**, Chicago, v.40, n., p.770-771, 1975.
- CHAN JR., H.T.; HIBBARD, K.L.; GOO, T.; Sugar composition of papayas during fruit development. **HortScience**, Alexandria, v.14, p. 140-141, 1979.
- CHAN Jr., H.T.; HIBBARD, K.L.; GOO, T.; AKAMINE, E.K. Sugar composition of papayas during fruit development. **HortScience**, Alexandria, v.14, n. 2, p.140-141, 1979.

CHAN Jr., H.T.; TAM, S.Y.T.; SEO, S.T. Papaya polygalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 46, p. 190 - 197, 1981.

CHAN Jr., H. T.; TAM, S. Y. T. Partial purification and characterization of an acid phosphate from papaya. *Journal of Food Science*, Chicago, v.4, n. , p.1498-1500, 1982.

CHAN Jr, H.T.; TANIGUCHI, M.H. Changes in fatty acid composition of papaya lipids (*Carica papaya*) during ripening. *Journal of Food Science*, Chicago, v.50, n.4, p.1092-1094, 1985.

CHAN Jr., H.T. Effects of heat treatments on the ethylene - forming enzyme system in papayas. *Journal of Food Science*, Chicago, v.51, n.3, p.581-583, 1986.

CHAN Jr., H.T. Alleviation of chilling injury in papayas. *HortScience*, Alexandria, v.23, n.5, p.868-870, 1988.

CHAN Jr., H.T.; LINSE, E. Conditioning cucumber to increase heat resistance in the EFE system. *Journal of Food Science*, Chicago, v.54, n., p.1375-1990.

CHAN Jr., H.T. Ripeness and tissue depth effects on heat inactivation of papaya ethylene-forming enzyme, *Journal of Food Science*, Chicago, v.56, n.4, 1991.

CHAN JR., H.T.; TAM, S.Y.T.; SEO, S.T. Papaya polygalacturonase and its role in thermally injured ripening fruit. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, p.190-197, 1991.

CHAVES-FRANCO, S.H.; KADER, A.A. Effects of CO<sub>2</sub> on ethylene biosynthesis in 'Bartlett' pears. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam , v.3, p.183-190, 1993.

CHEN, H.K.L. Chemical changes during the postharvest ripening of papaya fruit. Honolulu: Hawaii, 1963. 48p. (Thesis - Master Science).

CHEN, N.K.L. Some chemical changes during the post-harvest ripening of papaya fruit. *Bot. Bull. Acad. Sinica.*, p. 89-99, 1964.

- CHEN, N. M.; PAULL, R. E. Development and prevention of chilling injury in papaya fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.4, p.639-643, 1986.
- CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 289p.
- CHOI, J.S.; LEE, J.C. Effect of postharvest dipping in CaCl<sub>2</sub> solution with some adjuvants on Calcium content in 'Fuji' apple fruits. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Korea, v.34, n.1, p.36-45, 1993.
- CHRISTOPHER, M.C.; YUEN, S.C.T.; JOYCE, D.; CHETTRI, P. Effect of post-harvest Calcium and polymeric films on ripening and peel injury in Kenington Pride mango. **Asean Food Journal**, Australia, v.8, n.3, p.110-113, 1993.
- CHRISTOFERSEN, R.E.; WARM, E.; LATIES, G.C. Gene expression during fruit ripening in avocado. **Planta**, New York, v.155, p.52-57, 1982.
- CHUNG, H.D.; YOUN, S.J. The effect of CaCl<sub>2</sub> application on membrane protein profiles and cell wall structure of strawberry fruits. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Korea, v.36, n.4, p.486-492, 1995.
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Calcium infiltration of golden delicious apples and its effect on decay. **Phytopathology**, St. Paul, v.73, n.7, p.1068-1071, Jul., 1983.
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; WATADA, A.E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressume infiltration of calcium chloride. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.398, p.31-39, 1995.
- COUEY, H.M.; FARIAS, G. Control of postharvest decay of papaya. **HortScience**, Alexandria, v.14, n.6, p.719-721, 1979.
- COUEY, H.M. Heat treatment for control of postharvest disease and insect pests of fruit. **HortScience**, Alexandria, v.24, n., p.198-202, 1989.
- DEMARTY, M.; NORMAN, C.; THELLIER, M. Calcium and the cell wall. **Plant Cell and Environment**, Oxford, v.7, n.10, p.477-489, 1984.

