

# Algoritmo de Skott Knott *vs.* Testes de comparação de médias

Docente: J. C. Faria

Disciplina: Metodologia e Estatística Experimental (CET076)

Discentes: Álvaro Sena Gomes e Samuel Rubens Raabe Santos

Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais

Agronomia, 2023.1

# Testes de comparação de médias múltiplas

- Existem inúmeros testes de comparação de médias:
  - Tukey, Dunnet, Test t Student, Duncan, Skott-knott\*...
- Realizada a ANOVA e identificado diferenças significativas pelo teste F:
  - Comparar as médias dos tratamentos para observar as diferenças entre os mesmos
  - O fundamento da discriminação entre grupos de tratamentos se dá pela obtenção da diferença mínima significativa (dms)

# Tukey

- Teste de comparação de médias bem conservador e estabelecido
- Indicado quando  $CV < 25\%$

```

$`Analysis of variance`
      df type I SS mean square F value    p>F
treatments  3    117    39.0000    5.85 0.0106
Residuals 12     80     6.6667     -    -
    
```

$$DMS = q(\alpha, \text{NumTrat}, \text{glres}) \sqrt{\frac{QMRes}{n^{\circ}rep}} = 4,20 \sqrt{\frac{6,667}{4}} = 5,42$$

Fonte: AZEVEDO, 2023

Tabela para o Teste de Tukey

| GL | $\alpha$ | <i>k (quantidade de grupos tratados – incluindo o controle, caso exista)</i> |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----|----------|--|------|------|------|------|------|------|------|-------|
|    |          | 2  | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    |
| 5  | 0,05     | 3,64   | 4,6  | 5,22 | 5,67 | 6,03 | 6,33 | 6,58 | 6,8  | 6,99  |
|    | 0,01     | 5,7  | 6,98 | 7,8  | 8,42 | 8,91 | 9,32 | 9,67 | 9,97 | 10,24 |
| 6  | 0,05     | 3,46   | 4,34 | 4,9  | 5,3  | 5,63 | 5,9  | 6,12 | 6,32 | 6,49  |
|    | 0,01     | 5,24   | 6,33 | 7,03 | 7,56 | 7,97 | 8,32 | 8,61 | 8,87 | 9,1   |
| 7  | 0,05     | 3,34   | 4,16 | 4,68 | 5,06 | 5,36 | 5,61 | 5,82 | 6    | 6,16  |
|    | 0,01     | 4,95   | 5,92 | 6,54 | 7,01 | 7,37 | 7,68 | 7,94 | 8,17 | 8,37  |
| 8  | 0,05     | 3,26   | 4,04 | 4,53 | 4,89 | 5,17 | 5,4  | 5,6  | 5,77 | 5,92  |
|    | 0,01     | 4,75   | 5,64 | 6,2  | 6,62 | 6,96 | 7,24 | 7,47 | 7,68 | 7,86  |
| 9  | 0,05     | 3,2  | 3,95 | 4,41 | 4,76 | 5,02 | 5,24 | 5,43 | 5,59 | 5,74  |
|    | 0,01     | 4,6  | 5,43 | 5,96 | 6,35 | 6,66 | 6,91 | 7,13 | 7,33 | 7,49  |
| 10 | 0,05     | 3,15   | 3,88 | 4,33 | 4,65 | 4,91 | 5,12 | 5,3  | 5,46 | 5,6   |
|    | 0,01     | 4,48   | 5,27 | 5,77 | 6,14 | 6,43 | 6,67 | 6,87 | 7,05 | 7,21  |
| 11 | 0,05     | 3,11   | 3,82 | 4,26 | 4,57 | 4,82 | 5,03 | 5,2  | 5,35 | 5,49  |
|    | 0,01     | 4,39   | 5,15 | 5,62 | 5,97 | 6,25 | 6,48 | 6,67 | 6,84 | 6,99  |
| 12 | 0,05     | 3,08   | 3,77 | 4,2  | 4,51 | 4,75 | 4,95 | 5,12 | 5,27 | 5,39  |
|    | 0,01     | 4,32   | 5,05 | 5,5  | 5,84 | 6,1  | 6,32 | 6,51 | 6,67 | 6,81  |
| 13 | 0,05     | 3,06   | 3,73 | 4,15 | 4,45 | 4,69 | 4,88 | 5,05 | 5,19 | 5,32  |
|    | 0,01     | 4,26   | 4,96 | 5,4  | 5,73 | 5,98 | 6,19 | 6,37 | 6,53 | 6,67  |
| 14 | 0,05     | 3,03   | 3,7  | 4,11 | 4,41 | 4,64 | 4,83 | 4,99 | 5,13 | 5,25  |
|    | 0,01     | 4,21   | 4,89 | 5,32 | 5,63 | 5,88 | 6,08 | 6,26 | 6,41 | 6,54  |
| 15 | 0,05     | 3,01   | 3,67 | 4,08 | 4,37 | 4,59 | 4,78 | 4,94 | 5,08 | 5,2   |

