

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Seleção e análise dos modelos PARAFAC e Tucker e gráfico *triplot*
com aplicação em interação tripla

Lúcio Borges de Araújo

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração: Estatística e Experi-
mentação Agronômica

Piracicaba
2009

Lúcio Borges de Araújo
Licenciado em Matemática

**Seleção e análise dos modelos PARAFAC e Tucker e gráfico *tripplot* com
aplicação em interação tripla**

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS TADEU DOS SANTOS DIAS**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de concentração: Estatística e Experimentação
Agronômica

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Araújo, Lúcio Borges de

Seleção e análise dos modelos PARAFAC e Tucker e gráfico *tripplot* com aplicação em interação tripla / Lúcio Borges de Araújo. - - Piracicaba, 2009.
111p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Análise de dados 2. Correlação genética e ambiental 3. Fenótipos 4. Genética estatística I. Título

CDD 519.5

A663s

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

*“Sabemos que Deus age em todas as coisas para o bem daqueles que o amam,
dos que foram chamados de acordo com o seu propósito.”* (Romanos 8:28)

*“Que diremos, pois, diante dessas coisas? Se Deus é por nós, quem será contra nós?
Aquele que não poupou seu próprio Filho, mas o entregou por todos nós,
como não nós dará justamente com ele, e de graça, todas as coisas?”* (Romanos 8:31,32)

*“Mas em todas estas coisas somos mais que vencedores,
por meio daquele que nos amou ”* (Romanos 8:37)

A minha querida amiga, companheira e principalmente esposa

Mirian Fernandes Carvalho Araújo,

por toda ajuda, companheirismo, amizade, apoio, incentivo e o amor sempre constante.

Te amo muito!

Aos meus pais **Luís Guilherme de Araújo e Tânia Maria Borges Araújo,**

por todas oportunidades concedidas.

Aos meus irmãos **Gabriel, Aurélia e Evaldo,**

pela amizade e incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, autor e consumidor da minha fé, por sua eterna fidelidade e sem o qual nada podemos fazer.

Ao professor Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias pela orientação cultivada pela amizade, apoio e ajuda à elaboração deste trabalho. A sua esposa Elvina e seus filhos Vitor e Laura, pelos momentos prazerosos passados juntos.

Ao Professor Mario Varela, pelas dicas, sugestões e correções na fase final do trabalho

A ESALQ/USP pela estrutura física e humana disponível.

A CNPq pela concessão de bolsas de estudos.

Aos amigos e irmãos em Cristo da Igreja Evangélica na Paulista pela amizade e apoio sempre presente em todos os momentos.

Ao professores do programa de Pós-graduação em Estatística e Experimentação Agrônômica Dr. César Gonçalves de Lima, Dra. Clarice Garcia Borges Demétrio, Dr. Décio Barbin, Dr. Edwin Ortega, Dra. Roseli Aparecida Leandro, Dr. Sílvio Zocchi, Dra. Sônia Maria De Stefano Piedade, Dr. Vitor Ozaki, pelos cuidados na formação.

Aos funcionários do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP, Solange de Assis Paes Sabadin e Eduardo Bonilha, pelos auxílios permanentes, em especial a Luciane Brajão pela amizade e ajuda sempre que preciso.

Aos amigos do Departamento de Bioestatística da UNESP/BOTUCATU.

Aos ex-professores e atuais colegas de departamento da UFU, em especial ao prof. Ednaldo Carvalho Guimarães e ao prof. Marcelo Tavares.

Aos grandes amigos: Osmar Jesus Macedo, pela alegria de sua companhia e colaboração em tantos momentos, e César Augusto Taconeli, pelos grandes momentos de alegria em Botucatu.

Aos colegas de turma: Ana Alice, Angela, Édila, Vanderly e Wilson e a todos os outros colegas do mestrado e doutorado, em especial, ao Marcelino “Popó” pelo companheirismo de longa data.

A todos que cooperaram direta ou indiretamente na realização deste trabalho, muito obrigado.

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Interação Genótipos \times Locais \times Anos	15
2.1.1 Graus de interação	15
2.1.2 Avaliação da Interação Genótipos \times Ambientes	16
2.1.3 Modelos de ANOVA	19
2.1.4 Fatores Genótipo, Local, Tempo	19
2.2 O que é análise <i>multiway</i> ?	23
2.2.1 Linhas, Colunas e Tubos; Fatia Frontal, Vertical e Horizontal	23
2.2.2 História dos modelos de análise <i>multiway</i>	23
2.2.3 Modelos de componentes com três entradas (PARAFAC)	25
2.2.4 Modelos de Tucker	28
2.2.4.1 Modelos Tucker3	29
2.2.4.1.1 Propriedades do modelo Tucker3	31
2.2.4.2 Modelos de Tucker2	32
2.2.4.3 Modelos de Tucker1	33
2.2.5 Relações entre modelos de componentes de três entradas	34
2.2.5.1 Hierarquia dos Modelos PARAFAC e TUCKER3	35
2.2.5.2 Hierarquia dos Modelos TUCKER3, TUCKER2 e TUCKER1	36
2.3 Graus de liberdade dos modelos <i>multiway</i>	37
2.4 Postos de arranjos	38
2.5 Determinação da dimensionalidade de um modelo de Tucker	39
2.5.1 Procedimento <i>DifFit</i> de Timmerman-Kiers	39
2.5.2 Análise residual	40
2.5.3 Critério <i>st</i> de Ceulemans-Kiers	41

