

**OTTO CARLOS KÖLLER**

Engenheiro-Agrônomo - Mestre em Fitotecnia

Faculdade de Agronomia da Universidade

Federal do Rio Grande do Sul

**INFLUÊNCIA DO VIRUS DA "TRISTEZA DOS CITROS"  
SOBRE A ABSORÇÃO E TRANSLOCAÇÃO DO ZINCO**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Célio Soares Moreira**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura  
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo,  
para obtenção do título de DOUTOR, em Solos e  
Nutrição de Plantas.

PIRACICABA  
Estado São Paulo - Brasil  
1975

À memória de meu pai  
grande entusiasta da agricultura,

À minha mãe,  
que juntamente com meu pai,  
não mediu sacrifícios, para  
a formação deste seu filho.

#### MINHA HOMENAGEM

À minha esposa Carmen Regina

Aos meus filhos Otto Carlos  
Isabel Cristina  
Francisco Fernando

D E D I C O

## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos às seguintes pessoas e Instituições:

Ao Prof. Dr. Célio Soares Moreira, pela abalizada orientação e sugestões, durante o Curso de Pós-graduação, e na elaboração deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Renato Sarruge, pelas valiosas sugestões e orientação na instalação do experimento.

Ao Dr. Gerd Walter Müller, pelos valiosos conselhos referentes à metodologia utilizada.

Ao Prof. Gilberto Diniz de Oliveira, pela colaboração na realização das análises químicas dos tecidos das plantas.

Aos Profs. Walter de Paula Lima, Keigo Minami e Dr. Heitor Wether Studart Montenegro, pela colaboração na elaboração do Summary.

Ao Prof. Dr. Jairo Ribeiro de Mattos, por ter prescindido da casa de vegetação, possibilitando assim a realização do experimento.

Ao Dr. Jorgino Pompeu Junior, pelas sugestões na elaboração deste trabalho.

A Dona Ivone Padovani, Secretária do Conselho de Pós-graduação da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela sua atenção e eficiente dedicação.

A todos os Professores e Funcionários da Secção de Horticultura, do Departamento de Fitotecnia, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que direta ou indiretamente colaboraram para o bom desfecho desta investigação.

Aos Funcionários da Biblioteca Central da E. S. A. "Luiz de Queiroz".

Ao Departamento de Agricultura e Horticultura da E. S. A. "Luiz de Queiroz", pelo fornecimento de material e instalações.

Ao Setor de Nutrição Mineral de Plantas, do Departamento de Química, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que gentilmente franqueou seus laboratórios e aparelhagens, para a realização das análises químicas dos tecidos das plantas.

Ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

A USAID, que através da verba PL-480, administrada pelo CNPq, financiou a realização desta investigação.

A Secção de Virologia do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, pelo fornecimento de borbulhas de plantas isentas do vírus da "Tristeza dos Citros".

A Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que concedendo licença de afastamento, tornou exequível a execução desta investigação.

# ÍNDICE

	Página
1 - INTRODUÇÃO .....	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
3 - MATERIAL E MÉTODOS .....	17
3.1 - Material .....	17
3.1.1 - Local .....	17
3.1.2 - Temperatura e Umidade .....	17
3.1.3 - Variedades .....	18
3.2 - Métodos .....	18
3.2.1 - Delineamento Experimental .....	18
3.2.2 - Meio de Cultivo .....	21
3.2.3 - Obtenção das Plantas .....	24
3.2.4 - Inoculação do Vírus .....	25
3.2.5 - Indexação do Vírus da "Tristeza" nas Plantas Inoculadas .....	26
3.2.6 - Coleta de Dados .....	27
3.2.6.1 - Desplantação .....	27
3.2.6.2 - Lavagem das Plantas .....	28
3.2.6.3 - Determinação do Peso da Matéria Seca .....	29
3.2.6.4 - Execução das Análises dos Teo - res de Zinco .....	29

4 -	RESULTADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	32
4.1 -	Concentração de Zinco nos Tipos de Folhas .....	32
4.2 -	Peso da Matéria Seca dos Tipos de Folhas .....	47
4.3 -	Concentração de Zinco nos Tipos de Segmentos de Caules .....	54
4.4 -	Peso da Matéria Seca dos Tipos de Segmentos de Caules .....	70
4.5 -	Concentração de Zinco nos Tipos de Raízes .....	77
4.6 -	Peso da Matéria Seca dos Tipos de Raízes .....	90
4.7 -	Sintomas Observados .....	97
5 -	DISCUSSÃO .....	100
5.1 -	Teores de Zinco nos Tipos de Folhas .....	100
5.2 -	Teores de Zinco nos Tipos de Segmentos de Caules ...	110
5.3 -	Teores de Zinco nos Tipos de Raízes .....	118
5.4 -	Considerações Gerais Sobre a Concentração de Zinco nos Diversos Órgãos das Plantas .....	121
5.5 -	Sintomas Observados .....	127
6 -	CONCLUSÃO .....	130
7 -	RESUMO .....	132
8 -	SUMMARY .....	134
9 -	BIBLIOGRAFIA .....	136

## 1 - INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil ocupa o segundo lugar na produção mundial de frutas cítricas, devendo sua produção ultrapassar, em breve, os 100 milhões de caixas de 40,8 quilogramas líquidos, ou 4 milhões de toneladas.

A importância econômica da citricultura vem aumentando consideravelmente nos últimos anos, merce da industrialização dos frutos, especialmente das laranjas e das tangerinas. Assim é que a produção cítrica representa atualmente a oitava fonte de renda agrícola do país. No comércio internacional o Brasil é o maior exportador de suco concentrado congelado, enviado principalmente para o mercado europeu.

Embora a citricultura brasileira esteja atravessando uma fase que pode ser considerada como boa, e mesmo promissora, alguns problemas continuam a preocupar os técnicos e citricultores.

Após o evento da "Tristeza", no fim da década de trinta, a utilização de porta-enxertos tolerantes a essa moléstia, e a obtenção de clones nucelares livres de outras viroses, possibilitaram, a partir da década de sessenta, o soerguimento da citricultura paulista. Porém, sendo o vírus da "Tristeza" transmitido pelo "pulgão preto" (*Toxoptera citricidus*, Kirk.), que é endêmico no Brasil e praticamente impossível de ser exterminado, tal fato, obriga as plantas cítricas a conviverem com esse vírus.

Vários estudos mostraram que o vírus da "Tristeza" interfere na absorção e translocação de nutrientes, e tem sido constatado que sintomas de carência de zinco estão relacionados com plantas afetadas pela "Tristeza".

O estudo da absorção e do comportamento do zinco em plantas afetadas pelo vírus da "Tristeza" provavelmente poderá proporcionar novos esclarecimentos sobre a forma de atuação da moléstia. O propósito deste experimento foi investigar, então, o que ocorre com o zinco em plantas tolerantes e intolerantes quando inoculadas pelo vírus. Nesta investigação procurou-se estudar não só a absorção do zinco, mas também sua distribuição na planta, influenciada pelo vírus. Assim foram estudadas as concentrações de zinco nas folhas, nos caules e nas raízes de plantas cítricas, cultivadas numa casa de vegetação, em solução nutritiva na presença e na ausência do vírus "Tristeza".

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentre os trabalhos consultados e relacionados com este experimento, julgou-se oportuno relatar o que segue.

A comprovação que a "Tristeza" dos citros era causada por um vírus, foi feita por MENECHINI (1946), transmitindo a moléstia com auxílio de "pulgões pretos" (*Toxoptera citricidus*, Kirk), transferidos de plantas afetadas para plantas sadias. Esta constatação foi efetuada após ter sido constatado que a enxertia, com borbulhas ou "garfos" provenientes de plantas afetadas pela "Tristeza", dava origem a novas plantas doentes.

COSTA & GRANT (1951), verificaram que o "pulgão preto" é capaz de transmitir a moléstia em qualquer fase de seu desenvolvimento, e que a sua eficiência, como agente transmissor é tão grande, que utilizando somente um pulgão para inocular cada planta, consegue-se 16 a 17% de plantas efetivamente inoculadas.

Tem sido constatado posteriormente que outras espécies de pulgões também agem como agentes transmissores desta virose, mas com eficiência bem menor. DE JUAN (1960) e SALIBE (1971.a), citaram, além do "pulgão preto", os seguintes: *Aphis gossypii*, Glover; *Aphis spiraeicola*, Patch. e *Toxoptera aurantii* (Fonsc.).

Inicialmente acreditava-se que a doença se manifestasse somente em plantas enxertadas. Posteriormente verificou-se que ela se manifestava igualmente, com maior ou menor intensidade, em plantas de "pê franco" (não enxertadas), dependendo da variedade, (COSTA et alii, 1949). Tal fato levou-os à classificação das variedades e espécies em grupos, de conformidade com o comportamento delas em relação ao vírus inoculado.

De conformidade com MOREIRA (1968), as plantas cítricas podem ser divididas em quatro grupos, dependendo de sua reação ao vírus da "Tristeza":

- 1 - Variedades com boa tolerância, tais como as seguintes laranjeiras-doces: Valência, Hamlin e Natal (*Citrus sinensis*, Osb.).
- 2 - Variedades com um certo grau de intolerância e que desenvolvem sintomas fracos, mas que não são seriamente afetadas em seu crescimento e produtividade, tais como as seguintes laranjeiras-doces: Baianinha, Shamouti e Barão.
- 3 - Variedades seriamente afetadas por estirpes severas do vírus, tais como o "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, Swing.) e a laranjeira-pera (*Citrus sinensis*, Osb.).
- 4 - Variedades extremamente intolerantes, tais como os limoeiros verdadeiros: Eureka, Lisboa, Siciliano, Genova e outros (*Citrus limon*, Burm.).

SALIBE (1971.a) também relatou a existência de quatro grupos de plantas cítricas, de conformidade com a reação das mesmas ao vírus da "Tristeza":

#### Grupo 1

Variedades tolerantes ao vírus da "Tristeza", e que permitem a multiplicação do mesmo em seus tecidos. Nesse grupo podem ser reunidas as laranjeiras-doces, com exceção da laranjeira-pera, tangerineiras (*Citrus reticulata*, Blan.), tangores, (*Citrus sinensis*, Osb. x *Citrus reticulata*, Blan.), "limoeiro"-cravo (*Citrus limonia*, Osb.), limoeiro-rugoso (*Citrus jambiri*, Lush.) e alguns tangelos (*Citrus paradisi*, Macf. x *Citrus reticulata*, Blan.). Essas variedades podem ser utilizadas como porta-enxerto em qualquer combinação de enxertia.

### Grupo 2

Variedades intolerantes e que permitem a multiplicação do vírus em seus tecidos. Exemplo : pomeleiros (*Citrus paradisi* , Macf.) , limeiras-ácidas (*C. aurantifolia* , Swing.), cidreiras (*Citrus medica*, L.) e outras, além da laranjeira-pera. Essas variedades, não devem ser usadas como porta-enxertos.

### Grupo 3

Variedades tolerantes e que não permitem a multiplicação do vírus em seus tecidos. Como exemplo, o *Poncirus trifoliata* , Raf. e alguns de seus híbridos. As variedades desse grupo podem ser utilizadas como porta-enxertos.

### Grupo 4

Variedades intolerantes e que não permitem a multiplicação do vírus em seus tecidos. Como exemplos podem ser mencionados a laranjeira-azedada (*Citrus aurantium* , L.) e os limoeiros verdadeiros. Essas variedades não devem ser utilizadas como porta-enxertos, a não ser para variedades copa desse mesmo grupo.

Desde que ficou comprovado que a "Tristeza" era provocada por um vírus, a existência de mais de uma estirpe ou raça se tornou teoricamente possível.

Inoculando plantas da mesma variedade, com vírus provenientes de outras plantas, algumas com sintomas fortes e outras aparentemente sem sintomas de "Tristeza", GRANT & COSTA (1950.a) comprovaram a existência de pelo menos duas estirpes ou raças de vírus da "Tristeza", uma severa e outra fraca. A estirpe fraca, encontrada em plantas aparentemente saudáveis, dava origem a sintomas fracos em plantas testes, ao passo que a outra, e-

xistente em plantas com sintomas mais evidentes, sempre ocasionava nas plantas inoculadas fortes sintomas de "Tristeza".

GIACOMETTI & COSTA (1958), observaram que plantas de limeira-west-indian inoculadas com três estirpes de vírus fracos vegetavam, posteriormente, muito melhor do que aquelas inoculadas com uma raça forte de vírus. Este estudo evidenciou a possibilidade de pré-imunização de mudas de variedades intolerantes, antes de serem inoculadas naturalmente por uma estirpe forte, pela ação dos pulgões.

MÜLLER & COSTA (1967) relataram que a existência de plantas vigorosas, ao lado de outras fracas, de uma mesma variedade, atacadas pela "Tristeza", em idênticas condições ambientais, evidencia que as plantas vigorosas foram primeiramente inoculadas por uma estirpe de vírus fraca, que as protegeu das estirpes mais severas. Nas plantas com sintomas fortes, explicam os autores, ocorreu primeiramente, a inoculação de uma raça forte, fazendo com que as mesmas evidenciassem sempre acentuados sintomas da "Tristeza". Na variedade "limoeiro"-galego é mais fácil identificar as estirpes do que nas demais variedades.

Em estudos efetuados com relação a transmissibilidade do "Mal de Araraquara", MÜLLER et alii (1969) aventaram a hipótese de ser essa moléstia provocada pela associação de um complexo de estirpes do vírus da "Tristeza", com outro vírus ainda não identificado.

No município de Capão Bonito, no Estado de São Paulo, existe uma estirpe de vírus da "Tristeza", ao qual a laranjeira doce enxertada sobre "limoeiro"-cravo é intolerante, apresentando decadência quando afetada, (MÜLLER et alii, 1968).

No Litoral Paulista, afirmou SALIBE (1971.b), é comum a ocorrência do "stem pitting" da Tristeza em "limoeiro"-cravo, o que representa uma séria ameaça à citricultura paulista. Esse problema é também comum na Baixada Fluminense, e foi constatado recentemente em laranjeiras - Hamlin e Baianinha, na região do município de Limeira, no Estado de São Paulo.

Os sintomas da "Tristeza" foram descritos por vários autores. Nem sempre eles são muito evidentes, como já foi relatado, dependendo da tolerância da variedade, e ou da raça do vírus.

De conformidade com MOREIRA (1952), os sintomas mais conhecidos consistem em: morte das radículas ; clorose das nervuras das folhas; queda das folhas normais ; formação de folhas novas, pequenas e cloróticas ; paralização e morte da planta.

Segundo SALIBE (1971.a), os sintomas iniciam pela acentuada clorose das nervuras das folhas ; a seguir essas folhas amarelecem completamente e caem, sendo substituídas por nova camada de folhas pequenas e cloróticas. Depois inicia-se a morte dos galhos e finalmente ocorre a morte da planta. Desde o início do aparecimento dos sintomas, até a morte das plantas podem transcorrer alguns meses ou um a dois anos.

Nos pomares do Estado de São Paulo, afirmou o mesmo autor, a forma mais frequente de "Tristeza" é o "stem pitting" ou "caneluras", que consiste no aparecimento de depressões rasas e alongadas no lenho do tronco e dos ramos das plantas afetadas pela moléstia. Paralelamente ocorre uma diminuição do vigor das plantas e surgem sintomas de carência de zinco nas folhas.

COSTA et alii (1968) constataram que quando o porta-enxerto é intolerante ao vírus, pode ocorrer um entumescimento dos tecidos logo acima do ponto de enxertia.

Retirando uma porção de casca da região do enxerto e tratando-a com uma solução de iodo a 3%, na parte interna, BITANCOURT (1944) constatou o desenvolvimento de coloração azul intensa na parte que corresponde ao cavaleiro, enquanto na parte correspondente ao porta-enxerto a coloração azul era pouco evidente ou ausente. Isto se dava devido a um acúmulo de amido acima do ponto de enxertia.

SCHNEIDER et alii (1947), verificaram que logo abaixo do ponto de enxertia, em laranjeiras-doces enxertadas sobre laranjeira-azeda, ocorria a degenerescência dos vasos do floema. Presumiram que se tratasse de uma substância tóxica resultante da atividade do vírus. A variedade copa, tolerante ao vírus não seria afetada por essa toxina, que movendo-se em direção ao porta-enxerto causava a degeneração dos vasos do floema do mesmo, quando intolerante ao vírus.

Segundo MOREIRA (1952), diversos sintomas provocados pelo vírus da "Tristeza" são semelhantes aos de carências de zinco, tais como: folhas novas pequenas e cloróticas, paralização do crescimento, e morte dos ramos.

Na laranjeira-pera, de "pê franco", ou enxertada, independentemente da variedade porta-enxerto, quando do aparecimento das anomalias de intolerância ao vírus da "Tristeza", surgem primeiramente acentuados sintomas de carência de zinco nas folhas.

MATTÓS (1970) constatou que em laranjeiras da variedade pera, atacada de "Tristeza", pode ocorrer o retardamento do crescimento; nas folhas aparecem sintomas de carência mineral, principalmente de zinco e manganês; os frutos são pequenos, ácidos e de casca fina.

BITANCOURT (1944) , SCHNEIDER (1946) e outros pesquisadores , sugeriram que os sintomas de deficiência de zinco e outros nutrientes eram decorrentes da morte das radículas, impossibilitando as plantas de absorverem tais nutrientes minerais do solo. No entanto, BENNET & COSTA (1949) constataram que esses sintomas podem ser uma consequência do acúmulo de carboidratos na variedade copa, devido ao bloqueio dos vasos do floema que se verificava na região da enxertia, impedindo a translocação dos fotossintetizados para as raízes.

De conformidade com COSTA et alii (1968), seria evidente que a morte das radículas influenciasse consideravelmente a manifestação dos sintomas de deficiência de nutrientes. Verificaram também que o vírus da "Tristeza" deve ter algum efeito sobre o câmbio das variedades intolerantes.

Isso foi comprovado por eles, intercalando, através da enxertia, um segmento de laranjeira-azedada no tronco de uma laranjeira-doce. O crescimento em diâmetro, do segmento de tronco de laranjeira-azedada intercalado, era bem menor do que aquele do tronco da laranjeira-doce , tanto acima como abaixo da intercalação. Deduziram em vista disso, que a translocação de fotossintetizados , da copa para as raízes, não é totalmente impedida pelo vírus, no segmento da laranjeira-azedada intercalada. Se fosse, o diâmetro do tronco de laranjeira-doce deveria ser menor do que o normal, abaixo da intercalação do segmento de laranjeira-azedada. Considera -

ram eles, que o menor diâmetro do segmento de laranjeira-azedada intercalado no tronco, entre a copa e o sistema radicular da laranjeira-doce, só poderia ser atribuído a uma atuação prejudicial do vírus sobre a atividade do câmbio da laranjeira-azedada. Além disso, concluíram que, nas combinações de enxertia que dão formação a plantas intolerantes ao vírus da "Tristeza", a diminuição da taxa de translocação de fotossintetizados, da copa para o sistema radicular, não seria a única causa dos efeitos maléficos que a moléstia exerce sobre as plantas afetadas.

Mais recentemente, SCHNEIDER (1969), verificou que o vírus da "Tristeza" penetra nas células parenquimáticas nas adjascências dos vasos do floema. Citou que o citoplasma das células invadidas expande-se, provocando a diminuição do tamanho dos vacúolos. Observou também que o núcleo permanece intacto e as células continuam vivendo por algum tempo.

Com relação a localização do vírus dentro das plantas, MOREIRA (1952) verificou que o mesmo localiza-se nos tecidos do floema, e não conseguia penetrar nos vasos do xilema. COSTA et alii (1949) já haviam comprovado que o vírus também se encontra no sistema radicular das variedades tolerantes.

Em plantas situadas em viveiro, inoculadas com o vírus da "Tristeza", e que apresentavam sintomas de deficiência de zinco, GRANT & COSTA (1950.b), efetuaram aplicações foliares de sulfato de zinco. Verificaram entretanto, que as folhas das plantas tratadas continuaram apresentando os mesmos sintomas apresentados pelas das testemunhas. Concluíram que a deficiência de zinco não seria o efeito primário da moléstia, mas sim secundário.

PAIVA NETO & CATANI (1950) efetuaram análises químicas dos tecidos de plantas sadias, e afetadas pela "Tristeza". Concluíram que, nas folhas e ramos das plantas afetadas, somente os teores de cálcio e só dio foram mais baixos do que nas plantas sadias. Entretanto, nas raízes, todos os elementos analisados (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, só - dio, silício e manganês), apresentavam-se em teores ligeiramente inferiores nas plantas afetadas, com exceção do magnésio, cujo teor foi menor em plantas sadias.

Estudando a distribuição do fósforo radioativo ( $P^{32}$ ), em "seedlings" de "limoeiro"-galego afetados pelo vírus da "Tristeza", HAAG et alii (1967) verificaram que a translocação do fósforo absorvido pelas raízes sofria certo bloqueio ao deslocar-se para a parte aérea.

MARTINS et alii (1968), verificaram que a translocação do rádio-fósforo ( $P^{32}$ ) era mais lenta em seedlings de "limoeiro"-galego afetados pela "Tristeza", do que naqueles sadios.

Em plantas cítricas portadoras do vírus da "Tristeza", e inoculadas com os vírus de Xiloporose, Sorose e Exocorte, RODRIGUES & GALLO (1968) constataram que os três vírus isoladamente, provocaram a diminuição do teor de zinco nas folhas de laranjeira-baianinha enxertada sobre laranjeira-caipira (*Citrus sinensis*, Osb.), e "limoeiro"-cravo. Entretanto, quando as três viroses atuavam em conjunto, diminuíram os teores de zinco das folhas, somente nas plantas enxertadas sobre o "limoeiro"-cravo. Nas plantas afetadas somente pelo vírus da "Tristeza", os teores de potássio das folhas foram mais elevados do que naquelas afetadas também pela Sorose, Xiloporose e Exocorte.

Estudando o desenvolvimento de *Phytophthora citrophthora* e *Deuterophoma tracheiphila* em meios de cultura contendo extratos de folhas de plantas cítricas infectadas por diversas moléstias de vírus, incluindo "Exocorte" e "Tristeza", ROSSETTI et alii (1968) constataram que o melhor desenvolvimento, em relação a extratos de folhas sadias, podia ser atribuído ao maior peso seco, e maior conteúdo de proteínas, nitrogênio, cálcio e magnésio nas folhas infectadas.

COSTA & CARVALHO (1965) relataram que as moléstias de vírus influenciam a composição mineral das folhas das plantas. As alterações verificadas podem assemelhar-se a deficiências minerais puramente nutricionais, e em certos casos ocorre mesmo menor teor do elemento nas folhas, associado aos sintomas da moléstia.

Verificaram que adubações com o elemento carente, na maioria dos casos não provocaram a recuperação dos tecidos afetados. Entretanto, no caso de sintomas de deficiência de zinco em laranjeira-pera, de "pé franco" e que evidenciava "stem pitting", realmente ocorria deficiência de zinco, e houve resposta à aplicação foliar desse elemento, dando-se a recuperação da coloração normal dos tecidos afetados.

Diversos estudos tem sido efetuados, e que sugerem ser o zinco um nutriente essencial para as plantas. Foram CHAPMAN et alii (1937) os primeiros a comprovarem a essencialidade do zinco para os citros, mediante investigações com o cultivo de plantas em solução nutritiva.

Os sintomas mais característicos de deficiência de zinco nas plantas cítricas podem ser assim resumidos, segundo CHAPMAN (1968):

Nas folhas novas evidenciam-se manchas cloróticas irregulares entre as nervuras. As nervuras, e uma faixa ao longo delas permanecem verdes, exceto se a deficiência for muito acentuada.

As folhas novas diminuem acentuadamente de tamanho, assumem formato alongado, e os entrenós apresentam-se curtos, assumindo aspecto característico de "roseta".

O lento crescimento culmina com acentuada morte da parte apical dos ramos.

A produção de frutos diminui sensivelmente, mesmo em casos de carência pouco acentuada. Em condições de deficiência mais acentuada, os frutos tornam-se pequenos e apresentam casca fina.

LAL & SUBBA RAO (1951) efetuaram uma extensa revisão sobre as funções do zinco nas plantas. Dentre as principais podem ser citadas as seguintes:

A presença do zinco assegura boa sanidade às plantas ; sua ausência provoca a acumulação de fosfatos inorgânicos e fenoloxidose, resultando na oxidação irreversível de vários componentes das células ; o zinco afeta a viscosidade do citoplasma, e é considerado essencial como catalisador de reações ligadas com processos de oxidação ; o zinco é importante para a síntese do triptofano, a partir do qual se forma a auxina ; o zinco é necessário para a síntese de proteínas ; desempenha atividade importante na formação e funcionamento de alguns sistemas enzimáticos ; a deficiência de zinco tem efeito muito desfavorável sobre o metabolismo de carboidratos ; o zinco é considerado necessário para o metabolismo do enxofre, desempenha papel importante na síntese da clorofila e assegura um

adequado conteúdo de ácido ascórbico ; a deficiência de zinco pode diminuir a atividade fotossintética.

De conformidade com CHAPMAN, citado por DEL RIVERO (1951) , quando as plantas cítricas apresentaram sintomas de carência de zinco, o teor desse elemento nas mesmas oscilou entre 5 e 15 ppm. Em folhas normais foram encontrados teores de 25 a 100 ppm , e teores superiores a 200 ppm , foram considerados excessivos.

CHAPMAN (1968) relatou que com algumas exceções, os resultados das investigações de diversos pesquisadores, confirmam que as folhas de plantas cítricas deficientes em zinco apresentam 4 a 20 ppm. desse elemento na matéria seca. Nas plantas sadias, que não mostram deficiência, o teor de zinco é superior a 20 ppm . Entretanto, ocorrem certas variações, sendo que ele mesmo constatou pomares, cujas folhas com nove a dez meses de idade, apresentavam 10 a 12 ppm de zinco, na matéria seca, e não mostravam sintomas de carência de zinco.

Cultivando "seedlings" de laranjeira-caipira, em casas de vegetação, e submetendo as raízes a diversas condições de arejamento, LABANAUS KAS et alii (1972) obtiveram os seguintes teores de zinco nas plantas normais: 23 ppm nas folhas, 10 ppm nos caules e 101 ppm nas raízes. Os teores de zinco das plantas cultivadas em condições de mau arejamento do sistema radicular apresentaram 17 ppm nas folhas, 9 ppm nos caules e 128 ppm nas raízes.

Com relação à indexação de plantas cítricas, ou seja, aos testes recomendados para constatar se uma planta cítrica está ou não infectada com o vírus da "Tristeza", segundo MOREIRA et alii (1954) existem diver

soos métodos. O mais correto consiste na obtenção de "seedlings" de "limoeiro"-galego, ou de laranjeira-azeda, os quais devem ser mantidos sempre ao abrigo de pulgões. Nestas plantas enxertam-se as borbulhas daquelas a serem testadas. Se estiverem afetadas, os sintomas da "Tristeza" se evidenciarão ao cabo de 30 dias nas folhas do "limoeiro"-galego, ou no fim de 90 dias, nas folhas da laranjeira-azeda. O contraste deve ser sempre efetuado com plantas sabidamente sadias.

WALLACE (1968) também recomendou o "limoeiro"-galego como a melhor variedade para indexação do vírus da "Tristeza". Caso a planta a ser testada estiver afetada pela moléstia, os primeiros sintomas, visíveis no "limoeiro"-galego, são a clorose das folhas terminais, nas brotações que se desenvolveram após a inoculação. As margens dessas folhas voltam-se para cima, formando uma superfície côncava no lado superior das mesmas.

Relatou que em estufas esses sintomas podem ser percebidos três a quatro semanas após a inoculação. As folhas cloróticas podem mostrar um leve amarelecimento das nervuras, antes do transcurso de quatro semanas ; entretanto, cinco ou mais semanas são necessárias para que a clorose das nervuras tornem-se bem evidentes.

Afirmou ainda que sintomas foliares quase sempre aparecem num período de três meses após a inoculação, entretanto, quando não se manifestarem nesse período, devem ser observadas durante seis meses. Após os três primeiros meses é recomendável fazer uma poda para provocar a emissão de novas brotações. Se três meses após a execução da poda não surgirem sintomas foliares, as plantas devem ser examinadas para verificar se

há "caneluras", pela remoção da casca no tronco e ramos finos. As plantas testadas podem ser consideradas livres de "Tristeza", se após seis meses da inoculação as plantas índices não apresentarem sintomas foliares ou "caneluras".

### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - MATERIAL

##### 3.1.1 - Local

O experimento foi realizado em uma casa de vegetação, com paredes de alvenaria, coberta com telhas de plástico, translúcidas, e com janelas teladas, à prova de afídios.

A casa de vegetação estava situada próxima aos viveiros de plantas ornamentais, do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, Estado de São Paulo.

##### 3.1.2 - Temperatura e Umidade

Durante o período da execução do experimento, foram efetuadas leituras da temperatura e determinações da umidade relativa do ar, na casa de vegetação, mediante o uso de um psicrômetro. Esses dados foram tomados diariamente, às 8,00 e 14,00 horas.

Durante os meses quentes, as temperaturas máximas não ultrapassaram  $37^{\circ}\text{C}$ , às 14 horas, e a umidade relativa do ar variou de 45% a 57% no referido horário.

Durante os meses frios, as temperaturas mínimas foram sempre superiores a  $9^{\circ}\text{C}$ , às 8 horas da manhã, e a umidade relativa do ar nesse horário oscilou entre 72% e 85%.

### 3.1.3 - Variedades

No experimento foram testadas nove plantas, resultantes da combinação de enxertia, entre três variedades copa e três variedades porta-enxertos.

Como variedades copa, foram utilizados o "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swing.) , e as laranjeiras Pera e Valência (*Citrus sinensis* , Osb.).

Como variedades porta-enxertos, utilizaram-se o "limoeiro"-cravo (*Citrus limonia* , Osb.) , a laranjeira-azedada (*Citrus aurantium* , L.) e a laranjeira-caipira (*Citrus sinensis* , Osb.).

## 3.2 - MÉTODOS

### 3.2.1 - Delineamento Experimental

Como já foi mencionado o experimento foi planejado, com a finalidade de estudar o efeito que o vírus da "Tristeza" exerce sobre a absorção, e translocação do zinco em algumas combinações de enxertia, entre variedades de plantas cítricas tolerantes e intolerantes, desde a inoculação do vírus até a ocasião em que os sintomas da moléstia se evidenciassem.

Em vista disso, foram comparadas plantas inoculadas, com outras não inoculadas.

Em cada planta testada, foram determinados os teores de zinco existentes em cinco tipos de folhas, em quatro tipos de caules e em dois tipos de raízes.

As folhas foram divididas em novas e velhas, convencionando-se designar de folhas velhas aquelas que estavam formadas por ocasião da inoculação do vírus, e de folhas novas as que surgiram após a inoculação.

Além disso, para verificar se o zinco se translocava das folhas velhas para as novas, ou se ele continuava a acumular-se nelas, com o aumento da idade, algumas plantas foram colhidas no dia em que outras foram inoculadas com o vírus da "Tristeza", para a determinação do teor de zinco que apresentavam naquele estágio de desenvolvimento.

Os caules, à semelhança das folhas, também foram divididos em dois segmentos: caules novos, formados após a inoculação do vírus, e caules velhos, os que se formaram antes da inoculação.

Assim sendo, o estudo compreendeu realmente três experimentos, quais sejam: efeito do vírus sobre os teores de zinco nas folhas ; nos caules ; e nas raízes.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com parcelas sub-subdivididas, e com três repetições.

Nos três experimentos, as variedades copa constituíram as parcelas principais, e os porta-enxertos testados constituíram as sub-parcelas.

As variedades copa, ou os tratamentos principais, foram:

- C<sub>1</sub> - "Limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, Swing.).
- C<sub>2</sub> - Laranjeira-pera (*Citrus sinensis*, Osb.).
- C<sub>3</sub> - Laranjeira-valência (*Citrus sinensis*, Osb.).

Os três porta-enxertos testados, ou sub-tratamentos foram:

- PE<sub>1</sub> - Laranjeira-azedada (*Citrus aurantium*, L.).
- PE<sub>2</sub> - Laranjeira-caipira (*Citrus sinensis*, Osb.).
- PE<sub>3</sub> - "Limoeiro"-cravo (*Citrus limonia*, Osb.).

Para o estudo do efeito da moléstia sobre a concentração de zinco nas folhas (primeiro experimento), os tipos de folhas analisadas, ou subtratamentos, foram:

- FCAi - Folhas colhidas antes da inoculação, quando contavam com 1 a 3 meses de idade.
- FVS - Folhas velhas sadias, de plantas não inoculadas, que contavam com 6 a 8 meses de idade.
- FVI - Folhas velhas inoculadas com o vírus da "Tristeza", colhidas com 6 a 8 meses de idade, ou 3 a 5 meses após a inoculação.
- FNS - Folhas novas sadias, de plantas não inoculadas, e que contavam com 1 a 3 meses de idade.
- FNI - Folhas novas inoculadas, formadas após a inoculação, e que contavam com 1 a 3 meses de idade.

Para o estudo do efeito da moléstia sobre os teores de zinco dos caules (segundo experimento), os tipos de segmentos de caules, analisados, ou sub-subtratamentos, foram:

- CaVS - Caules velhos sadios, de plantas não inoculadas, com 6 a 8 meses de idade.
- CaVI - Caules velhos inoculados, que contavam 6 a 8 meses de idade, e que foram colhidos 3 a 5 meses após a inoculação do vírus.
- CaNS - Caules novos sadios, de plantas não inoculadas, com 1 a 3 meses de idade.
- CaNI - Caules novos inoculados, que contavam 1 a 3 meses de idade, e que se formaram após a inoculação do vírus.

Quando do estudo do efeito do vírus da "Tristeza" sobre a concentração de zinco nas raízes (terceiro experimento), os tipos de raízes analisadas, ou os sub-subtratamentos, foram:

- RS - Raízes sadias, de plantas não inoculadas.
- RI - Raízes de plantas inoculadas.

### 3.2.2 - Meio de Cultivo

As plantas foram cultivadas em vasos de barro, individuais, impermeabilizados internamente com três camadas de tinta "Neutrol.45" (\*)

Os vasos tinham formato cônico, com 23 cm de diâmetro superior e 15 cm a parte inferior. A capacidade dos vasos era de aproximadamente quatro litros, e apresentavam um orifício de dreno com 1 cm de diâmetro, situado lateralmente

--- -- -- -- --  
(\*) Líquido betuminoso preto, fabricado por Otto Baungart Indústria e Comércio S.A. - São Paulo, Estado de São Paulo.

Como meio de suporte para as plantas foi utilizada areia de rio, a qual foi inicialmente lavada com água de torneira, e depois com água destilada corrente. Consumiram-se aproximadamente cinco mil litros de água de torneira e mil litros de água destilada, por metro cúbico de areia lavada.

As partículas de areia mediram de meio a dois milímetros de diâmetro.

Antes do enchimento dos vasos com areia, foi adaptada uma tela plástica no orifício de dreno dos vasos, para evitar que a areia os entupisse.

As plantas, durante a fase experimental, foram cultivadas em solução nutritiva, preparada em água destilada, segundo recomendação de HOA - GLAND & ARNON (1950).

Para cada vaso contendo uma planta, foram preparados quatro litros de solução nutritiva, a qual era renovada a cada trinta dias.

A solução nutritiva era preparada em tambores metálicos, com capacidade para duzentos litros, e internamente revestidos com três camadas de tinta impermeabilizante "Neutrol 45".

Após o preparo da solução nutritiva, ela era transferida para garrações de vidro, tapados com rolhas de borracha, cada qual com duas perfurações.

Antes de serem utilizados, os garrações foram cuidadosamente lavados, primeiramente com detergente ; a seguir com uma solução de soda cáustica (NaOH) , na proporção de uma parte de soda para nove partes de água ; a seguir com água destilada, para logo após sofrerem uma lavagem com solução

de ácido clorídrico (HCl) , na proporção de uma parte de ácido para nove partes de água ; finalmente, foram novamente lavados com água destilada.