- D'INNOCENZO, M. Comportamento de enzimas da parede celular e textura da polpa relacionados ao tratamento de irradiação de mamões (*Carica papaya* l. cv. Solo) durante o amadurecimento. Piracicaba: ESALq, 1996. 85p. (Dissertação - Mestrado em Ciências).
- DEIKMAN, J. Molecular mechanism of ethylene regulation of gene transcription. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.100, p.561-566, 1997.
- DRAETTA, I. dos S.; SHIMOKOMAKI, M.; YOKOMIZO, Y.; FUJITA, J.T; MENEZES, H.C. de; BLEINROTH, E.W. Transformações bioquímicas do mamão (*Carica papaya*) durante a maturação. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.6, n., p.395-408, 1975.
- DURIGAN, J.F. Armazenamento de mamões (*Carica papaya*) 'Improved Sunrise Solo Line 72/12' com o uso de hidrotermia, fungicida, cera, filmes plásticos e  $KMnO_4$ , associados a diferentes temperaturas de refrigeração. Jaboticabal: UNESP, 1994. 185p. (Livre Docência).
- EMBRAPA: Empresa de Pesquisa Agropecuária Brasileira, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical. A cultura do mamão, 80p. 1994.
- ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, Londrina, v.3, n.1, p.39-45, 1991.
- EVANS, D.E.; BRIARS, S-A; WILLIAMS, L.E. Active calcium transport by plant cell membranes. *Journal of Experimental Botany*, London, v.42, n.236, p. 285-303, Mar., 1991.
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Quartely Bulletin of Statistics*, Rome, v.9, n.1/2, 1996.
- FENNEMA, R.O. *Química de los Alimentos*. Zaragoza: Editorial Acribia, 1993, 1095p.
- FERGUSON, I.B. Calcium in plant senescence and fruit ripening. *Plant Cell and Environment*, Oxford, v.7, p. 477-489, 1984.
- FERGUSON, I.B.; DRØBAK, B.K. Calcium and the regulation of plant growth and senescence. *HortScience*, Alexandria, v.23, n.2, p.262-266, Apr. 1988.

- FERGUSON, I.B.; VOLZ, R.K.; HARKER, F.R.; WATKINS, C.B.; BROOKFIELD, P.L. Regulation of the postharvest fruit physiology by calcium. *Acta Horticulturae*, Amsterdam, v.398, p.23-27, 1995.
- FILGUEIRA H.A.C. *Bioquímica do amadurecimento de tomates híbridos heterozigotos no loco alcobaça'* Lavras: UFLA, 1996. 118p. (Tese Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- FISCHER, M.; AMADO, R. Changes in the pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 1: Analysis of the alcohol-insoluble residue. *Carbohydrate Polymers*, Great Britain, v.25, p.161 - 166, 1994.
- FISCHER, M.; ARRIGONI, E., AMADO, R. Changes in the pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 2: Analysis of the pectic fractions. *Carbohydrate Polymers*, Great Britain, v.25, p.167 - 175, 1994.
- FISHER, R.L; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. *Annual Review of Plant Physiological and Plant Molecular Biology*. Palo Alto, v.42, p.675-703, 1991.
- FRY , S.C. Polyssacharide – modifying enzymes in the plant cell wall. *Annual Review of Plant Physiological and Plant Molecular Biology*. Palo Alto, v.46, p.497-520, 1995.
- FRY, S.C. Cross - linking of matrix polymers in the growing cell walls of angiosperms. *Annual Review Plant Physiological and Plant Molecular Biology*. Palo Alto, v.37, p.165-186, 1986.
- GAYET, J.P.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; GARCIA, E.E.C.; CARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G.; BORDIN, M.R. *Mamão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita*. EMBRAPA – SPI, Brasília – DF, 1995. 38 p.
- GERASOPOULOS, D.; CHOULIARAS, V.; LIONAKIS, S. Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* , Amsterdam,v.7, p.65-72, 1996.



- GLENN, G.M.; POOVAIAH, B.W. Calcium- mediated postharvest changes in texture and cell wall structure and composition in 'Golden Delicious' apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v.115, p.962-968, 1990.
- GLENN, G.M.; POOVAIAH, B.W. Cuticular permeability to calcium compounds in 'Golden Delicious' apple fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.110, n.2, p.192-195, 1985.
- GONÇALVES, N.B. Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv. Smooth Cayenne. Lavras: UFLA, 1998. 96p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- GREGÓRIO, M. Mosca de Fruta: Papaia amplia mercado no Exterior . *Jornal da USP*, p.6-7, 1996.
- GREVE, L.C.; LABAVITCH, J.M. Cell wall metabolism in ripening fruit. V. Analysis of cell wall synthesis in ripening tomato pericarp tissue using a D- [ $U^{13}C$ ] glucose tracer and gas-chromatography-mass spectrometry. *Plant Physiology*, Baltimore, v.97, n.2, p.1456-1461, Oct. 1991.
- GRIERSON, D . Gene expression in ripening tomato fruit. *CRC Critical Reviews of Plant Science*, Cleveland, v.3, p. 113-132, 1985.
- GRIERSON, D. Senescence in fruits. *HortScience*, Alexandria, v.22, n.5, p.859-862, Oct. 1987
- GROSS, K.C. Fractionation and partial characterization of cell walls from normal and ripening mutant tomato fruit. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.62, n.1, p.25-32, Sept. 1984.
- GROSS, K.C. Recent developement in tomato fruit softening. *Postharvest News and Transformation* , v.1, p.190-112, 1990.
- GROSS, K.C. WATADA, A.E.; KANG, M.S.; KIM, S.D.; KIM, K.S.; LEE, S.W. Biochemical changes associated with the ripening of the hot pepper fruit. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.66, p.31-36, 1986.

