

***A DENSIDADE DE AMOSTRAGEM AFETA O COMPORTAMENTO  
ESPACIAL DE VARIÁVEIS AGRONÔMICAS DA MAÇÃ (Malus domestica  
BORKH)?***

*SÍLVIO LUÍS RAFAELI NETO<sup>1</sup>*

*LEONARDO JOSOÉ BIFFI<sup>2</sup>*

*ALBERTO KAZUSHI NAGAOKA<sup>3</sup>*

*PABLO GRAHL DOS SANTOS<sup>4</sup>*

***RESUMO***

A densidade de amostragem de plantas para estudo da variabilidade espacial de parâmetros agronômicos tem sido pouco pesquisada, especialmente na cultura da maçã (*Malus domestica* Borkh). Esta pesquisa parte do pressuposto de que a quantidade de amostras, bem como sua distribuição espacial, pode afetar a representação espacial das variáveis peso de frutos por planta, número de frutos por planta e peso médio de frutos por planta.

***PALAVRAS-CHAVE:*** Amostragem; Maçã 'Fuji'; Análise Espacial, Fruticultura de Precisão.

***DOES SAMPLE DENSITY AFFECTS SPATIAL BEHAVIOR OF  
AGRONOMIC VARIABLES OF APPLE (Malus domestica BORKH)?***

***ABSTRACT***

There is a lack of studies on sample density of plants for spatial behavior analysis of agronomic variables, specially for apple farming (*Malus domestica* Borkh). This work consider hypothesis that sample quantity and its spatial distribution may affect spatial representation of fruit weight per plant, number of fruit per plant, and average fruits per plant.

***KEYWORD:*** Sample, Apple 'Fuji', Spatial Analysis, Precision Fruticulture.

***1. INTRODUÇÃO***

---

<sup>1</sup> Dr. em Engenharia, Engenheiro Agrônomo, UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, CP 281, Lages, SC, 88520-000, a2srn@cav.udesc.br.

<sup>2</sup> Mestrando em Produção Vegetal, Engenheiro Agrônomo, UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, CP 281, Lages, SC, 88520-000, leonardo\_biffi@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Dr. em Mecanização Agrícola, Engenheiro Agrícola, UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, CP 281, Lages, SC, 88520-000, a2akn@cav.udesc.br.

<sup>4</sup> Bolsista de Iniciação Científica, Curso de Agronomia, UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, CP 281, Lages, SC, 88520-000, pablograhl@yahoo.com.br.

Na cultura da maçã há uma carência de estudos no sentido de avaliar o processo de amostragem de plantas para fins de Fruticultura de Precisão (FP). NESME *et al.* (2005) especializaram práticas agrícolas de adubação para comparar com modelos matemáticos, no entanto, seu estudo abrangeu escala regional, o que é incompatível com a precisão que a FP exige. INMETRO (1998) estabelece normas para Produção Integrada de Maçãs no Brasil, estabelecendo índices amostrais para controle de pragas, mas não considera o georreferenciamento das amostras nem o conceito de Agricultura de Precisão. O processo amostral deve-se buscar uma configuração que permita otimizar não apenas a representação espacial do fenômeno agrônômico, mas também as exigências em termos de recursos para o processo de amostragem, tais como pessoal, tempo disponível e custo financeiro. Esta pesquisa vem ao encontro da carência de estudos no assunto partindo do pressuposto de que a quantidade de amostras, bem como sua distribuição espacial, pode afetar a representação espacial das variáveis peso de frutos por planta, número de frutos por planta e peso médio de frutos por planta.

## ***2. MATERIAIS E MÉTODOS***

Um experimento foi conduzido numa quadra de produção onde 2/3 da área é ocupada pela cultivar Fuji e 1/3 pela cultivar Gala, dispostas em duas filas de Fuji para uma de Gala, num espaçamento de 2,75 x 6,0m, com porta-enxerto M7, abrangendo 4,1 ha (Figura 1) em São Joaquim (SC).

Coletou-se um total de 134 amostras, selecionando-se uma planta a cada 7 árvores, perfazendo aproximadamente 18m de distância entre as amostras. O georreferenciamento das árvores amostradas foi realizado com receptor DGPS, datum WGS-84 e sistema de projeção UTM. Os frutos foram colhidos em duas etapas por operários da empresa, no mês de Abril de 2004 e de 2005. Após pesados no campo os frutos foram devolvidos para comercialização. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica onde foram calculadas as estatísticas descritivas. Os dados foram transferidos para o programa Surfer 8.0, no qual se geraram os mapas de isovalores com base nos respectivos variogramas experimentais.