As plantas eram irrigadas diariamente, através de um sistema semi-automático, que dispunha de um pequeno compressor de ar, acionado por um motor elétrico.

Entre os vasos e os garrafões coletores, havia um desnível de um metro. Um tubo de polietileno, com 3/16 polegadas de diâmetro, passando por uma das perfurações da rolha, ligava o dreno do vaso ao fundo do garrafão. Pelo outro furo da rolha passava outro tubo de polietileno, sem alcançar a superfície da solução, em conexão com o compressor.

Por ocasião das irrigações, o compressor era acionado, insuflando ar nos garrafões, provocando aumento de pressão no interior dos mesmos , e forçando a solução a subir para os vasos.

Uma vez tomada a areia dos vasos, esperava-se cinco minutos, para a uniformização da irrigação em todos os vasos, após o que soltava-se o ar, permitindo que a solução nutritiva retornasse aos garrafões coletores, por gravidade.

Semanalmente, o volume da solução dos garrafões era complementado, com água destilada, para suprir a água perdida por evapo-transpiração , evitando-se assim que a solução sofresse um processo de concentração dos nutrientes.

### 3.2.3 - Obtenção das Plantas

As variedades porta-enxertos foram obtidas através de semeadura em caixas com areia de rio lavada, colocadas na casa de vegetação, sempre ao abrigo de pulgões.

A semeadura foi efetuada a 26 de julho de 1972 . Mais de 50% dos "seedlings" haviam emergido respectivamente 42 , 47 e 58 dias após a semeadura, para as variedades "limoeiro"-cravo, laranjeira-azedada e laranjeira-caipira.

Cinquenta dias após a germinação, foi procedida uma seleção de mudinhas mais vigorosas, sendo então efetuada a repicagem de uma mudinha para cada vaso.

Nesta oportunidade, as mudinhas de laranjeira-azedada mediam 9 a 11 cm de altura, as de "limoeiro"-cravo 6 a 8 cm , e as de laranjeira-caipira apresentavam 4 a 6 cm de altura.

As borbulhas para a enxertia procederam de plantas indexadas, livres de vírus, fornecidas pela Secção de Virologia do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo.

Quando os porta-enxertos apresentavam 25 a 30 cm de altura, e 3 a 5 mm de diâmetro, a 10 cm do colo, foi procedida a enxertia, no dia 08 de maio de 1973 , pelo sistema de borbulhia, em forma de "placa". Como amarrilhos, foram utilizados fitilhos de polietileno.

Um mês após a enxertia, procedeu-se a retirada dos amarrilhos, e efetuou-se a reenxertia das falhas, que foram da ordem de 35% .

Por ocasião da reenxertia, novamente ocorreu uma elevada porcentagem de falhas, de 25% aproximadamente, atribuídas às dificuldades na execução das operações de enxertia, e reenxertia de plantas com caules de pequeno diâmetro.

#### 3.2.4 - Inoculação do Vírus da "Tristeza"

A inoculação do vírus da "Tristeza", nas plantas a serem testadas, foi efetuada mediante a utilização do pulgão preto (*Toxoptera citricidus*, Kirk), no dia 9 de novembro de 1973.

No dia da inoculação, as plantas a serem inoculadas, foram transferidas para outra casa de vegetação.

Os pulgões foram coletados de clones nucelares de laranjeira-pera, situadas no pomar da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", e que apresentavam folhas cloróticas e sintomas de carência de zinco.

Para cada planta a ser inoculada, foram transferidos 50 a 100 pulgões, que nelas permaneceram alimentando-se durante 48 horas.

Após esse período as plantas foram pulverizadas com parathion metílico a 0,08% (Folidol-60 a 0,1%) , para o extermínio dos pulgões . No dia seguinte, após constatada a morte dos pulgões, as plantas foram levadas de volta para o local do experimento.

Por questão de uniformidade, as plantas não inoculadas foram igualmente pulverizadas com parathion metílico a 0,08% , no mesmo dia em que se pulverizaram as inoculadas.

Após a execução dessas operações, foi suprimido parte do ápice da última folha emitida em cada planta, com o objetivo de separar as folhas emitidas até essa data, daquelas que foram formadas a partir de então.

### 3.2.5 - Indexação do Vírus da "Tristeza" nas Plantas Inoculadas

As plantas intolerantes ao vírus da "Tristeza", constituídas por copas de "limoeiro"-galego, laranjeira-pera, e laranjeira-valência sobre porta-enxerto de laranjeira-azeda, evidenciaram os sintomas da doença, num período que variou de dois a cinco meses após a inoculação.

Para as plantas tolerantes, formadas por copas de laranjeira-valência, sobre porta-enxertos de "limoeiro"-cravo e laranjeira-caipira, e que não evidenciaram sintomas típicos da moléstia, a presença do vírus foi constatada, procedendo-se a indexação.

Para a indexação, obtiveram-se pulgões pretos livres de vírus, pelo processo de filtragem em aboboreiras Redonda de Amparo (*Cucurbita sp.*), segundo processo preconizado por COSTA et alii (1968).

Nesta oportunidade, as plantas a serem indexadas foram transferidas para outra casa de vegetação, ao abrigo de afídios, e para cada uma delas foram transferidos 50 a 70 pulgões, os quais haviam sofrido o processo de filtragem do vírus da "Tristeza".

Após os pulgões permanecerem alimentando-se durante 48 horas nas plantas inoculadas, eles foram transferidos para "seedlings" de "limoeiro"-galego, que apresentavam 3 a 5 folhas.

Dois meses após a realização da indexação, os "seedlings" de "limoeiro"-galego começaram a evidenciar os sintomas característicos da "Tristeza", descritos por WALLACE (1968), evidenciando que as plantas em teste estavam inoculadas com o vírus da "Tristeza".

Paralelamente, alguns pulgões foram transferidos diretamente das aboboreiras para "seedlings" do "limoeiro"-galego, não havendo neste caso manifestação de sintomas da "Tristeza".

### 3.2.6 - Coleta de Dados

A coleta de dados constituiu-se inicialmente na determinação do peso da matéria seca, dos cinco tipos de folhas, dos quatro segmentos de caules, e dos dois tipos de raízes. Posteriormente foi determinado o teor de zinco existente na matéria seca de cada uma dessas partes.

#### 3.2.6.1 - Desplantação

Para a coleta dos dados, as plantas foram retiradas dos vasos, acompanhadas do sistema radicular.

A desplantação obedeceu a seguinte ordem:

No dia 9 de novembro de 1973, antes de ser efetuada a inoculação das plantas a serem testadas, foram retiradas plantas "sadias", de todas as combinações de enxertia, entre variedades copa e porta-enxertos. Estas plantas destinaram-se à determinação da concentração de zinco contida nas folhas emitidas até essa data.

No dia 15 de fevereiro de 1974 , 96 dias após a inoculação do vírus, foram retiradas todas as plantas formadas com copas de "limoeiro"-galego.

No dia 16 de março de 1974 , 125 dias após a inoculação, foram retiradas as plantas constituídas por copas de laranjeira-pera enxertadas sobre laranjeira-azedada.

No dia 8 de abril de 1974 , 147 dias após a inoculação do vírus, foram retiradas as plantas restantes, formadas por copas de laranjeira-valência enxertadas sobre os três porta-enxertos testados, e por copas de laranjeira-pera, enxertadas sobre "limoeiro"-cravo e laranjeira-caipira.

A desplantação foi realizada nas datas mencionadas, porque decorridos aqueles períodos, a partir da inoculação do vírus, os sintomas da moléstia, descritos nos resultados, tornaram-se bem evidentes, nas plantas intolerantes ao vírus da "Tristeza".

#### 3.2.6.2 - Lavagem das Plantas

Após a desplantação, as plantas foram transportadas para o laboratório, onde foi procedida a lavagem das diversas partes das mesmas.

A lavagem foi efetuada mediante o uso de água destilada corrente.

As folhas e os caules foram lavados com o objetivo de remover o pó a elas aderido, e as raízes para remoção da areia e da maior parte dos sais a elas aderidos.

Após serem lavadas, as plantas foram postas a enxugar durante 60 minutos, aproximadamente, à sombra e em temperatura ambiente.

#### 3.2.6.3 - Determinação do Peso da Matéria Seca

Após ligeira secagem, cada planta foi dividida nas diversas partes, objeto do presente estudo, quais sejam: folhas novas, folhas velhas, caules novos e velhos, e raízes.

A seguir, as raízes e os segmentos de caules foram cortados em pequenos pedaços, mediante o uso de uma tesoura de aço inoxidável, previamente lavada com detergente, solução contendo uma parte de ácido clorídrico em nove partes de água, EDTA e finalmente com água destilada.

O material assim separado, foi colocado dentro de envelopes de papel e posto a secar, em estufa de circulação fechada, à temperatura de 65°C, durante 72 horas.

Após a secagem, foi efetuada a determinação do peso da matéria seca, numa balança com precisão de um décimo de miligrama.

A seguir a matéria seca foi guardada em vidros, fechados hermeticamente, com tampas plásticas.

#### 3.2.6.4 - Execução das Análises dos Teores de Zinco

Para a execução da análise dos teores de zinco existentes nos tecidos das diversas partes das plantas, foram pesadas 200 mg de matéria seca de cada uma das partes, numa balança com precisão de um décimo de miligrama.

O material foi colocado em cadinhos de porcelana e incinerado num forno elétrico, à temperatura de  $650^{\circ}\text{C}$ , durante duas horas e trinta minutos.

Após a incineração completa da matéria seca, os cadinhos foram retirados do forno e postos a esfriar durante 15 minutos, até atingirem a temperatura ambiente.

A seguir, procedeu-se a dissolução das cinzas, mediante a adição de 10 ml de ácido clorídrico 1 N.

Assim preparados, os extratos foram transferidos, dos cadinhos para tubos de ensaio, e a seguir procederam-se as determinações dos teores de zinco ( $\text{Zn}^{++}$ ) contidos na matéria seca.

As análises foram efetuadas por intermédio de um espectrofotômetro de absorção atômica, marca Perkin-Elmer, ajustado para leituras diretas, através do preparo de um padrão com a concentração de 25 ppm (partes por milhão) de zinco. Para cada amostra analisada, as leituras da concentração do zinco na matéria seca, corresponderam a quatro repetições.

Algumas plantas inoculadas, não forneceram quantidade de matéria seca suficiente para a pesagem de 200 mg, de folhas e caules novos.

Nestes casos, prepararam-se extratos com a mesma concentração dos demais, reduzindo proporcionalmente o peso de matéria seca, bem como a quantidade de ácido clorídrico utilizado na dissolução das cinzas.

Os cadinhos e os tubos de ensaio utilizados no preparo dos extratos, eram sempre previamente lavados da seguinte forma: Primeiramen

te, com uma solução de detergente a 1% , e logo após, com solução de ácido clorídrico em água destilada, na proporção de uma parte de ácido para nove partes de água destilada, e finalmente com solução de EDTA a 10%.

#### 4 - RESULTADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos neste experimento referem-se a análises químicas de concentração de zinco, em ppm, nas folhas, caules e raízes das plantas. São também apresentados os pesos de matéria seca, obtidos em cada uma das partes analisadas, bem como é feita uma descrição dos sintomas que a moléstia provocou nas plantas intolerantes.

Para maior clareza, os resultados são apresentados por partes.

##### 4.1 - CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NOS TIPOS DE FOLHAS

Os resultados completos, dos teores de zinco, em ppm, determinados para os cinco tipos de folhas, são apresentados no quadro I.

No quadro II são apresentadas as médias dos teores de zinco dos cinco tipos de folhas analisadas, em função das diversas combinações de enxertia, entre as variedades copa e porta-enxertos testados.

Nas figuras de 1 a 6, são apresentados gráficos, agrupando distintamente os teores de zinco referentes aos cinco tipos de folhas, contrastando as influências ocorridas.

A análise estatística desses resultados é apresentada no quadro III.

QUADRO I - Concentração de zinco (ppm), na matéria seca de cinco tipos de folhas, de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus de "Tristeza", e não inoculadas, formadas pelas combinações de enxertia, entre três variedades copa e três porta-enxertos

Variedades Copa (C)	Variedades Porta-enxerto (PE)	Tipos de Fo- lhas (Fo)	Repetições			Totais
			1	2	3	
"Limoeiro"-galego (C <sub>1</sub> )	Laranjeira-azedada (PE <sub>1</sub> )	FCA1	25	25	21	71
		FVS	20	22	11	53
		FVI	14	18	18	48
		FNS	27	23	20	70
		FNI	17	23	19	59
	Total C <sub>1</sub> /PE <sub>1</sub>		103	109	87	298
	Laranjeira-caipira (PE <sub>2</sub> )	FCA1	19	23	20	62
		FVS	28	15	21	59
		FVI	20	14	21	48
		FNS	28	19	15	63
		FNI	13	16	18	47
	Total C <sub>1</sub> /PE <sub>2</sub>		107	87	77	271
"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	FCA1	12	12	10	34	
	FVS	12	13	12	37	
	FVI	12	12	11	35	
	FNS	20	15	20	55	
	FNI	11	12	12	35	
Total C <sub>1</sub> /PE <sub>3</sub>		67	64	65	186	
Laranjeira-pera (C <sub>2</sub> )	Laranjeira-azedada (PE <sub>1</sub> )	FCA1	16	14	18	48
		FVS	18	19	21	58
		FVI	18	17	18	51
		FNS	17	21	12	50
		FNI	12	17	8	37
	Total C <sub>2</sub> /PE <sub>1</sub>		79	88	75	242
	Laranjeira-caipira (PE <sub>2</sub> )	FCA1	18	22	19	57
		FVS	20	20	22	62
		FVI	18	8	19	45
		FNS	17	15	16	48
		FNI	13	13	12	38
	Total C <sub>2</sub> /PE <sub>2</sub>		84	79	82	245
"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	FCA1	14	15	16	45	
	FVS	18	18	20	54	
	FVI	11	18	12	39	
	FNS	14	17	12	43	
	FNI	13	12	8	34	
Total C <sub>2</sub> /PE <sub>3</sub>		68	76	69	215	
Laranjeira-valência (C <sub>3</sub> )	Laranjeira-azedada (PE <sub>1</sub> )	FCA1	14	18	15	47
		FVS	20	15	20	55
		FVI	18	19	15	52
		FNS	16	15	13	44
		FNI	22	17	19	58
	Total C <sub>3</sub> /PE <sub>1</sub>		90	87	82	258
	Laranjeira-caipira (PE <sub>2</sub> )	FCA1	18	21	19	58
		FVS	37	28	21	78
		FVI	18	18	16	52
		FNS	17	20	19	56
		FNI	22	30	16	68
	Total C <sub>3</sub> /PE <sub>2</sub>		112	109	91	312
"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	FCA1	15	10	13	38	
	FVS	22	19	13	59	
	FVI	18	18	12	48	
	FNS	15	14	15	44	
	FNI	20	27	20	67	
Total C <sub>3</sub> /PE <sub>3</sub>		90	88	78	258	
T O T A I S			800	789	708	2.295

QUADRO II - Média de concentração de zinco (ppm), na matéria seca de cinco tipos de folhas, de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza"; e não inoculadas, e formadas pelas combinações de enxertia entre três variedades com três porta-enxertos.

Tipos de Folhas (Fo)	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>			C <sub>3</sub>			Médias (Fo)
	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	
FCA1	23,67	20,67	11,33	15,33	16,00	15,00	15,67	19,33	12,67	16,96
FVS	17,67	17,67	12,33	19,33	20,67	16,00	19,33	26,00	19,67	18,96
FVI	15,33	15,33	11,67	17,00	13,33	13,00	17,33	17,33	16,00	15,15
FMS	23,33	21,00	16,33	16,67	16,00	14,33	14,67	14,67	14,67	17,52
FNI	19,67	15,67	11,67	12,33	12,67	11,33	16,33	22,67	22,33	16,41
Médias (C) (PE)	18,93	16,07	13,07	16,13	16,33	14,33	17,27	20,80	17,07	

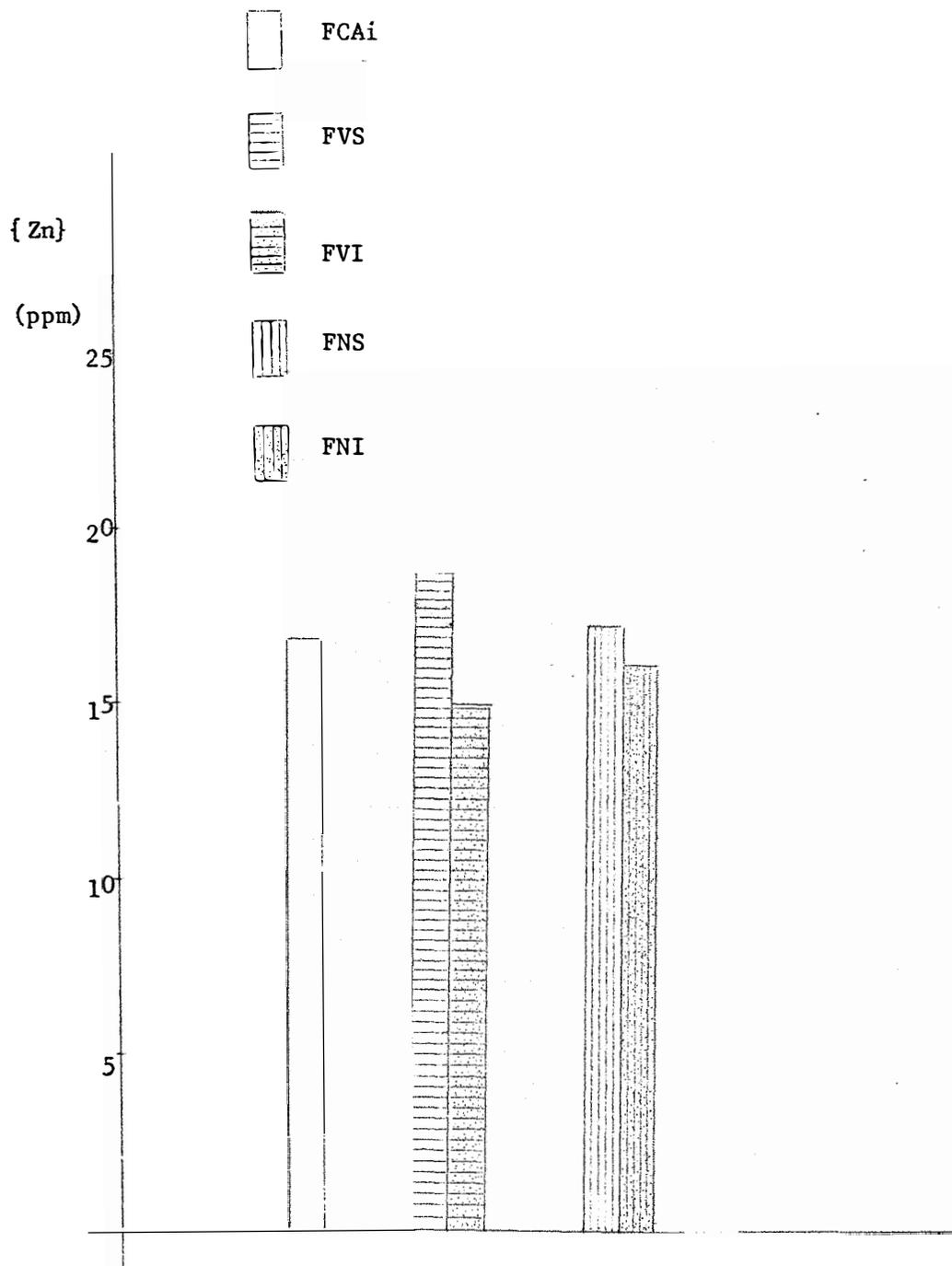


Figura 1 - Concentrações médias de zinco nos tipos de folhas de plantas sadias, e inoculadas com o vírus da "Tristeza dos Citros", independentemente dos porta-enxertos e das variedades copa.

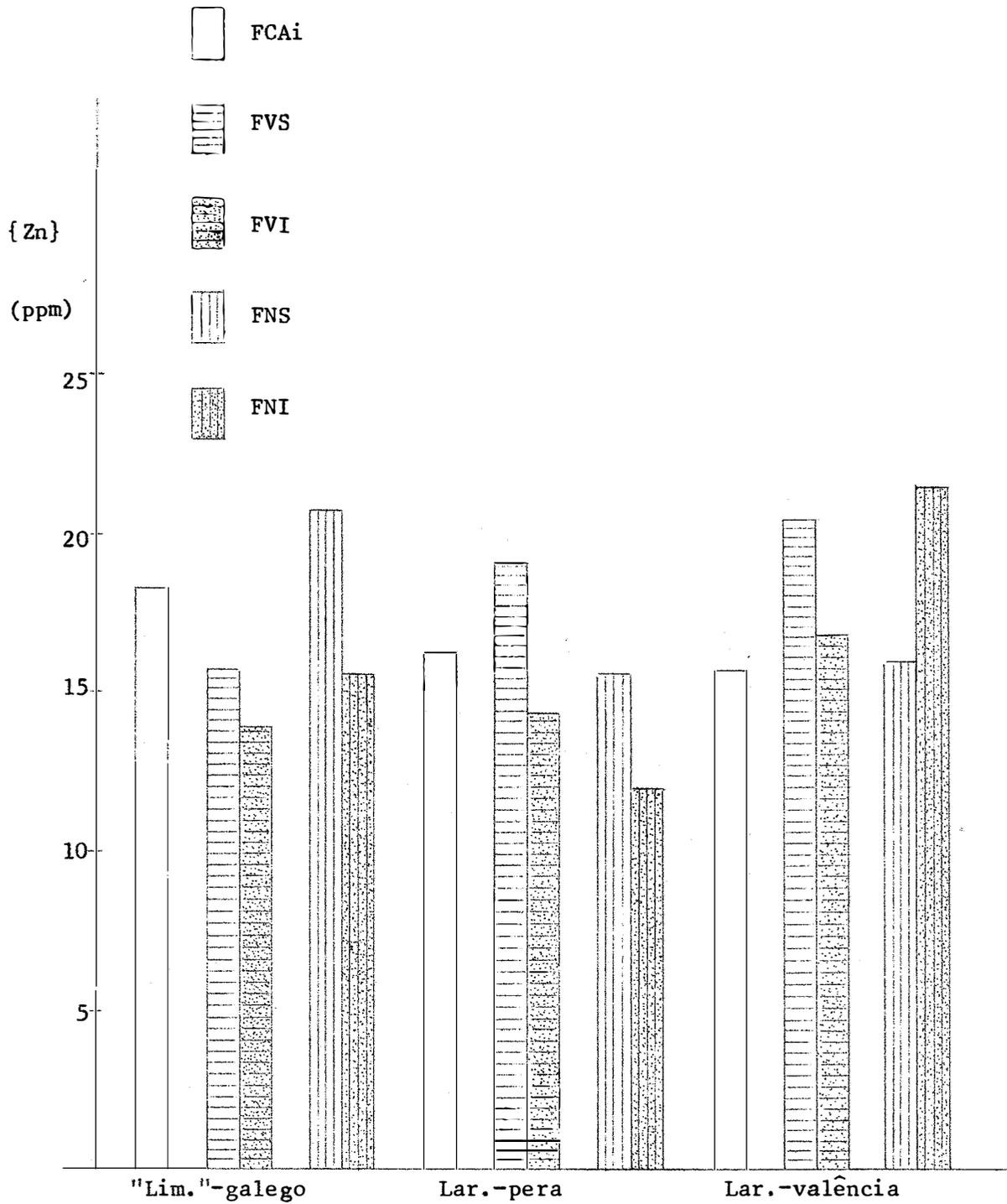


Figura 2 - Concentrações médias de zinco nos tipos de folhas de três variedades copa de citros (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente dos porta-enxertos.

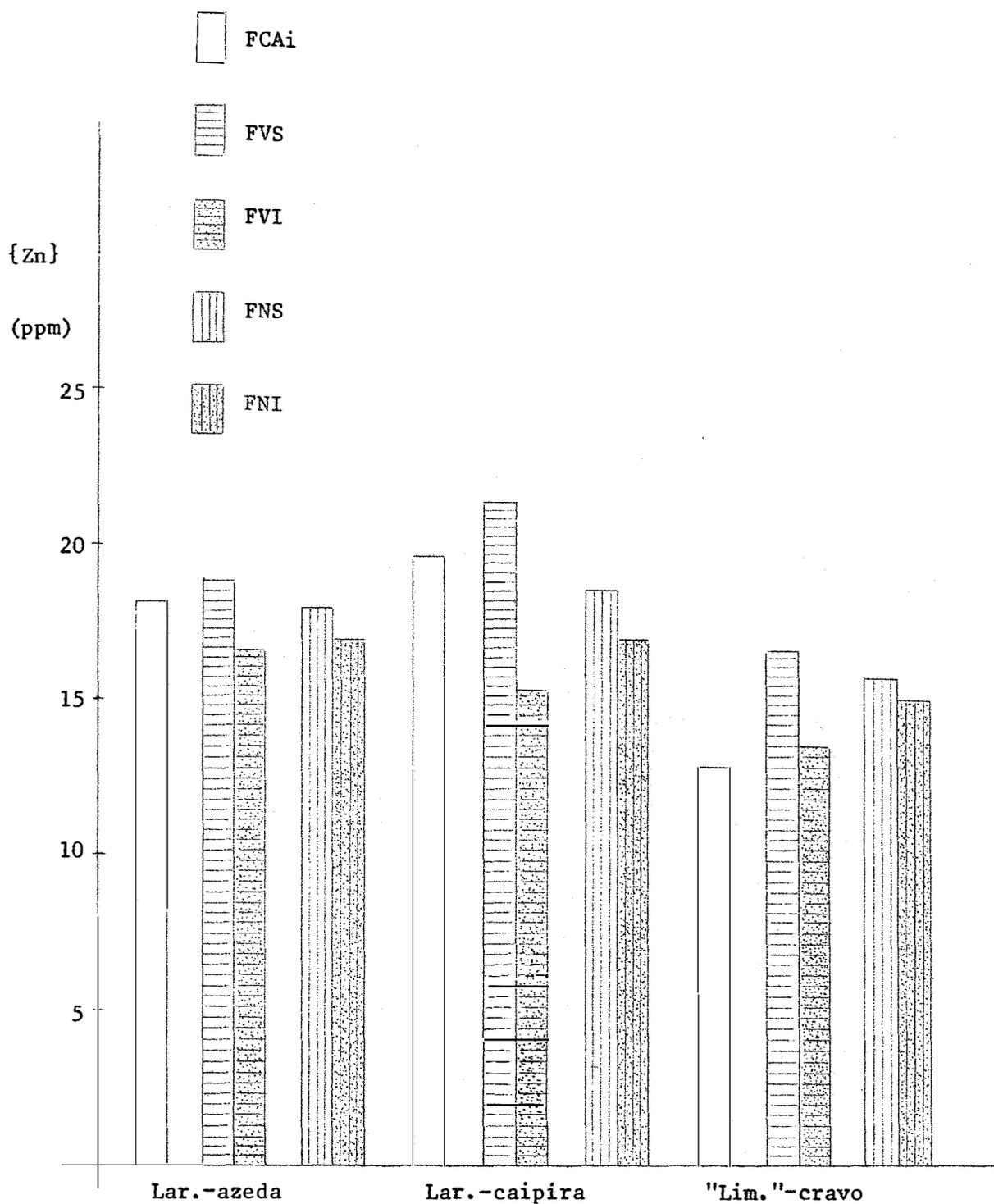


Figura 3 - Concentrações médias de zinco nos tipos de folhas de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa.

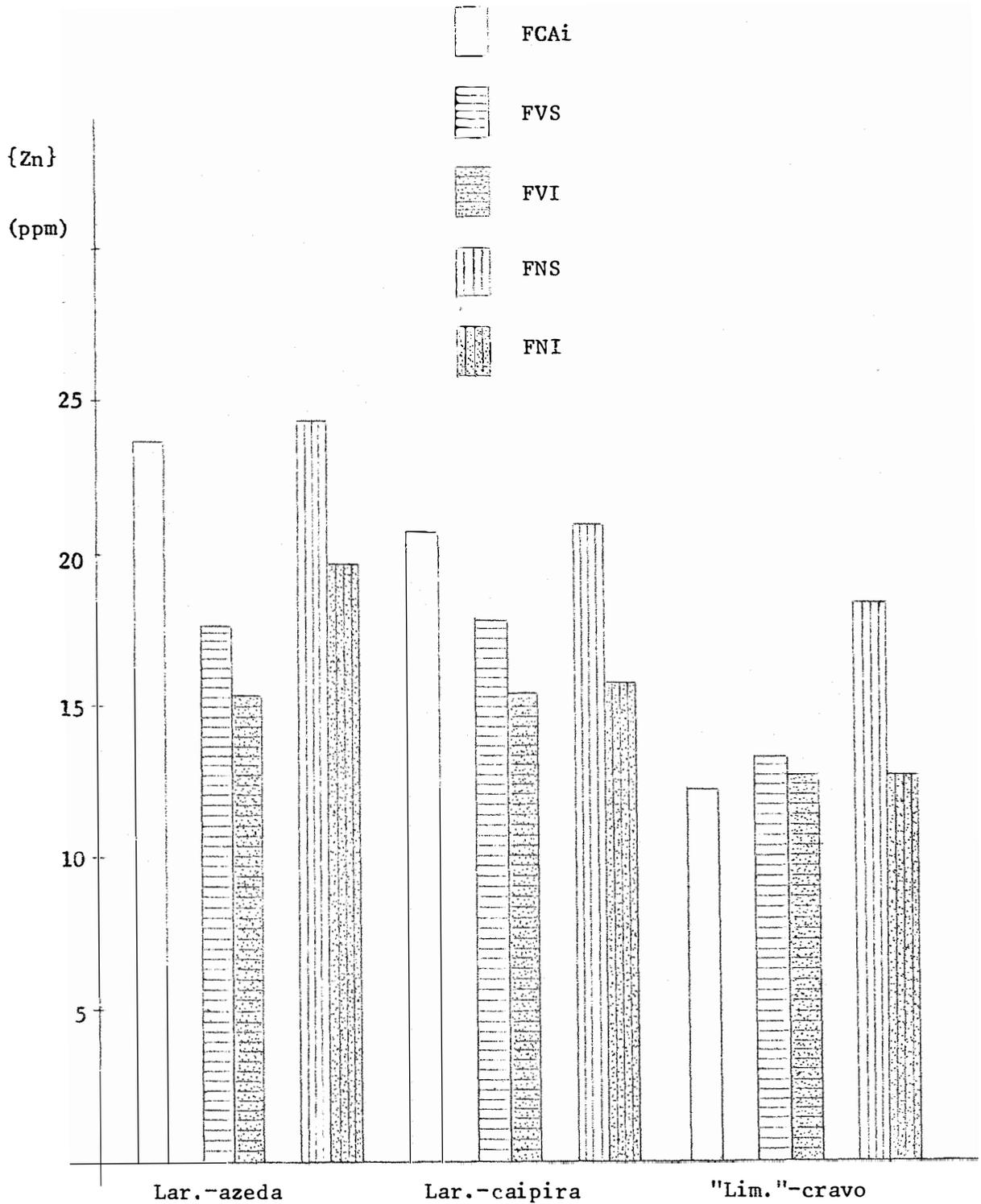


Figura 4 - Concentração de zinco nos tipos de folhas do "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, Swingle), inoculado com o vírus da "Tristeza", e não inoculado, sob a influência de três porta-enxertos.

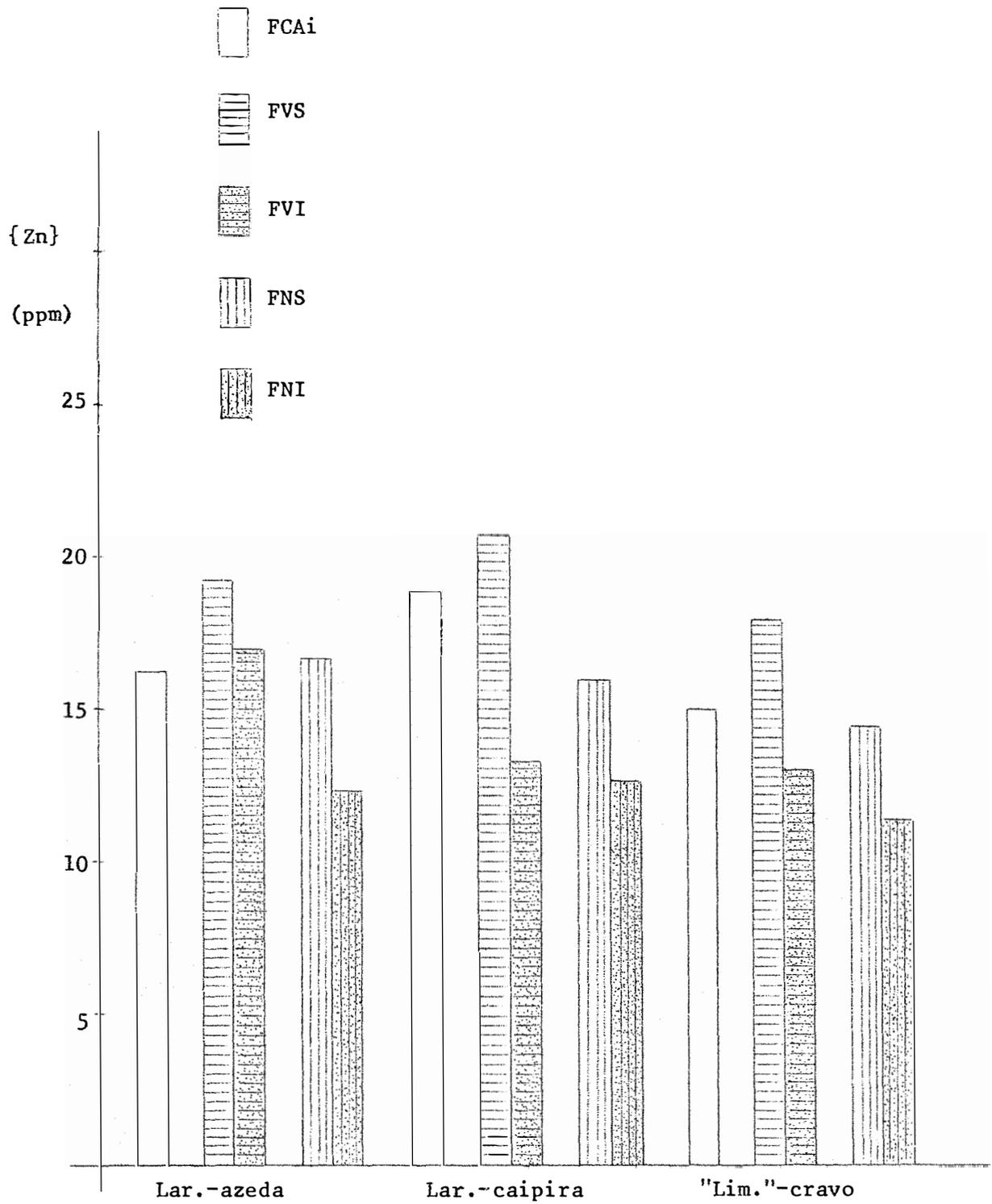


Figura 5 - Concentrações médias de zinco nos tipos de folhas da laranja-pera (*Citrus sinensis*, Osbeck), inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada, sob a influência de três porta-enxertos.