- GROSS, K.C.; SAMS, C.E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: A species survey. *Phytochemistry*, Elmsford, v.23, n.11, p.2457-2461, 1984.
- GUNTER, C.C.; KLEINHENZ, M.D.; PALTA, J.P. Potato seed piece calcium can influence tuber yield. *HortScience*, Alexandria, v.31, n.4, p.592, Aug. 1996.
- HAYASHI, T. Xyloglucans in the primary cell wall. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, New York, v.40, p.139-168, 1989.
- HAYASHI, T.; TAKEDA, T.; OGAWA, K.; MITSUISHI, Y. Effects of the degree of polymerization on the binding of xyloglucans to cellulose. *Plant Cell Physiology*, v.35, n.8, p.1199-1205, 1994.
- HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some aspects of the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. *Journal of Food Science*, Chicago, v.27, n.1, p.42-49, Jan/Fev. 1962.
- HOBSON, G.E. Enzymes and texture changes during ripening. In: -. *Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables*. Londres: Academic Press, cap. 6, p.121-132, 1981.
- HONÓRIO, S.L.; ROCHA, J.L.V. Armazenagem e conservação de mamão (*Carica papaya* L.) cv. solo. In: -. *Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura do Mamoeiro*, 2.1988. Jaboticabal. FCAV/UNESP. Anais p.293-310.
- HUBER, D.J. Polyuronide degradation and hemicelulose modifications in ripening tomato fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.108, n.3, p.405-409, 1983.
- HUBER, D.J. The inactivation of pectin depolymerase associated with isolated tomato fruit cell wall: implications for the analysis of pectin solubility and molecular weight. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.86, n. ,p.25-32, 1992.
- HUBER, D.J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. *Horticultural Reviews*, Westport, v.5, p.169-219, 1983.
- ISLAM, M. N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. *Food Chemistry*, London, v.48, p.75 -78, 1993.

- JEN, J.J.; ROBINSON, M.L.P. Pectolitic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.) *Journal of Food Science*, Chicago, v.49, p. 1085-1087, Mar./Apr. 1984.
- JOYCE, D.C.; BEASLEY, D.R.; SHORTER, A.J. Effect of preharvest bagging on fruit Calcium levels, and storage and ripening characteristics of 'Sensations' mangos. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, Australia, v.37, p.383-389, 1997.
- JOYCE, D.C.; SHORTER, A.J.; JONES, P.N. Effect of delayed film wrapping and waxing on the shelf life of avocado fruit. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, East Melbourne, v.35, p.657-659, 1995.
- KADER, A.A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v.40, n.5, p.99-104, 1986
- KADER, A.A. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. California: University of California, 1992. 296p.
- KEY, J.L.; LIN, C.Y.; CHEN, Y.M. Heat shock proteins of higher plants. *Proceeding Natl. Academic Press. USA*, v.78, p.3526-3530, 1981.
- KIM, J. B.; CARPITA, N.C. Changes in esterification of the uronic acid groups of cell wall polysaccharides during elongation of maize coleoptiles. *Plant Physiology*, Baltimore, v.98, n.2, p.646-653, Feb. 1992.
- KLEINHENZ, M.D.; GUNTER, C.C.; PALTA, J.P. Increases in potato tuber calcium concentration through calcium application may reduce the incidence of internal brown spot and rollow heart. *American Potato Journal*, Maine, v.72, n.10, p.34, 1995.
- KNEE, M.; BARTLEY, I.M. Composition and metabolism of cell wall polysaccharides in ripening fruit. In:-. *Recent Advances in the Biochemistry of Fruit and Vegetables*. Londres: Academic Press, cap. 7, p.130-146, 1981.
- KNEE, M.; SRIVASTAVA, P. Binding of calcium by cell walls and estimation of calcium in apple fruit tissue with an ion selective electrode. *Postharvest Biology and Technology* , Amsterdam, v.5, p.19-27, 1995.

- KUBO, Y.; INABA, A; NAKAMURA, R. Respiration and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> production in various harvest crops held in CO<sub>2</sub> – enriched atmosphere. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.115, n.4, p.975-978, 1990.
- LABIB, A .A.S.; AL-ASHWAH, F.A.;OMRAN, H.T.; ASKAR,A.Heat inactivation of mango pectinesterase and polygalacturonase. *Food Chemistry*. Washington, v.53, p.137-142, 1995.
- LAZAN, H.; ALI, Z. M.; LIANG, K.S.; YEE, K.L. Polygalacturonase activity and variation in ripening of papaya fruit with tissue depth and heat treatment. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.77, p.93 - 98, 1989.
- LAZAN, H.; ALI, Z.M.; SIM, W.C. Retardation of ripening and development of water stress in papaya fruit seal-packaged with polyethylene film. *Acta Horticulturae*, n.269, p.345-358, 1990.
- LAZAN , H.; SELAMAT, M.S.; ALI, Z.M.  $\beta$ -Galactosidase, polygalacturonase and pectinesterase in differential softening and cell wall modification during papaya fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.95, n.1, p.106-112, 1995.
- LELIÈVRE, J-M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J-C. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.101, p.727-739, 1997.
- LESTER, G. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.7, n., p.91-96, 1996.
- LEVY, S.; YORK, W.S.; STUIKE-PRILL, R.; MEYER, B.; STAEHELIN, L.A. Simulations of the static and dynamic molecular conformations of xyloglucan. The role of the fucosylated side chain in surface-specific side chain folding. *Plant Journal*, Washington, v.1, p.195-215, 1991.
- LIMA, L.C. de O. Tecido esponjoso em manga 'Tommy Atkins': transformações químicas e bioquímicas durante armazenamento. Lavras: UFLA, 1997. 151p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- LOURENÇO, E.J.; CATUTANI, A.T. Purification and properties of pectinesterase from papaya. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, v.35, p.1120-1127, 1984.