# Tukey

$$DMS = q(\alpha, NumTrat, glres) \sqrt{\frac{QMRes}{n^{\circ}rep}} = 4,20 \sqrt{\frac{6,667}{4}} = 5,42^1$$

| TRAT | Média |
|------|-------|
|------|-------|

|    |      |     |
|----|------|-----|
| T2 | 16.5 | a   |
| T1 | 13.5 | a b |
| T3 | 12   | a b |
| T4 | 9    | b   |

T2-t1 = 16.5 – 13.5 = 3 < 5.42 = ns (não significativo)

T2-t3 = 4.5 < 5.42 = ns

T2-t4 = 7.5 > 5.42 = \*

T1-t3 = 1.5 < 5.42 = ns

T1-t4 = 4.5 < 5.42 = ns

T3-t4 = 3 < 5.42 = ns

# Tukey

Means with the same letter are not significantly different

SOBREPOSIÇÃO

| Tukey Grouping |   |   |   |   |   | Mean      | N | CGH |
|----------------|---|---|---|---|---|-----------|---|-----|
|                |   |   | A |   |   | 0.0154274 | 3 | 299 |
|                |   |   | A |   |   |           |   |     |
|                | B |   | A |   |   | 0.0153186 | 3 | 261 |
|                | B |   | A |   |   |           |   |     |
|                | B |   | A | C |   | 0.0148219 | 3 | 437 |
|                | B |   | A | C |   |           |   |     |
|                | B | D | A | C |   | 0.0146370 | 3 | 438 |
|                | B | D | A | C |   |           |   |     |
| E              | B | D | A | C |   | 0.0144237 | 3 | 277 |
| E              | B | D | A | C |   |           |   |     |
| E              | B | D | A | C |   | 0.0142374 | 3 | 435 |
| E              | B | D | A | C |   |           |   |     |
| E              | B | D | A | C | F | 0.0137676 | 3 | 298 |
| E              | B | D | A | C | F |           |   |     |

# Skott-Knott

- O algoritmo de Scott-Knott é uma técnica estatística usada para realizar comparações múltiplas entre grupos ou tratamentos em estudos experimentais.
- É utilizado para identificar diferenças significativas entre os grupos, classificando-os em diferentes níveis ou categorias sem sobreposição. Ou seja, um tratamento não pode ser classificado em mais de um grupo.
- É particularmente útil quando se deseja identificar quais grupos são estatisticamente diferentes entre si, em vez de apenas identificar se há diferenças significativas em relação a um grupo de controle ou referência.
- Especialmente aplicável em experimentos com um grande número de tratamentos, onde a comparação direta entre todos os pares de grupos pode se tornar inviável ou impraticável.