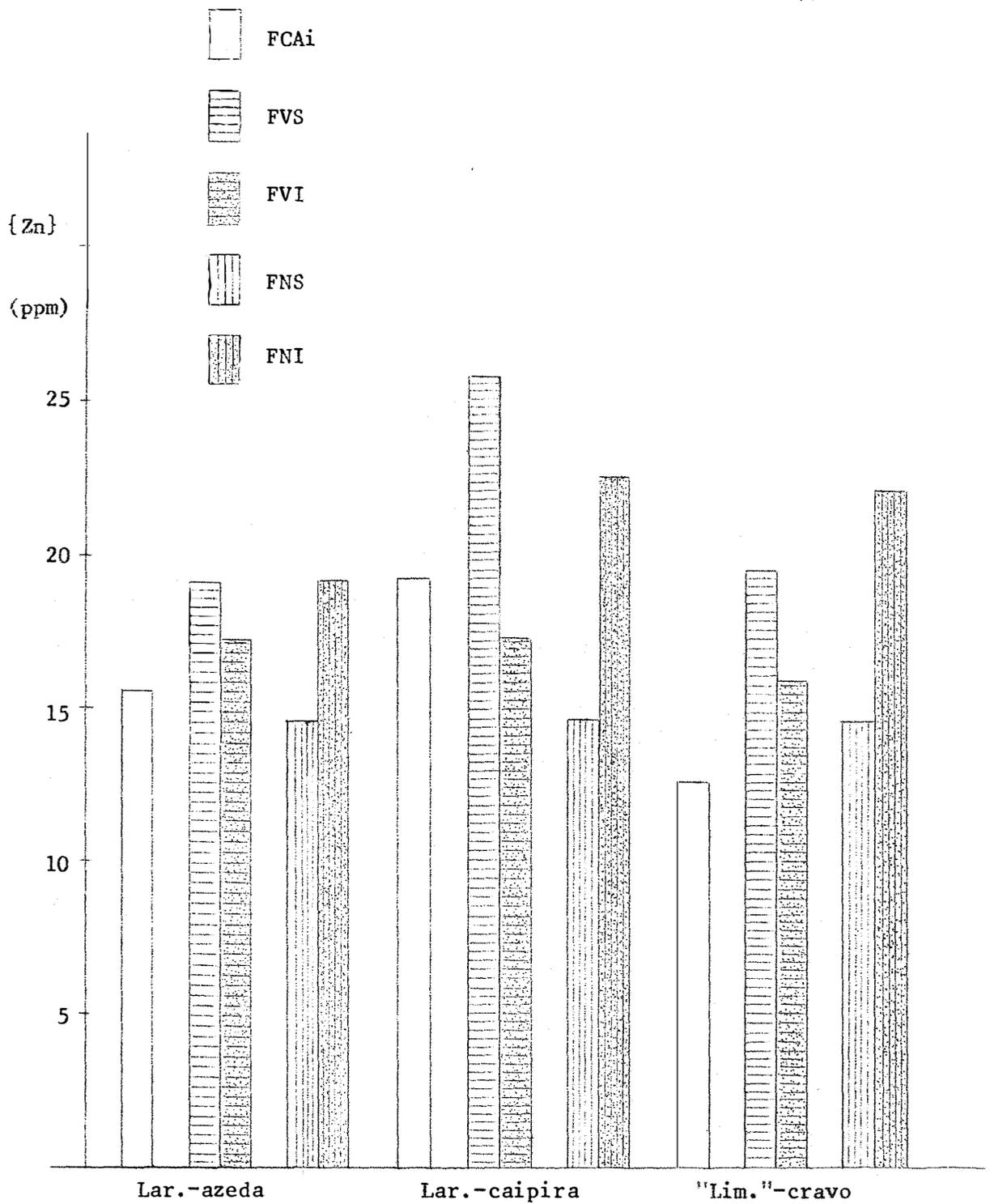


Figura 6 - Concentração média de zinco nos tipos de folhas da laranja-valência (*Citrus sinensis*, Osb.) inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada, sob a influência de três porta-enxertos

QUADRO III - Análise da variância para as concentrações de zinco em cinco tipos de folhas, de três variedades copa de citros (*Citrus spp.*), enxertadas em três porta-enxertos.

Fatores de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Parcelas	26	973,60		
Tratamentos	8	720,53	90,07	6,41**
Copas (C)	2	173,64	86,82	6,17**
Porta-enxertos (PE)	2	328,84	164,42	11,69**
Interação (C x PE)	4	218,05	54,51	3,88
Resíduo (a)	18	253,07	14,06	
*				
Sub-parcelas	134	2.774,00		
Parcelas	26	973,60		
Folhas (Fo)	4	213,41	53,35	4,98**
Interação (Fo x C)	8	608,73	76,09	7,10**
Interação (Fo x PE)	8	100,86	12,61	1,18
Interação (Fo x C x PE)	16	106,47	6,65	0,62
Resíduo (b)	72	770,93	10,71	

Coefficiente de variação para o resíduo (a): 4,41%

Coefficiente de variação para o resíduo (b): 19,25%

(\*) Significativo ao nível 5% de probabilidade

(\*\*) Significativo ao nível 1% de probabilidade

Houve diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre copas (C) , porta-enxertos (PE) , tipos de folhas analisadas (Fo) e para a interação: folhas dentro de variedades copa (Fo x C) .

Não houve diferença significativa para as interações: variedades copa dentro de porta-enxertos (C x PE); tipos de folhas dentro de porta-enxertos (Fo x PE) e tipos de folhas dentro de variedades copa e porta-enxertos (Fo x C x PE).

No quadro IV é apresentada a comparação das médias das concentrações de zinco nos tipos de folhas, em ppm, para cada variedade copa, independentemente dos porta-enxertos, pelo teste Tukey.

QUADRO IV - Comparação das médias das concentrações de zinco nos tipos de folhas, para cada variedade copa, independentemente dos porta-enxertos.

Variedades Copa (C)	ppm de Zn das Folhas (*)
C <sub>3</sub>	18,38 a
C <sub>1</sub>	17,02 a b
C <sub>2</sub>	15,60 b

$\Delta$  5% = 2,14

$\Delta$  1% = 2,94

(\*) As médias seguidas por letras diferentes apresentaram diferença significativa, ao nível 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Observação: A mesma convenção será adotada nos demais quadros de comparação de médias.

Ao nível 5% de probabilidade, o tratamento  $C_3$  foi semelhante ao  $C_1$ , e foi superior ao  $C_2$ ; não houve diferença significativa entre os tratamentos  $C_1$  e  $C_2$ .

A comparação das médias dos teores de zinco nos tipos de folhas, para cada variedade porta-enxerto, independentemente das variedades copa, pelo teste Tukey, é mostrada no quadro V.

QUADRO V - Comparação das médias dos teores de zinco nos tipos de folhas, para cada porta-enxerto, independentemente das variedades copa.

Porta-enxertos (PE)	ppm de Zn nas folhas
PE <sub>2</sub>	18,40 a
PE <sub>1</sub>	17,78 a
PE <sub>3</sub>	14,82 b
$\Delta$ 5% = 2,14	$\Delta$ 1% = 2,94

Os porta-enxertos PE<sub>2</sub> e PE<sub>1</sub> foram semelhantes entre si e superiores ao PE<sub>3</sub>.

Houve diferença significativa, ao nível 1% de probabilidade, para teores de zinco nos tipos de folhas (Fo). Entretanto, este resultado foi afetado pelas variedades copa, visto que a interação (Fo x C) foi significativa, tornando desnecessária sua interpretação.

Para estudar o efeito das variedades copa sobre a concentração de zinco nos tipos de folhas, independentemente dos porta-enxer-

tos, foi efetuado o desdobramento da análise da variância, constante no Quadro VI.

QUADRO VI - Desdobramento da análise da variância para estudo da concentração de zinco nos cinco tipos de folhas, em cada variedade copa, independentemente do porta-enxerto.

Fatores de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Copas (C)	2	173,64	86,82	6,17**
F <sub>o</sub> x C <sub>1</sub>	4	260,09	65,02	6,07**
F <sub>o</sub> x C <sub>2</sub>	4	253,47	63,37	5,92**
F <sub>o</sub> x C <sub>3</sub>	4	308,58	77,15	7,20**
Resíduo (b)	72	770,93	10,71	

(\*\*) Significativo ao nível 1% de probabilidade

Ao nível 1% de probabilidade, houve diferenças significativas para todas as copas testadas.

No quadro VII é apresentada a comparação das médias dos teores de zinco das folhas (ppm), na variedade copa C<sub>1</sub>, pelo teste Tukey.

QUADRO VII - Comparação das médias dos teores de zinco em cada tipo de folha, na variedade copa C<sub>1</sub>, independentemente dos porta-enxertos.

Tipos de Folhas (F <sub>o</sub> )	ppm de Zn nas folhas
FNS	20,89 a
FCAi	18,56 a b
FVS	15,89 b c
FNI	15,67 b c
FVI	14,11 c

$\Delta 5\% = 4,08$

$\Delta 1\% = 5,02$

Ao nível 5% de probabilidade, o tratamento FNS foi semelhante ao FCAi e superior a todos os demais ; o tratamento FCAi foi semelhante aos tratamentos FVS e FNI e foi superior ao FVI ; e, não houve diferença significativa entre os tratamentos FVS , FNI e FVI .

A comparação das médias, pelo teste Tukey, dos teores de zinco dos tipos de folhas (ppm) , dentro da variedade copa C<sub>2</sub> , independentemente dos porta-enxertos, é mostrada no quadro VIII.

QUADRO VIII - Comparação das médias dos teores de zinco nos tipos de folhas, na variedade copa C<sub>2</sub>, e independentemente dos porta-enxertos.

Tipo de Folhas (Fo)	ppm de Zn nas folhas
FVS	19,33 a
FCAi	16,44 a b
FNS	15,67 b c
FVI	14,44 b c
FNI	12,11 c

$\Delta$  5% = 4,08

$\Delta$  1% = 5,02

Ao nível 5% de probabilidade, o tratamento FVS foi semelhante ao FCAi, e foi superior a todos os demais; o tratamento FCAi foi semelhante aos tratamentos FNS e FVI, e foi superior ao FNI; e, não houve diferença significativa entre os tratamentos FNS, FVI e FNI.

A comparação, pelo teste Tukey, entre as médias dos teores de zinco das folhas (ppm), dentro da variedade copa C<sub>3</sub>, independentemente dos porta-enxertos, é apresentada no quadro IX.

QUADRO IX - Comparação das médias dos teores de zinco nos tipos de folhas, na variedade copa C<sub>3</sub>, independentemente dos porta-enxertos.

Tipos de Folhas (F <sub>0</sub> )	ppm de Zn das folhas
FVS	21,56 a
FNI	21,44 a
FVI	16,99 b
FNS	16,00 b
FCAi	15,89 b

$\Delta$  5% = 4,08

$\Delta$  1% = 5,02

Ao nível 5% de probabilidade, os tratamentos FVS e FNI foram semelhantes entre si, e superiores a todos os demais; não houve diferença significativa entre os tratamentos FVI, FNS e FCAi.

#### 4.2 - PESO DA MATÉRIA SECA DOS TIPOS DE FOLHAS

Com o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados relativos à concentração de zinco nas folhas, foram elaboradas as figuras de números 7 a 12, contendo os gráficos relativos ao peso médio de matéria seca dos diversos tipos de folhas analisadas.

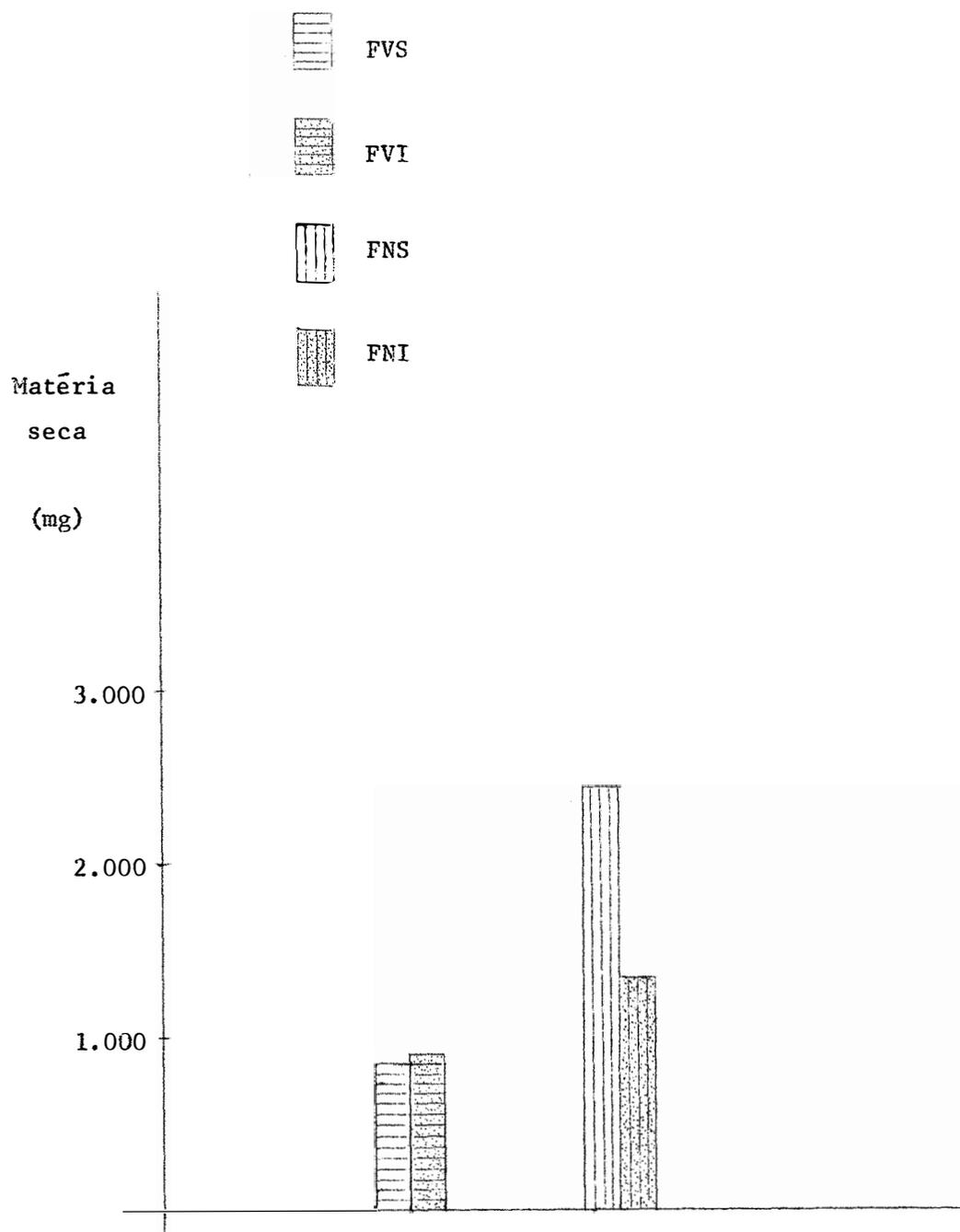


Figura 7 - Peso médio da matéria seca dos tipos de folhas de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa e dos porta-enxertos.

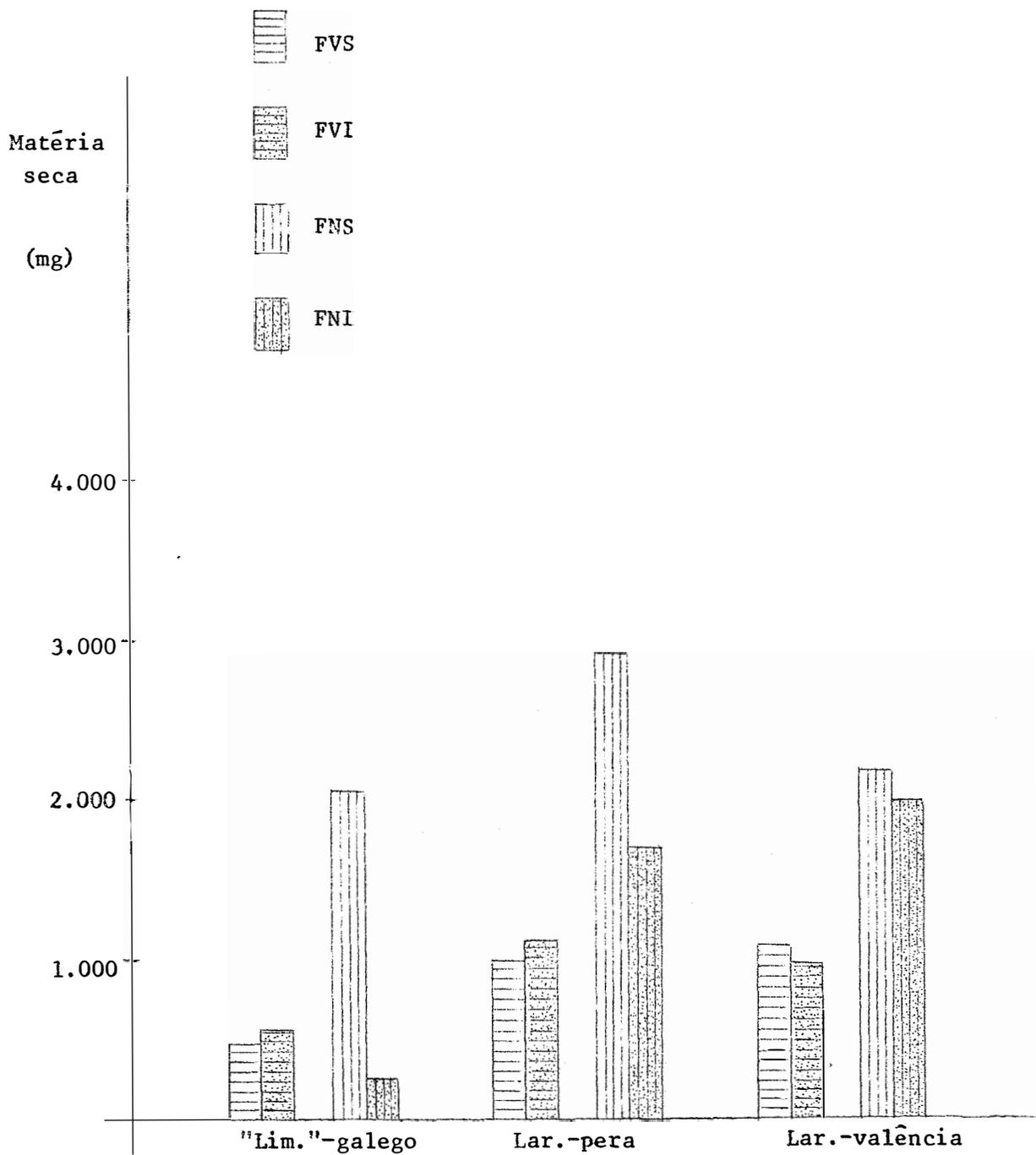


Figura 8 - Peso médio da matéria seca dos tipos de folhas de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente dos porta-enxertos.

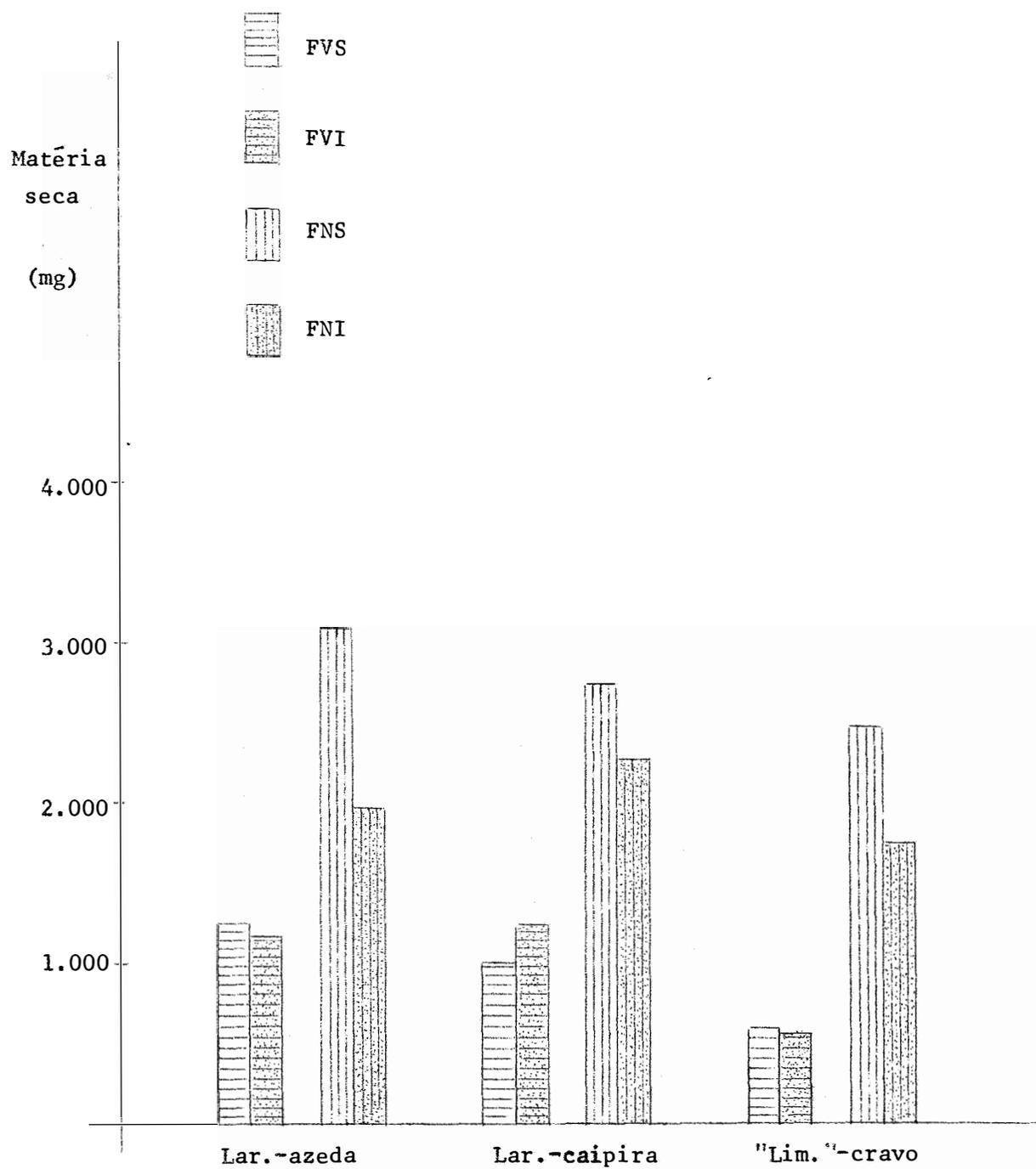


Figura 9 - Peso médio da matéria seca dos tipos de folhas de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa.

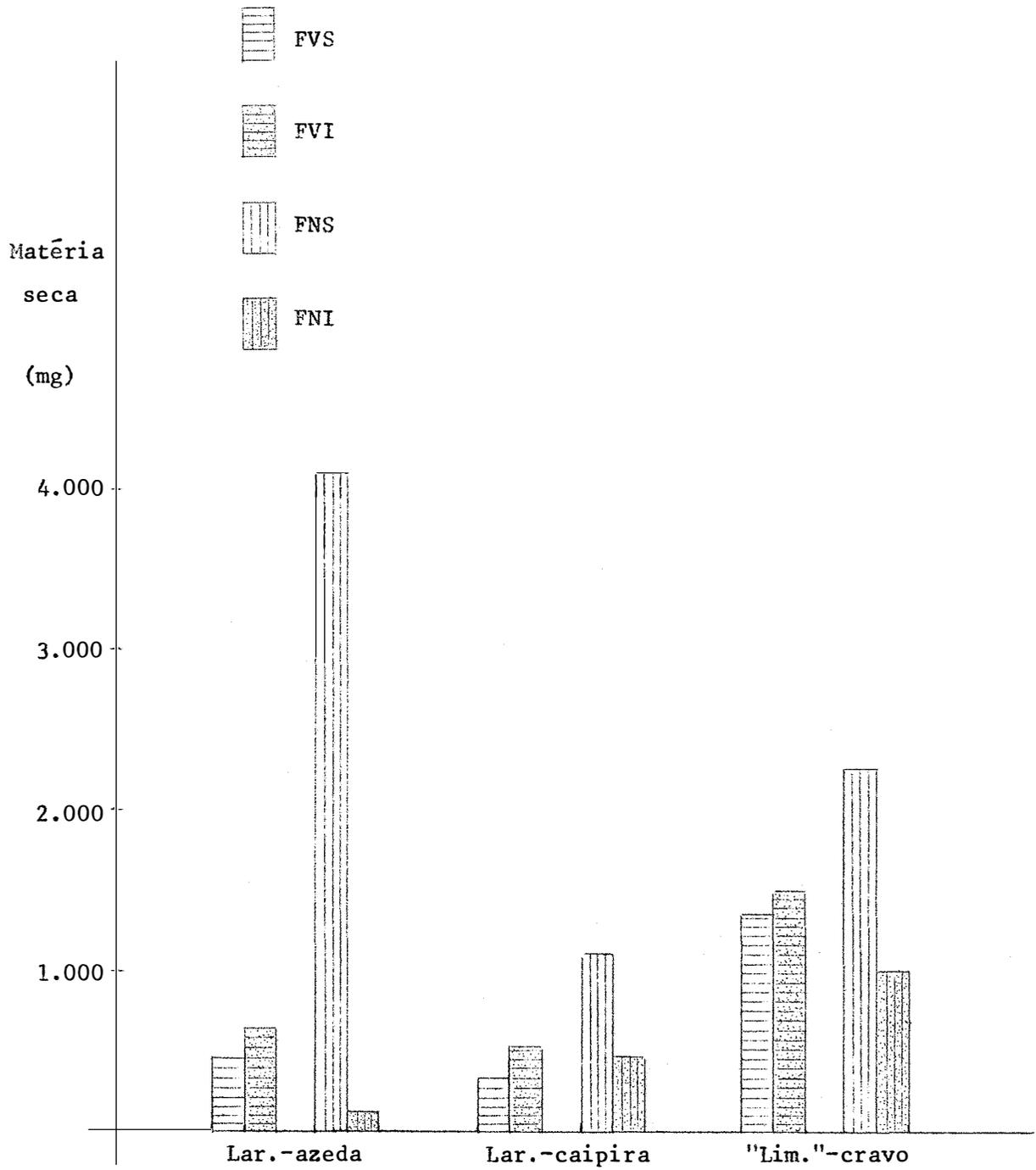


Figura 10 - Peso médio da matéria seca dos tipos de folhas do "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, Swingle), inoculado com o vírus da "Tristeza", e não inoculado, sob a influência de três porta-enxertos.

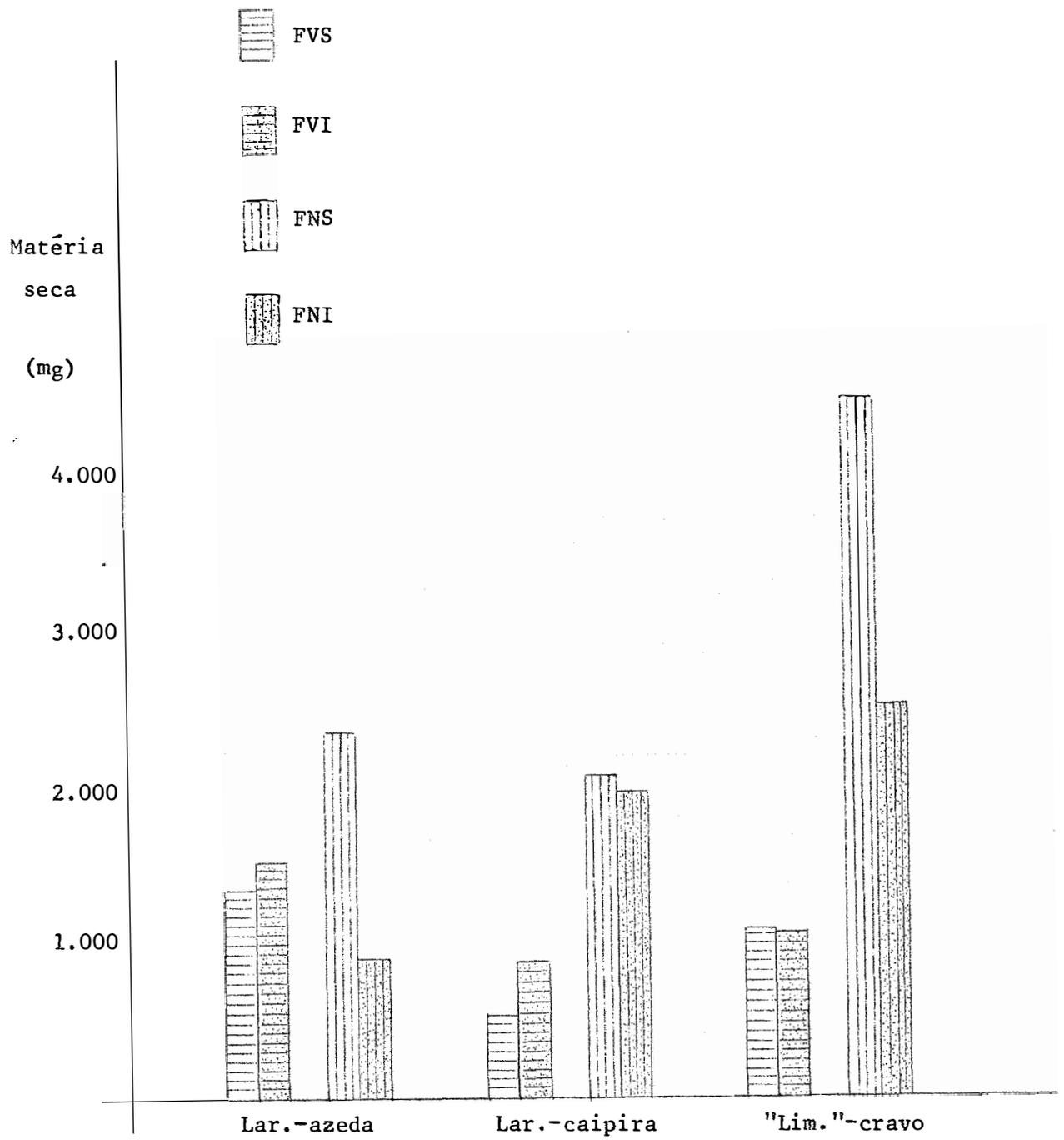


Figura 11 - Peso médio da matéria seca dos tipos de folhas da laranja-pera (*Citrus sinensis*, Osb.), inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada, sob a influência de três porta-enxertos.

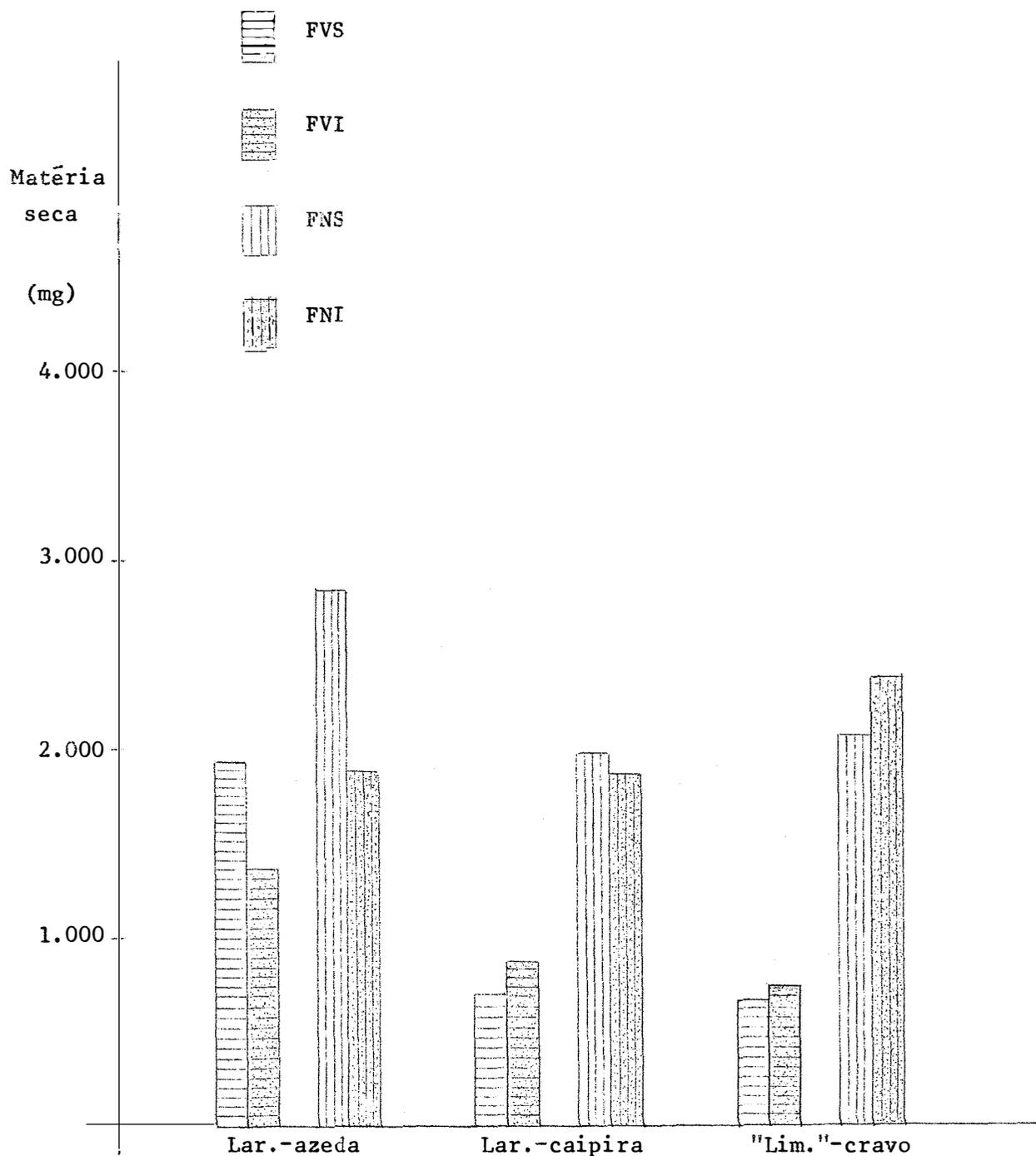


Figura 12 - Peso médio da matéria seca dos tipos de folhas da laranja-valência (*Citrus sinensis*, Osb.), inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada, sob a influência de três porta-enxertos.

#### 4.3 - CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NOS TIPOS DE SEGMENTOS DE CAULES

Os resultados completos, obtidos com relação aos teores de zinco (ppm), nos quatro tipos de segmentos de caule, são apresentados no quadro X .

No quadro XI são mostradas as médias dos teores de zinco dos tipos de segmentos de caule, em função das diversas combinações de enxertia testadas.

Para facilitar a interpretação dos resultados, nas figuras 13 a 18 são apresentados gráficos, agrupando distintamente, os teores de zinco, referentes aos cinco tipos de segmentos de caules, contrastando as influências ocorridas.

No quadro XII é apresentada a análise da variância dos resultados.

QUADRO X - Níveis de concentração de zinco (ppm), na matéria seca de quatro tipos de segmentos de caules, de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, e formadas pelas combinações de enxertia entre três variedades das copa e três porta-enxertos.