- LURIE, S.; KLEIN, J.D. Calcium and heat treatments to improve storability of 'Anna' apples. *HortScience*, Alexandria, v.27, n.1, p.36-39, Jan. 1992.
- LURIE, S.; LEVIN, A.; GREVE, L.C.; LABAVITCH, J.M. Pectic polymer changes in nectarines during normal and abnormal ripening. *Phytochemistry*, Elmsford, v.36, n.1, p.11-17, 1994.
- MANESS, N.O.; RYAN, J.D.; MORT, A.J. Determination of the degree of methyl esterification of pectins in small samples by selective reduction of esterified galacturonic acid to galactose. *Analytical Biochemistry*, New York, v.185, n.2, p.346-352, 1990.
- MANSHARDT, R.M. Papaya. In: *Biotechnology of Perennial Fruit Crops*, Cambridge: C.A.B. International, 1992, cap. 21, p.489-511.
- MARIN, S. L. D.; GOMES, J. A.; SILVA, J. G. F. da S. Comportamento de preços do mamão do grupo solo na região norte do Espírito Santo ao mercado nacional e internacional, XIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Salvador, v.2, p.655, 1994. Anais...
- MATHOOKO, F. M. Regulation of ethylene biosynthesis in higher plants by carbon dioxide. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.7, p.1-26, 1996.
- MATHOOKO, F. M. Studies on the biochemical and physiology responses of fruits and vegetables to treatments with elevated levels of carbon dioxide. Ph.D. Thesis, Okayama University, Okayama, 1955. In: MATHOOKO, F. M. *Postharvest Biology and Technology*, v.7, p.1-26, 1996.
- McCOLLUM, T.G; DOOSTDAR, H.; MAYER, R.T; McDONALD, R.E. Immersion of cucumber fruit in heated water alters chilling-induced physiological changes. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.6, p.55-64, 1995.
- McCOLLUM, T.G.; HUBER, D.J.; CANTLIFE, D.J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.76, n.3, p.303-308, May 1989.
- McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. *Analytical Chemistry*, New York, v.24, n.12, p. 1986- 1988, 1952.

- McCREADY, R.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic materials. *Analytical Chemistry*, Washington, v.24, n.12, p. 1586-1588, Nov.1952.
- McGLASSON, W.B. Ethylene and fruit ripening. *HortScience* , Alexandria, v.20, p. 51-52, 1985.
- McMURCHIE, E.J.; McGLASSON, W.B.; E EAKS, I.L. Treatments of fruits with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. *Nature*, London, v.237, p. 235-236, 1972.
- MEDINA, J.C.; BLEIROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; De MARTIN, Z.J.; NISIDA, A.L.C.; BALDINI, V.L.S.; LEITE, R.S.S.F.; GARCIA, A.E.B. **Mamão: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos.** Campinas: ITAL, Série Frutas Tropicais, n.7. 1989, 367p.
- MEDINA, V.M.; SILVA, J.R.R. Revestimento do mamão 'Sunrise Solo' com ceras de carnaúba e polietileno. **XIII Congresso Brasileiro de Fruticultura**, Salvador, v.2, p.655, 1994. Anais...
- MENEZES, J. B.; **Qualidade pós-colheita de melão tipo Galia durante a maturação e o armazenamento.** Lavras:UFLA, 1996. 157p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- MINGUEZ-MOSQUERA. M.I.; GALLARDO-GUERRERO, L. Role of chlorophyllase in chlorophyll metabolism in olives cv. Gordal. *Phytochemistry*, Elmsford, v.4, n.e, p.691-697, 1996.
- MINGUEZ-MOSQUERA. M.I.; JAKEN-GALAN. M. Kinetics of the decollouring of carotenoid pigments. *Journal of the Science of Food and Agricultural*, London, v.67, p.153-161, 1995.
- MITCHAM, E.J.; McDONALD, R.E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v.117, n.6, p.919-924, 1992.
- MITCHELL, F.G. Influence of cooking and temperature maintenance on stone fruit quality. *Deciduous Fruit Grower*, Washington, v.38, p.205-211, 1986.