**Figura 1 – Quadra de produção da cultivar Fuji, mapa altimétrico.**

A variação da densidade de amostragem foi simulada, selecionando-se e suprimindo-se algumas amostras do conjunto total de 134. Tomou-se o cuidado de manter o mesmo método de amostragem de campo quando deste procedimento. A densidade de amostragem foi reduzida para número de plantas ou amostras por hectare, considerando a área de influência de cada planta, conforme o espaçamento entre as amostras (Tabela 1).

**Tabela 1 – Sistemática de obtenção da densidade de amostragem.**

Número de Amostras	Espaçamento (m)	Área Influência da Amostra (m <sup>2</sup> )	Densidade de Amostragem (plantas/ha)
134	18,00 x 19,25	347	28,8
69	18,00 x 38,50	693	14,4
36	38,50 x 36,00	1386	7,2
15	54,00 x 57,75	3119	3,2

Os comportamentos espaciais da produção por planta (PP), número de frutos por planta (NF) e peso médio de frutos por planta (PMF) foram analisados sobre estatísticas convencionais e sobre mapas gerados por processo de kriegagem.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O forte período de estiagem que atingiu o sul do Brasil no verão de 2005 refletiu sobre os parâmetros agrônômicos avaliados nesta pesquisa. Tanto NF como PP foram inferiores na safra 2005 em relação à safra 2004. Analisando os valores dos parâmetros em termos da densidade de amostragem (**Tabela 2**) é possível concluir que, praticamente, não houve alterações das médias de 7,2 pl/ha até 28,8 pl/ha, tanto no ano de seca, como no ano com boa distribuição de chuvas.

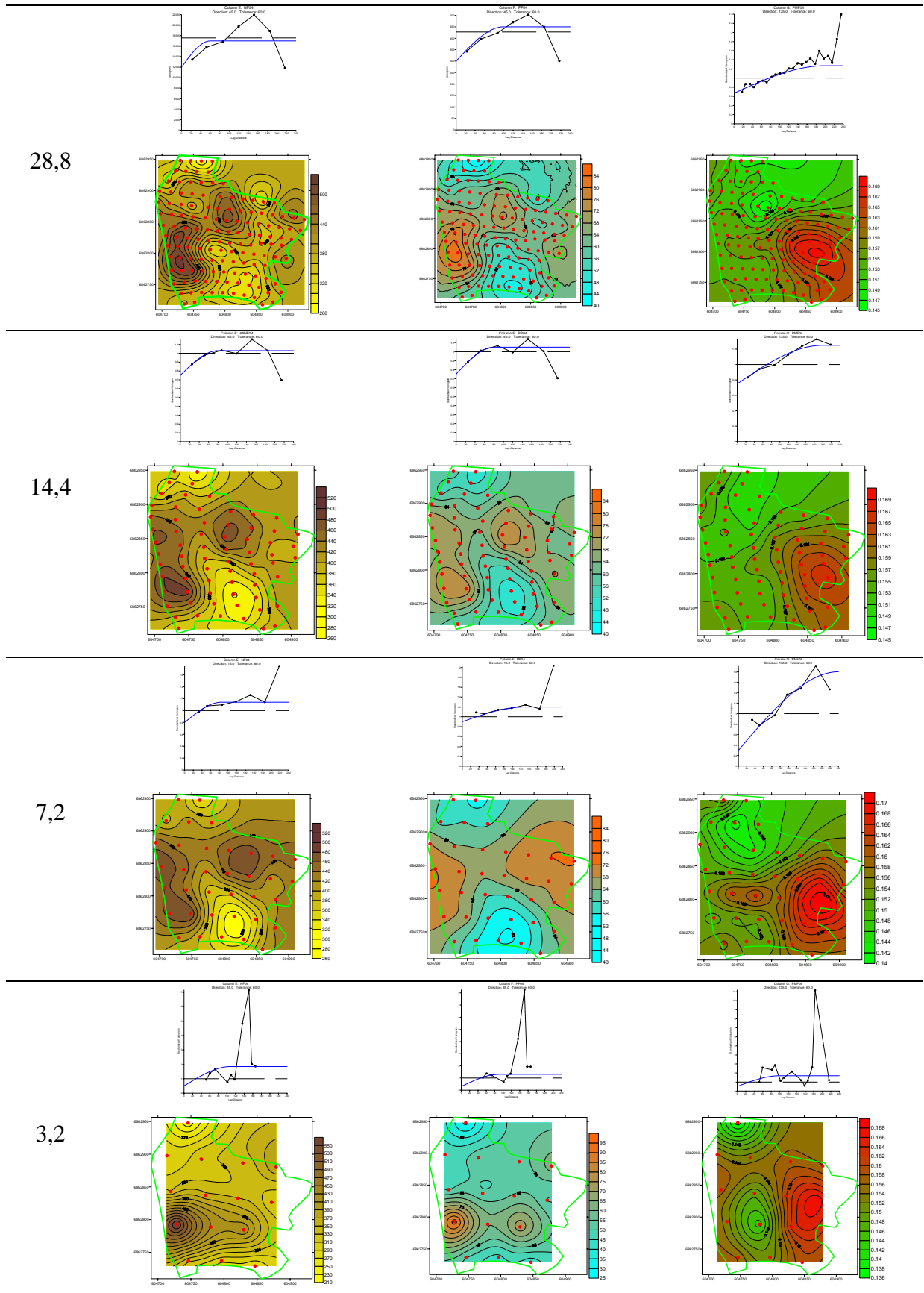
No ano de seca, poder-se-ia utilizar até 3,2 pl/ha sem praticamente alterar as estatísticas. Entretanto, há uma indicação de que esta densidade representa uma inflexão dos valores, quebrando a tendência de estabilidade nas estatísticas, no ano com boa distribuição hídrica.