Variedades Copa (C)	Variedades Porte-enxerto (PE)	Tipos de Cau- les (Ca)	Repetições			Totais	
			1	2	3		
"Limoeiro"-galego (C <sub>1</sub> )	Laranjeira-azeda (PE <sub>1</sub> )	CaVS	11	13	12	36	
		CaVI	8	12	12	30	
		CaNS	13	10	15	38	
		CaNI	7	9	10	26	
	Total C <sub>1</sub> /PE <sub>1</sub>			37	44	49	130
	Laranjeira-caipira (PE <sub>2</sub> )	CaVS	27	9	18	52	
		CaVI	22	10	22	54	
		CaNS	18	9	12	37	
		CaNI	10	11	8	29	
	Total C <sub>1</sub> /PE <sub>2</sub>			75	39	58	172
	"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	CaVS	8	9	11	28	
		CaVI	8	12	18	38	
CaNS		18	12	9	39		
CaNI		13	10	11	34		
Total C <sub>1</sub> /PE <sub>3</sub>			47	43	47	137	
Laranjeira-pere (C <sub>2</sub> )	Laranjeira-azeda (PE <sub>1</sub> )	CaVS	21	28	27	77	
		CaVI	14	28	22	62	
		CaNS	28	13	22	61	
		CaNI	13	12	18	44	
	Total C <sub>2</sub> /PE <sub>1</sub>			74	80	80	244
	Laranjeira-caipira (PE <sub>2</sub> )	CaVS	15	23	21	59	
		CaVI	21	25	23	69	
		CaNS	15	15	18	48	
		CaNI	18	18	19	55	
	Total C <sub>2</sub> /PE <sub>2</sub>			69	81	79	229
	"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	CaVS	14	14	13	41	
		CaVI	21	15	17	53	
CaNS		12	10	18	38		
CaNI		14	11	12	37		
Total C <sub>2</sub> /PE <sub>3</sub>			61	50	58	189	
Laranjeira-valência (C <sub>3</sub> )	Laranjeira-azeda (PE <sub>1</sub> )	CaVS	10	8	10	28	
		CaVI	18	17	18	52	
		CaNS	20	23	18	62	
		CaNI	14	22	15	51	
	Total C <sub>3</sub> /PE <sub>1</sub>			63	70	60	193
	Laranjeira-caipira (PE <sub>2</sub> )	CaVS	30	25	23	78	
		CaVI	28	20	21	69	
		CaNS	27	11	13	51	
		CaNI	21	20	18	59	
	Total C <sub>3</sub> /PE <sub>2</sub>			98	78	61	255
	"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	CaVS	16	15	17	48	
		CaVI	11	15	18	42	
CaNS		11	18	12	41		
CaNI		11	19	13	40		
Total C <sub>3</sub> /PE <sub>3</sub>			49	64	58	171	
T O T A I S			573	547	580	1.700	

QUADRO XI - Médias das concentrações de zinco (ppm), na matéria seca, de quatro tipos de segmentos de caules de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus de "Tristeza", e não inoculadas, for-  
madas pelas combinações de enxertia entre três variedades cops e três porte-enxertos.

Tipos de Cau- les (Ca)	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>			C <sub>3</sub>			Médias (Ca)
	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	
CaVS	12,00	17,33	9,33	25,67	19,67	13,67	9,33	28,00	18,00	16,56
CaVI	10,00	16,00	12,00	20,67	23,00	17,67	17,33	20,33	14,00	17,00
CaNS	12,67	12,33	13,00	20,33	15,33	12,67	20,67	19,00	13,67	15,52
CaNI	6,67	9,67	11,33	14,67	16,33	12,33	17,00	19,67	13,33	13,66
Médias (C) (PE)	10,63	14,33	11,42	20,33	19,06	14,06	18,06	21,25	14,25	

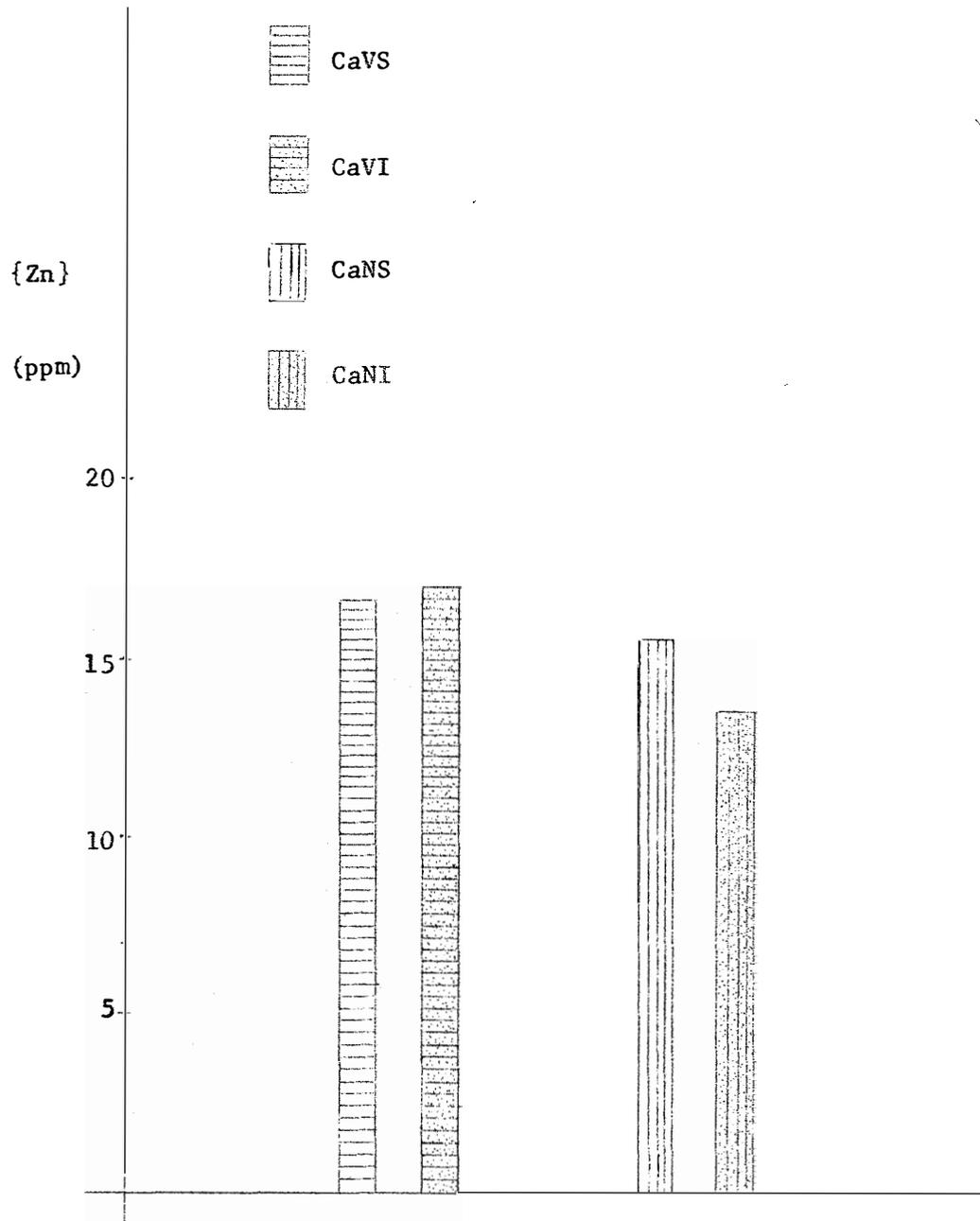


Figura 13 - Concentração média de zinco nos tipos de segmentos de caules de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa e dos porta-enxertos.

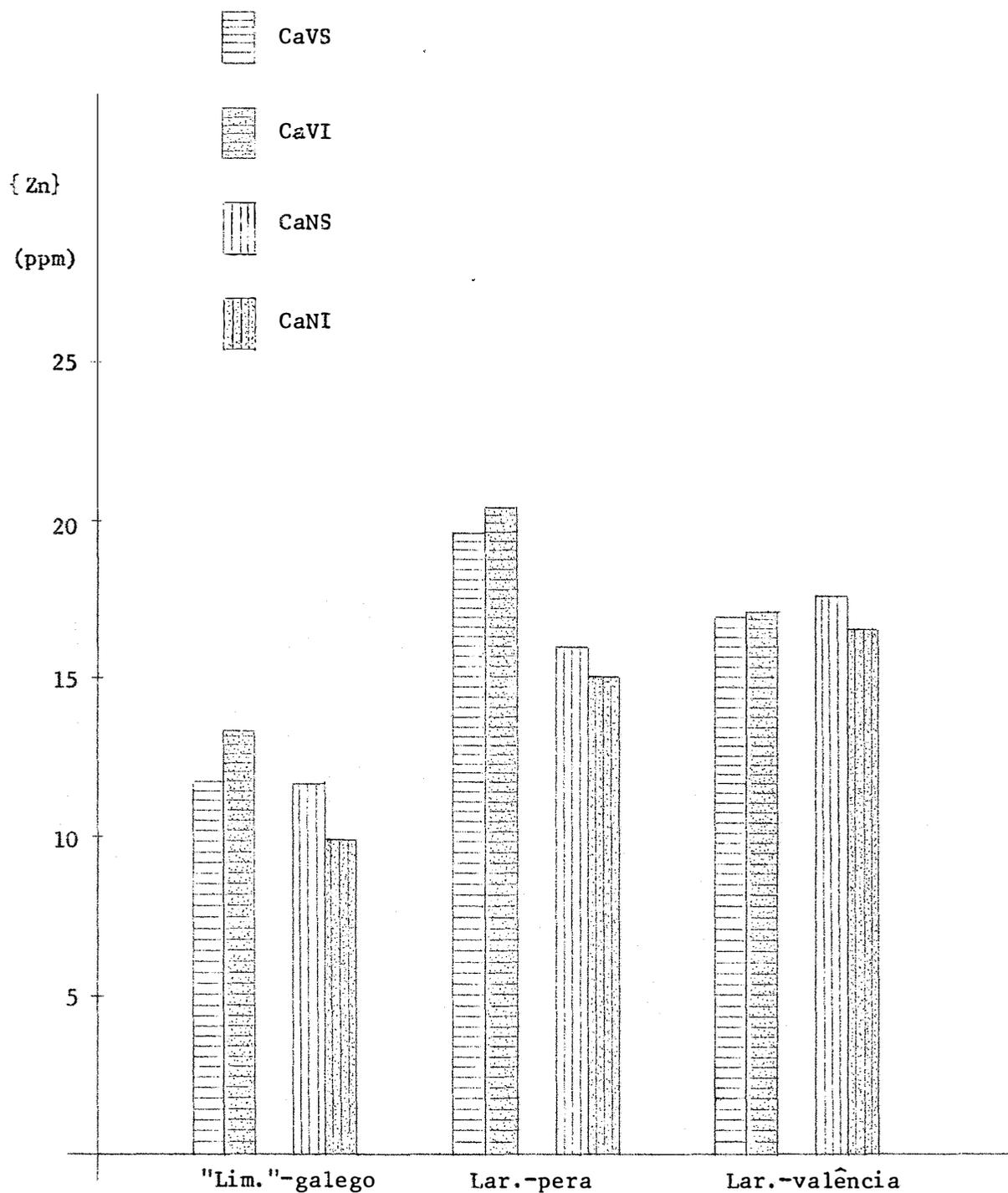


Figura 14 - Concentração média de zinco nos tipos de segmentos dos caules de três variedades copa de citros (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente dos porta-enxertos.

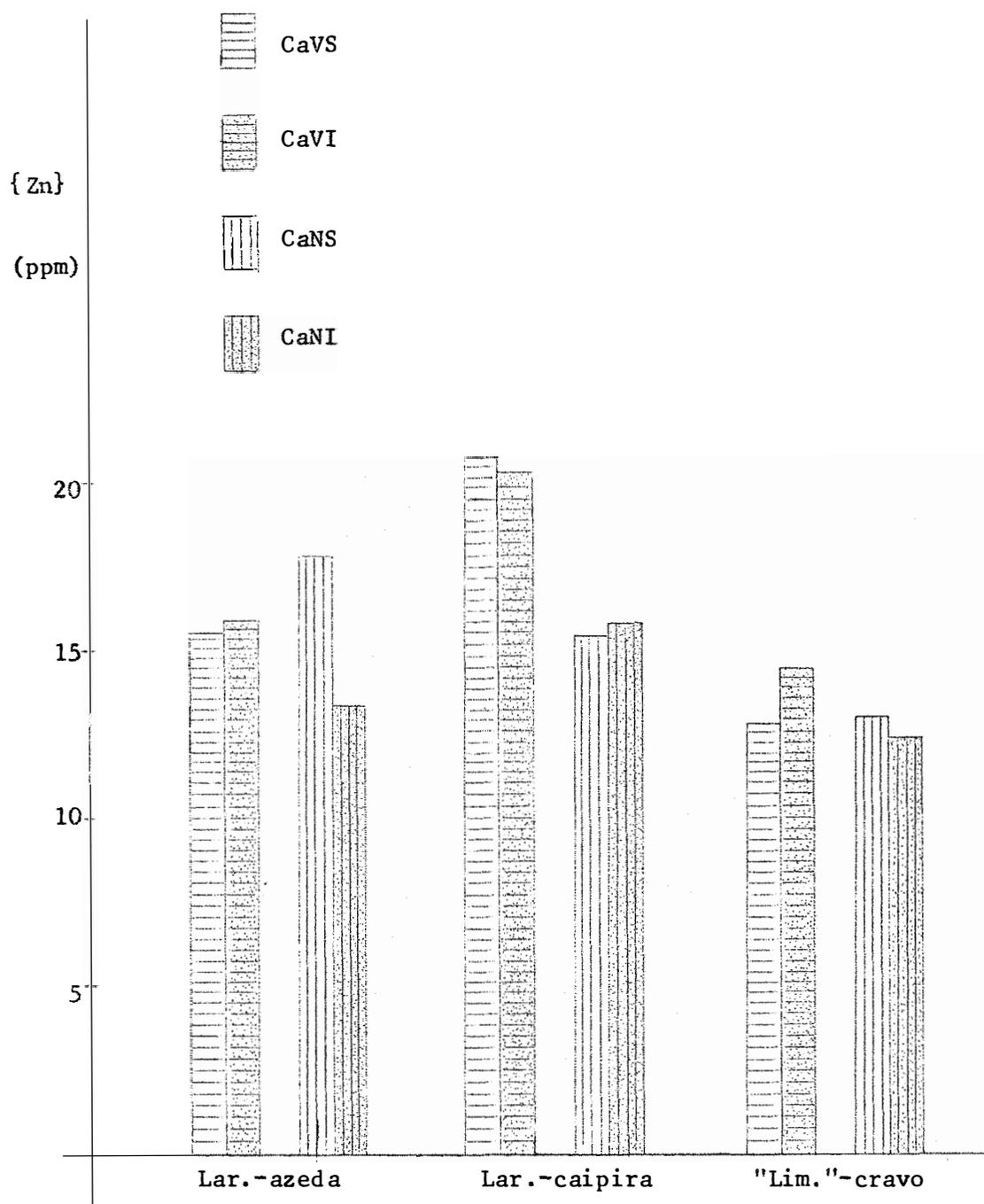


Figura 15 - Concentração média de zinco nos tipos de segmentos de caules de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa.

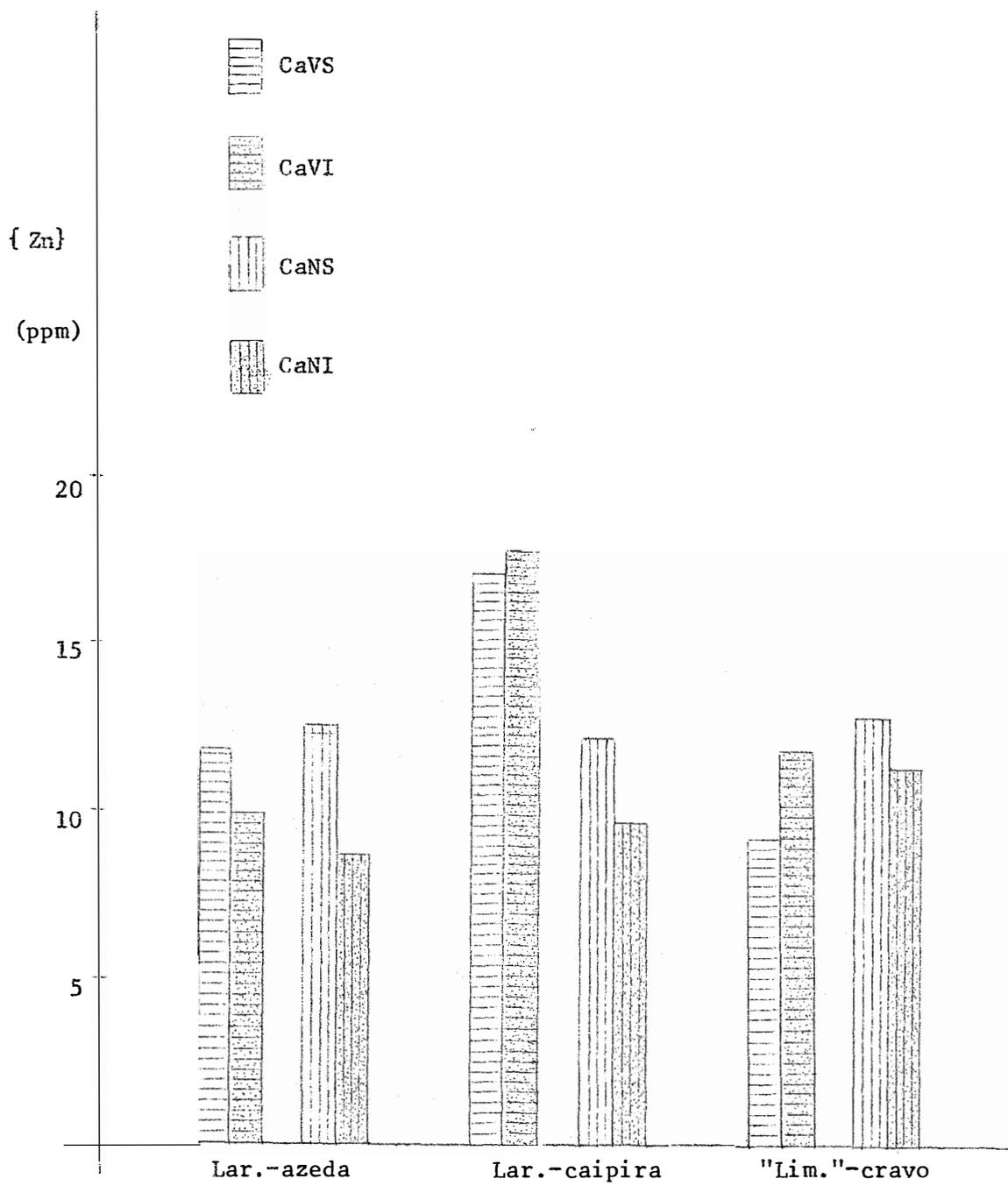


Figura 16 - Concentração média de zinco nos tipos de segmentos de caule do "limoeiro"-galego (*Citrus aurantiifolia*, Swingle), inoculado com o vírus da "Tristeza", e não inoculado, sob a influência de três porta-enxertos.

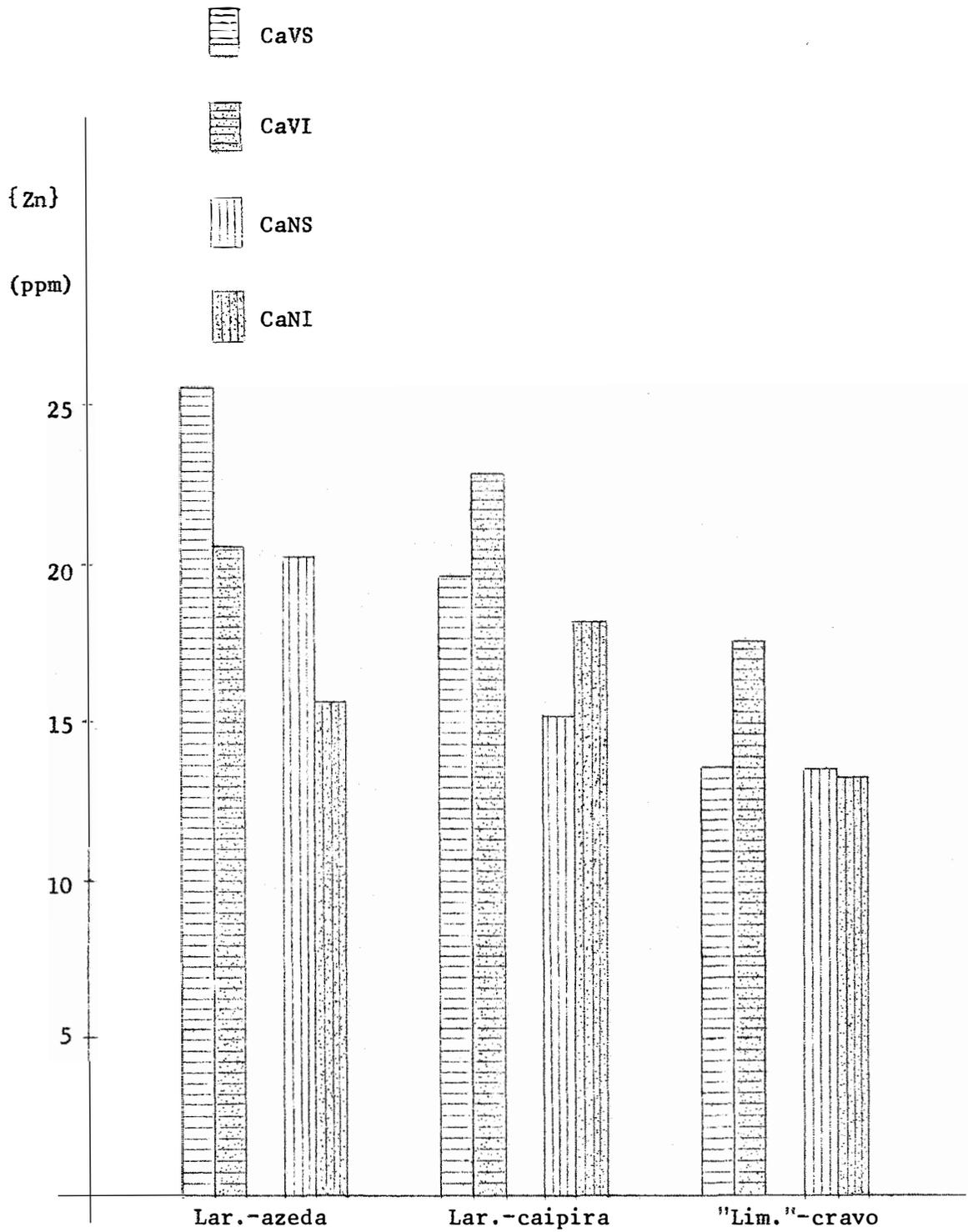


Figura 17 - Concentração média de zinco nos tipos de segmentos de caules da laranjeira-pera (*Citrus sinensis*, Osb.), inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada, sob a influência de três porta-enxertos.

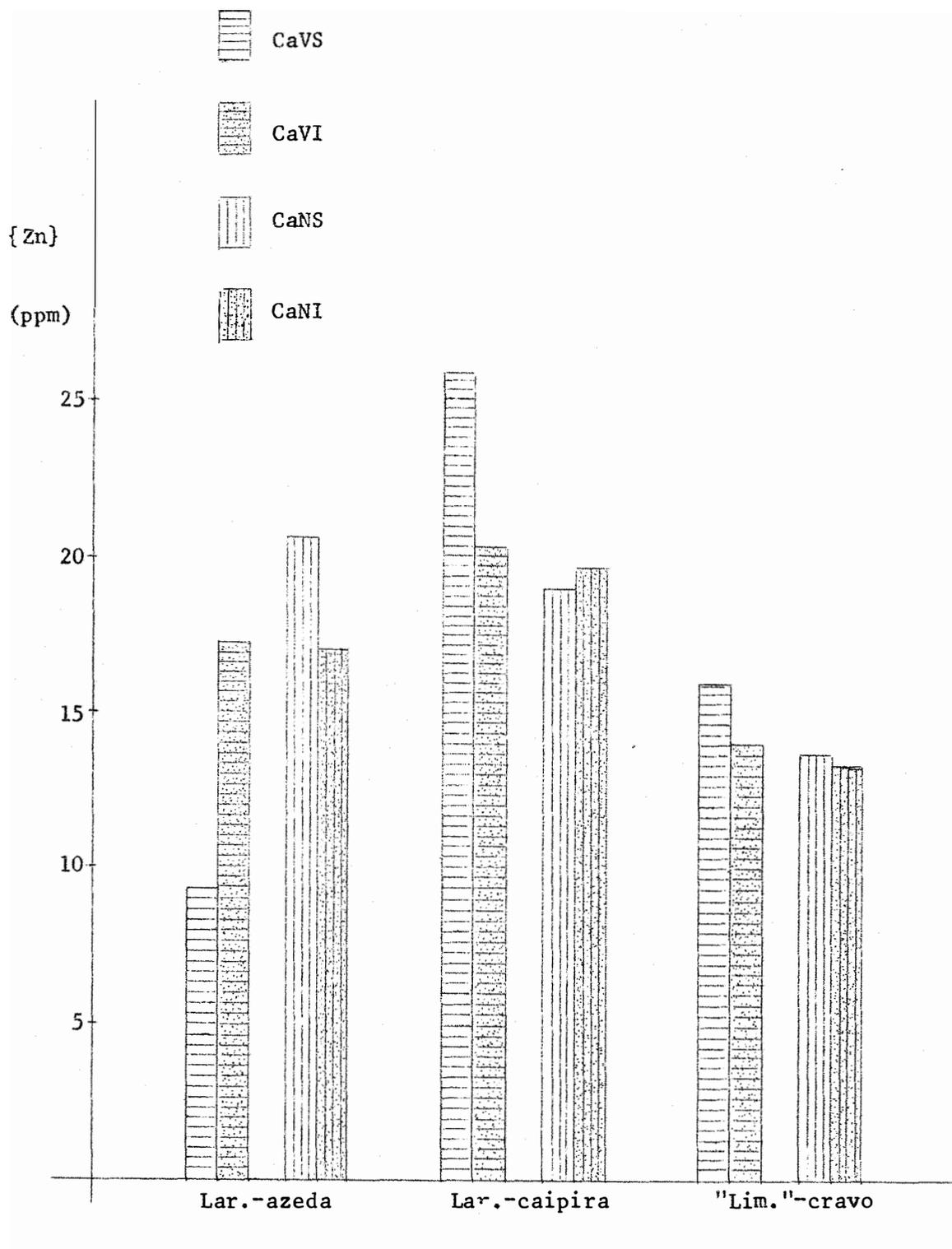


Figura 18 - Concentração média de zinco nos tipos de segmentos de caules da laranja-valência (*Citrus sinensis*, Osb.), inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada, sob a influência de três porta-enxertos.

QUADRO XII - Análise da variância para as concentrações de zinco em cinco tipos de segmentos de caules, de três variedades copa de citros (*Citrus spp.*), enxertadas sobre três porta-enxertos.

Fatores de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Parcelas	26	1.710,24		
Tratamentos	8	1.349,57	168,69	8,28**
Copas (C)	2	686,46	343,23	16,85**
Porta-enxertos (PE)	2	445,02	222,51	10,92**
Interação (C x PE)	4	218,09	54,52	2,68
Resíduo (a)	18	366,67	20,37	
Sub-parcelas	107	3.186,74		
Parcelas	26	1.710,24		
Caules (Ca)	3	154,67	51,56	4,35**
Interação (Ca x C)	6	101,83	16,97	1,43
Interação (Ca x PE)	6	185,49	30,92	2,61*
Interação (Ca x C x PE)	12	394,51	32,87	2,77*
Resíduo (b)	54	640,00	11,85	

Coeficiente de variação para resíduo (a): 7,15%

Coeficiente de variação para resíduo (b): 21,87%

(\*) Significativo ao nível 5% de probabilidade

(\*\*) Significativo ao nível 1% de probabilidade

Ao nível 1% de probabilidade houve diferenças significativas entre variedades copa (C) , porta-enxertos (PE) e entre tipos de segmentos de caules (Ca).

Ao nível 5% de probabilidade, foram significativas as interações: (Ca x PE) e (Ca x C x PE) ; e não foram significativas as interações: (C x PE) e (Ca x C).

A comparação das médias dos teores de zinco (ppm), de cada tipo de segmento de caule, independentemente das variedades copa e dos porta-enxertos, pelo teste Tukey, é apresentada no quadro XIII.

QUADRO XIII - Comparação das médias dos teores de zinco nos tipos de segmentos de caules, independentemente das variedades copa e dos porta-enxertos-

Tipos de Caules (Ca)	ppm de Zn nos caules
CaVI	17,00 a
CaVS	16,56 a b
CaNS	15,52 b
CaNI	13,89 c

$\Delta$  5% = 1,19                       $\Delta$  1% = 1,56

O fato de a interação tripla (Ca x C x PE) haver sido significativa, mostra que estes resultados são diferentes nas diversas combinações de enxertia. Contudo, para os propósitos desta investigação, foram eles considerados úteis.

O tratamento CaVI foi semelhante ao CaVS e superior a todos os demais ; o tratamento CaVS foi semelhante ao CaNS e ambos foram superiores ao tratamento CaNI.

A comparação das médias dos teores de zinco dos caules (ppm), em cada variedade copa, independentemente dos porta-enxertos, pelo teste Tukey, encontra-se no quadro XIV.

QUADRO XIV - Comparação das médias dos teores de zinco nos caules, nas variedades copa, e independentemente dos porta-enxertos.

Típos de Copas (C)	ppm de Zn dos Caules
C <sub>2</sub>	17,83 a
C <sub>3</sub>	17,19 a
C <sub>1</sub>	12,19 b

$$\Delta 5\% = 2,57$$

$$\Delta 1\% = 3,52$$

Aos níveis 5 e 1% de probabilidade, os tratamentos C<sub>2</sub> e C<sub>3</sub> foram semelhantes entre si e superiores ao C<sub>1</sub>.

No quadro XV mostra-se, pelo teste Tukey, a comparação das médias dos teores de zinco (ppm), dos caules, em cada porta-enxerto, independentemente das variedades copa.

QUADRO XV - Comparação das médias dos teores de zinco nos caules, para cada variedade porta-enxerto, independentemente das variedades copa.

Porta-enxertos (PE)	ppm de Zn dos Caules
PE <sub>2</sub>	18,22 a
PE <sub>1</sub>	15,75 a b
PE <sub>3</sub>	13,25 b

$$\Delta 5\% = 2,57$$

$$\Delta 1\% = 3,52$$

Aos níveis 5% e 1% de probabilidade, o tratamento PE<sub>2</sub> foi semelhante ao PE<sub>1</sub>, e foi superior ao PE<sub>3</sub>; e, não houve diferença significativa entre os tratamentos PE<sub>1</sub> e PE<sub>3</sub>.

A interação (Ca x PE) foi significativa, mostrando que os teores de zinco dos segmentos de caules se comportaram de forma diferente nos porta-enxertos testados. Entretanto, a interação tripla (Ca x C x PE) também foi significativa, tornando desnecessário o estudo da interação (Ca x PE).

Com o objetivo de estudar o efeito de cada combinação de enxertia, sobre os teores de zinco (ppm), nos tipos de segmentos de caules, foi realizado o desdobramento da análise da variância, constante do quadro XVI.

QUADRO XVI - Desdobramento da análise da variância, para estudo do efeito de cada combinação de enxertia, sobre a concentração de zinco em cada tipo de segmento de caule.

Fatores de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Interação (C x PE)	4	218,09	54,52	2,68
Ca x C <sub>1</sub> x PE <sub>1</sub>	3	30,34	10,11	0,85
Ca x C <sub>1</sub> x PE <sub>2</sub>	3	144,67	48,22	4,07*
Ca x C <sub>1</sub> x PE <sub>3</sub>	3	21,59	7,20	0,61
Ca x C <sub>2</sub> x PE <sub>1</sub>	3	182,00	60,67	5,12**
Ca x C <sub>2</sub> x PE <sub>2</sub>	3	90,92	30,31	2,56
Ca x C <sub>2</sub> x PE <sub>3</sub>	3	54,25	14,75	1,24
Ca x C <sub>3</sub> x PE <sub>1</sub>	3	206,92	68,97	5,82**
Ca x C <sub>3</sub> x PE <sub>2</sub>	3	92,92	30,97	2,61
Ca x C <sub>3</sub> x PE <sub>3</sub>	3	12,92	4,31	0,36
Resíduo (b)	54	640,00	11,85	

(\*) Significativo ao nível 5% de probabilidade

(\*\*) Significativo ao nível 1% de probabilidade

Ao nível de 1% de probabilidade, houve diferença significativa entre os teores de zinco dos segmentos de caules, nas combinações de enxertia C<sub>2</sub> x PE<sub>1</sub> e C<sub>3</sub> x PE<sub>1</sub>. Na combinação de enxertia C<sub>1</sub> x PE<sub>2</sub>, a diferença foi significativa somente ao nível 5% de probabilidade.

Nas demais combinações de enxertia não houve diferença significativa, entre os teores de zinco dos tipos de segmentos de caules.

No quadro XVII consta a comparação das médias dos teores de zinco (ppm), para cada tipo de segmento de caule, para a combinação  $C_1 \times PE_2$ , feita pelo teste Tukey.

QUADRO XVII - Comparação das médias dos teores de zinco em cada tipo de segmento de caule, na combinação de enxertia  $C_1 \times PE_2$ .

Tipos de Caules	ppm de Zn nos Caules
CaVI	18,00 a
CaVS	17,33 a
CaNS	12,33 a b
CaNI	9,67 b

$\Delta 5\% = 6,67$

$\Delta 1\% = 8,69$

Ao nível 5% de probabilidade, os tratamentos CaVI e CaVS foram semelhantes entre si e ao tratamento CaNS, e ambos foram superiores ao CaNI. Não houve diferença significativa entre os tratamentos CaNS e CaNI.

No quadro XVIII consta a comparação das médias dos teores de zinco (ppm) , de cada tipo de segmento de caule, na combinação de enxertia  $C_2 \times PE_1$  , pelo teste Tukey.

QUADRO XVIII - Comparação das médias dos teores de zinco em cada tipo de segmento de caule, na combinação de enxertia  $C_2 \times PE_1$  . .

Tipos de Segmentos de Caules	ppm de Zn nos Caules
CaVS	25,67 a
CaVI	20,67 a b
CaNS	20,33 a b
CaNI	14,67 b

$\Delta$  5% = 6,67

$\Delta$  1% = 8,69

Aos níveis 5% e 1% de probabilidade, o tratamento CaVS foi semelhante aos tratamentos CaVI e CaNS , e foi superior ao tratamento CaNI. Não houve diferença significativa entre os tratamentos CaVI , CaNS e CaNI.

No quadro XIX é apresentada a comparação das médias dos teores de zinco (ppm) , de cada tipo de segmento de caule, na combinação de enxertia  $C_3 \times PE_1$  , pelo teste Tukey.

QUADRO XIX - Comparação das médias dos teores de zinco em cada tipo de segmento de caule, na combinação de enxertia C<sub>3</sub> x PE<sub>1</sub> .

Tipos de Segmentos de Caules	ppm de Zn nos Caules
CaNS	20,67 a
CaVI	17,33 a
CaNI	17,00 a
CaVS	9,33 b

$\Delta$  5% = 6,67

$\Delta$  1% = 8,69

Ao nível 5% de probabilidade, os tratamentos CaNS , CaVI e CaNI foram semelhantes entre si, e foram superiores ao CaVS.

#### 4.4 - PESO DA MATÉRIA SECA DOS TIPOS DE SEGMENTOS DE CAULES

Com o objetivo de facilitar a interpretação dos resultados relativos à concentração de zinco nos caules, foram elaboradas as figuras de números 19 a 24 , para através delas apresentar os gráficos referentes aos pesos da matéria seca obtidos em cada tipo de segmento de caule analisado.