# Skott-Knott

- Teste paramétrico\*
- Objetiva separar as médias em grupos distintos, sem sobreposição;
- Grupo x Grupo

Segundo Scott Knott (1974), o método é definido da seguinte maneira:  
Hipóteses.

$$\begin{cases} H_0 : G_1 = G_2 \\ H_1 : G_1 \neq G_2 \end{cases}$$

Assumindo  $G_1$  e  $G_2$  como sendo os totais dos dois grupos de médias com  $k_1$  e  $k_2$  tratamentos cada, ou seja, os totais de tratamentos em cada grupo, podemos definir a estatística do teste da seguinte maneira:

$$\lambda = \frac{\pi}{2(\pi-2)} * \frac{B_0}{\sigma_0^2}.$$

Assumindo  $H_0$  verdadeira, temos que  $\lambda \sim \chi^2_{\left(\frac{k}{(\pi-2)}\right)}$

Em que  $\pi$  é o número irracional de valor aproximado 3,1415926 e  $B_0$  representa a soma de quadrado. É necessário considerar o valor máximo entre as partições dos grupos e pode ser definida da seguinte maneira:

$$B_0 = \frac{T_1^2}{k_1} + \frac{T_2^2}{k_2} - \frac{(T_1+T_2)^2}{k_1+k_2}.$$

$$\text{Onde, } T_1 = \sum_{i=1}^{k_1} y_i. \text{ e } T_2 = \sum_{i=k_1+1}^{k_2} y_i.$$

$\sigma_0^2$  é o Estimador de Máxima Verossimilhança de  $\sigma_y^2$ , definido da seguinte forma:

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{k+v} \left[ \sum_{i=1}^k (y_i - y_{..})^2 + v s_{\bar{y}}^2 \right].$$

# Skott-Knott

- 1. Ordenar as médias
- 2. Determinar o número de partições ( $k-1$ ), com dois grupos.
- 3. Para cada partição, obter a soma dos quadrados ( $B_0$ ) e verificar qual partição maximiza a soma dos quadrados



## Exemplo Simplificado de Aplicação

Considere um experimento com  $k = 5$  tratamentos com médias ordenadas da seguinte maneira:  $\bar{y}_1, \bar{y}_2, \bar{y}_3, \bar{y}_4, \bar{y}_5$ , existem  $(2^{(k-1)} - 1) = 15$  partições possíveis destas médias em dois grupos (G1 e G2). É importante considerar as  $(5-1) = 4$  partições das médias ordenadas em dois grupos:

|                |   |               |   |
|----------------|---|---------------|---|
| partição (1):  | $\bar{y}_1$                               | <i>versus</i> | $\bar{y}_2 \bar{y}_3 \bar{y}_4 \bar{y}_5$ |
| partição (2) : | $\bar{y}_1 \bar{y}_2$                     | <i>versus</i> | $\bar{y}_3 \bar{y}_4 \bar{y}_5$           |
| partição (3) : | $\bar{y}_1 \bar{y}_2 \bar{y}_3$           | <i>versus</i> | $\bar{y}_4 \bar{y}_5$                     |
| partição (4) : | $\bar{y}_1 \bar{y}_2 \bar{y}_3 \bar{y}_4$ | <i>versus</i> | $\bar{y}_5$                               |

# Skott-Knott

- 3. Para cada partição, obter a soma dos quadrados (B0) e verificar qual partição maximiza a soma dos quadrados:

$$B_{0i} = \frac{T_1^2}{k_1} + \frac{T_2^2}{K_2} - \frac{(T_1 - T_2)^2}{k_1 + k_2}$$

$$T1 = \sum_{i=1}^{k1} y_i$$

$$T2 = \sum_{k_1+1}^{k2} y_i$$

# Skott-Knott

- 4. Obter o estimador de verossimelhança ( $\sigma_0^2$ ):

$$\sigma_0^2 = \frac{1}{k+v} \left[ \sum_{i=1}^k (y_i - y_{..})^2 + v \frac{QME}{r} \right]$$

$\sigma_0^2$  = estimador de máxima verossimilhança  
 $v$ : graus de liberdade do resíduo;  
 $y_i$  : média do  $i$ -ésimo tratamento;  
 $y_{..}$  : média geral;  
 $QME$ : quadrado médio do erro  
 $r$ : número de repetições