- MONSELISE, S.P. **Fruit Set and Development**, CRC press, p.277-301, 1986.
- MOSCA, J. L. **Conservação pós-colheita de frutos do mamoeiro *Carica papaya* (L.) 'Improved Sunrise Solo line 72/12', com utilização de filmes protetores e cera, associados a refrigeração**. Jaboticabal: UNESP, 91p. 1992.
- MOY, J.H. **Prospects and problems of irradiating papaya. A case study in Hawaii**. **International Atomic Engineering Agency, Vienna**, v.271, n.65, p.61-68,1986.
- MURAMATSU, N.; TAKAHARA, T. KOJIMA, K.; OGATA, T. **Relationship between texture and cell wall polysaccharides of fruit flesh in various species of *Citrus***. **HortScience, Alexandria**, v.31, n.1, p.114 - 116, 1996.
- NAKASONE, H. Y. **Produção de mamão nos trópicos e subtropicais**. IN: - **Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro**. Jaboticabal, 1988.: **Anais... Jaboticabal: UNESP**, p.19 - 43, 1988.
- NELSON, N. **A photometric adaptation of Somogy method for determination of glucose**, **Journal of Biological Chemistry, Baltimore**, v.135, n.1, p.136-175, Jan. 1944.
- NISHIJIMA, W.T. **Tratamento pós colheita para mamão**. In: **Simpósio Brasileiro Sobre a Cultura do Mamoeiro, 2**, Jaboticabal, 1988. Jaboticabal: **FDA, UNESP**, 1988. p.333-359.
- O'DONOGHUE , E.M.; SOMERFIELD, S.D.; VRÉ, L.A.; HEYES, J.A. **Developmental and ripening-related effects on the cell wall of pepino (*Solanum muricatum*) fruit**. **Journal of the Science of Food and Agriculture, London**, v.73, p. 455-463, 1997.
- O'DONOUGHUE, E.M.; HUBER, D.J.; TIMPA, J.D.; ERDOS, G.W.; BRECHT, J.K. **Influence of avocado (*Persea americana*) Cx-cellulase on the structural features of avocado cellulose**. **Planta, New York**, v.194, p. 573-584., 1994.
- OETIKER, J.H., YANG, S.F. **The role of ethylene in fruit ripening**. **Acta Horticulturae, The Hague**, v.398, p.167-178, 1995.

- OLIVEIRA, A.M.G. et al .Mamão para exportação: Aspectos técnicos da produção. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria do Desenvolvimento Rural, Programa de apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília: EMBRAPA- SPI, 52p. 1994. (Série Publicações Técnicas, FRUPEX;9)
- PAIVA, E.A.; CASALI, V.W.D.; SILVA, E.A.M.S.; MARTINEZ, H.E.P.; CECON, P.R.; FONTES, P.C.R.; PEREIRA, P.R.G. Qualidade de tubérculos de batata em função de doses de cálcio. *Horticultura Brasileira*, v.15, n.1, p.53-57, Maio, 1997.
- PAL, D.K.; SUBRAMANYAM, M.D.; DIVAKAR, N.G.; IYER, C.P.A.; SELVARAJ, Y. Studies on the physico-chemical composition of fruits of twelve papaya varieties. *Journal of Food Science and Technology*, New Dely, v.17, n.6, p.254-256, 1980.
- PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Heat shock response in field-grown, ripening papaya fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 115, n.4, p. 623 - 631, 1990.
- PAULL, R. E.; CHEN, N. J. Postharvest variation in cell wall-degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. *Plant Physiology*, v.72, p. 382-385, 1983.
- PAULL, R.E.; CHEN, N.J. Waxing and plastic wraps influence water loss from papaya fruit during storage and ripening. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 114, n.6, p. 937-942, 1989.
- PESIS, E.; AMPUNPONG, C. SHUSIRI, B. HEWETT, E.W. Enhancement of ethylene and CO<sub>2</sub> production in apple fruit following short-term exposure to high CO<sub>2</sub>. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.4, p.309-317, 1994
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 13 ed., São Paulo: Nobel, 1990. 468p.
- POOVAIAH, B.W. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. *HortScience*, Alexandria, v.23, n.2, p.267-271, Apr. 1988.
- POOVAIAH, B.W. Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. *HortScience* , Alexandria, v.20, n.3,p. 347-351, Jun., 1985.



- POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A.S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Cairo, v.10, p.107-153, 1988.
- POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.86-90, 1986.
- POOVAIAH, B.W.; REDDY, A.S.N. Calcium messenger system in plants. **CRC Critical Reviews in Plant Science**, Cleveland, v.6, p.47-103, 1987.
- PRESSEY, R. Enzymes involved in fruit softening. In: OKY, R.L.; St ANGELO, A. (ed). **Enzymes in food and beverage processing**. Washington: American Chemical Society, 1977, ACC Symposium series 47. ISSN 0097-6156.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of endopolygalacturonase and exopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology**, Washington, v.52, n., p.252-256, Sept. 1973.
- PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Solubilization of cell wall by tomato polygalacturonase: role of pectinesterase. **Journal of Food Biochemistry**, Westport, v.6, n.1, p.57-74, Sept. 1982.
- PROTRADE, P. Papaya - export manual: Tropical fruits and vegetables. Eschborn: GTZ, 1993, 35p.
- QIU, Y.; NISHINA, M.S.; PAULL, R.E. Papaya fruit growth, calcium uptake, and fruit ripening. **Journal of the American Horticultural Society**, Alexandria, v.120, n.2, p.246-253, 1995.
- QUINTANA, M.E.G.; PAULL, R.E. Mechanical injury during postharvest handling of 'Solo' papaya fruit. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.118, n.5, p.618-622, 1993.
- RAESE, J.T.; DRAKE, S.R.; STAIFF, D.C. Influence of different calcium materials and spray timing on mineral composition, yield, fruit, quality, and control of fruit disorders of "Anjou" pears. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, n.4, p.823 - 838, 1995.
- RAESE, J.T.; DRAKE, S.R. Effects of preharvest calcium sprays on apple and pear quality. **Journal of Plant Nutrition**, v.16, n.9, p.1807-1819, 1993.