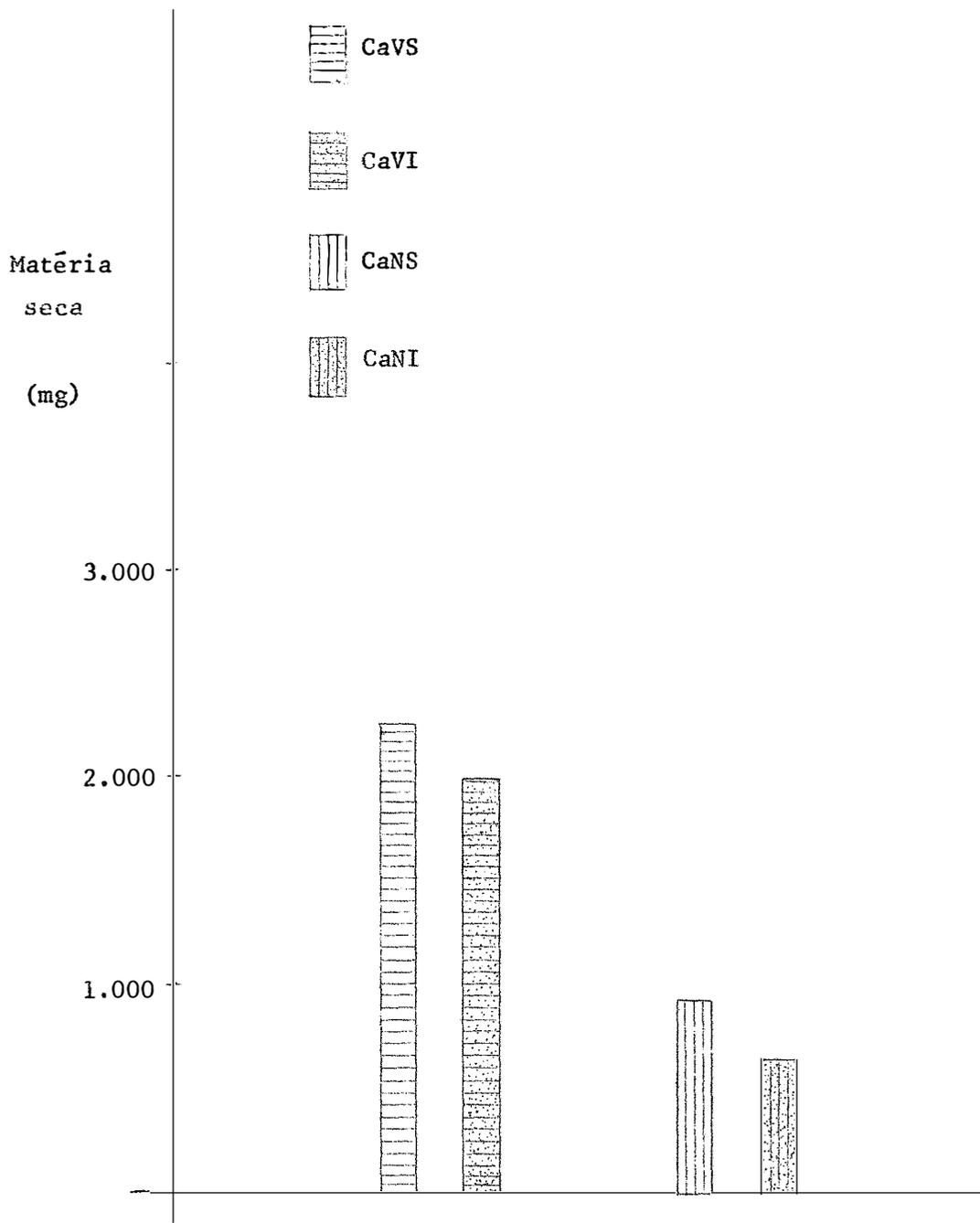


Figura 19 - Peso médio da matéria seca dos tipos de segmentos de caules de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa e das porta-enxertos.

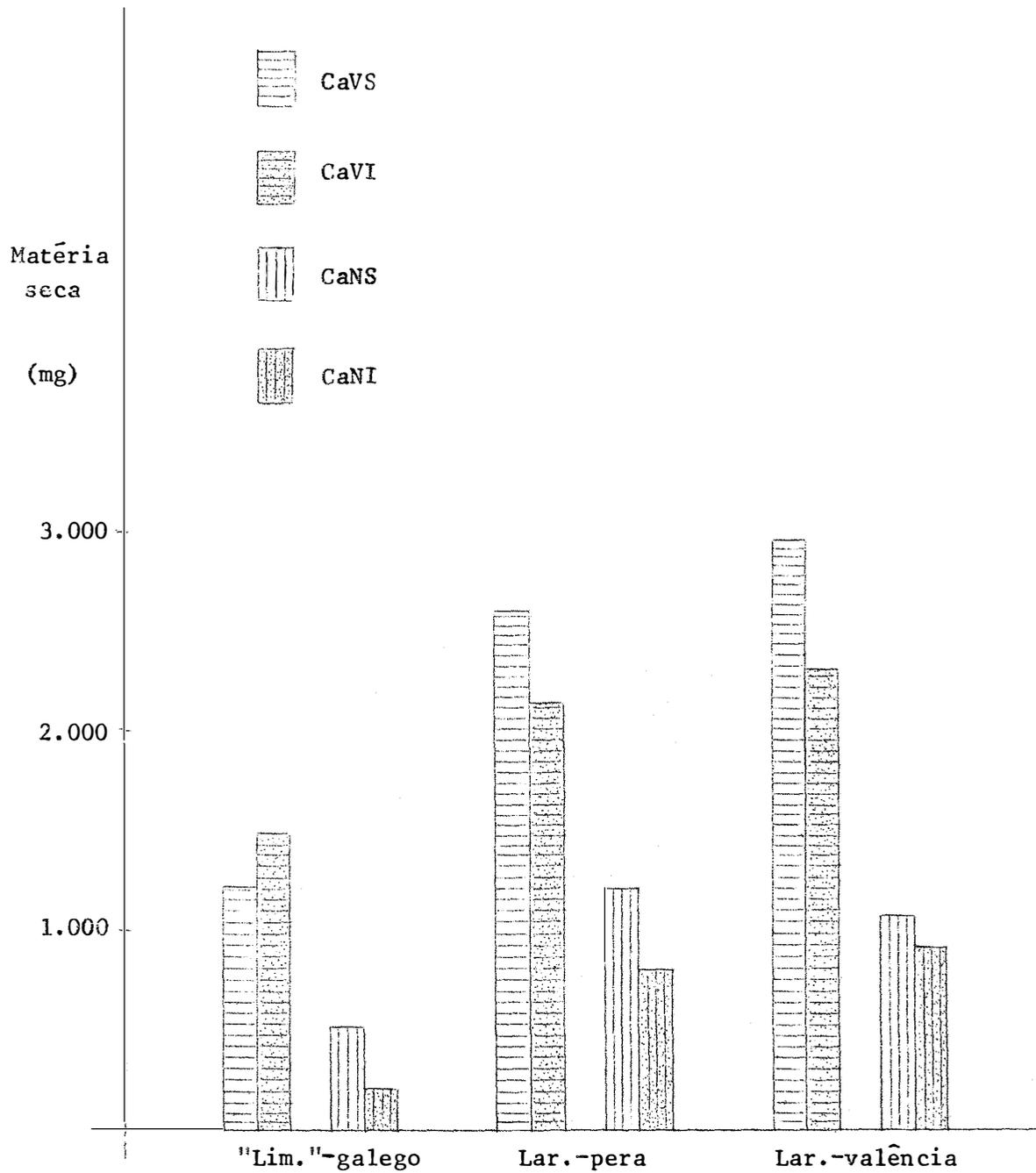


Figura 20 - Peso médio da matéria seca dos tipos de segmentos de caules de três variedades copa de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente dos porta-enxertos.

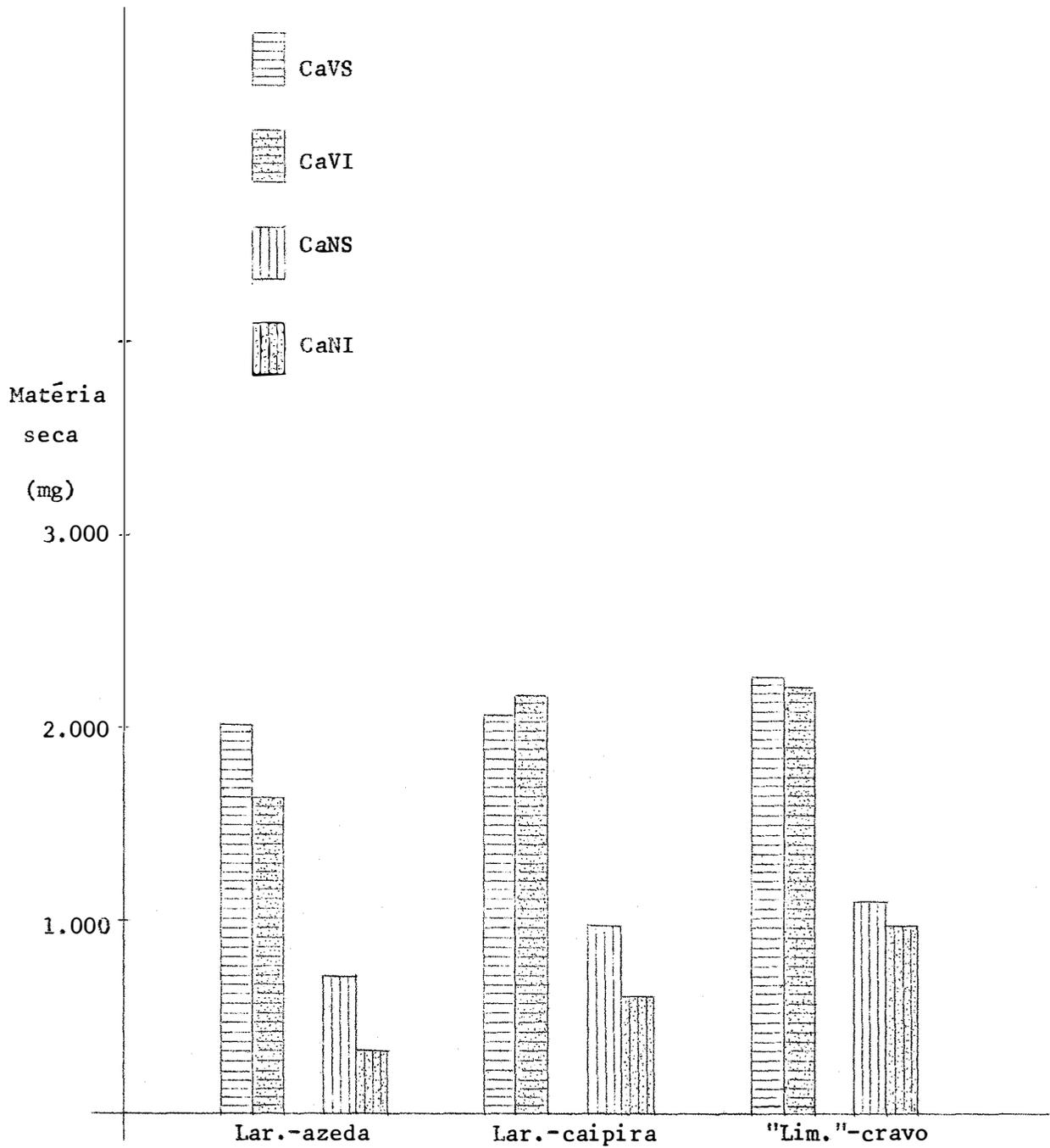


Figura 21 - Peso da matéria seca dos tipos de segmentos de caules de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, sob a influência de três porta-enxertos.

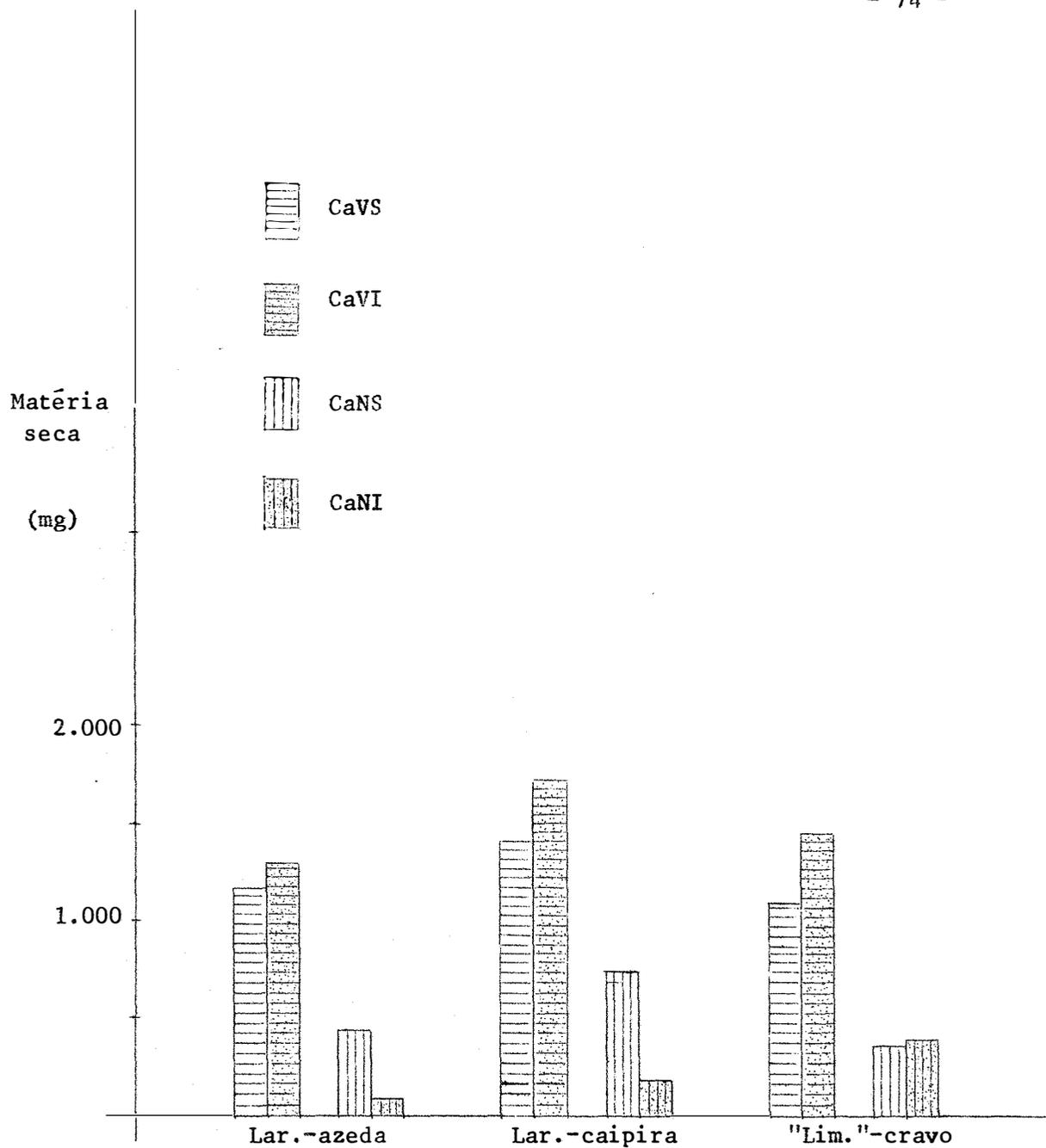


Figura 22 - Peso médio da matéria seca dos tipos de segmentos de caules do "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, Swingle), inoculado com o vírus da "Tristeza", e não inoculado, sob a influência de três porta-enxertos.

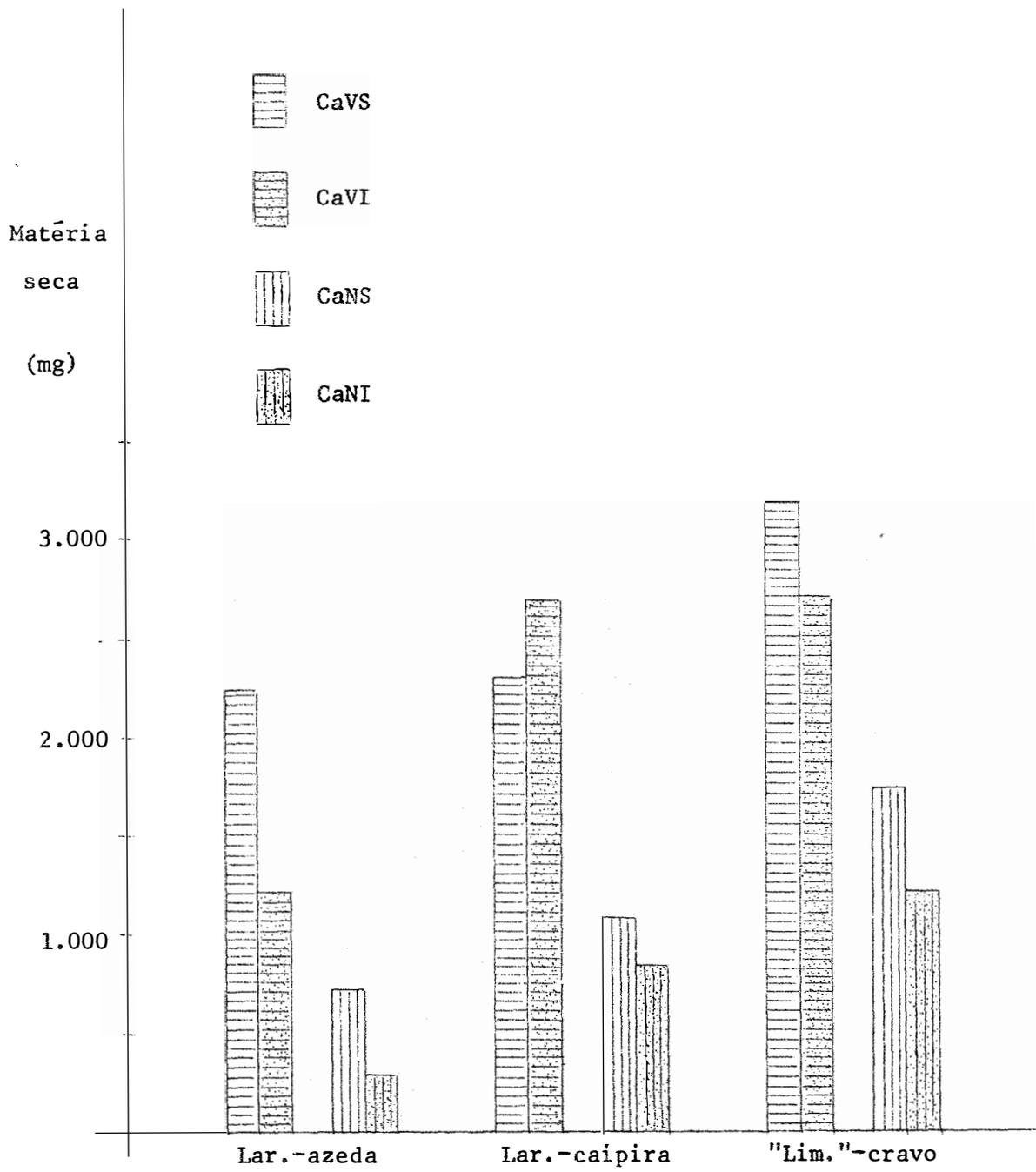


Figura 23 - Peso médio da matéria seca dos tipos de segmentos de caules da laranjeira-pera (*Citrus sinensis*, Osb.) , inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada , sob a influência de três porta-enxertos.

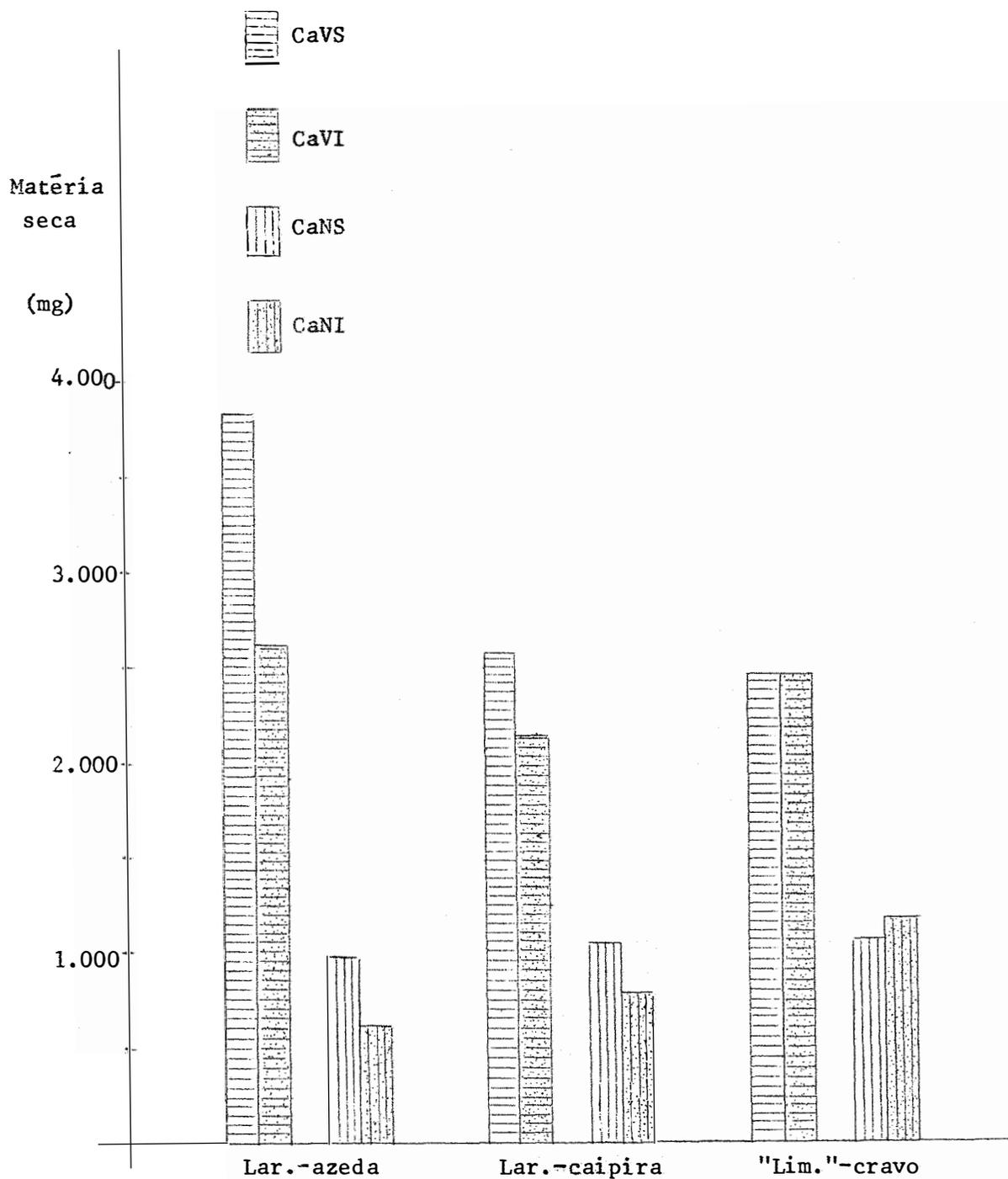


Figura 24 - Peso médio da matéria seca dos tipos de segmentos de caules da laranjeira-valência (*Citrus sinensis*, Osb.), inoculada com o vírus da "Tristeza", e não inoculada, sob a influência de três porta-enxertos.

#### 4.5 - CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NOS TIPOS DE RAÍZES

Os resultados completos, com relação à concentração de zinco (ppm) nas raízes das plantas testadas, encontram-se no quadro XX.

No quadro XXI são apresentadas as médias das concentrações de zinco encontradas nos tipos de raízes das plantas formadas pelas diversas combinações de enxertia entre as variedades copa e porta-enxertos testados.

Para facilitar a interpretação desses resultados, nas figuras 25 a 31 são apresentados gráficos, agrupando diferentemente os teores de zinco dos tipos de raízes, contrastando as diferenças ocorridas.

QUADRO IX - Níveis de concentração de zinco (ppm), na matéria seca de dois tipos de raízes, de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, formadas pela combinação da enxertia entre três variedades copa e três porta-enxertos.

Variedades Copa (C)	Variedades Porta-enxerto (PE)	Tipos de Raí- zes (R)	Repetições			Totais
			1	2	3	
"Limoeiro"-galego (C <sub>1</sub> )	Laranja-azeda (PE <sub>1</sub> )	RS	153	134	168	455
		RI	115	113	120	348
		Total C <sub>1</sub> /PE <sub>1</sub>	268	247	288	803
	Laranja-calçira (PE <sub>2</sub> )	RS	67	54	63	184
		RI	62	76	99	237
		Total C <sub>1</sub> /PE <sub>2</sub>	129	130	162	421
	"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	RS	45	61	60	166
		RI	71	73	113	257
		Total C <sub>1</sub> /PE <sub>3</sub>	116	154	173	443
Laranja-pera (C <sub>2</sub> )	Laranja-azeda (PE <sub>1</sub> )	RS	67	161	101	329
		RI	102	142	151	395
		Total C <sub>2</sub> /PE <sub>1</sub>	169	303	252	724
	Laranja-calçira (PE <sub>2</sub> )	RS	71	44	71	186
		RI	54	66	62	204
		Total C <sub>2</sub> /PE <sub>2</sub>	125	112	153	390
	"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	RS	43	47	42	132
		RI	35	53	51	140
		Total C <sub>2</sub> /PE <sub>3</sub>	79	100	93	272
Laranja-valência (C <sub>3</sub> )	Laranja-azeda (PE <sub>1</sub> )	RS	109	62	80	251
		RI	97	120	99	316
		Total C <sub>3</sub> /PE <sub>1</sub>	206	182	179	567
	Laranja-calçira (PE <sub>2</sub> )	RS	84	66	58	208
		RI	42	66	62	170
		Total C <sub>3</sub> /PE <sub>2</sub>	126	132	120	358
	"Limoeiro"-cravo (PE <sub>3</sub> )	RS	51	48	45	144
		RI	53	73	50	176
		Total C <sub>3</sub> /PE <sub>3</sub>	107	121	95	323
T O T A I S			1.305	1.481	1.515	4.301

QUADRO XXI - Médias das concentrações de zinco (ppm), na matéria seca de dois tipos de raízes, de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus de "Tristeza", e não inoculadas, formadas pelas combinações de enxertia, entre três variedades copa e três porta-enxertos.

Tipos de Raízes (R)	C <sub>1</sub>			C <sub>2</sub>			C <sub>3</sub>			Médias (R)
	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	PE <sub>1</sub>	PE <sub>2</sub>	PE <sub>3</sub>	
RS	151,7	81,3	82,0	108,7	82,0	44,0	89,7	82,7	48,0	78,1
RI	118,0	79,0	85,7	131,7	88,0	48,7	105,3	58,7	59,7	83,2
Médias (C) (PE)	139,8	70,2	73,8	120,7	85,0	45,3	94,5	59,7	53,7	

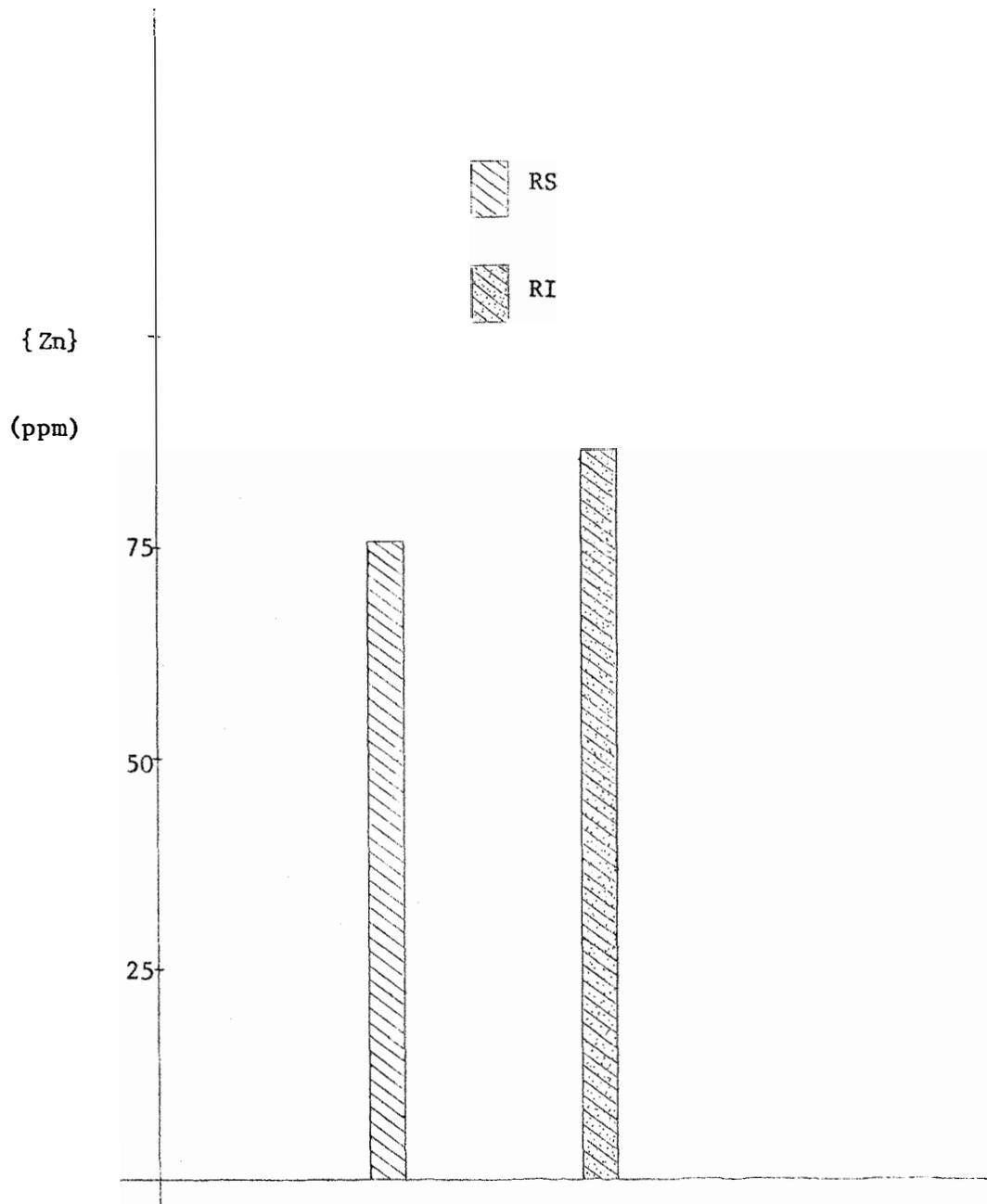


Figura 25 - Concentração média de zinco em dois tipos de raízes de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa e das porta-enxertos.

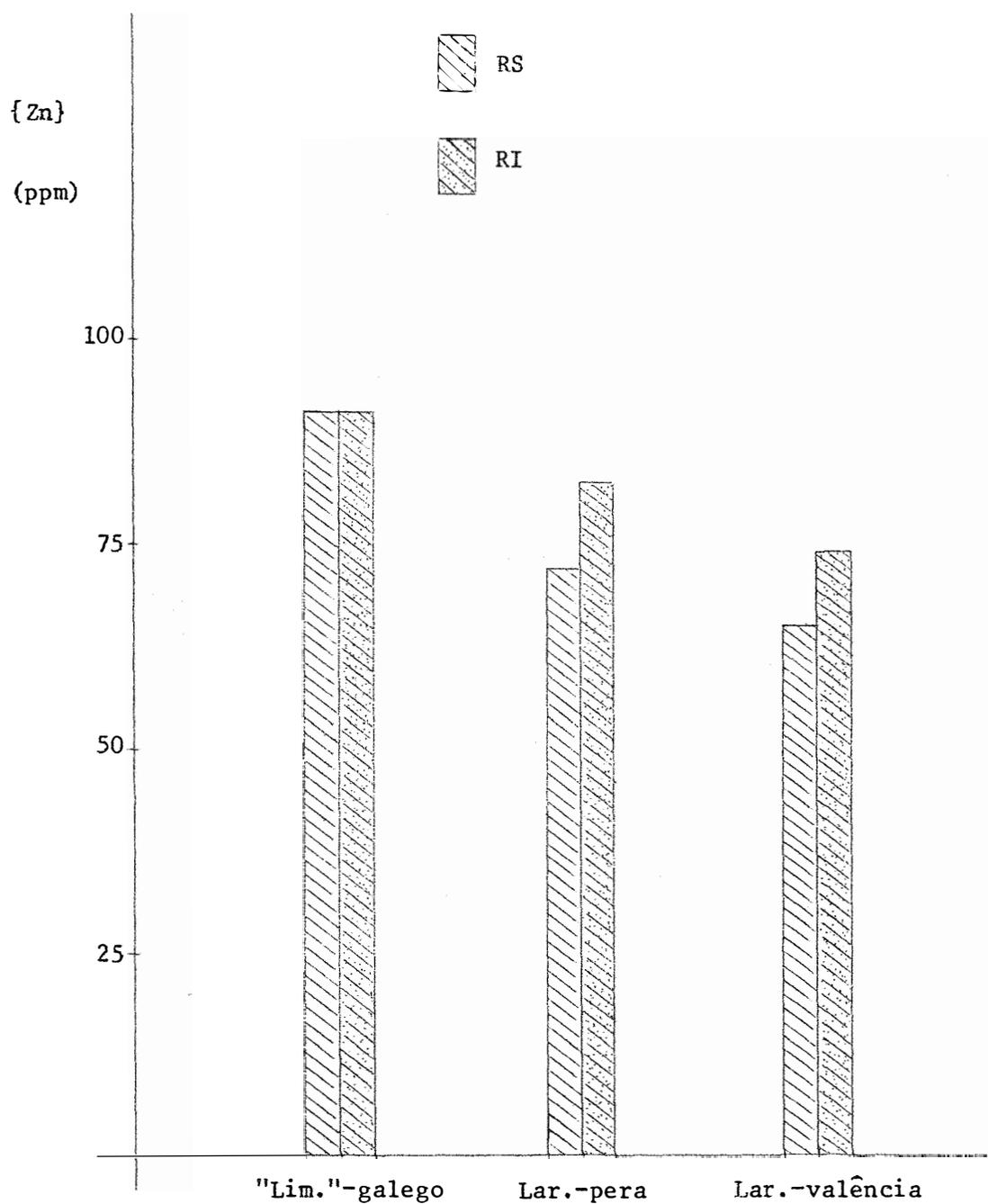


Figura 26 - Concentração média de zinco em dois tipos de raízes de três variedades de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente dos porta-enxertos.