# Skott-Knott

- 5. Determinar o valor de  $\lambda$  para a partição que maximizou a soma de quadrados:

$$\lambda = \frac{\pi}{2(\pi-2)} * \frac{B0}{\sigma_0^2}.$$

$$A^1, B^2, C^3 \neq A^1, C^2, B^3$$

Após realizar todos os procedimentos citados sobre o método, ordenando as médias dos tratamentos, obteve-se através do software R Core Team (2016) os seguintes resultados para as respectivas estatísticas do teste referente as 4 (k-1) partições dos grupos de médias:

- $\lambda_1 = 6,055361 < 11,070 \approx \chi^2_{(0.05,5)}$
- $\lambda_2 = 10,56301 < 11,070 \approx \chi^2_{(0.05,5)}$
- $\lambda_3 = 19,73621 > 11,070 \approx \chi^2_{(0.05,5)}$
- $\lambda_4 = 9,230370 < 11,070 \approx \chi^2_{(0.05,5)}$

A análise final do teste consiste que:

se  $\lambda \geq X^2(\alpha, k(\pi-2))$  então rejeitamos a hipótese de que os grupos de médias são iguais ( $H_0$ )

- Deve-se repetir o teste (realizando todo o procedimento para os respectivos subgrupos) até que não haja rejeição a hipótese nula ( $H_0$ ).
- Daí é possível classificar todas as médias em seus respectivos grupos de acordo com a classificação de agrupamento do método Scott-Knott e a ordenação das médias.

$H_0$  = **Não** há variação, flutuação, diferença, mudança...

# Para os mesmos dados..

## Tukey

Tabela 6: Absorção média de água em 10 variedades de feijão.

| Variedade | Médias <sup>1</sup> |    |
|-----------|---------------------|----|
| E         | 108,23              | a  |
| G         | 101,33              | b  |
| J         | 100,53              | bc |
| A         | 95,47               | cd |
| F         | 90,10               | de |
| I         | 89,77               | e  |
| B         | 87,80               | e  |
| C         | 70,37               | f  |
| H         | 49,87               | g  |
| D         | 26,27               | h  |

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## Skott-Knott

Tabela 7: Absorção média de água em 10 variedades de feijão.

| Variedade | Médias <sup>1</sup> |   |
|-----------|---------------------|---|
| E         | 108,23              | a |
| G         | 101,33              | b |
| J         | 100,53              | b |
| A         | 95,47               | c |
| F         | 90,10               | d |
| I         | 89,77               | d |
| B         | 87,80               | d |
| C         | 70,37               | e |
| H         | 49,87               | f |
| D         | 26,27               | g |

<sup>1</sup> Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais pelo método de agrupamento de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

## **DESVANTAGEM**

- Possui cálculos mais complexos do que os testes de comparação de médias múltiplas mais comuns (Tukey, SNK, Dunnett, etc).

## **VANTAGENS**

- Não ocorre sobreposição dos tratamentos.
- O teste é mais utilizado quando se tem muitos tratamentos.
- Pode ser aplicado nos principais delineamentos experimentais (DIC, DBC, DQL) e esquemas experimentais (Fatorial, Parcelas subdivididas, etc).
- Resultados mais fáceis de serem interpretados.



# Algumas limitações do Scott-Knott

## **Sensibilidade à ordem de entrada:**

- O Scott-Knott pode ser sensível à ordem de entrada dos dados. Dependendo da sequência dos grupos fornecidos, a ordenação final pode variar. Isso pode ser problemático, pois a reordenação dos grupos pode levar a diferentes conclusões estatísticas.

## **Requerimento de medidas independentes:**

- O Scott-Knott assume que as medidas utilizadas para avaliar os grupos são independentes entre si. Se houver dependência entre as medidas, como por exemplo, autocorrelação temporal, a aplicação do algoritmo pode não produzir resultados válidos.