	6
2.6 Determinação da dimensionalidade de um modelo PARAFAC	42
2.6.1 Procedimentos de dividir ao meio (<i>Split-half</i>)	43
2.6.2 Consistência do núcleo	43
2.7 Estabilidade do modelo e poder preditivo por validação	44
2.8 Biplot	46
2.8.1 Decomposição em Valores Singulares	46
2.8.2 <i>Biplot</i> padrão	47
2.9 <i>Joint plot</i>	49
3 MATERIAL E MÉTODOS	52
3.1 Características dos dados	52
3.2 Análise de dados considerando duas entradas	53
3.2.1 Análise de variância conjunta de duas entradas	53
3.2.2 Análises AMMI	54
3.3 Estimação dos parâmetros dos modelos <i>multiway</i>	57
3.3.1 Algoritmo para o modelo PARAFAC	58
3.3.2 Estimativas iniciais para Algoritmo MQA do modelo PARAFAC	59
3.3.3 Algoritmo para o modelo Tucker3	60
3.3.4 Estimativas iniciais para o Algoritmo MQA do modelo Tucker3	62
3.4 Proposta para o <i>triplot</i>	62
3.4.1 Produto de elementos por elementos de matrizes	62
3.4.2 Arranjo de três entradas em um gráfico de duas dimensões	63
3.4.3 O produto dos elementos das matrizes \mathbf{A} , \mathbf{B} e \mathbf{C} e suas propriedades	64
3.5 Visualizando o <i>triplot</i>	68
3.5.1 Comparação visual dos elementos de uma linha, coluna ou tubo do arranjo	68
3.6 Relações entre linhas, entre colunas e entre tubos	69
3.7 Análise <i>triplot</i> de dados de três entradas	70
3.8 Análise de dados considerando três entradas	71
3.8.1 Análise de variância conjunta	71
3.8.2 Generalização da Análises AMMI para o caso de três fatores usando o modelo PARAFAC	73

	7
3.9 Software	76
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	77
4.1 Análise de variância conjunta com dois fatores	77
4.2 Análise AMMI e Biplot para dados de duas entradas	78
4.3 Análise de variância conjunta com três fatores	83
4.4 Modelos de três entradas para a interação tripla	84
4.4.1 Ajuste do Modelo de Tucker3	85
4.4.2 Ajuste do Modelo PARAFAC	92
4.5 Triplot	93
4.6 Comentários Gerais	97
5 CONCLUSÕES	100
REFERÊNCIAS	102
ANEXOS	107

RESUMO

Seleção e análise dos modelos PARAFAC e Tucker e gráfico *triplot* com aplicação em interação tripla

O presente trabalho tem os seguintes objetivos: propor uma sistemática para o estudo e a interpretação da estabilidade e adaptabilidade fenotípica, através de duas técnicas de análise *multiway* (PARAFAC e Tucker3); propor a construção de um gráfico, denominado de Triplot, que possibilita avaliar as relações entre os 3 modos (genótipos, locais e anos); implementar uma rotina computacional para a análise de dados, segundo os modelos *multiway*; implementar uma rotina computacional para a construção do Triplot. Os dados a serem utilizados são relativos a experimentos com 13 genótipos de feijão que foram conduzidos em 9 experimentos distintos constituídos pelos anos agrícolas de 2000/2001, 2001/2002 e 2005/2006, pelos municípios de Dourados e Aquidauana, sendo que os experimentos foram instalados na época das águas (Dourados) e também na época da seca (Dourados e Aquidauana). Cada local é constituído de município e uma época de instalação. Os resultados indicaram que o gráfico *triplot* e *joint plot*, facilitam o entendimento da interação tripla e traz ao pesquisador informações mais reais sobre a interação tripla, do que a modelagem AMMI de duas entradas; o gráfico *triplot*, ajuda a identificar genótipos, locais e anos estáveis, dentro de um grande grupo de genótipos, locais e anos; de uma maneira geral recomenda-se, utilizar o *triplot* e o *joint plot* juntos, para obter melhores interpretações dos resultados; dentre os genótipos estudados, o genótipo 6 é o que menos contribui para a interação e os genótipos 12, 9 e 5 são os que mais contribuem para a interação.

Palavras-chaves: Interação genótipos \times ambientes \times anos; Modelo PARAFAC; Modelo Tucker3; Triplot; Estabilidade; Adaptabilidade

ABSTRACT

Selection and analysis of the PARAFAC and Tucker models and triplot graphic with application in triple interaction

The present work has the following objectives: to propose a systematics for the study and the interpretation of the phenotypic stability and adaptability, through several multiway models (PARAFAC and Tucker3); to propose a graphic, called of Triplot, that it makes possible to evaluate the relations between the 3 ways (genotypes, locations and years); to implement a computational routine for the data analysis, according multiway models; to implement a computational routine for the construction of Triplot. The used data are relative the experiments with 13 genotypes of beans that had been lead in 9 experimental distinct ones constituted by agricultural years of 2000/2001, 2001/2002 and 2005/2006, by Dourados and Aquidauana cities, where the experiments had been installed at the time of waters (Dourados) and also at the time of dries (Dourados and Aquidauana). Each location is constituted of city and time of installation. The results indicated that the graphic triplot and joint plot, facilitate the agreement of triple interaction and bring to the researcher more real information about triple interaction, of what AMMI model of two way; the graphic triplot, helps to identify stabels genotypes, locations and years, inside of a great group of genotypes, location and years; in a general recommend to use triplot and joint plot together, to get better interpretations of the results; the genotype 6 is what less contributes for the triple interaction and genotypes 12, 9 and 5 are the that more contribute for the interaction.

Keywords: Genotypes \times locations \times years interaction; PARAFAC model; Tucker3 model; Triplot; Stability; Adaptability

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