- RANWALA, A.P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of  $\beta$ -Galactosidases in the modification of cell wall components during muskmelon ripening. *Plant Physiology*, Washington, v.100, p.1318-1325, 1992.
- REXOVÁ-BENKOVÁ, L.; MARKOVÍK, O. Pectin enzymes. *Advances in Carbohydrates Chemistry and Biochemistry*, New York, v.33, p.323-385, 1976.
- RIGNEY, C.J.; WILLS, R.B.H. Calcium movement, a regulating factor in the initiation of tomato fruit ripening. *HortScience*, Alexandria, v.16, n.4, p.550-551, Aug. 1981.
- RODOV, V.; BEN-YEHOSHUA, R.; ALBAGLI, R.; FANG, D.Q. Reducing chilling injury decay of stored citrus fruit by hot water dips. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.5, p.119-127, 1995.
- ROIG, M. G.; RIVERA, Z. S.; KENNEDY, J. F. L-ascorbic acid: an overview. *International Journal of Food Science and Nutrition*, v.44, p.59-72, 1993.
- RUGGIERO, C.; DURIGAN, J.F. Colheita e de manejo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.12, n.134, p.53-58, 1986.
- SAMS, S.E.; CONWAY, D.S.; ABBOTT, J.A.; LEWIS, R.J.; BEN-SHALOM, N. Firmness and decay of apples following postharvest pressure infiltration of calcium and heat treatment. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, n.118, v.5, p.623-627, 1993.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. *Análise Química em Plantas*. Piracicaba: ESALq, 1974, 56p.
- SCALON, S. P.Q. *Qualidade de morango. Efeito do  $\text{CaCl}_2$  sobre a parede celular a níveis residuais de Benomil*. Lavras: UFLA, 1996. 105p. (Tese - Doutorado em Ciência dos Alimentos).
- SCOTT, K.J.; WILLS, R.B.H. Postharvest application of calcium as a control for storage breakdown of apples. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.89, p.204-210, 1993.
- SELVARAJ, Y.; PAL, D. K. Changes in the chemical composition of papaya (Thailand variety) during growth and development. *Journal of Food Science and Technology*, v.19, p.257-259, Nov./Dec. 1982.

- SELVARAJ, Y.; PAL, D.K.; SUBRAMANYAM, M.D.; IYER, C.P.A. Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya* L.) during growth and development. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.57, n.1, p.135-143, 1982.
- SELVARAJ, Y.; PAL, D.K.; SUBRAMANYAM, M.D.; IYER, C.P.A. Fruit set and the developmental pattern of fruits of five papaya varieties. *Indian Journal of Horticulture*, New Delly, v.18, p.50 - 56, 1982.
- SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. *Biochemistry of fruits ripening*. London: Chapman & Hall, 1993, 453p.
- SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples - influence of fruit size. *Journal of Horticultural Science*, Ashford, v.70, n.2, p.263-269, 1995.
- SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. Studies on cell mediated changes during storage of calcium infiltrated apples. *Acta Horticulturae*, Wageningen, p.105-113, 1992.
- SILVA, E. de O. Efeito da embalagem plástica e da temperatura sobre a qualidade pós-colheita do mamão. Viçosa: UFV; 1995, 74p. Dissertação (Mestrado).
- SINGH, B.P.; SINGH, H.K.; CHAUHAN, K.S. Effect of post-harvest calcium treatments on the storage life of guava fruits. *Indian Journal of Horticulture*, New Delly, v.51 n.1, p.44-47, Jan. 1981.
- SINGH, B.P; TANDON, D.K.;KALRA, S.K. Changes in postharvest quality of mangoes affecter by preharvest application of calcium salts. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 54, n.9, p. 211-219, 1993.
- SINGH, G. Effect of calcium nitrate and plant growth regulators on the storage of 'allahabad safeda' guavas. *Indian Journal of Horticulture*, New Delly, v.45, n.1/2, p.45-50, Mar/Jun. 1988.
- SINGH, I.P.; SHARMA, C.K. HPSC-3: a high yielding new papaya hybrid for Tripura. *Journal of Hill Research* , India, v.9, n.1, p.73-75, 1996.