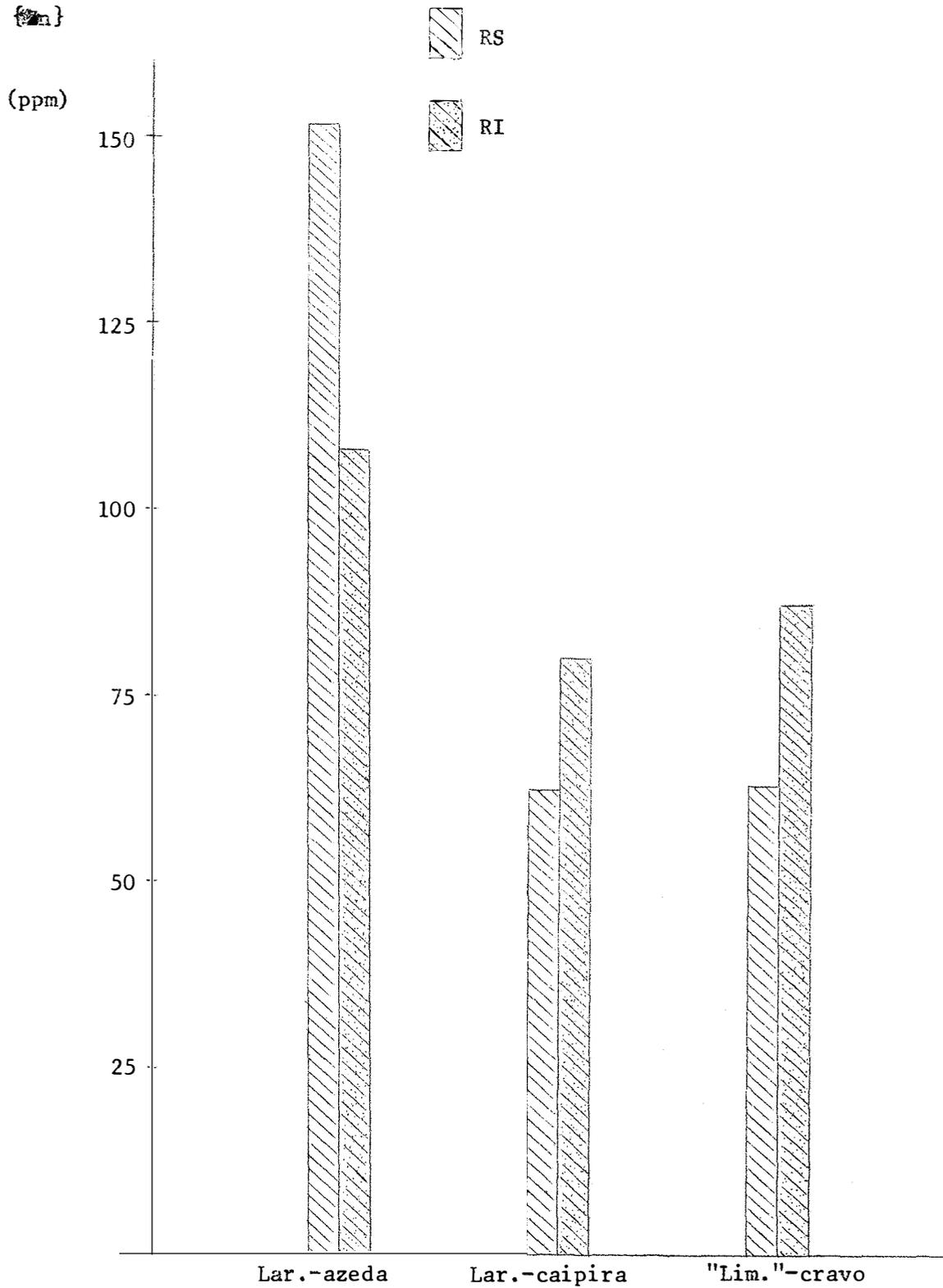


Figura 27 - Concentração média de zinco nos tipos de raízes de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza" e não inoculadas, independentemente da variedade copa.

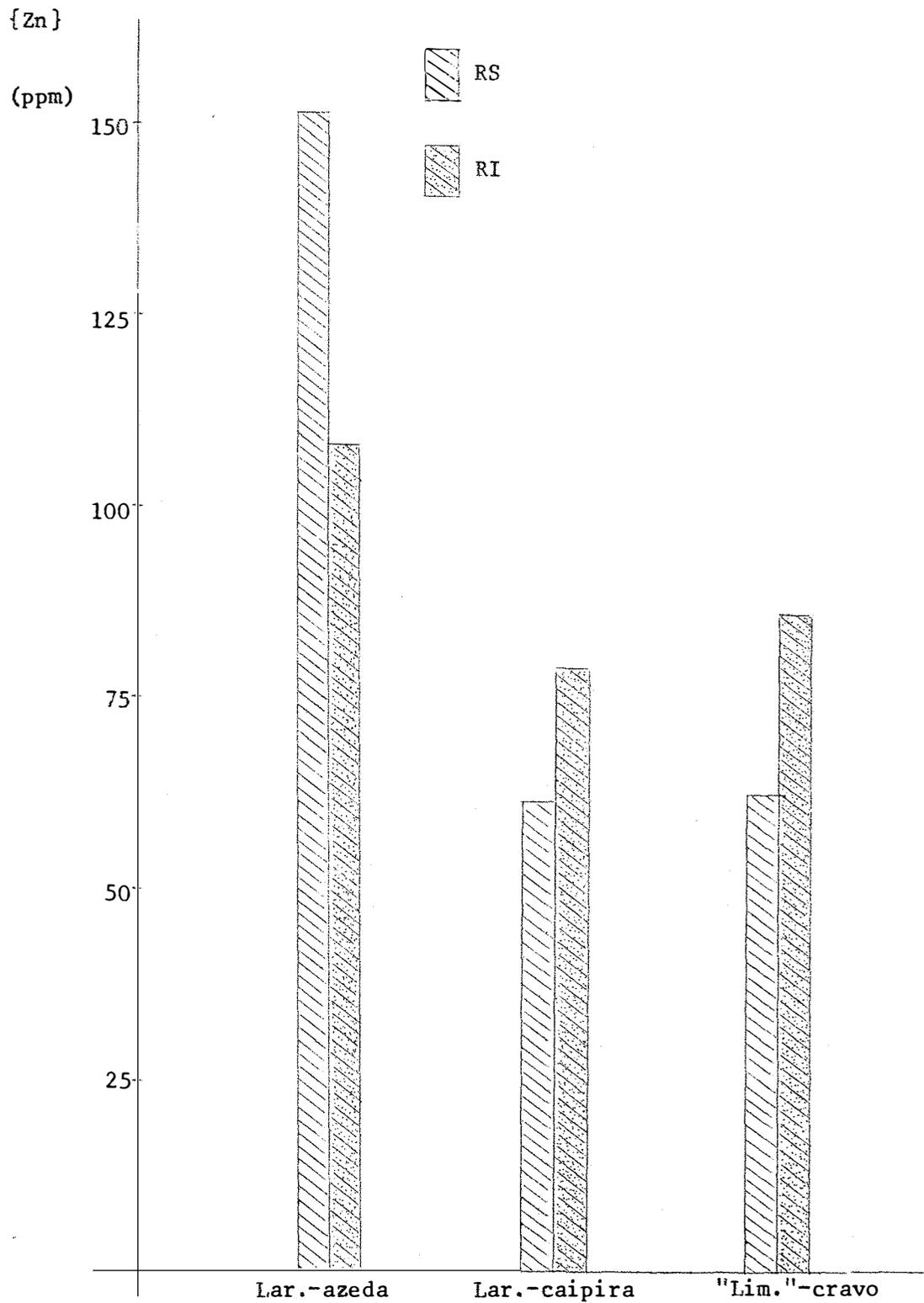


Figura 28 - Concentração média de zinco nos tipos de raízes de plantas cítricas inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, formadas por copas de "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, Swingle), enxertado sobre três porta-enxertos.

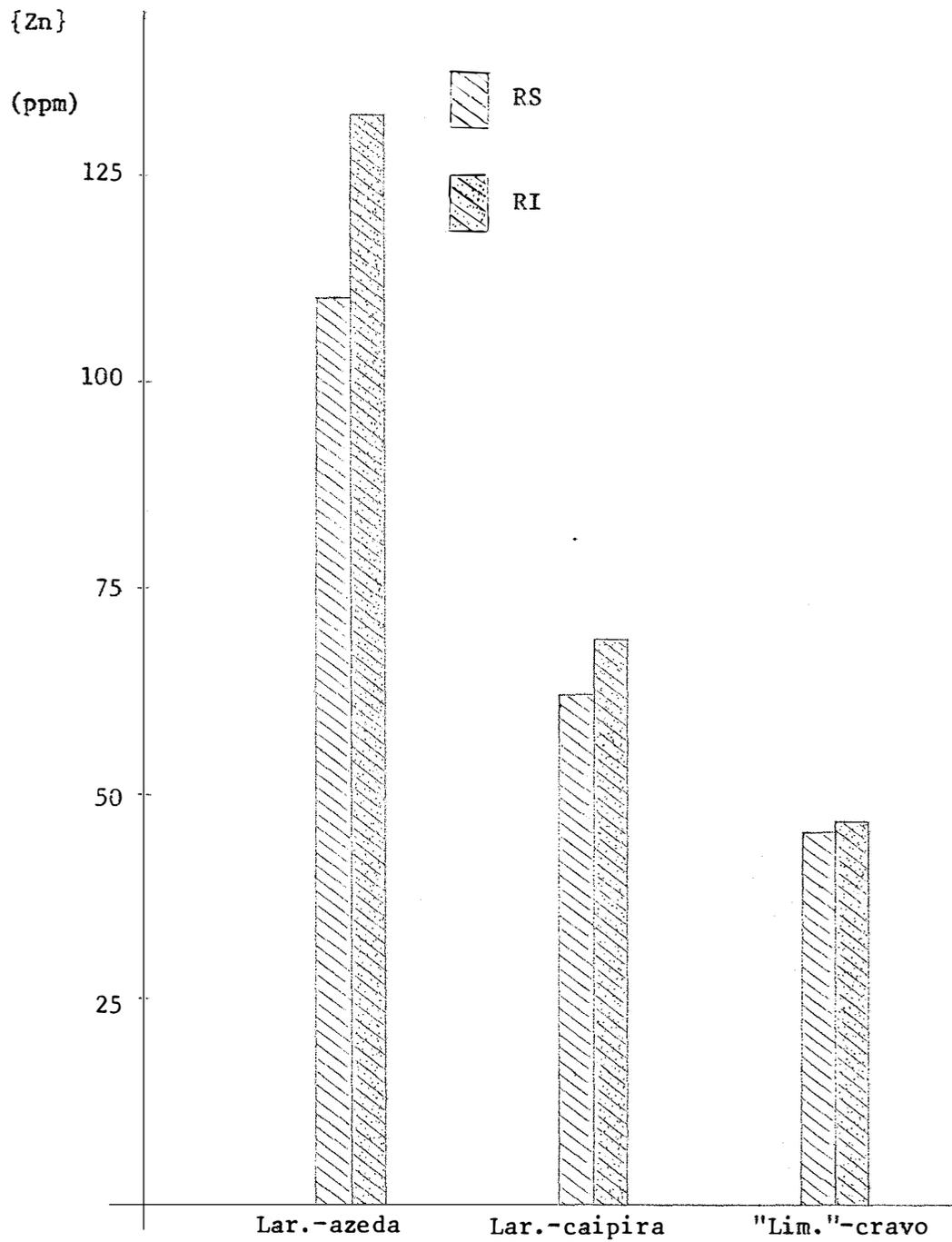


Figura 29 - Concentração média de zinco nos tipos de raízes de plantas cítricas inoculadas com o vírus da "Tristeza" e não inoculadas, formadas por copas de laranjeira-pera (*Citrus sinensis*, Osb.), enxertada sobre três porta-enxertos.

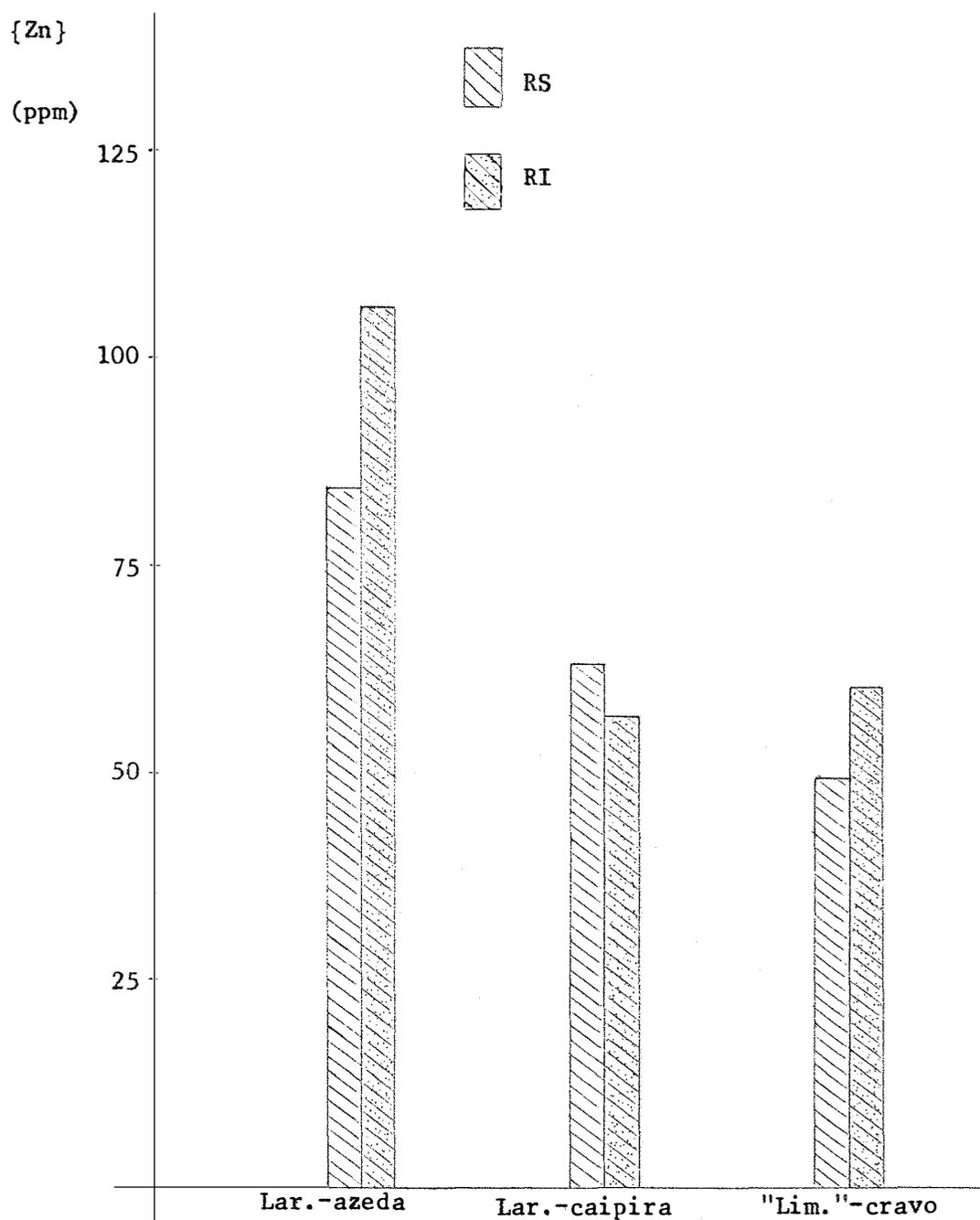


Figura 30 - Concentração média de zinco nos tipos de raízes de plantas cítricas inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, formadas por copas de laranjeira-valência (*Citrus sinensis*, Osb.), enxertada sobre três porta-enxertos.

QUADRO XXII - Análise de variância da concentração de zicco em dois tipos de raízes de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas.

Fatores de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Parcelas	26	51.823,81		
Tratamentos	8	44.523,48	5.565,44	13,72**
Copas (C)	2	5.066,02	2.533,02	6,25**
Porta-enxertos (PE)	2	36.813,37	18.406,69	45,38**
Interação C x PE	4	2.644,07	611,02	1,51
Resíduo (a)	18	7.300,33	405,57	
Sub-parcelas	53	61.736,31		
Parcelas	26	51.823,81		
Raízes (R)	1	675,57	675,57	2,46
Interação (R x C)	2	184,26	92,13	0,34
Interação (R x PE)	2	234,48	117,24	0,43
Interação (R x C x PE)	4	3.875,19	968,80	3,53*
Resíduo (b)	18	4.943,00	274,61	

Coeficiente de variação para o resíduo (a): 12,63%

Coeficiente de variação para o resíduo (b): 20,80%

(\*) Significativo ao nível 5% de probabilidade

(\*\*) Significativo ao nível 1% de probabilidade

A análise estatística revelou que ao nível 1% de probabilidade houve diferenças significativas nas variedades copa (C) e nos porta-enxertos (PE).

Ao nível 5% de probabilidade, foi significativa a interação (R x C x PE).

Não houve diferença significativa entre tipos de raiz, nem para as interações (C x PE), (R x C) e (R x PE), ao nível 5% de probabilidade.

Para comparar as médias das concentrações de zinco nos tipos de raízes, em função de cada variedade copa testada, foi utilizado o teste Tukey, como pode ser observado no quadro XXIII.

QUADRO XXIII - Comparação das médias dos teores de zinco nos tipos de raízes, em cada variedade copa, independentemente dos porta-enxertos.

Variedades Copa (C)	ppm de Zn nas raízes
C <sub>1</sub>	92,6 a
C <sub>2</sub>	77,0 b
C <sub>3</sub>	69,3 b

$\Delta$  5% = 14,11

$\Delta$  1% = 19,33

Ao nível 5% de probabilidade o tratamento  $C_1$  foi superior aos tratamentos  $C_2$  e  $C_3$  ; entre estes, não houve diferença significativa.

No quadro XXIV é apresentada a comparação, pelo teste Tukey, das médias dos teores de zinco (ppm) nos tipos de raízes, de três porta-enxertos, independentemente das variedades copa.

QUADRO XXIV - Comparação das médias dos teores de zinco nos tipos de raízes, de três porta-enxertos, independentemente das variedades copa.

Porta-enxertos (PE)	ppm de Zn nas raízes
PE <sub>1</sub>	116,4 a
PE <sub>2</sub>	65,0 b
PE <sub>3</sub>	57,7 b

$$\Delta 5\% = 14,11$$

$$\Delta 1\% = 19,33$$

Aos níveis 5 e 1% de probabilidade, o tratamento PE<sub>1</sub> foi superior aos tratamentos PE<sub>2</sub> e PE<sub>3</sub> , sendo que estes foram semelhantes entre si.

Para estudar o efeito das combinações de enxertia sobre a concentração de zinco nos tipos de raízes, foi efetuado o desdobramento da análise da variância constante no quadro XXV.

QUADRO XXV - Desdobramento da análise de variância para estudo do efeito de cada combinação de enxertia sobre os teores de zinco em dois tipos de raízes.

Fatores de Variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
Interação (C x PE)	4	2.844,07	711,02	1,75
R x C <sub>1</sub> x PE <sub>1</sub>	1	1.908,16	1.908,16	6,95*
R x C <sub>1</sub> x PE <sub>2</sub>	1	468,16	468,16	1,70
R x C <sub>1</sub> x PE <sub>3</sub>	1	840,16	840,16	3,06
R x C <sub>2</sub> x PE <sub>1</sub>	1	726,00	726,00	2,64
R x C <sub>2</sub> x PE <sub>2</sub>	1	54,00	54,00	0,20
R x C <sub>2</sub> x PE <sub>3</sub>	1	10,66	10,66	0,04
R x C <sub>3</sub> x PE <sub>1</sub>	1	704,17	704,17	2,56
R x C <sub>3</sub> x PE <sub>2</sub>	1	54,00	54,00	0,20
R x C <sub>3</sub> x PE <sub>3</sub>	1	204,16	204,16	0,74
Resíduo (b)	18	4.943,00	274,61	

(\*) Significativo ao nível 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa somente para o tratamento R x C<sub>1</sub> x PE<sub>1</sub>, ao nível 5% de probabilidade. No quadro XXI, na combinação C<sub>1</sub> x PE<sub>1</sub>, pode-se observar, que a média do tratamento RS foi superior à do tratamento RI.

#### 4.6 - PESO DA MATÉRIA SECA DOS TIPOS DE RAÍZES

Com a finalidade de facilitar a interpretação dos resultados, relativos à concentração de zinco nos tipos de raízes, foram elaboradas as figuras de números 31 a 36 , contendo os gráficos referentes ao peso da matéria seca dos tipos de raízes analisadas.

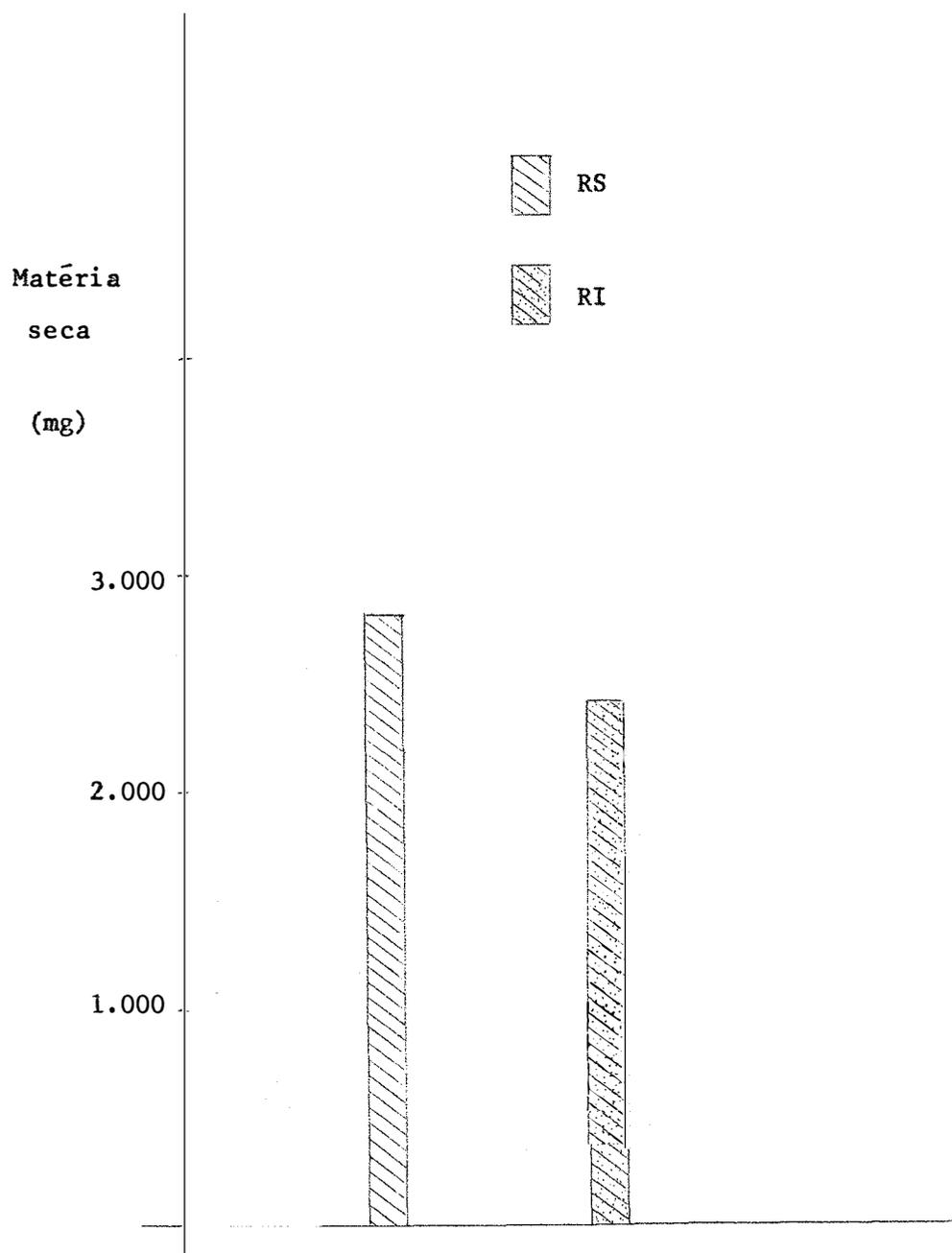


Figura 31 - Peso médio da matéria seca de dois tipos de raízes de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa e dos porta-enxertos.

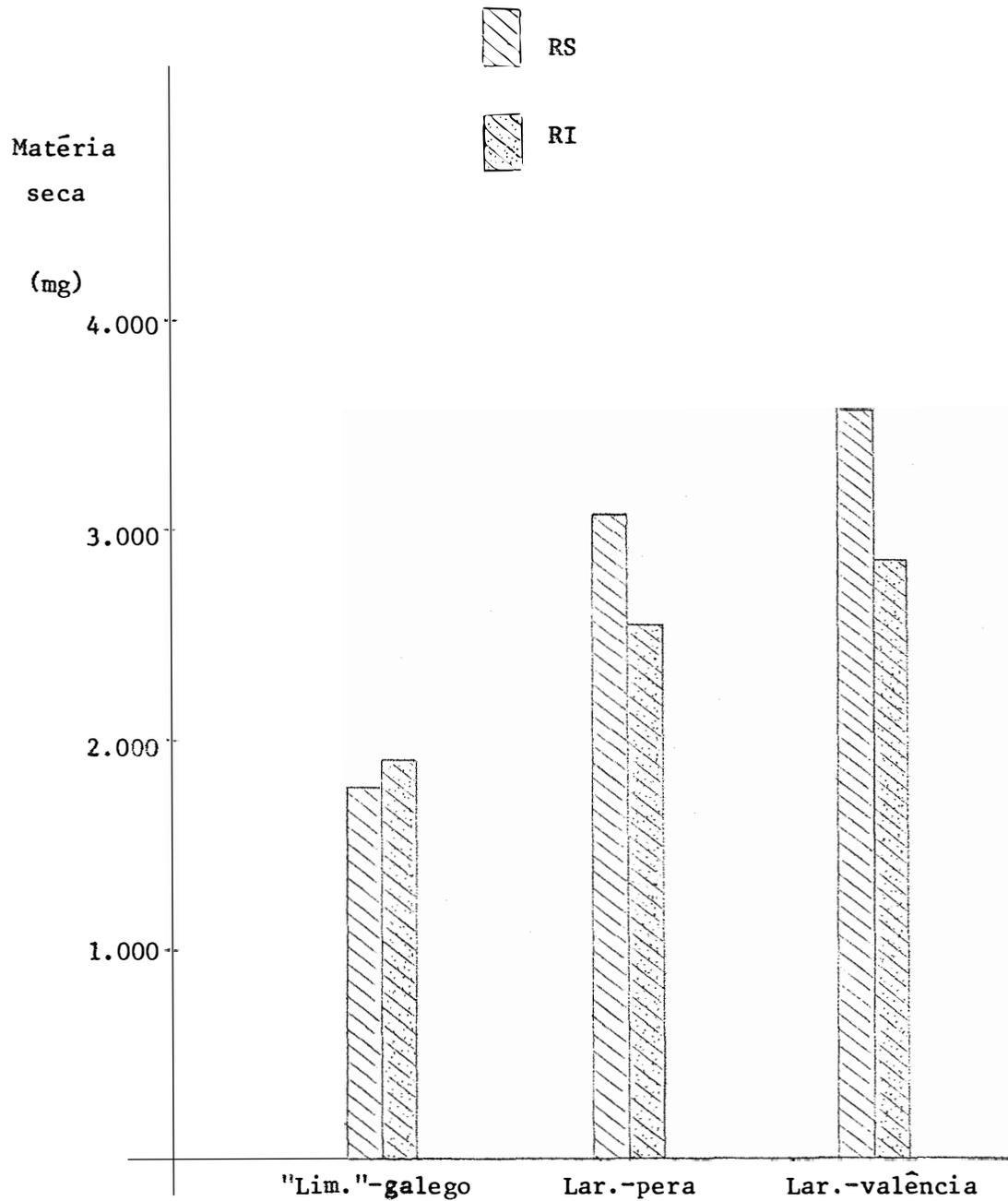


Figura 32 - Peso médio da matéria seca dos tipos de raízes de três plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, sob a influência de três variedades copa, e independentemente dos porta-enxertos.

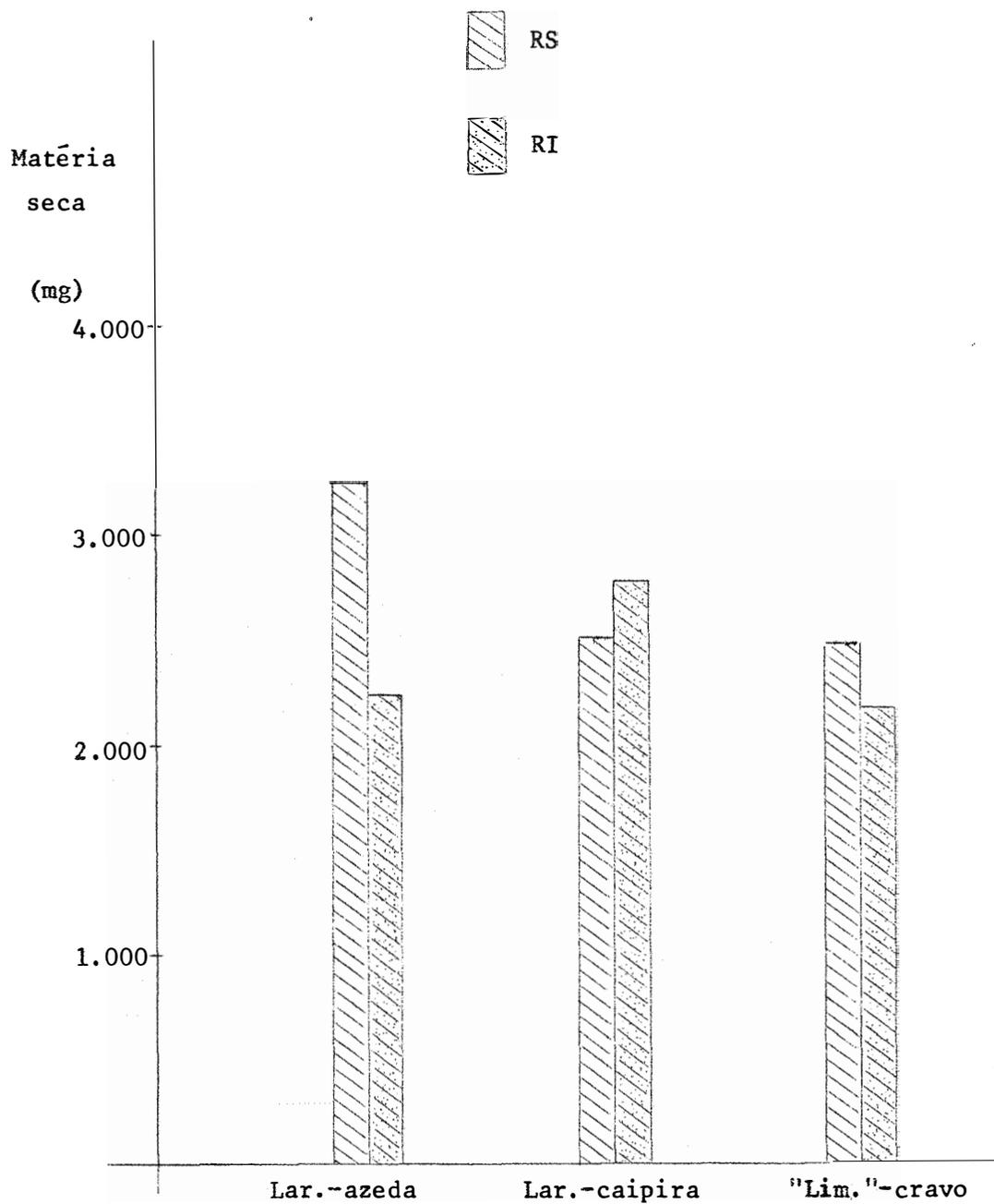


Figura 33 - Peso médio da matéria seca dos tipos de raízes de plantas cítricas (*Citrus spp.*), inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, independentemente das variedades copa.

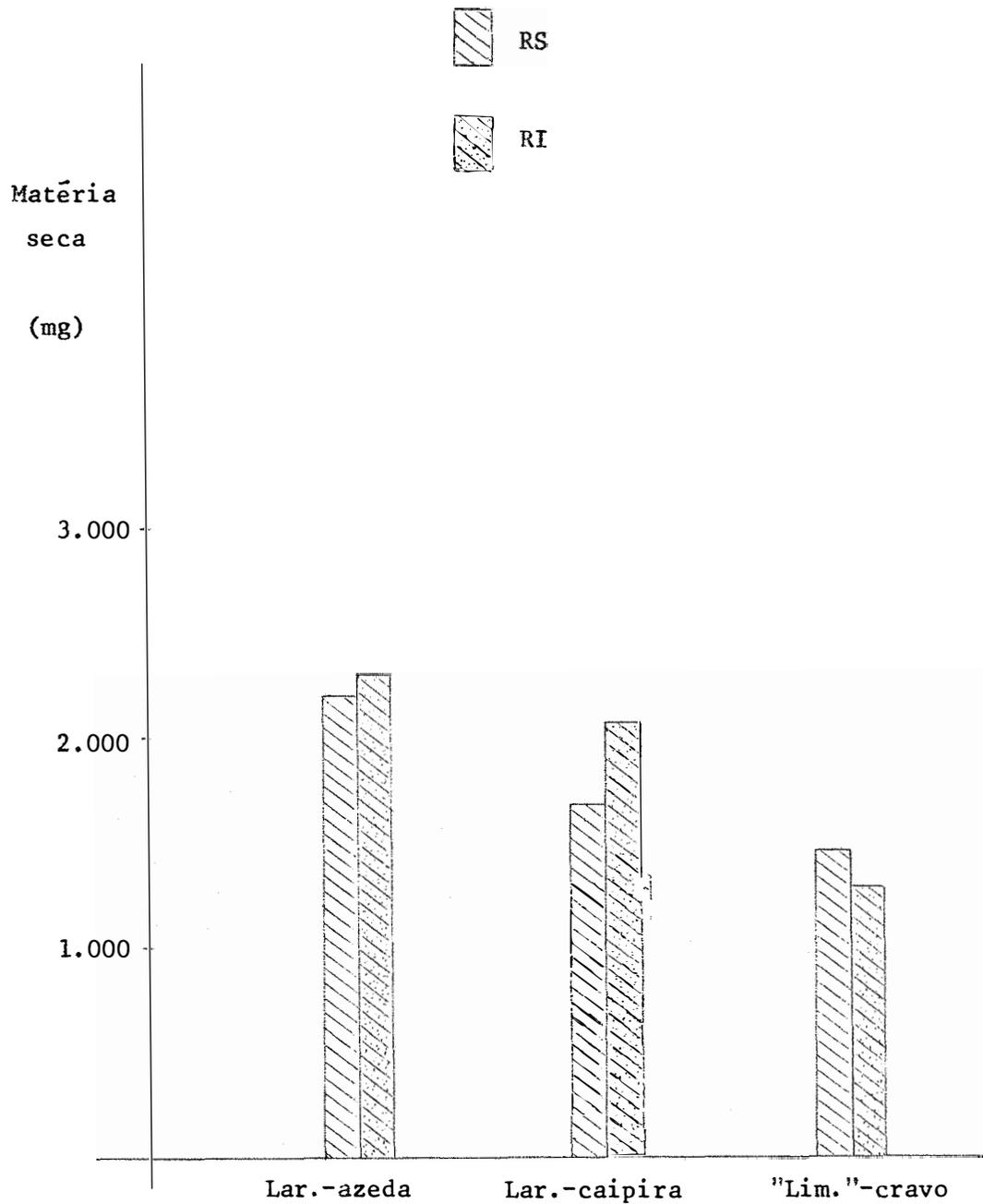


Figura 34 - Peso médio da matéria seca dos tipos de raízes de plantas cítricas, inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, formadas por copas de "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, Swingle), enxertado sobre três porta-enxertos.