Tabela 2 – Valores médios e de dispersão da produção por planta (PP), número de frutos por planta (NF) e peso médio de frutos por planta (PMF), para as safras 2004 e 2005 da cultivar Fuji em quatro densidades de amostragem.

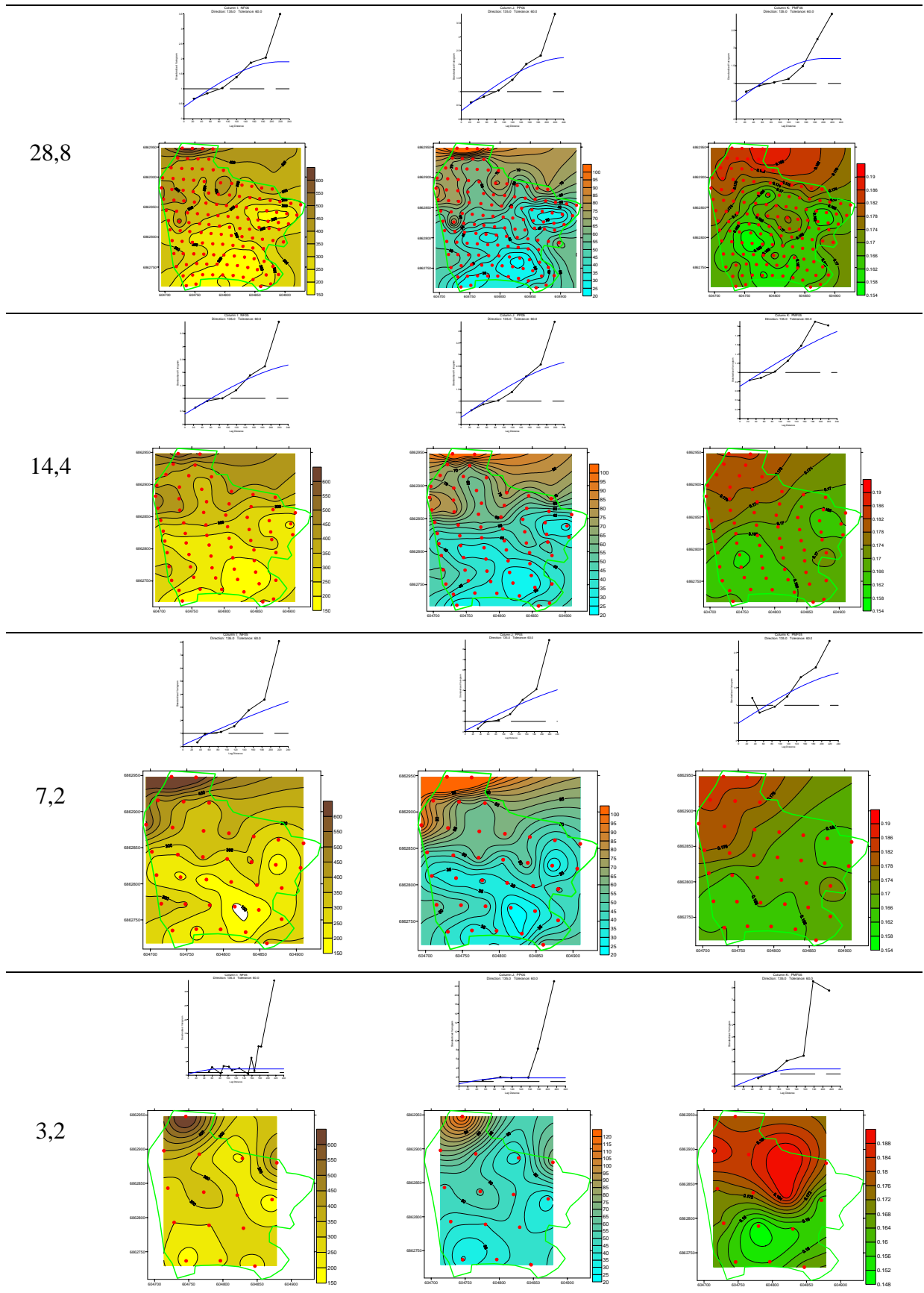
Densidade pl/ha	Variável	2004			2005		
		Média	DP	CV (%)	Média	DP	CV (%)
28,8	PP (Kg)	61,70	20,75	33,63	49,92	24,89	49,86
	NF	394,43	133,06	33,74	293,09	136,02	46,41
	PMF (Kg)	0,156	0,0108	6,93	0,1688	0,0131	7,71
14,4	PP (Kg)	62,94	20,22	32,12	49,37	25,46	51,57
	NF	403,57	129,81	32,12	287,81	137,25	47,69
	PMF (Kg)	0,156	0,0101	6,47	0,170	0,0106	6,24
7,2	PP (Kg)	63,77	23,22	36,41	51,46	28,61	55,60
	NF	411,39	153,31	37,27	297,64	150,5	50,56
	PMF (Kg)	0,155	0,0101	6,52	0,170	0,0109	6,39
3,2	PP (Kg)	54,20	19,87	36,65	51,96	32,94	63,38
	NF	349,87	125,51	35,87	300,07	180,94	60,30
	PMF (Kg)	0,154	0,0108	6,99	0,171	0,0141	8,27