- SINGH, K.; CHAUHAN, K.S. Effects of pre-harvest application of calcium, potassium and alar on pectin content and activity of PME and cellulase of guava fruits during storage. **Haryana Journal of Horticultural Sciences**, v.10, n.3-4. p. 177-181, 1981.
- SOUTHGATE, D.A.T. Determination of foods carbohydrates, London: Elsevier Applied Science, 1991, 232p.
- STOW, J. Effect of calcium ions on apple fruit softening during storage and ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.3, n.2, p.1-9, Feb. 1993.
- STROHECKER, R.L.;HENNING, H.M. Analisis de Vitaminas : metodos comprobados. Madrid: Paz Montalvo, 1967, 428p.
- SUNTHARALINGAM, S. Postharvest treatment of mangoes with calcium. **Tropical Science**, London, v.36, p.14 - 17, 1996.
- TIEMAN, D.M.; HARRIMAN, R.W. ; RAMAMOCHAN, G.; HANDA, A.K. An Antisense pectin methyltransferase gene alters pectin chemistry and soluble solids in tomato fruit. **The Plant Cell**, v.4, p.667-679, Jan.. 1992.
- TIRMAZI, S.I.H.; WILLS, R.B.H. Retardation of ripening of mangoes by postharvest application of calcium. **Tropical Agricultura**. Trinidad, v.58, n.2, p. 137 - 141, Apr., 1981.
- TUCKER, G.A. Introduction- In: **Biochemistry of Fruit Ripening**. London: Chapman & Hall, 1993, cap.1p.1-51.
- VINCKEN, J.; YORK, W.S.; BELDMAN,G.; VORAGEN, A.G.J. Two general branching patterns of xiloglucan, XXXG and XXGG. **Plant Physiology**, Baltimore, v.114, p.9-13, 1997.
- VISSER, J.; VORAGEN, A.G.J. **Pectins and Pectinases**. Amsterdam, Elsevier, 1996. 900p.
- WALDRON, K.W.; SMITH, A.C.; PARR, A.J.; NG, A.; PARKER, M.L. New approaches to understanding and controlling cell separation in relation to fruit and vegetable texture. **Trends in Food Science & Technology**, Norwich, v.8, p. 213 - 221, July, 1997.

- WILLS, R.B.H.; WIDJANARKO, S.B. Changes in physiology, composition and sensory characteristic of Australian papaya during ripening. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, East Melbourne, v.35, n.5, p.1173-1176, 1995.
- WILLS, R.B.H.; LEE, T.H. GRAHAM, D.; McGLASSON, W.B.; HALL, E.G. Temperature. In:- **Postharvest physiology, handling of fruits and vegetables**. Australia: N.S.W.W. Press, 1981, p. 39-51.
- YANG, S.F. The role of ethylene in fruit ripening. **Acta Horticulturae The Hague**, v.398, p. 167-178, 1995.
- YANG, S.F. Biosynthesis and action of ethylene. **HortScience**, Alexandria, v.20, n.1, p.41-45, 1985.
- YANG, S.F. The role of ethylene and ethylene synthesis in fruit ripening. **Its Biochemistry and Physiology**, p.156-166, 1987.
- YANG, S.F.; HOFFMANN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**., Palo alto, v.35, p. 155-189, 1984.
- YANG, S.F.; LAU, O.I.; LIU, Y. Effects of fruits detachment on ethylene biosynthesis and loss of flesh firmness, skin, color, and starch in ripening 'Golden Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.111, n.5, p.731-734, 1986.
- YUEN, C.M.C.; TAN, S.C.; JOYCE, D.; CHETTRI, P. Effect of postharvest calcium and polymeric films on ripening and peel injury in Kensington Pride mango. **ASEAN Food Journal**, v.8, n.3, p.110-113, 1993.
- ZHANG, L-X.; PAULL, R.E. Ripening behavior of papaya genotypes. **HortScience**, Alexandria, v.25, n.4, p.454-455, 1990.

## ANEXOS

### Página

<b>QUADRO 1</b>	Resumo da análise de perda de massa de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC $15\mu\text{m}$ ) e com e sem Cloreto de cálcio (CCa e SCa; $\text{CaCl}_2$ a 2%).	142
<b>QUADRO 2</b>	Resumo das análises de variância de acidez titulável (mg de ácido cítrico/100g de polpa), pH, sólidos solúveis (%), sólidos solúveis/acidez, açúcares redutores (%glicose), açúcares não redutores (%glicose) e amido (%) de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC $15\mu\text{m}$ ) e com e sem Cloreto de cálcio (CCa e SCa; $\text{CaCl}_2$ a 2%).	143
<b>QUADRO 3</b>	Resumo das análises de variância de vitamina C total, clorofila total e carotenóides de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC $15\mu\text{m}$ ) e com e sem Cloreto de cálcio (CCa e SCa; $\text{CaCl}_2$ a 2%).	144
<b>QUADRO 4</b>	Resumo das análises de variância de textura, pectina total, pectina solúvel, protopectina, solubilidade, pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a $10 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85 \pm 5\%$ UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC $15\mu\text{m}$ ) e com e sem Cloreto de cálcio (CCa e SCa; $\text{CaCl}_2$ a 2%).	145

QUADRO 1 - Resumo da análise de perda de massa de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a 10 ± 1°C e 85 ± 5% UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC 15µm) e com e sem Cloro de cálcio (CCA e SCA; CaCl<sub>2</sub> 2%).

Causas de Variação

QUADRADOS MÉDIOS\*\*

GL	Perda de Massa	Aparência externa	Aparência interna
Cálcio	64,4501**	0,025 NS	10,5062 **
Emb	55,3039**	12,10 **	1,4062 NS
Tempo	2136,7548**	13,825 **	1,8348 **
C x E	89,6854**	0,90 NS	5,2562 **
C x T	297,4721NS	0,225 NS	1,2491 **
E x T	206,4052 NS	1,357 **	0,4919 NS
C x E x T	131,8830*	0,2714 NS	0,165 NS
Resíduo	---	---	---
Média G.	4,60	1,3125	0,3937
CV (%)	16,17	11,161	19,127

\*\* Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 2 - Resumo das análises de variância de acidez titulável (mg de ácido cítrico/ 100 g polpa), pH, sólidos solúveis (%), sólidos solúveis/acidez, açúcares redutores (% glicose), açúcares não redutores (% glicose), amido (%) de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a 10 ± 1°C e 85 ± 5% de UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC 15µm) e com e sem Cloreto de cálcio (CCa e SCA; CaCl<sub>2</sub> 2%).

