

ZONAS DE MANEJO APLICADAS NA DEFINIÇÃO DE LOCAIS PROPÍCIOS A PRODUÇÃO DE MAÇÃS EM RELAÇÃO A QUALIDADE DOS FRUTOS

DIEGO R. LONGO¹, CLAUDIO L. BAZZI², GABRIELA K. MICHELON³, KELYN SCHENATTO⁴, LUCIANO GEBLER⁵

¹ Mestrando em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira – PR, Fone: (0xx45) 3240-8000, diego.longo@hotmail.com.

² Professor, Doutor, Coordenador, Departamento de Computação, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira – PR.

³ Graduanda em Ciência da Computação, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira - PR.

⁴ Doutoranda em Engenharia Agrícola, Professora, Departamento de Computação, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena – PR.

⁵ Doutor, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de pesquisa de Uva e Vinho.

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: A qualidade dos frutos da macieira é um fator determinante no destino desta fruta, que normalmente é utilizada para produção de sucos ou consumo in natura, o qual exige maior qualidade em relação a Brix, Cor, Bitola, entre outros. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência que a composição físico-química do solo realiza na qualidade do fruto da macieira. Foi dividida a área de estudo em zonas de manejo, fazendo uso da técnica de agrupamento Fuzzy C-Means, de acordo com a disponibilidade no solo dos atributos químicos, referentes à 40 pontos amostrais. As Zonas de Manejo foram avaliadas pela Anova e a Eficiência Relativa e selecionados os atributos que apresentaram significância na relação com algum atributo de qualidade (calibre, Brix, firmeza da polpa, cor L e cor a). Como resultado, foi encontrada correlação positiva do Fósforo, Potássio, Cobre e acidez com o Brix, níveis de Zinco maiores produziram frutos menores, maçãs com melhor coloração foram encontradas nas áreas com maior quantidade de fósforo e níveis menores do CTC do Cálcio. E por fim, o melhor índice empírico obteve-se com maiores quantidades de Potássio.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade, macieira, correlação.

AREAS OF MANAGEMENT APPLIED IN POTENTIAL SITES DEFINITION OF APPLE PRODUCTION IN CONNECTION WITH FRUIT QUALITY

ABSTRACT: The quality of apple's fruit, is a determining factor in the fate of this fruit, which is usually used for the production of juices or fresh consumption, which requires higher quality for Brix, Color, Bitola, among others. The objective of this study was to analyze the influence of the physical and chemical composition of the soil performs as the fruit of the apple tree. The study area in management zones was divided, using the Fuzzy C-Means clustering technique, according to the availability in the soil chemical attributes, related to 40 sampling points. The Management zones were evaluated by ANOVA and the Relative Efficiency and selected attributes which were significant in relation to some quality attribute (size, Brix, flesh firmness, color G and color). As a result, a positive correlation was found phosphorus, potassium, copper and the acidity of Brix, higher levels of zinc produced smaller fruits, apples and better color were found in areas with a greater amount of

phosphorus and calcium CTC lower levels. And finally, the best empirical index was obtained with higher amounts of potassium.

KEYWORDS: quality, apple, correlation.

INTRODUÇÃO: A produção brasileira de maçã está concentrada na Região Sul, que é responsável por 98,5% da produção nacional. O principal estado produtor é Santa Catarina com 20.930 ha, seguido do Rio Grande do Sul com 14.000 ha e Paraná com 2.000 ha (NACHTIGALL, 2011).

Apesar de a maçã estar entre as três frutas mais consumidas no mundo (JÚNIOR et al., 2010), a aplicação da agricultura de precisão em pomares de maçã no Brasil ainda é incipiente. Faltam dados básicos para definição de quais parâmetros físico-químicos são relevantes para representação da produtividade em relação à variabilidade dos solos (KUSE et al., 2012).

Além da produtividade, outro fator relevante na produção de maçãs é a qualidade do fruto, no qual a boa aparência é de fundamental importância para o sucesso das vendas. Levando em consideração o período de colheita, que de acordo com Girardi et al. (2004) no Brasil é de apenas 04 meses, de janeiro a abril, os cuidados relativos a transporte e armazenagem são de suma importância para a manutenção da qualidade do fruto.