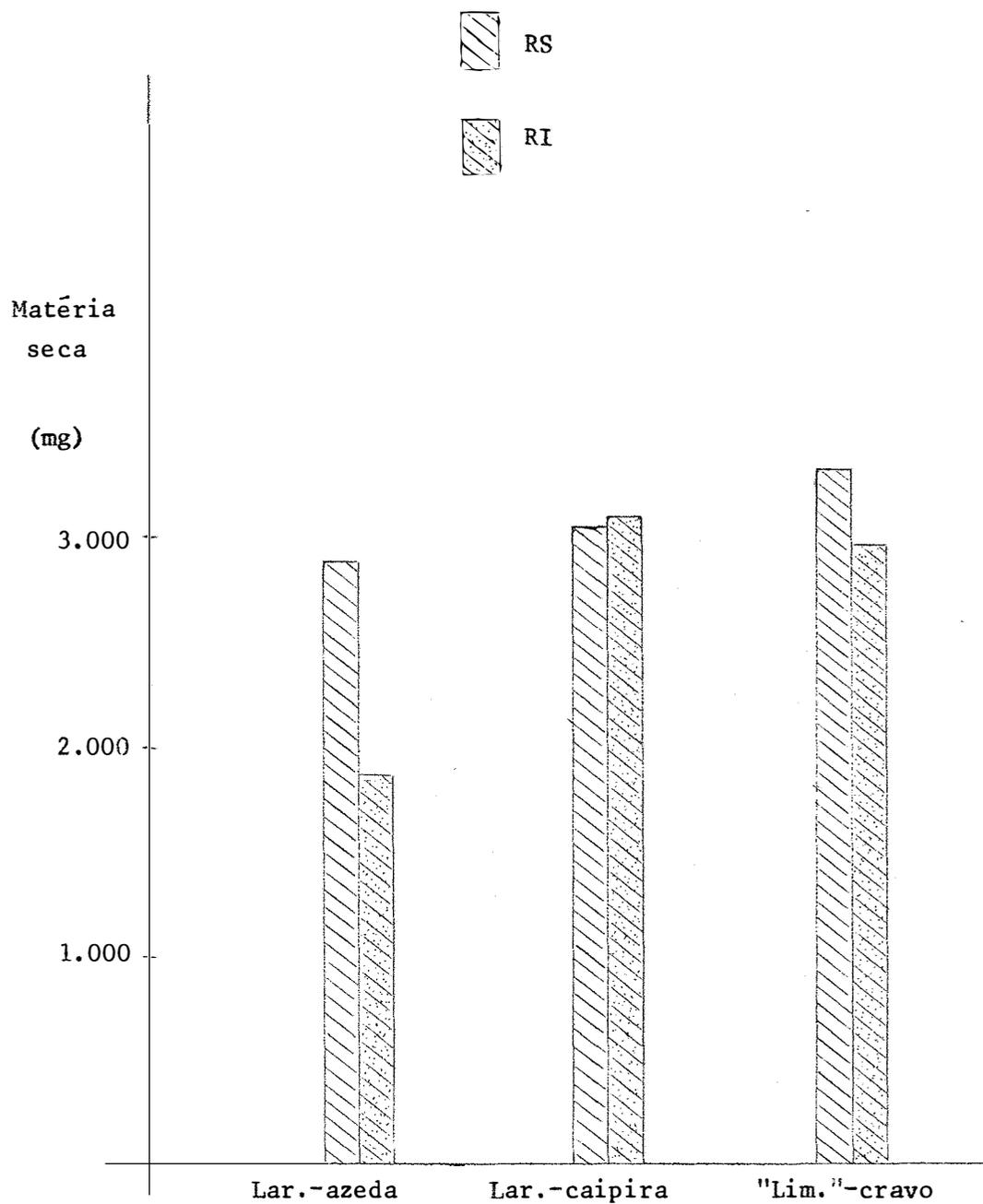


Figura 35 - Peso médio da matéria seca dos tipos de raízes de plantas cítricas, inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, formadas por copas de laranjeira-pera (*Citrus sinensis*, Osb.), enxertada sobre três porta-enxertos.

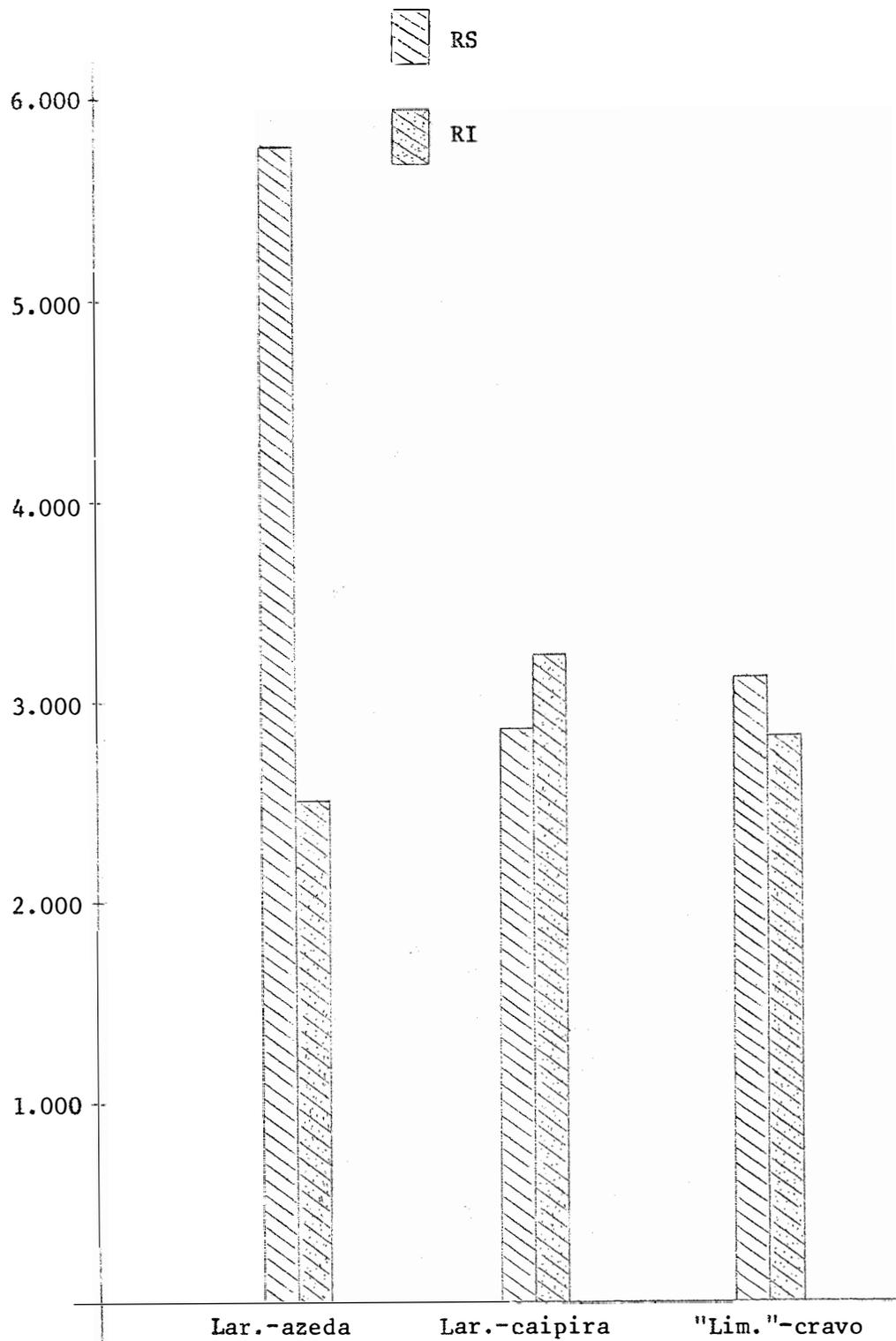


Figura 36 - Peso médio da matéria seca dos tipos de raízes de plantas cítricas, inoculadas com o vírus da "Tristeza", e não inoculadas, formadas por copas de laranjeira-valência (*Citrus sinensis*, Osb.), enxertada sobre três porta-enxertos.

#### 4.7 - SINTOMAS OBSERVADOS

Nas condições do experimento, foram observados os seguintes sintomas, resultantes da inoculação das plantas com o vírus da "Tristeza".

No "limoeiro"-galego os sintomas começaram a evidenciar-se quando decorridas seis semanas da inoculação. Consistiram inicialmente numa leve clorose das folhas novas e das nervuras. Ao mesmo tempo as margens das folhas voltaram-se para cima dando-lhe um aspecto característico de "barquinha". As folhas surgidas após a inoculação, apresentaram-se menores do que as formadas antes da inoculação do vírus, e os entrenós tornaram-se mais curtos. Posteriormente a clorose das folhas e nervuras foi intensificando-se, atingindo também os pecíolos e a parte apical do caule. A partir da oitava semana, após a inoculação do vírus, deu-se a paralização total do crescimento. Finalmente, quando decorridas dez semanas da inoculação do vírus, as folhas novas apresentaram as nervuras principais, e algumas secundárias bem dilatadas, fendilhadas, com o característico aspecto de cortiça.

Esses sintomas foram mais intensos nas combinações de enxertia do "limoeiro"-galego sobre laranjeira-azedada.

Na laranjeira-pera, os sintomas começaram a tornar-se evidentes oito semanas após a inoculação do vírus. As plantas inoculadas revelaram menor crescimento do que aquelas não inoculadas, quando a laranjeira-pera estava enxertada em laranjeira-azedada. Nessas mesmas plan

tas, decorridas onze semanas da inoculação, todas as folhas e suas nervuras evidenciavam uma leve clorose, apresentavam-se menos flexíveis do que aquelas das plantas não inoculadas, e, principalmente as folhas mais velhas, apresentavam as margens sinuosas, em forma de "S". Neste estágio, os entrenós apresentavam-se mais curtos na parte apical das plantas inoculadas, e deu-se praticamente a paralização do crescimento.

Quando a laranjeira-pera estava enxertada sobre a laranjeira-caipira, e "limoeiro"-cravo, decorridas doze semanas da inoculação do vírus, notava-se um desenvolvimento menor das plantas inoculadas em relação às não inoculadas. Suas folhas eram também menos flexíveis. A clorose das folhas e nervuras era pouco evidente.

Com relação à laranjeira-valência, quando enxertada sobre laranjeira-azeda, verificou-se menor desenvolvimento das plantas inoculadas, em comparação com as não inoculadas, após treze a quatorze semanas da inoculação. Os entrenós das brotações após a inoculação, eram mais curtos, as folhas apresentavam leves deformações em "S" nas margens, e apresentavam-se menos flexíveis do que as das plantas não inoculadas. Não foram constatados sintomas evidentes de clorose nas folhas das plantas inoculadas.

Nas plantas formadas por laranjeira-valência enxertadas sobre laranjeira-caipira e sobre "limoeiro"-cravo, decorridas dezesseis semanas da inoculação, o único sintoma evidenciado traduziu-se num crescimento um pouco inferior, das plantas inoculadas em relação às não inoculadas.

Nas plantas inoculadas, sempre que o porta-enxerto foi a laranjeira-azedada, ao efetuar-se a desplantação, constatou-se a morte de radículas, mesmo quando a laranjeira-valência foi a variedade copa. Nas plantas constituídas por porta-enxertos de "limoeiro"-cravo, e por laranjeira-caipira, não houve morte evidente de radículas.

## 5 - DISCUSSÃO

Da mesma forma como foi feito para a apresentação dos resultados e análise estatística, a discussão será igualmente realizada por partes, abordando os efeitos sobre a concentração de zinco nas folhas, nos caules e nas raízes em separado.

### 5.1 - TEORES DE ZINCO NOS TIPOS DE FOLHAS

Como pode ser observado no quadro II, os teores médios de zinco nas folhas das plantas não inoculadas, nas condições do experimento, variaram de 12,33 ppm a 26,00 ppm. Em plantas individuais, como mostra o quadro I, o nível mais baixo de zinco registrado nas folhas foi de 10 ppm para o "limoeiro"-galego.

Este experimento mostrou que, mesmo com 10 ppm de zinco nas folhas, nenhuma das plantas não inoculadas evidenciou sintomas foliares de deficiência deste nutriente. Isto confirma as observações de CHAPMAN (1968), de que em algumas circunstâncias, folhas contendo 10 a 12 ppm de zinco não evidenciam sintomas foliares de deficiência. O mesmo autor, conforme relatado por DEL RIVERO (1968) havia constatado que os sintomas foliares de deficiência de zinco em plantas cítricas se manifestam, quando os teores deste nutriente, nas folhas, oscila entre 5 a 15 ppm.

O confronto dos resultados obtidos neste experimento, com as observações dos autores mencionados, permite inferir que os teores de zinco existentes nas folhas das plantas cítricas, quando do aparecimento de sintomas de deficiência, são geralmente inferiores a 15 ppm. Entretanto esses valores dependem principalmente das variedades e das condições ambientais.

Neste experimento o teor médio de zinco obtido nas folhas não inoculadas, foi de 17,81 ppm, um pouco abaixo do teor de 23 ppm obtido por LABANAUSKAS et alii (1972), com "seedlings" de laranjeira-caipira, em condições semelhantes às deste experimento.

Com relação ao efeito de cada variedade copa sobre os teores de zinco nas folhas, independentemente dos porta-enxertos, ao nível 5% de probabilidade, a laranjeira-valência ( $C_3$ ) proporcionou resultados superiores aos obtidos na laranjeira-pera ( $C_2$ ).

Com relação ao efeito de cada porta-enxerto, sobre os teores de zinco nas folhas, independentemente das variedades copa, ao nível 5% de probabilidade, a laranjeira-caipira ( $PE_2$ ) e a laranjeira-azeda ( $PE_1$ ) foram semelhantes entre si, e proporcionaram resultados superiores aos do "limoeiro"-cravo ( $PE_3$ ).

Na bibliografia consultada não foram encontrados dados que permitissem comparações. É de supor que fatores de ordem fisiológica devem estar relacionados com o maior acúmulo de zinco nas folhas das variedades copa enxertadas sobre a laranjeira-caipira.

Da mesma forma, possivelmente, devido a fatores fisiológicos e ou de natureza bioquímica, o "limoeiro"-cravo apresentou menor capacidade de absorver zinco do que os outros dois porta-enxertos testados.

Em muitas circunstâncias tal comportamento poderia ser mascarado por diferenças no peso de matéria seca das plantas. Entretanto, como pode ser observado na figura 9, não houve grande diferença no peso de matéria seca proporcionada pelos três porta-enxertos. Isso mostra que os resultados não se deveram a efeitos de diluição e ou de concentra

ção do elemento, em função do peso da matéria seca produzida. Tal fato evidencia que os resultados realmente podem ser atribuídos a problemas de ordem fisiológica e ou bioquímica inerentes às variedades.

Se efeitos de concentração ou de diluição do nutriente tivessem entrado em jogo, então os teores de zinco nas folhas das plantas formadas com porta-enxertos de "limoeiro"-cravo, deveriam ter sido muito mais elevados do que os daquelas enxertadas sobre laranjeira-caipira. Isso não ocorreu, conforme mostra a figura 9, onde o peso da matéria seca das folhas das plantas enxertadas sobre laranjeira-caipira aparece igual ao das enxertadas sobre laranjeira-azedada, e maior do que o das plantas enxertadas sobre "limoeiro"-cravo.

Com relação à concentração de zinco em cada tipo de folhas (Fo), houve diferenças altamente significativas. Entretanto, a interação entre tipos de folhas e variedades copa (Fo x C) também foi altamente significativa. Isto mostra que as variedades copa afetaram diferentemente as concentrações de zinco nos tipos de folhas.

O desdobramento da análise da variância, para o estudo da interação (Fo x C), mostrou que houve diferenças altamente significativas nos teores de zinco nas três variedades copa testadas.

Com relação à variedade-copa "limoeiro"-galego, verificou-se que, os teores de zinco das folhas colhidas antes da inoculação (FCAi), foram semelhantes aos das folhas velhas sadias (FVS); mostrando que aparentemente os teores de zinco das folhas não foram se alterando com o decorrer do tempo. Contudo, a figura 2 mostra que nas folhas velhas sadias (FVS), os teores de zinco situaram-se em nível um pouco abaixo, mos-

trando ter ocorrido uma tendência de migração do zinco das folhas velhas nas plantas não inoculadas.

A concentração de zinco nas folhas novas sadias (FNS), foi superior à das folhas velhas sadias (FVS), possivelmente, por decorrência de maior absorção de zinco nas plantas mais idosas; ou devido à mencionada possibilidade de migração do zinco das folhas velhas.

Ainda nas copas de "limoeiro"-galego, os teores de zinco das folhas novas inoculadas (FNI) foram significativamente inferiores aos teores de zinco das folhas novas sadias (FNS). Os teores de zinco das folhas velhas, foram semelhantes, nas plantas inoculadas, e não inoculadas. Contudo, nas folhas velhas das plantas inoculadas, os teores de zinco situaram-se em nível inferior, à semelhança do observado nas folhas novas.

Esse comportamento indica que nas plantas com copas de "limoeiro"-galego, a moléstia determina diminuição na absorção de zinco, ou afeta a translocação do nutriente, das raízes para as folhas.

Na mesma variedade copa, os teores de zinco das folhas velhas inoculadas (FVI) foram inferiores aos das folhas colhidas antes da inoculação, mostrando que houve migração.

Com relação à concentração de zinco nas folhas da variedade copa laranjeira-pera, verificou-se que os teores de zinco das folhas velhas colhidas antes da inoculação (FCAi), foram semelhantes aos das folhas novas sadias (FNS), porém situaram-se um pouco abaixo, indicando uma tendência de acúmulo de zinco nas folhas velhas, com o decorrer da idade das plantas.

Comparando as plantas inoculadas, com as não inoculadas, os teores de zinco nas folhas velhas inoculadas (FVI) foram inferiores aos das folhas velhas sadias (FVS). Não houve diferença significativa entre os teores de zinco das folhas novas sadias (FNS), e inoculadas (FNI), embora nas folhas novas inoculadas, eles se situassem um pouco abaixo.

Isso mostra, que à semelhança do observado nas plantas com copas de "limoeiro"-galego, nas com copas de laranjeira-pera, o vírus também ocasionou diminuição na concentração de zinco nas folhas, e uma diminuição na absorção e ou translocação do nutriente, das raízes para as folhas.

Este comportamento, observado nestas duas variedades copa, e constatado neste experimento, mostra que a moléstia provocou com o zinco, um efeito semelhante ao exercido com relação ao cálcio e sódio, na investigação efetuada por PAIVA NETO & CATANI (1953).

O resultado confirma também RODRIGUES & GALLO (1968), que observaram terem diminuído os teores de zinco nas folhas da laranjeira - baianinha, enxertada sobre "limoeiro"-cravo, quando afetada pelo vírus da "Tristeza", Xiloporose, Sorose e Exocorte, em condições de campo.

O resultado explica também, porque no trabalho realizado por COSTA & CARVALHO (1965), houve resposta à aplicação foliar de zinco, em plantas afetadas pelo vírus da "Tristeza", que apresentavam sintomas foliares de deficiência desse nutriente.

Com relação à concentração de zinco nas folhas das plantas com copas de laranjeira-valência, independentemente dos porta-enxertos, os resultados podem ser observados na figura 2, e no quadro IX, onde

se constata ter ocorrido o que segue.

Dentre as folhas de plantas não inoculadas, as folhas velhas (FVS) apresentaram teores de zinco superiores aos encontrados nas novas (FNS) e nas folhas velhas colhidas antes da inoculação (FCAi).

Isto mostra que nas folhas velhas sadias (FVS) da laranjeira-valência, o zinco foi acumulando-se com o decorrer da idade, à semelhança da tendência observada na laranjeira-pera.

Comparando as folhas de plantas inoculadas com as não inoculadas os teores de zinco das folhas velhas sadias (FVS) foram superiores aos das inoculadas (FVI), ao nível 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa entre os teores de zinco das folhas velhas colhidas antes da inoculação (FCAi) e os das folhas velhas inoculadas (FVI).

Estes acontecimentos revelam que enquanto nas folhas velhas sadias da laranjeira-valência o zinco tendeu a acumular-se com o decorrer da idade, nas folhas velhas das plantas inoculadas isto não ocorreu. Deduz-se que de alguma forma a presença do vírus impediu que nelas o zinco continuasse acumulando-se.

Ao nível 1% de probabilidade, os teores de zinco das folhas novas inoculadas (FNI) foram superiores aos das sadias (FNS).

Fato semelhante observaram ROSSETTI et alii (1968) em folhas de citros inoculadas, onde os teores de nitrogênio, cálcio e magnésio foram mais elevados do que em folhas não inoculadas.

Na presente investigação, nas folhas novas inoculadas da laranjeira-valência, independentemente dos porta-enxertos, a moléstia provocou um acúmulo de zinco, da ordem de 25% , em relação aos teores apre-

sentados pelas folhas novas não inoculadas.

Este comportamento mostra que, na laranjeira-valência, o vírus da "Tristeza" exerceu efeitos completamente diferentes daquele registrado no "limoeiro"-galego e na laranjeira-pera.

Os resultados obtidos nas três variedades estudadas, permitem observar que houve uma certa semelhança, com relação aos efeitos da moléstia sobre as concentrações de zinco, nas folhas da laranjeira-pera e do "limoeiro"-galego. Este fato encontra explicação na observação de MOREIRA (1968), de que são elas variedades intolerantes ao vírus da "Tristeza dos Citros", enquanto a laranjeira-valência, considerada como bastante tolerante, revelou, neste experimento, comportamento diferente.

O fato de a moléstia haver impedido a continuidade do acúmulo de zinco nas folhas velhas da laranjeira-valência, e ter aumentado a concentração do elemento nas folhas novas é um tanto estranho.

A observação da figura 2, mostra que a moléstia aparentemente não afetou a absorção e ou a translocação do zinco, das raízes para as folhas da laranjeira-valência, não se levando em consideração o tipo de folha analisada. Isto é, a diminuição da concentração do nutriente nas folhas velhas foi compensada pelo aumento da concentração nas folhas novas.

Este fenômeno parece indicar que nas folhas novas, sabidamente mais ativas do que as velhas, houve maior demanda de zinco.

Sabe-se também que o zinco atua nas plantas, como cofator de enzimas, sendo particularmente necessária a sua presença para que possa haver a síntese do triptofano, que é um dos precursores na síntese do AIA (ácido indolacético), como relataram LAL & SUBBA RAO (1951).

Sendo o AIA uma auxina cuja presença é necessária para regular o crescimento vegetativo das plantas, como relataram GALSTON & DAVIES (1972) , é fácil supor que a diminuição da concentração de zinco, provocada pela moléstia, nas folhas das variedades intolerantes ao vírus, pode ter resultado em menor síntese de triptofano, diminuindo conseqüentemente o teor de AIA .

Essa pode ter sido a causa da diminuição do crescimento das variedades Pera e Galego , nas quais o vírus provocou uma diminuição na absorção e ou translocação do zinco, das raízes para as folhas.

Essas considerações entretanto levam a supor que na laranja-valência, quando inoculada, o crescimento deveria ter sido maior do que quando não inoculada. Contudo a figura 7 mostra que isso não ocorreu, e que o peso da matéria seca das folhas inoculadas foi, inclusive , um pouco inferior ao das não inoculadas.

A explicação pode residir no que segue:

Segundo o que relatou VIGLIERCHIO (1971), em muitos casos de pragas, fungos, bactérias e vírus que atacam plantas, estes parasitos podem influenciar a síntese e ou a degradação do AIA.

No caso de moléstias que causam nanismo nas plantas, reduzindo o nível de auxinas, o motivo pode residir na produção de inibidores da síntese enzimática normal do AIA , mas é mais provável que ocorra uma redução no sistema sintetizante total, ou ainda, que ocorra um aumento da atividade de destruição do AIA .

GALSTON & DAVIES (1972) relataram que a degradação do AIA , quando em níveis excessivos, nas plantas, pode ser causada por enzimas, tais como as peroxidases e fenoloxidasas.

Finalmente, LIBBERT & RISCH (1969) verificaram que na ervilha (*Pisum sativum*), 58 diferentes "strains" de bactérias foram capazes de produzir AIA , a partir do triptofano, e que 13 "strains" foram capazes de destruir essa auxina.

Essas verificações permitem supor que o vírus da "Tristeza dos Citros" também possa ter alguma influência sobre a produção e ou degradação do AIA , nas folhas novas das plantas cítricas.

Se o vírus for capaz de sintetizar AIA , a partir do triptofano, e supondo que ele seja mais ativo nas folhas novas, tal fenômeno levaria à necessidade de maior demanda de zinco nessas folhas.

Entretanto, é mais provável que o vírus atue na degradação mais rápida do AIA sintetizado pelas plantas, através da produção de fenoloxidasas e ou peroxidases. Assim sendo, para compensar o déficit de AIA , as folhas novas, onde ocorre a síntese dessa auxina, teriam maior necessidade de zinco, para a síntese do triptofano que é o precursor da auxina.

Essa suposição explicaria o fato de não ter sido afetado sensivelmente o crescimento da laranjeira-valência, em cujas folhas novas afetadas pela moléstia, não houve deficiência de zinco. O teor desse nutriente teria sido suficiente para que a síntese de AIA se processasse em níveis adequados para as necessidades da planta.

Na laranjeira-pera e no "limoeiro"-galego, nos quais o vírus provocou uma diminuição da absorção e ou da translocação do zinco para as folhas, a maior necessidade de AIA nas folhas novas das plantas inoculadas, pode ter provocado a migração do nutriente, das folhas velhas para as novas. Porém, ainda assim os teores de zinco das folhas novas foram insuficientes para manter normal o nível de AIA, fazendo com que diminuisse sensivelmente o crescimento dessas plantas, como mostra a figura 7.

De conformidade com BIDDULPH (1953), citado por MALAVOLTA (1970), um acúmulo de zinco nas folhas, como ocorreu nas folhas novas da laranjeira-valência, pode ser resultante da presença de altos níveis de fósforo. O excesso de fósforo provocaria a precipitação do zinco nas nervuras das folhas e em consequência a redistribuição desse nutriente ficaria dificultada.

Este fenômeno pode ter ocorrido nas folhas novas da laranjeira-valência, quando afetada pela moléstia, podendo também explicar o maior acúmulo de zinco nas folhas novas desta variedade copa. Entretanto, nesse experimento não foi feita a determinação dos teores de fósforo das folhas, impossibilitando a comprovação.

O estudo das interações (C x PE), (Fo x PE) e (Fo x C x PE) mostrou que nenhuma delas foi significativa, ao nível 5% de probabilidade.

Isto mostra que, não considerando o tipo de folhas, os porta-enxertos não afetaram sensivelmente o efeito das variedades copa, e vice-versa. Os porta enxertos igualmente não modificaram significativamente os teores de zinco dos diversos tipos de folhas analisadas.

Finalmente, os teores de zinco dos diversos tipos de folhas analisadas, igualmente não foram modificados pela presença do vírus, nas várias combinações de enxertia testadas. Isto é, os teores de zinco de cada tipo de folha, em cada variedade copa testada, não diferiram significativamente em relação aos três porta-enxertos testados. As diferenças constatadas nas figuras 4, 5 e 6, obedeceram de modo geral o que foi relatado ter ocorrido nos tipos de folhas, para cada variedade copa.

## 5.2 - TEORES DE ZINCO NOS TIPOS DE SEGMENTOS DE CAULES

O quadro XI mostra que, nas condições do experimento, ocorreram grandes variações nos teores médios de zinco nos caules das plantas não inoculadas. Os extremos constatados foram de 9,33 ppm e 25,67 ppm.

Nos caules velhos (CaVS), com 6 a 8 meses de idade, independentemente das variedades, o teor médio de zinco foi de 16,56 ppm, e nos caules novos (CaNS), com 1 a 3 meses de idade, foram de 15,52 ppm.

Esses resultados foram superiores aos de 10 ppm que LABANAUS KAS et alii (1972) encontraram nos caules de plantas aparentemente normais.

O teste Tukey, aplicado às médias das concentrações de zinco dos caules, independentemente dos porta-enxertos, mostrou que, ao nível 5% de probabilidade, os teores de zinco dos caules das laranjeira-valência e pera foram semelhantes entre si, e os teores de zinco de ambas foram superiores aos dos caules do "limoeiro"-galego.

Isto mostra que os caules do "limoeiro"-galego acumularam bem menos zinco do que os da laranjeira-valência e pera, como pode ser observado no quadro XIV.

Com referência ao efeito dos porta-enxertos, sobre as concentrações de zinco dos caules, os teores de zinco dos caules das plantas enxertadas sobre a laranjeira-caipira, foram semelhantes aos das enxertadas sobre a laranjeira-azeda, e foram superiores aos dos caules das plantas enxertadas sobre o "limoeiro"-cravo, como mostra o quadro XV. Não houve diferenças significativas, entre os teores de zinco dos caules das plantas enxertadas sobre os porta-enxertos de laranjeira-azeda e "limoeiro"-cravo.

A figura 21 mostra que o peso da matéria seca, dos caules das plantas enxertadas sobre os três porta-enxertos, não diferiu muito. Isto pode indicar que não ocorreram efeitos de diluição ou de concentração do nutriente, em consequência dos porta-enxertos. Portanto há maior eficiência da laranjeira-caipira, em relação ao "limoeiro"-cravo, em fornecer zinco aos caules das plantas enxertadas sobre estes porta-enxertos, conforme já foi verificado.

O estudo da concentração de zinco nos tipos de segmentos de caules (Ca), mostrou que os teores de zinco dos caules novos sadios (CaNI) foram inferiores aos dos caules novos sadios (CaNS), ao nível 1% de probabilidade. Não houve diferença significativa entre os teores de zinco dos caules velhos sadios (CaVS), e inoculados (CaVI), ao nível 5% de probabilidade.

A importância desses resultados, para os propósitos do experimento, reside no fato de que eles possibilitam determinar se a presença do vírus afetou a translocação do zinco nos caules das plantas inoculadas. Mesmo sendo significativas, as interações entre tipos de segmentos de caule e porta-enxertos (Ca x PE) , e entre tipos de segmentos de caules, variedades copa e porta-enxertos (Ca x C x PE) , elas não alteraram sensivelmente as considerações que serão feitas a seguir, como será relatado mais adiante.

Os resultados permitem verificar, que nas plantas inoculadas, houve uma diminuição na translocação do nutriente, da região inferior para a superior dos caules, pois se isso não tivesse ocorrido, as concentrações de zinco dos caules novos, sadios (CaNS) e inoculados (CaNI), deveriam ter sido semelhantes.

Embora sem diferença significativa, os dados do quadro XIII , mostram que a concentração do zinco nos caules velhos inoculados (CaVI) situou-se um pouco acima daquela dos sadios (CaVS). Esta observação vem reforçar a constatação de que parte do nutriente, absorvido pelas raízes, ficou retido na região inferior dos segmentos de caules das variedades copa inoculadas, deixando de translocar-se para a região superior.

Levando-se em conta que, nos segmentos de caules velhos das plantas não inoculadas, a concentração de zinco foi 6,2% superior à dos segmentos de caules novos, e que nos segmentos de caules velhos das plantas inoculadas, a concentração de zinco foi 18,2% superior à dos segmentos de caules novos, pode-se deduzir que a presença do vírus determinou uma

diminuição de aproximadamente 12% na translocação desse nutriente, da região inferior para a superior, nas plantas inoculadas.

Esse resultado mostra que com o zinco ocorreu um fenômeno semelhante ao que HAAG et alii (1967) e MARTINS et alii (1968) observaram ter ocorrido com o  $P^{32}$  nos caules do "limoeiro"-galego.

A diminuição da translocação do zinco nos caules das plantas inoculadas, também explica porque nas variedades intolerantes, ocorreu a diminuição dos teores de zinco, nas folhas novas e velhas.

O fenômeno também justifica o fato de COSTA & CARVALHO (1965) terem conseguido eliminar sintomas de deficiências de zinco, através de pulverizações foliares, em plantas cítricas atacadas por viroses.

A interação tipos de segmentos de caules e variedades copa (Ca x C) , não foi significativa ao nível 5% de probabilidade. Isto evidencia que não houve efeito distinto das três variedades copa, em relação às concentrações de zinco em cada tipo de segmento de caule analisado.

Contudo, observando-se a figura 14 , verifica-se que o efeito de diminuição da translocação do zinco da região inferior dos caules para a superior é mais perceptível nas copas do "limoeiro"-galego, do que na laranjeira-pera, e muito pouco perceptível na laranjeira-valência.

A análise estatística mostrou que a interação tipos de segmentos de caules e porta-enxertos (Ca x PE) foi significativa, ao nível 5% de probabilidade. Isso significa que as concentrações de zinco, nos diversos segmentos dos caules analisados, variaram com relação aos porta-enxertos testados.

Entretanto, a interação tripla (Ca x C x PE) , entre tipos de segmentos de caules, variedades copa e porta-enxertos, foi significativa. Isto indica que os teores de zinco dos segmentos de caule foram influenciados diferentemente, pelas diversas combinações de enxertia, tornando desnecessária a análise do efeito dos porta-enxertos independentemente das variedades copa.

Com relação ao estudo da interação tripla (Ca x C x PE) , que se refere ao efeito de cada combinação de enxertia, sobre os teores de zinco dos tipos de segmentos de caules, o desdobramento da análise da variância mostra, no quadro XVI , que diferenças significativas foram registradas somente nas combinações de enxertia ( $C_1 \times PE_2$ ) , ( $C_2 \times PE_1$ ) e ( $C_3 \times PE_1$ ).

No quadro XVII pode-se verificar, que na combinação de enxertia "limoeiro"-galego sobre laranjeira-caipira ( $C_1 \times PE_2$ ) , os teores de zinco dos segmentos de caules novos inoculados (CaNI) , foram inferiores aos de todos os demais, cujos teores de zinco foram semelhantes entre si. O fato indica que houve diminuição de translocação de zinco para o caule novo.

A figura 16 permite observar, que também nas combinações de enxertia do "limoeiro"-galego sobre "limoeiro"-cravo, e sobre laranjeira-azedada, houve indícios de que a translocação do zinco foi afetada no caule das plantas inoculadas. No primeiro caso, porque os teores de zinco, nos segmentos de caules velhos inoculados (CaVI), situaram-se em nível mais elevado do que nos não inoculados (CaVS), e porque nos segmen -

tos de caules novos, esta situação inverteu-se. No segundo caso, da enxertia de "limoeiro"-galego sobre laranjeira-azedada, porque os teores de zinco, nos segmentos de caules novos inoculados (CaNI) situaram-se em nível bem mais baixo do que nos não inoculados (CaNS).

Com relação à interação ( $C_2 \times PE_1$ ), compreendendo a enxertia da laranjeira-pera sobre a laranjeira-azedada, os resultados não permitiram determinar se a moléstia afetou a translocação do zinco no caule, visto que os teores de zinco nos segmentos de caules novos e velhos, diminuíram proporcionalmente, nas plantas inoculadas, em comparação com os teores de zinco nos segmentos de caules correspondentes, das plantas não inoculadas. Os resultados permitem observar, que nesta combinação de enxertia, a translocação do zinco, das raízes para o caule da variedade copa, foi bem menor nas plantas inoculadas. Este acontecimento pode ter influído, no sentido de não haver sido constatada influência da presença do vírus, na translocação de zinco no caule.

Na figura 17 pode-se verificar, que nas combinações de enxertia, da laranjeira-pera sobre "limoeiro"-cravo, e sobre laranjeira-caipira, houve indícios de haver a moléstia afetado a translocação do zinco nos caules. Em ambos os casos, a concentração do zinco situou-se em nível mais elevado nos segmentos de caules velhos (CaVI), indicando a possibilidade de ter ocorrido um acúmulo do nutriente, nesta região do caule, face a dificuldades na translocação.

Com relação à combinação de enxertia ( $C_3 \times PE_1$ ), compreendendo a combinação de enxertia, da laranjeira-valência sobre laranjeira-azedada, o quadro XXIII mostra que, enquanto não houve diferença signifi-

cativa entre os tratamentos CaNS , CaVI e CaNI , o tratamento CaVS foi inferior ao todos eles.

O fato de os teores de zinco dos segmentos de caules velhos sadios (CaVS) haverem sido muito menores do que os dos inoculados (CaVI) indica que nas plantas inoculadas, o nutriente deve ter se acumulado na região inferior dos caules da variedade copa.

Isto mostra que, a diminuição da translocação do zinco, nos caules das copas de laranjeira-valência, relatada anteriormente, deveu-se principalmente ao efeito do vírus da "Tristeza", diminuindo a translocação do zinco nos caules desta variedade copa, quando enxertada sobre a laranjeira-azeda.

A figura 18 mostra que, os teores de zinco nos caules novos sadios (CaNS) e nos caules novos inoculados (CaNI) , situaram-se em níveis semelhantes, nas combinações de enxertia da laranjeira-valência sobre porta-enxertos de laranjeira-caipira e de "limoeiro"-cravo.

Isto indica que nos caules destas plantas, que formam combinações tolerantes ao vírus, a presença do vírus aparentemente não afetou a translocação do zinco. Esta possibilidade é ainda reforçado pelo fato de não terem havido evidências de ter ocorrido acúmulo de zinco nos caules velhos das plantas inoculadas (CaVI).