# Alguns papers....

## **Aplicação do Método Scott-Knott em Estudo de Brusone no Trigo**

Projeto apresentado para obtenção do título  
de Bacharel em Estatística ao Departamento  
de Estatística da Universidade de Brasília

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Monteiro de Castro Gomes

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

**Uso do teste de Scott-Knott e da análise de agrupamentos, na  
obtenção de grupos de locais para experimentos com  
cana-de-açúcar**

**Cristiane Mariana Rodrigues da Silva**

# Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental

**Raquel Silviana Neitzke<sup>1,4</sup>; Rosa Lía Barbieri<sup>1</sup>; Walter F Rodrigues<sup>3</sup>; Inez V Corrêa<sup>3</sup>; Fernando IF de Carvalho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Embrapa Clima Temperado C. Postal 354, 96001-970, Pelotas-RS; <sup>2</sup>UFPel-FAEM, Dep<sup>ta</sup> Fitotecnia, Pelotas-RS; <sup>3</sup>Estagiário Embrapa Clima Temperado <sup>4</sup>Estagiária e doutoranda em Agronomia, UFPel; raquelsilviana@gmail.com

## RESUMO

Alguns tipos de pimentas do gênero *Capsicum* são utilizados como plantas ornamentais, por possuírem caracteres, que conferem valor estético, por serem de fácil cultivo e apresentarem grande durabilidade. Entretanto, no Brasil são poucas as variedades comerciais destinadas a este propósito. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar e estudar a distância genética dos acessos com potencial ornamental do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. O experimento foi realizado de julho de 2007 a fevereiro de 2008, no campo experimental da Embrapa Clima Temperado, em blocos ao acaso, com três repetições, utilizando

## ABSTRACT

**Genetic dissimilarity among pepper accessions with potential for ornamental use**

Some plants of the *Capsicum* genus are used as ornamental plants because they have traits with aesthetic value, are easy to cultivate and have great durability. However, in Brazil there are few commercial varieties for this use. The goal of this work was to characterize and study genetic distance of accessions with ornamental potential from *Capsicum* Germplasm Bank of Embrapa Clima Temperado. The experiment was carried out from July 2007 to February 2008, at the experimental field of Embrapa Clima Temperado. The experimental

**Tabela 1.** Médias dos acessos de *Capsicum* com potencial ornamental em relação a oito caracteres quantitativos (means of *Capsicum* accessions with ornamental potential related to eight quantitative traits). Pelotas, UFPel, 2008.

| Acesso | AP (cm) | CD (cm) | CFO (cm) | LFO (cm) | CFR (cm) | DFR (cm) | PFF (g) | CP (cm) |
|--------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|
| P3     | 71,87a  | 105,93a | 10,50c   | 4,17b    | 4,23d    | 1,97d    | 5,33d   | 4,70a   |
| P7     | 40,07b  | 56,00d  | 6,20g    | 1,83f    | 2,73h    | 2,10d    | 4,30d   | 2,43f   |
| P11    | 69,70a  | 99,00a  | 12,43a   | 4,67a    | 5,17c    | 0,9h     | 2,07e   | 4,03c   |
| P14    | 78,40a  | 95,33a  | 11,33b   | 3,87c    | 5,07c    | 5,63a    | 28,3a   | 4,50b   |
| P22    | 15,03d  | 19,07f  | 6,80f    | 1,73f    | 3,37f    | 1,20g    | 2,03e   | 1,80h   |
| P25    | 44,13b  | 102,37a | 8,30d    | 3,53d    | 2,97g    | 2,87b    | 8,30c   | 3,40d   |
| P28    | 57,23a  | 81,33b  | 8,33d    | 3,50d    | 2,87g    | 2,90b    | 7,80c   | 3,30d   |
| P30    | 65,97a  | 81,33b  | 8,90d    | 3,83c    | 3,00g    | 0,77h    | 0,90e   | 2,67f   |
| P39    | 29,30c  | 60,53d  | 5,13h    | 1,70f    | 1,40j    | 1,40f    | 1,67e   | 1,50i   |
| P51    | 59,80a  | 71,97d  | 7,93e    | 2,37e    | 7,53b    | 1,03g    | 3,90e   | 2,33g   |
| P58    | 30,83c  | 36,17e  | 7,67e    | 2,43e    | 8,40a    | 2,73c    | 17,7b   | 1,50i   |
| P66    | 45,37b  | 86,73b  | 7,63e    | 3,33d    | 3,57e    | 1,77d    | 3,23e   | 2,33g   |
| P77    | 47,97b  | 59,63d  | 8,30d    | 2,63e    | 2,73h    | 1,93d    | 4,93d   | 2,50f   |
| P78    | 45,00b  | 72,40c  | 7,33e    | 3,47d    | 3,20f    | 1,67e    | 2,43e   | 1,93h   |
| P102   | 62,27a  | 97,73a  | 7,87e    | 3,37d    | 2,77h    | 2,57c    | 5,13d   | 3,07e   |
| P110   | 63,40a  | 84,87b  | 8,53d    | 3,80c    | 2,30i    | 1,90d    | 3,23e   | 4,40b   |
| P119   | 52,20a  | 68,40c  | 5,27h    | 1,83f    | 2,67h    | 1,03g    | 1,47e   | 2,20g   |
| CV (%) | 16,73   | 6,41    | 3,93     | 4,93     | 3,81     | 7,06     | 21,61   | 5,15    |