DP: desvio padrão

De fato, os variogramas indicam que, na medida em que se diminui a densidade de amostragem, há uma tendência de aumento do efeito pepita, indicando diminuição na continuidade espacial dos parâmetros analisados. Com a densidade de 3,2 pl./ha observa-se praticamente efeito pepita puro, o que torna arriscadas as decisões tomadas com base no mapa produzido desta forma.



**Figura 2- Mapas e Variogramas das densidades de amostragem de NF, PP e PMF de 2004.**



**Figura 3- Mapas e Variogramas das densidades de amostragem de NF, PP e PMF de 2005.**

## 4. CONCLUSÕES

O trabalho mostrou que é possível utilizar densidades de amostragens no limite de 7,2 pl./ha sem comprometer os variogramas experimentais e que isto pode valer tanto para anos onde houve boa distribuição de chuvas como anos de seca. Esta densidade representa 4 vezes menos pontos em relação à densidade original, podendo valer como parâmetro para a diminuição dos custos do processo de amostragem e dos recursos alocados para tal.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIFFI, L.; NETO, S. L.; NAGAOKA, A.; SANTOS, P. G.; GEBERT, D. M. **Parâmetros de produção de maçã como suporte à decisão espacial** In XXXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2005, Canoas. *Aceito para publicação*.
- FARIAS, P. R. S.; NOCITI, L. A. S.; BARBOSA, J. C. PERECIN, D. Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geostatística. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 2, 2003, pp. 235-241.
- ICEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina**. Florianópolis: Secretaria da Agricultura, 2002.
- INMETRO. Normas para a Produção Integrada de Maçãs no Brasil In: **I Reunião Sobre o Sistema de Produção Integrada de Macieira no Brasil**. Bento Gonçalves, 1998, pp.30-40.
- INPE. **Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING)**, versão 4.1.1, 2005. (<http://www.dpi.inpe.br/spring>)
- LEAL, J. C. G. **Mapeamento da produtividade na colheita mecanizada do café**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2002.
- NESME, T.; BELLON, S.; LESCOURRET, F.; SENOUSSE, R ; HABIB, R. Are agronomic models useful for studying farmers' fertilisation practices? **Agricultural Systems**, v 83, n. 3, 2005, pp. 297-314.
- WHITE, J. W.; CORBETT, J. D.; DOBERMANN, A. Insufficient geographic characterization and analysis in the planning, execution and dissemination of agronomic research? **Field Crops Research**, v. 76, n. 1, 2002, pp. 45-54.
- ZHANG, N.; WANG, M.; WANG, N. Precision agriculture - a worldwide overview. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 36, n. 2-3, 2002, pp. 113-132.

---

RAFAELI NETO, Sílvio Luís ; BIFFI, Leonardo Josué ; NAGAOKA, Alberto Kazushi ; SANTOS, Pablo Grahl dos . A densidade de amostragem afeta o comportamento espacial de variáveis agronômicas da maçã (Malus doméstica BORKH)? In: V Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBI-AGRO, 2005, Londrina. V Congresso Brasileiro de Agroinformática. Londrina : Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e Agroindústria, 2005. v. CD-ROM

---

**V Congresso Brasileiro de Agroinformática, SBI-AGRO  
Londrina, 28 a 30 de setembro de 2005**