As considerações referentes à significância da interação tripla (Ca x C x PE) , mostram que ela não alterou acentuadamente o que fora observado, com relação ao efeito exercido pela moléstia, sobre a translocação do zinco nos caules das plantas intolerantes, independentemente da

combinação de enxertia. Todavia, houve indícios acentuados de que a moléstia não afetou a translocação do zinco nos caules das plantas tolerantes, à semelhança do que já havia sido observado, em decorrência do efeito que a presença do vírus exerceu sobre a concentração do zinco nas folhas.

Os resultados do quadro X, mostram que ocorreram acentuadas oscilações, nos teores de zinco no mesmo tipo de segmento de caule, nas repetições de algumas combinações de enxertia. Essas oscilações devem ter influido, para que a análise da variância se tornasse menos sensível, em apontar certas diferenças, no que se referiu à interação tripla. Maior número de repetições provavelmente teriam tornado mais conclusivos os resultados.

Por isso, foram considerados mais importantes os resultados gerais, relativos ao efeito da moléstia sobre a concentração de zinco nos tipos de segmentos de caule, independentemente das combinações de enxertia, as quais abrangeram maior número de repetições. Os resultados obtidos nas combinações de enxertia, foram interpretados somente no sentido de mostrar, que de um modo geral, a translocação do zinco nos caules das plantas tolerantes e intolerantes, foi diferentemente afetada pela moléstia.

### 5.3 - TEORES DE ZINCO NOS TIPOS DE RAÍZES

Os teores de zinco, nas raízes das plantas cítricas não inoculadas, variaram acentuadamente, de uma planta para outra, dependendo da combinação de enxertia, como atestam os dados obtidos neste experimento. Na bibliografia consultada, não foram encontrados dados, indicando a possibilidade desse comportamento.

Como pode ser constatado no quadro XXI, a menor concentração de zinco registrada, foi de 44 ppm, nas raízes de plantas de laranjeira-valência enxertadas sobre "limoeiro"-cravo. A maior concentração foi de 151,7 ppm, nas raízes de plantas de "limoeiro"-galego enxertadas sobre laranjeira-azedada.

Os resultados mostram que o valor de 128 ppm, encontrado por LABANAUSKAS et alii (1972), nas raízes de "seedlings" de laranjeira-caipira, está compreendido entre os limites constatados nesta investigação, porém, situou-se acima dos resultados obtidos neste experimento, nos porta-enxertos de laranjeira-caipira. Os resultados mostram também que a concentração de zinco nas raízes de plantas enxertadas depende muito das variedades copa e dos porta-enxertos que formam a planta.

O quadro XXI mostra ainda que para o mesmo porta-enxerto, nas plantas não inoculadas, o teor de zinco das raízes variou quase 100% em alguns casos, dependendo da variedade copa.

Com relação ao efeito das variedades copa, independentemente dos porta-enxertos, o quadro XXIII mostra que os teores de zinco nas raízes das plantas formadas por copas de "limoeiro"-galego (C<sub>1</sub>), foram superiores aos teores de zinco nas plantas formadas por copas de laranjeira

pera ( $C_2$ ) e valência ( $C_3$ ), ao nível 1% de probabilidade. Os teores de zinco das raízes das plantas formadas por copas de laranjeira-pera e valência, foram semelhantes entre si, ao nível 5% de probabilidade.

Isto evidencia que quando se utilizou o "limoeiro"-galego como variedade copa, independentemente dos porta-enxertos testados, a concentração de zinco das raízes aumentou sensivelmente, ou seja, aproximadamente 21% .

Contudo, a observação da figura 32 mostra que, o peso da matéria seca das raízes, nas plantas formadas por copas de "limoeiro"-galego, situou-se 25% abaixo do peso da matéria seca das raízes das demais plantas.

Este fato leva a crer que o "limoeiro"-galego independentemente do efeito da moléstia, apresentou incompatibilidade fisiológica em relação aos porta-enxertos testados, manifestada pela diminuição do peso de matéria seca das raízes das plantas. Este fenômeno deve ter ocasionado um efeito de concentração de zinco nas raízes das plantas formadas por essa variedade copa, quando comparada com as formadas por variedades copa de laranjeira-pera e ou valência.

Com relação ao efeito dos porta-enxertos sobre a concentração de zinco das raízes, independentemente das variedades copa, o quadro XXVII mostra que ao nível 1% de probabilidade, a laranjeira-azedo ( $PE_1$ ) foi superior à laranjeira-caipira ( $PE_2$ ) e ao "limoeiro"-cravo ( $PE_3$ ). Não houve diferença significativa entre os teores de zinco das raízes da laranjeira-caipira e do "limoeiro"-cravo, ao nível 5% de probabilidade.

A superioridade do teor de zinco nas raízes da laranjeira-azedada, em relação ao das raízes dos demais porta-enxertos, foi além de 44% .

Na figura 33 , pode-se observar que o peso da matéria seca das raízes não variou muito, com relação aos três porta-enxertos testados. Isto revela que os resultados de concentração de zinco não foram afetados por efeitos de diluição e ou de concentração.

Essas considerações mostram que as raízes da laranjeira-azedada apresentaram maior capacidade de absorver o zinco, nas condições desse experimento. Entretanto isso não se traduziu num aumento da concentração do nutriente nas folhas e nos caules das variedades copa enxertada nesse porta-enxerto.

Quando se estudou a concentração de zinco nas raízes das plantas inoculadas e não inoculadas, a análise da variância mostrou que houve diferença significativa somente para a interação tripla (R x C x PE) , entre tipos de raízes, variedades copa e porta-enxertos.

O desdobramento da análise da variância, para o estudo desta interação, mostrou que o vírus da "Tristeza" não afetou os teores de zinco das raízes, a não ser para as plantas com copa de "limoeiro"-galego enxertado sobre laranjeira-azedada. Nesta combinação de enxertia, os teores de zinco, nas raízes das plantas inoculadas (RI) , foram inferiores aos das raízes das plantas não inoculadas (RS) , como mostra o quadro XXI . Isso indica que as raízes das plantas inoculadas absorveram menos zinco do que as das plantas não inoculadas.

Com relação ao efeito que a moléstia exerceu sobre o peso da matéria seca das raízes, os resultados apresentados nas figuras 31 a 36, mostram que aparentemente as variações observadas não causaram efeitos de diluição, e ou de concentração do zinco nas raízes, que alterassem o que foi relatado com relação aos teores de zinco das raízes.

Quando da enxertia de laranjeira-pera e laranjeira-valência sobre laranjeira-azedá, o peso da matéria seca das raízes inoculadas (RI) situou-se em nível inferior ao das raízes sadias (RS), dando a entender que os teores de zinco sofreram efeito de concentração nas raízes inoculadas (RI). Realmente, os teores de zinco das raízes inoculadas (RI), situaram-se em nível mais elevado do que os das raízes sadias (RS), mas o fato não possibilita determinar se a moléstia afetou a absorção de zinco.

#### 5.4 - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CONCENTRAÇÃO DE ZINCO NOS DIVERSOS ÓRGÃOS DAS PLANTAS

Neste ítem objetivou-se tecer algumas considerações sobre o que ocorreu na planta como um todo, interpretando os resultados obtidos isoladamente, em cada parte das plantas analisadas.

Nas folhas das plantas intolerantes inoculadas, a concentração de zinco foi menor do que nas folhas das não inoculadas, evidenciando que nestas plantas o vírus da "Tristeza dos Citros" causa uma diminuição na translocação do zinco, das raízes para as folhas, ou então, provoca uma diminuição na absorção desse nutriente pelas raízes.

Esta tendência repetiu-se nos caules, onde se constatou ter ocorrido possivelmente uma diminuição na translocação do zinco da região inferior para a região superior dos caules das variedades intolerantes ao vírus, quando inoculadas.

Entretanto, observou-se que nas raízes, a moléstia não afetou a concentração de zinco, a não ser no caso particular da enxertia do "limoeiro"-galego sobre a laranjeira-azeda.

Por isso, os resultados obtidos nas raízes aparentemente contradizem aqueles obtidos nos caules e nas folhas.

Contudo, deve-se levar em conta que as concentrações de zinco nas folhas e nos caules foram relativamente baixas, não indo além de valores médios de 19 ppm para as folhas e 17 ppm para os caules. Nas raízes a concentração média de zinco chegou a 83,2 ppm, nas plantas inoculadas, havendo sido muitas vezes superior aos teores registrados nas folhas e nos caules.

Provavelmente face a essas circunstâncias, a diminuição de concentração de zinco nas folhas e nos caules das plantas inoculadas, não refletiu nas raízes o observado naquelas partes.

Parece que a pequena quantidade de zinco, que deixou de ser translocada das raízes para os caules e para as folhas, não foi suficiente, para causar nas raízes um efeito que permitisse determinar se houve diminuição na absorção, ou um acúmulo de zinco nas raízes.

O quadro XXI mostra que, nas raízes inoculadas os teores de zinco situaram-se aproximadamente 9% acima dos teores de zinco nas raízes das plantas não inoculadas. Isto possibilita supor que poderia ter havi

do um ligeiro acúmulo de zinco nas raízes das plantas inoculadas, resultante da diminuição da translocação do nutriente para a parte aérea.

Entretanto, a figura 31 mostra que, nas raízes das plantas inoculadas ocorreu uma diminuição do peso da matéria seca. Isto é um indício de que o aumento da concentração de zinco registrado nas raízes das plantas inoculadas, pode ter resultado de um efeito de concentração.

Outro fator que deve ser levado em consideração ainda, é o de que uma diminuição simultânea na absorção do nutriente, e na translocação do mesmo, das raízes para a parte aérea, poderia provocar o mascaramento do efeito do vírus.

Alguns fatos, observados neste experimento, levam a supor que foi provavelmente isso o que ocorreu nas plantas inoculadas. São eles, a comprovação de ter resultado uma diminuição na quantidade de zinco absorvido pelas raízes das plantas formadas por copas de "limoeiro"-galego sobre porta-enxertos de laranjeira-azedada. Também a tendência de que, nos caules das plantas intolerantes, a presença do vírus determinou a diminuição da translocação do zinco, da região inferior para a superior. Finalmente, a comprovação de que a presença do vírus ocasionou a diminuição da concentração do zinco nas folhas das plantas intolerantes.

Com relação ao peso da matéria seca das plantas, verificou-se de um modo geral, como era de se esperar, que os pesos de matéria seca das folhas, dos caules e das raízes, nas plantas inoculadas, situaram-se em níveis mais baixos do que os observados nas plantas não inoculadas.

De um modo geral, os pesos da matéria seca das plantas inoculadas variaram bastante, de uma variedade para outra, quando comparados com os pesos da matéria seca das plantas não inoculadas.

As figuras 8 e 9 mostram que, mesmo em combinações tolerantes ao vírus, como na laranjeira-valência sobre caipira e "limoeiro"-cravo, a presença do vírus fez com que os pesos da matéria seca das folhas se situassem em níveis inferiores.

Com relação às raízes, o efeito mais acentuado da moléstia, sobre a diminuição do peso da matéria seca foi observado no porta-enxerto de laranjeira-azedada, particularmente, quando enxertado com laranjeira-valência.

Sabe-se que na variedade copa laranjeira-valência, o vírus se multiplica livremente, e que o mesmo não consegue proliferar nos tecidos do porta-enxerto laranjeira-azedada, o qual é intolerante à presença do vírus em seus tecidos. Assim sendo, uma grande proliferação do vírus na copa de laranjeira-valência, deve ter ocasionado uma desorganização mais acentuada nos tecidos do porta-enxerto de laranjeira-azedada.

Essa pode ser a explicação para o fato de a presença do vírus ter diminuído mais acentuadamente o peso da matéria seca do porta-enxerto de laranjeira-azedada, quando enxertado com copa de laranjeira-valência.

Além disso, quando a laranjeira-azedada foi enxertada com copas de laranjeira-pera, a diminuição do peso da matéria seca das raízes foi mais acentuada do que quando enxertada com copas de "limoeiro"-galego.

Isto encontraria explicação no fato de a copa de laranjeira-pera ser mais tolerante ao vírus da "Tristeza", do que a do "limoeiro"-galego, permitindo a multiplicação mais intensa do vírus em seus tecidos.

Um fato estranho é o de haver a presença do vírus da "Tristeza dos Citros" determinado a diminuição da translocação do zinco, da região inferior para a superior nos caules de certas variedades copa, visto MOREIRA (1952) ter verificado que o vírus se situa somente nos vasos do floema, não conseguindo passar para os vasos do xilema.

Entretanto, COSTA et alii (1949) haviam constatado que o vírus da "Tristeza dos Citros" atuava sobre os tecidos do câmbio, diminuindo a atividade do mesmo.

Uma diminuição da atividade do câmbio deve resultar evidentemente numa diminuição da produção de novos vasos do xilema.

RICHARDSON (1969), relatou que em muitas plantas, os vasos mais novos, adjacentes ao câmbio, são os responsáveis pelo maior fluxo de solutos no xilema. Por conseguinte, essa pode ser uma das possíveis razões, para que nos caules de plantas intolerantes ao vírus, seja menor a translocação do zinco, bem como a do fósforo, observada por HAAG et alii (1967) e por MARTINS et alii (1968).

O zinco é tido como um elemento pouco móvel dentro das plantas, por isso os sintomas de carência manifestam-se geralmente nas folhas novas. Se a mobilidade do zinco fosse grande, as deficiências manifestar-se-iam primeiramente nas folhas velhas, visto que, em tais circunstâncias, o nutriente tenderia a migrar das folhas velhas para as novas.

Por isso, pode causar certa estranheza, o fato de o experimento haver mostrado que nas variedades intolerantes ao vírus da "Tristeza", a moléstia haver provocado a migração do zinco das folhas velhas para as novas.

Contudo, MALAVOLTA & PELLEGRINO (1954) verificaram que nos tomateiros, nutridos com  $Zn^{65}$ , aplicado na solução nutritiva, 5,6% do zinco absorvido translocou das folhas velhas para as novas, após ser interrompido o fornecimento do nutriente. Quando aplicado nas folhas, 13,7% do  $Zn^{65}$  absorvido foi redistribuído para outros órgãos, três semanas após a aplicação.

Isto mostra que em algumas espécies ocorre uma certa migração do nutriente, embora em pequena porcentagem, com relação ao total absorvido.

Os resultados deste experimento mostram que nas variedades intolerantes ao vírus da "Tristeza dos Citros", ocorreu também a translocação do zinco das folhas velhas para as novas.

Sabe-se que existem interligações entre os vasos do xilema e os vasos do floema, que permitem a passagem de nutrientes de um sistema condutor para outro, como relatou RICHARDSON (1969).

Entretanto, como nos vasos do xilema, nos caules das variedades intolerantes, a presença do vírus determinou uma diminuição na translocação do zinco absorvido pelas raízes, é muito improvável que quando exportado das folhas velhas para as novas, a translocação houvesse ocorrido através dos vasos do xilema.

É mais provável que o zinco tivesse migrado para as folhas novas, através dos próprios vasos do floema, embora até bem pouco tempo se acreditasse não ser isso possível. Entretanto, conforme RICHARDSON (1969) relatou, atualmente muitos estudos mostraram que nos vasos do floema ocorrem movimentos ascendentes de nutrientes, através das correntes protoplasmáticas, conhecidas pela denominação de "ciclose". Este mecanismo, ainda não bem conhecido, pode possibilitar o movimento bidirecional de nutrientes.

Como nas variedades intolerantes ao vírus, a diminuição da translocação do zinco, das raízes para as folhas fizesse com que a concentração do nutriente nas folhas diminuísse acentuadamente, e, como o elemento era mais necessário nas folhas novas do que nas velhas, por serem as folhas novas mais ativas, a "ciclose" deve ter sido o processo pela qual o nutriente migrou das folhas velhas para as novas.

#### 5.5 - SINTOMAS OBSERVADOS

Os sintomas que foram observados nas plantas inoculadas com o vírus da "Tristeza", variaram um pouco de uma variedade para outra.

Para o "limoeiro"-galego, os sintomas coincidiram com aqueles descritos por WALLACE (1968). O tempo que os sintomas levaram para se evidenciarem no "limoeiro"-galego, também foi dentro dos limites observados pelo referido autor, e por MOREIRA et alii (1954).

Os sintomas observados na laranjeira-pera, não coincidiram totalmente com aqueles constatados, em condições de campo, por diversos autores.

Não foram constatados sintomas foliares típicos de deficiência de zinco nas plantas inoculadas, como os relatados por MOREIRA (1952); BITANCOURT (1944) ; SCHNEIDER (1969) e GRANT & COSTA (1950).

Dentre os sintomas observados, os mais parecidos com os provocados por deficiências de zinco, manifestaram-se no "limoeiro"-galego. Constituíram-se na diminuição e ou paralização do crescimento, encurtamento dos entrenós e na diminuição do tamanho das folhas novas. Esses sintomas contudo são comuns também a carências de outros nutrientes, de conformidade com estudos de CHAPMAN (1968).

Por outro lado, os sintomas observados nas folhas do "limoeiro"-galego, foram típicos daqueles provocados por deficiências de boro, de conformidade com CHAPMAN (1968). Especialmente a dilatação e fendilhamento das nervuras das folhas, que assumiram aspecto de cortiça ; a paralização do crescimento do gema apical ; o amarelecimento das nervuras principais e a deformação das margens das folhas velhas que assumiram forma de "S" .

O retardamento do crescimento das plantas, o formato de "barquinha" das folhas novas, a clorose geral das folhas, a ondulação das margens das folhas e outros sintomas constatados nas condições do experimento, segundo o referido autor, são sintomas também provocados por carências de K . Além disso, carências de nitrogênio e magnésio poderiam ser res -

ponsáveis pela dilatação das nervuras das folhas, e pelo aspecto de cor-tiça.

Essas observações mostram que, se em determinadas condições, as plantas cítricas infectadas pelo vírus da "Tristeza" evidenciam sintomas de carência de zinco, em outras elas podem evidenciar deficiências principalmente de boro e ou potássio.

Tendo em vista que, os sintomas de deficiência de um nutriente, comumente mascaram os de outro, é bem possível que o vírus da "Tristeza" provoque deficiências de vários nutrientes, além das de zinco, constatadas neste experimento, e as de fósforo, cálcio e sódio, constatadas por outros pesquisadores.

A ausência de sintomas típicos de carência de zinco, e o fato de, nas folhas das plantas inoculadas, os teores de zinco não se terem situado muito abaixo dos níveis considerados como críticos, permitem supor que não foram somente as carências de zinco que determinaram os efeitos prejudiciais exercidos pelo vírus da "Tristeza" nas plantas cítricas.

Esta observação confirma a de GRANT & COSTA (1950), que as deficiências de zinco não foram a causa dos efeitos primários da doença sobre as plantas cítricas.

## 6 - CONCLUSÕES

Os resultados desta investigação possibilitaram as seguintes conclusões:

- 1 - Os teores de zinco, nas folhas das plantas tolerantes e intolerantes ao vírus da "Tristeza" foram diferentemente afetados pela moléstia. Nas plantas intolerantes, inoculadas, os teores de zinco das folhas foram mais baixos.
- 2 - A moléstia ocasionou diminuição de translocação de zinco nos caules de plantas intolerantes. Aparentemente não afetou a translocação de zinco nos caules das plantas tolerantes.
- 3 - Independentemente dos porta-enxertos, a presença do vírus determinou diminuição nos teores de zinco, nas folhas novas do "limoeiro"-galego e nas folhas velhas da laranjeira-pera, e aumento, nas folhas novas da laranjeira-valência.
- 4 - A presença do vírus, nas plantas intolerantes, ocasionou migração de zinco das folhas velhas, que foi mais acentuada nas copas de "limoeiro"-galego.
- 5 - Nas plantas com copa de "limoeiro"-galego, enxertado sobre laranjeira-zeda, a presença do vírus provocou diminuição na concentração de zinco nas raízes. Aparentemente a concentração de zinco não foi afetada, pela presença do vírus, nas raízes das demais plantas.
- 6 - Nas plantas intolerantes ao vírus, os sintomas da moléstia assemelham-se mais aos de deficiência de boro, do que de zinco.

- 7 - Somente quando enxertada sobre laranjeira-azedada, a laranjeira-valência apresentou leves sintomas da moléstia.
- 8 - Os teores de zinco das folhas, foram mais baixos nas plantas enxertadas sobre "limoeiro"-cravo, do que nas plantas enxertadas sobre laranjeira-azedada e laranjeira-caipira.
- 9 - Os teores de zinco nas folhas, foram mais elevados nas copas de laranjeira-valência, do que nas de laranjeira-pera. Os teores de zinco nas folhas das copas de "limoeiro"-galego não diferiram de nenhuma das duas.
- 10 - Não ocorreram sintomas foliares de deficiência de zinco, nas plantas não inoculadas, mesmo quando a concentração desse nutriente nas folhas foi de 10 ppm.

7 - RESUMO

A presente investigação teve por objetivo, estudar o efeito do vírus da "Tristeza dos Citros" sobre a concentração do zinco nas folhas, nos caules e nas raízes de plantas cítricas (*Citrus spp.*), formadas por três variedades copa, enxertadas sobre três porta-enxertos. Com isso procurou-se verificar se a moléstia afeta a absorção e a translocação do zinco.

As variedades copa testadas foram: "limoeiro"-galego (*Citrus aurantifolia*, (Christm.) Swing.) ; laranjeira-pera e laranjeira-valência (*Citrus sinensis*, Osb.).

Os porta-enxertos testados foram: laranjeira-azedada (*Citrus aurantium*, L.) ; laranjeira-caipira (*Citrus sinensis*, Osb.) e "limoeiro"-cravo (*Citrus limonia*, Osb.).

As plantas eram isentas das moléstias de vírus conhecidas.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, ao abrigo de pulgões transmissores do vírus da "Tristeza". As plantas foram cultivadas em vasos, repletos de areia de rio lavada, e foram alimentadas com solução nutritiva completa, de Hoagland e Arnon.

Foram utilizados ao todo 54 plantas, sendo que 27 delas foram inoculadas com o vírus da "Tristeza", com o auxílio de "pulgões preto" (*Toxoptera citricidus*, Kirk.). As 27 plantas restantes não foram inoculadas.

Para a determinação dos teores de zinco nos tecidos, as plantas foram divididas em cinco partes: folhas formadas antes e folhas formadas após a inoculação ; caules formados antes e caules formados após a inoculação ; e raízes de plantas inoculadas e não inoculadas.

A investigação mostrou que:

A presença do vírus afetou diferentemente a concentração do zinco nas folhas das plantas tolerantes e intolerantes. Nas folhas das plantas intolerantes, os teores de zinco foram mais baixos.

A moléstia diminuiu a translocação do nutriente nos caules das plantas intolerantes, e aparentemente não a afetou nos caules das tolerantes.

Nas folhas novas do "limoeiro"-galego, e nas folhas velhas da laranjeira-pera, a presença do vírus ocasionou diminuição na concentração de zinco, e nas folhas novas da laranjeira-valência, aumento.

Nas plantas intolerantes, a moléstia provocou migração de zinco das folhas velhas, que foi mais acentuada nas copas de "limoeiro"-galego.

Os sintomas da moléstia, nas plantas intolerantes, assemelham-se mais a deficiências de boro, do que de zinco. Somente quando enxertada sobre laranjeira-azedada, a laranjeira-valência apresentou leves sintomas foliares da moléstia.

A presença do vírus provocou diminuição na concentração de zinco nas raízes das plantas formadas por copas de "limoeiro"-galego enxertadas sobre laranjeira-azedada. Aparentemente não afetou a concentração do zinco nas raízes das demais plantas.

8 - SUMMARY

The objective of the present study has been to determine the effect of the "Tristeza" virus disease on the concentration of zinc in leaves, stems and roots of citrus plants (*Citrus spp.*), of three varieties budded on three different rootstocks. This permitted a further investigation about the effect of the disease on the absorption and translocation of zinc.

The scion varieties studied were: Mexican lime (*Citrus aurantiifolia*, (Christm.) Swing.) ; Pera orange and Valencia orange (*Citrus sinensis*, Osb.) . The rootstocks were: sour orange (*Citrus aurantium*, L.) ; local sweet orange (*Citrus sinensis*, Osb.) ; and Rangpur lime (*Citrus limonia*, Osb.) .

The plants were free of "Tristeza" virus.

The experiment was carried out in green-house, protected against aphids, the vectors of the "Tristeza" virus. The plants were cultivated in pots, with washed river sand, and were treated with Hoagland and Arnon complete nutrient solution.

A total of 54 plants were utilized in the experiment. 27 of them were inoculated with the "Tristeza" virus, through out aphid vector (*Toxoptera citricidus*, Kirk,.) ; the other 27 plants were not inoculated.

Five different parts were considered, for determination of zinc concentration in tissues: leaves formed before the inoculation ,

leaves formed after the inoculation, stems developed before the inoculation, stems developed after the inoculation, and roots of inoculated and not inoculated plants.

The results of the study allowed the following conclusions:

The presence of the virus affected the concentrations of zinc in leaves of tolerant plants differently from intolerant ones. The concentrations of zinc were lower in the leaves of intolerant plants.

The disease was responsible for the decrease in the translocation of the nutrient through out stems of intolerant plants, but apparently it did not affect the translocation in the tolerant plants.

The virus promoted a decrease in zinc concentration in the new leaves of Mexican lime, and in the old leaves of Pera orange ; however, it determined an increase in zinc concentration in the new leaves of Valencia orange.

In intolerant plants, the disease determined a migration of zinc from the old leaves, specially in Mexican lime.

The symptoms of the disease in intolerant plants appeared more likely boron deficiency than zinc deficiency symptoms. The plants of Valencia orange did not show any disease symptoms ; however, when this variety was grafted on sour orange, its leaves showed some symptoms.

The presence of virus lowered the zinc concentration in roots of plants formed by Mexican lime over sour orange. Apparently it did not affect the concentration in roots of other plants.

9 - BIBLIOGRAFIA CITADA

BENNET, C. W. & COSTA, A. S. - 1949 - Tristeza disease of Citrus. Journal of Agricultural Research. Washington, USA. 78(8): 207-238.

BITANCOURT, A. A. - 1944 - Um teste para a identificação precoce da Tristeza dos Citros. O Biológico, São Paulo, 10: 169-175.

CHAPMAN, H. D. ; VANSELOW, A. P. & LIEBIG JR., G. F. - 1937 - The production of citrus mottle-leaf in controled nutrient cultures. Journal of Agricultural Research. Washington, USA. 55: 365-379.

CHAPMAN, H. D. - 1968 - The Mineral Nutrition of Citrus, in: The Citrus Industry, Vol. II. University of California, Berkeley, p. 127-180.

COSTA, A. S. & GRANT, T. J. - 1951 - Studies on transmission of the tristeza virus by the vector *Aphis citricidus* . Phitopathology. Lancaster, Pennsylvania, USA. 41(12): 105-114.

COSTA, A. S. ; GRANT, T. J. & MOREIRA, S. - 1949 - Investigações sobre a Tristeza dos Citros: 11 Conceitos e dados sobre a reação das plantas cítricas à Tristeza. Bragantia, Campinas, Est. de São Paulo, 9: 59-80.

COSTA, A. S. & CARVALHO, A. M. B. - 1965 - Deficiências Minerais, Induzidas por Moléstias e Pragas. Bragantia, Campinas, 24: 41-50.

- COSTA, A. S. ; MÜLLER, G. W. & COSTA, C. L. - 1968 - Rearing the Tristeza Vector, *Toxoptera citricida*, on Squash. Proc. of the Fourth Conference Int. Org. of Citrus Virologists, Ed. by J. F. L. Childs, Gainesville, Florida. p. 32-35.
- DE JUAN, E. G. S. - 1960 - El Cultivo de los Agrios. Madrid, Espanha, Instituto Nacional de Investigaciones Agronômicas, 806 pgs.
- DEL RIVERO, J. M. - 1968 - Los Estados de Carencia de Los Agrios. 2.<sup>a</sup> Ed. Madrid, Espanha, Ediciones Mundi-Prensa, 509 pgs.
- GALSTON, A. W. & DAVIES, P. J. - 1972 - Mecanismos de Controle no Desenvolvimento Vegetal. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo. 171 pgs.
- GIACOMETTI, D. C. & COSTA, A. S. - 1958 - Nursery behaviour of infected West Indian lime scions on tristeza tolerant and intolerant roostocks. Plant Disease Reporter, USA Dep. of Agriculture. Beltsville, Maryland, 42 (8): 928-932.
- GRANT, T. J. & COSTA, A. S. - 1950.a - A mild strain of the Tristeza virus of citrus. Phytopathology. Lancaster, Pennsylvania, 41(12): 114-123.
- GRANT, T. J. & COSTA, A. S. - 1950.b - Investigações sobre a Tristeza dos Citros. Sintomas de deficiência. Bragantia, Campinas, Est. São Paulo, 10: 56-57.
- HAAG, H. P. ; SILVA, D. M. & OLIVEIRA, J. C. - 1967 - Influence of the Tristeza virus on the phosphorus (P<sup>32</sup>) distribution in Galego lime (*Citrus aurantiifolia*, Christem.). Rev. Agricultura. Piracicaba, Est. de São Paulo, 42: 88-91.

- HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. I. - 1950 - The Water culture method for growing plants without soil. Calif. Agric. Exp. Sta. Cir. 347, California, 32 pgs.
- LABANAUSKAS, C. K. ; STOLZY, L. H. & HANDY, M. F. - 1972 - Concentration and Total Amounts of Nutrients in Citrus Seedlings. (*Citrus sinensis*, Osbeck), and in Soil as Influenced by Differential Soil Oxygen Treatments. Soil Sci. Soc. of America. Madison, Wisconsin, 36(3): 454-457.
- LAL, K. N. & SUBBA RAO, M. S. - 1951 - Rôle of Zinc in Crop Production. Tropical Agriculture, London, 28: 7-12 e 117 a 126.
- LIBBERT, E. & RISCH, H. - 1969 - Interactions Between Plants and Epiphytic Bacteria Regarding Their Auxin Metabolism. V. Isolation and Identification of the IAA-Producing and Destroying From Pea Plants. Physiologia Plantarum, Lund, 22 (1): 51-59.
- MALAVOLTA, E. & PELLEGRINO, D. - 1954 - Estudo sobre a Distribuição do Radiozinco no Tomateiro (*Lycopersicum esculentum*). Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, Est. de São Paulo, 11: 77-85.
- MALAVOLTA, E. - 1970 - Nutrição Mineral de Plantas, Curso de Pós-Graduação de Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba, E. S. A. "Luiz de Queiroz", 136 pgs. (Mimeografado).
- MARTINS, D. ; OLIVEIRA, J. C. & HAAG, H. P. - 1968 - Absorção e translocação do radiofósforo em limoeiro Galego (*Citrus aurantifolia*, Christm.). Rev. da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, Viçosa, Est. de Minas Gerais, 2: 45-53.

- MATTOS, J. K. A. - 1970 - Tristeza dos Citros no D. F. Revista Cerrado, Brasília, Distrito Federal, 2(8): 10-11.
- MENECHINI, M. - 1946 - Sobre a natureza e a transmissibilidade da doença "tristeza dos citros". O Biológico, São Paulo, 12(12): 285-288.
- MOREIRA, S. - 1952 - Importantes características da tristeza dos Citros. Revista O Solo, Piracicaba, Est. de São Paulo, 44(4): 41-46.
- MOREIRA, S. - 1968 - Crowing Citrus in the Presence of Tristeza. Proc. of the Fourth Conf. of the Int. Org. of Citrus Virologists, Ed. by J. F. L. Childs, Gainesville, Florida, p. 41-44.
- MOREIRA, S. ; COSTA, A. S. & GRANT, T. J. - 1954 - Métodos para identificação e controle da tristeza dos citros. Bragantia, Campinas, Est. de São Paulo, 13(19): 223-237.
- MÜLLER, G. W. & COSTA, A. S. - 1967 - Estudo sobre interferência de estirpes de vírus da tristeza. Rev. da Soc. Brasileira de Fitopatologia, Piracicaba, Est. de São Paulo, Ano I, 66-69.
- MÜLLER, G. W. ; COSTA, A. S. & ALCOVER, M. - 1968 - Obtenção de variedades de laranja-doce tolerantes a tristeza de Capão Bonito. Rev. da Soc. Brasileira de Fitopatologia, Viçosa, Est. de Minas Gerais, Ano II, p. 33-45.
- MÜLLER, G. W. ; COSTA, A. S. & ALCOVER, M. - 1969 - Tangerinas e Mandarinas tolerantes ao variante Capão Bonito do vírus da tristeza. Rev. da Soc. Brasileira de Fitopatologia, Campinas, Est. de São Paulo, Ano III, p. 64-66.

- MULLER, G. W. ; COSTA, A. S. ; OLIVEIRA, A. R. & CAMARGO, I. J. B. -  
1969 - Caneluras em laranjeira doce inoculada com o mal de Arara-  
quara. Rev. da Soc. Brasileira de Fitopatologia, Campinas, Est.  
de São Paulo, Ano III , p. 66-68.
- PAIVA NETO, J. E. & CATANI, R. A. - 1950 - Composição química mineral  
de plantas sadias e afetadas pela tristeza. Bragantia, Campinas,  
Est. de São Paulo, 10: 57-59.
- RICHARDSON, M. - 1969 - Translocation in Plants, Second Ed. Londres,  
Edward Arnold Ltd. 60 pgs.
- RODRIGUES, O. & GALLO, J. R. - 1968 - The influence of viruses on the  
mineral composition of citrus leaves. Proc. Fourth Conf. Int.  
Org. Citrus Virologists, Ed. by J. F. L. Childs, Gainesville, Flo-  
rida, p. 307-310.
- ROSSETTI, V. ; BOVÉ, J. M. & CANOVA, A. - 1968 - Growth of *Phytophthora*  
*citrophthora* and *Deuterophoma tracheiphila* on Culture Media Contai-  
ning Leaf Extracts of Healthy and Virus Infected Plants. Proc. of  
the Fourth Conf. of the Int. Org. of Citrus Virologists, Ed. by J.  
F. L. Childs, Gainesville, Florida, p. 317-325.
- SALIBE, A. A. - 1971.a - Curso Especializado em Citricultura ao Nível  
de Pós-Graduado. Faculdade de Ciências Médicas e Bilógicas de Botu-  
catu. Botucatu, Est. de São Paulo, 176 pgs. (Mimeografado).
- SALIBE, A. A. - 1971.b - Incidência de tristeza (stem pitting) em li-  
moeiro Cravo (*Citrus limonia*, Osbeck). Anais da Primeira Jorna-  
da Científica da Fac. de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu.  
Botucatu, Est. de São Paulo, 1: 102-104.

SCHNEIDER, H. - 1946 - A progress report on quick-decline studies: Histological studies (Part III). California Citrograf., Los Angeles, California, 31: 198-199.

SCHNEIDER, H. - 1969 - Pathological anatomies of citrus affected by virus diseases and by apparently-inherited disorders and their use in diagnosis. Proc. First Intern. Citrus Symposium, Ed. by Homer D. Chapman, University of California, Riverside, III: 1.489-1.495.

SCHNEIDER, H. ; BITANCOURT, A. A. & ROSSETTI, V. - 1947 - Similarities in the pathological anatomy of quick-decline and tristeza diseased orange trees. Phytopathology, Lancaster, Pennsylvania, 41(12): 114-123.

VIGLIERCHIO, D. R. - 1971 - Nematodes and Other Pathogens in Auxin-related Plant-growth Disorders. The Botanical Review, New York 34(I): 1-22.

WALLACE, J. M. - 1968 - Tristeza and Seedling Yellows. In, Indexing Procedures for 15 Virus Diseases of Citrus Trees. Agriculture Handbook n<sup>o</sup> 333, Agricultural Research Service, U.S. Dep. of Agriculture, p. 22-28.