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, pertencem ao mesmo grupo pelo critério de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. AP= altura da planta; CD= comprimento do dossel; CFO= comprimento da folha; LFO= largura da folha; CFR= comprimento do fruto; DFR= diâmetro do fruto; PFF= peso do fruto fresco; CP= comprimento do pedúnculo (means followed by the same letter, in each column, do not differ significantly among them by the Scott-Knott test at 5% of probability of error. AP= plant height; CD= dossal length;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS  
COLEGIADO DO CURSO DE ESTATÍSTICA

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Leticia Gauna dos Santos**

**Adaptação do método aglomerativo de SCOTT-KNOTT a dados de Contagem**

Monografia apresentada ao Curso de Estatística da Universidade Federal  
de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Estatística

# Conclusão

- O algoritmo de Scott-Knott é um método estatístico utilizado para realizar comparações múltiplas entre grupos em estudos experimentais. Ele é frequentemente aplicado para realizar análises de agrupamento (clustering) e determinar quais grupos são estatisticamente diferentes entre si.
- É baseado em uma técnica de ordenação dos grupos, onde os grupos são inicialmente ordenados com base em uma medida de interesse, como a média dos valores observados. Em seguida, o algoritmo de Scott-Knott divide iterativamente os grupos em subgrupos menores, com base em um critério estatístico chamado Intervalo de Confiança Mínimo Quebra-Grupos (Minimum Significant Difference - MSD).

# Conclusão

- O MSD é calculado com base nas diferenças entre as médias dos grupos e nas variâncias dentro dos grupos. Os grupos são divididos em subgrupos menores sempre que o MSD exceder um valor crítico pré-determinado. O processo continua até que não haja mais subdivisões possíveis, resultando em grupos que são estatisticamente distintos uns dos outros.
- O algoritmo de Scott-Knott é útil quando se deseja identificar diferenças significativas entre grupos em um estudo experimental, permitindo a classificação e compreensão das diferenças entre os grupos com base em uma medida de interesse específica.

# REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A. **Estatística Experimental**. Disponível em <<https://www.youtube.com/playlist?list=PLvth1ZcREyK7S7xVuI0mJd-eAKoLkbwTg>> Acesso em maio, 2023.
- PINHEIRO, N. O. **Aplicação do método Skott Knott em estudo de Brusone no Trigo**. 2017. 58f. TCC (Bacharelado em Estatística) Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- NEITZKE, R. S *et al*. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura brasileira**, v. 28, n. 1, jan.- mar. 2010
- SANTOS, L. G. **Adaptação do Método Aglomerativo de Skott Knott a dados de Contagem**. 2022. 57f. TCC (Bacharelado em Estatística) Universidade Federal de Ouro Preto: Ouro Preto, Jan. 2022
- SILVA, C. M. R. **Uso do teste de Skott Knott e da Análise de Agrupamentos na obtenção de grupos locais para experimentos com cana de açúcar**. 2007. Tese (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo: Piracicaba, 2007.