Tendo em vista este cenário de avanços tecnológicos e aumento da competitividade, tanto em relação com outros países produtores quanto com outras culturas, foi proposto este trabalho, no qual visa o estudo da diferença de produtividade e qualidade do fruto para diferentes UM (Unidades de Manejo).

MATERIAL E MÉTODOS: Foram analisados atributos físicos e químicos do solo de uma área experimental de aproximadamente 3,13 ha, localizada no município de Vacaria/RS com coordenadas centrais da área de Longitude -50°82'35,96"O e Latitude -28°49'87,74"S, onde são cultivados cerca de 1600 pés de macieira. Foi definida uma grade amostral de 40 pontos georreferenciados, onde foram coletadas amostras de solo e enviadas para análise para determinação dos seguintes atributos químicos: Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P), Potássio (K), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Potencial de hidrogênio (pH), Índice SMP (SMP), Alumínio (Al), Hidrogênio (H) + Alumínio (H+Al³), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Soma de cátions básicos (SB), Saturação por cátions básicos (V%) e Saturação por Alumínio (Sat. Al%). Realizou-se também análise para determinação da porcentagem de disponibilidade de bases para: capacidade de troca de cátions (CTC), K, Mg, Ca e H + Al³, análise granulométrica para definição da porcentagem de Argila, Areia e Silte no solo e determinação do Nitrogênio disponível, em forma de Nitrato e Amônio.

Nas proximidades de cada ponto amostral coletaram-se frutos para avaliação do calibre, dos sólidos solúveis, também conhecidos como Brix (determinado pela refratometria), da firmeza da polpa (medida pela aplicação de pressão por dinamômetro), além das coordenadas de cor L* (luminosidade) e a* (+a indica vermelho, -a indica verde). As frutas ainda foram classificadas de forma empírica referente à qualidade do fruto, a qual teve como base o conhecimento prévio de um técnico especializado, o qual definiu a qualidade dos frutos variando de 9 (menor qualidade) a 16 (melhor qualidade).

Na sequência foram importados os quarenta valores de cada variável no software SDUM (Software para Definição de Unidades de Manejo) (BAZZI, 2011) para geração de agrupamentos de dados de acordo com a lógica Fuzzy e então gerou-se um mapa com duas UM para cada atributo.

Realizou-se a avaliação dos mapas através dos resultados da ANOVA e da Eficiência Relativa. Foram então selecionadas apenas as variáveis que se apresentaram diferentes entre si em cada UM para as análises estatísticas, na intenção de verificar se existe diferença significativa entre as médias e se os atributos físico-químicos exercem influência em alguma variável de qualidade do fruto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com a ANOVA e eficiência relativa, foram selecionadas as combinações de atributos físico-químicos com atributos de qualidade do fruto que apresentaram correlação significativa para elaboração da Tabela 1, contendo a quantidade de amostras em cada UM,

o mínimo, a média, o máximo, o DP (desvio padrão), o CV (coeficiente de variação) e a ER (eficiência relativa).

TABELA 1. Análise estatística dos atributos químicos com a qualidade da maçã para duas UM.