QUADRADOS MÉDIOS***										
Causas de	Varição	GL	Ac.Tit.	pH	Sól.Sol.	SS/Ac.	Aç.Tot.	Aç.Red.	Aç.N.R.	Amido
	Cálcio	1	2177,6305 **	0,0535 *	19,7760 **	0,0004 NS	8,6070 **	16,9455 **	1,2852 *	0,1305 **
	Bem	1	234,1955 NS	0,0344 NS	0,7225 NS	0,0003 NS	3,3551 *	2,4034 NS	0,0640 NS	0,1786 **
	Tempo	7	4106,4705 **	1,2739 **	25,3730 **	0,0242 **	145,1229 NS	106,5552 **	3,4065 **	0,6651 **
	C x E	1	4847,5811 **	0,0279 NS	7,5471 **	0,0030 *	0,7940 NS	0,6799 NS	0,0021 NS	0,0285 NS
	C x T	7	487,4702 NS	0,0492 **	1,4905 NS	0,0008 NS	6,8471 **	8,4961 **	0,5603 **	0,0778 **
	E x T	7	470,3715 NS	0,0321 *	2,9660 **	0,0011 **	0,6700 NS	1,1664 NS	0,1084 NS	0,0273 NS
	C x E x T	7	505,2874 NS	0,0147 NS	0,5196 NS	0,0008 NS	1,9411 *	1,7511 *	0,0973 NS	0,0430 **
	Resíduo	128	---	---	---	---	---	---	---	---
	Média G.	---	94,92	5,98	13,18	0,15	10,94	9,44	1,42	0,41
	CV (%)	---	18,28	18,28	7,26	15,72	7,82	9,10	22,68	28,20

\*\*\* Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.



QUADRO 3 - Resumo das análises de variância de vitamina C total, clorofila total e carotenóides de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  de UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC  $15\mu\text{m}$ ) e com e sem Cloreto de cálcio (CCa e SCa;  $\text{CaCl}_2$  2%).

Causas de Variação	QUADRADOS MÉDIOS <sup>*/**</sup>			
	GL	Vitamina C Total	Clorofila Total	Carotenóides
Cálcio	1	64,4501 NS	365,1460 NS	0,2624 *
Emb	1	55,3039 NS	3350,9184 **	0,1404 NS
Tempo	7	2136,7548 **	330,3232 NS	0,6165 **
C x E	1	89,6854 NS	28,2182 NS	0,0828 NS
C x T	7	297,4721 *	425,9440 *	0,1279 NS
E x T	7	206,4052 NS	164,6007 NS	0,1550 *
C x E x T	7	131,8830 NS	112,4005 NS	0,0875 NS
Resíduo	128	---	---	---
Média G.	---	109,54	61,75	1,14
CV (%)	---	10,06	21,35	22,32

\*\*\* Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

QUADRO 4 - Resumo das análises de variância de textura, pectina total, pectina solúvel, protopectina, solubilidade, pectinametilesterase (PME), poligalacturonase (PG) de frutos do mamoeiro cv. 'Sunrise Solo' durante o armazenamento a  $10 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR, com e sem embalagem (CE e SE; PVC 15µm) e com e sem Cloreto de cálcio (CCA e SCA;  $\text{CaCl}_2$  2%).

Causas de		QUADRADOS MÉDIOS**						
Variação	GL	Firmeza	Pectina Total	Pectina Sol.	% Solub.	Protopectina,	PME	PG
Cálcio	1	74005,5983 **	84468,1757 **	726363,9873 **	14958,5218 **	256593,5056 **	1568360 **	102413216 *
Emb	1	231,7092 NS	17809,1611 *	18750,6313 NS	796,5971 *	106689,1807 **	8,3769 *	25977,5997 **
Tempo	7	11591,4416 **	73857,6627 **	122040,9905 **	2375,3622 **	61083,9826 **	49,9403 **	52423,7478 **
C x E	1	3909,3088 **	4814,2662 NS	183077,5636 **	4330,2526 **	91380,2539 **	30,3020 **	17200,7857 **
C x T	7	1968,8704 **	12972,3069 **	34698,3151 **	578,3743 **	14905,6799 NS	4,1440 *	2776,5025 NS
E x T	7	941,7069 *	8556,5214 *	12785,0015 **	278,6131 NS	14363,9780 NS	2,3142 NS	4323,6742 NS
C x E x T	7	331,4018 NS	2320,9800NS	26168,6630 **	635,6615 **	18855,8811 *	2,2215 NS	2456,0312 NS
Resíduo	128	---	---	---	---	---	---	---
Média G.	---	64,84	578,96	267,11	44,92	307,49	8,12	305,82
CV (%)	---	28,89	11,00	32,06	27,40	30,11	17,08	16,04

\*\*/\* Teste F significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.