Atributo	Maçã	UM	Nº de amostras	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV	ER
Fósforo	Brix	1	31	11,10	12,69a	14,53	0,86	0,07	1,18
		2	9	11,53	13,66b	16,80	1,38	0,10	
Fósforo	Cor a*	1	31	-4,00	6,98a	16,34	4,60	0,66	1,13
		2	9	4,72	11,30b	20,27	5,01	0,44	
Potássio	Brix	1	19	11,10	13,28a	16,80	1,31	0,10	1,14
		2	21	11,52	12,57b	14,20	0,63	0,05	
Potássio	Índice empírico	1	19	9,00	12,53a	16,00	1,87	0,15	1,11
		2	21	9,00	11,24b	14,00	1,73	0,15	
Cobre	Brix	1	15	11,10	12,43a	13,90	0,75	0,06	1,13
		2	25	11,52	13,19b	16,80	1,14	0,09	
Zinco	Calibre	1	11	125,00	134,92a	150,00	7,76	0,06	1,10
		2	29	128,33	140,03b	150,00	6,74	0,05	
Índice SMP	Brix	1	23	11,53	13,23a	16,80	1,08	0,08	1,14
		2	17	11,10	12,46b	14,28	0,90	0,07	
CTC do Cálcio	Cor L*	1	21	47,87	55,39a	61,62	3,90	0,07	1,20
		2	19	54,07	58,04b	62,84	2,30	0,04	
CTC do Cálcio	Cor a*	1	21	2,28	9,54a	20,27	4,47	0,47	1,09
		1	19	-4,00	6,19b	14,18	5,02	0,81	

De acordo com Gatiboni (2003) o P é um dos dezessete elementos essenciais para a sobrevivência das plantas, estando presente em componentes estruturais das células, como nos ácidos nucleicos e fosfolipídios das biomembranas, e também em componentes metabólicos móveis armazenadores de energia, como o ATP e é o segundo elemento que mais limita a produtividade nos solos tropicais.

Nava (2002) afirma que a deficiência de P compromete o desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular da macieira.

A deficiência de K, além de ser fator limitante de produtividade, prejudica o tamanho e a coloração das maçãs, enquanto seu excesso diminui a firmeza da polpa, o que favorece o aparecimento de distúrbios fisiológicos e diminuição da longevidade dos frutos (HUNSCHE et al., 2003).

Antoniolli (2011) afirma que normalmente, a deficiência de K inibe a biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C, resultando em baixos teores de sólidos solúveis nos frutos. Com relação à coloração e acidez, o K tem comportamento inverso ao N, correlacionando-se positivamente com a coloração e acidez dos frutos.

De acordo com Nava et al. (2002), o Potássio é o nutriente mais exportado pelos frutos e, dentro da planta, atua no controle de abertura e fechamento dos estômatos, na transpiração, no transporte de carboidratos, na qualidade das frutas, dentre outras funções. Corroborando com Antoniolli (2011), a avaliação dos efeitos do atributo K demonstrou efetiva relação positiva com o Brix encontrado nas maçãs analisadas.

Segundo Taiz e Zeiger (2004) o Cu é um elemento importante na fotossíntese, atuando no transporte eletrônico via plastocianina. Dividindo a área de macieiras em duas UM verificou-se influência positiva do Cu no incremento da quantidade de sólidos solúveis encontrados nas maçãs, a UM no qual continha os valores maiores de Cu apresentou média de 13,19° Brix enquanto a outra apresentou média de 12,43° Brix.

Nava et al. (2002) descrevem o Zn como um ativador enzimático, tendo efeito importante sobre o metabolismo das plantas. Na divisão da área em duas UM para o elemento Zn, evidenciou-se uma correlação negativa com o calibre, assim como pode ser observado na Tabela 1, na qual a média do calibre na UM 01 (com maior quantidade de Zn) foi de 134,92 mm e da UM 02 foi de 140,03 mm.

De acordo com Taiz e Zeiger (2004) o crescimento radicular é normalmente favorecido em solos levemente ácidos, facilitando a disponibilidade dos mesmos para as raízes. Este trabalho encontrou como resultado uma relação negativa no aumento do pH do solo calculado pelo índice SMP e a quantidade de sólidos solúveis na maçã, possivelmente pela diminuição da solubilidade e

disponibilidade dos nutrientes para as raízes, o que vem de encontro com as definições de Taiz e Zeiger (2004).

CONCLUSÕES: Nas condições que o estudo fora realizado, pode-se concluir que:

Analisados de maneira individual, a variação da disponibilidade da maioria dos atributos químicos não fora suficiente para variações significativas na qualidade final do fruto, estando eles acima do mínimo suficiente para não causar problemas de deficiência e abaixo do limite da toxicidade.

P, K e Cu demonstraram interferir positivamente na quantidade de sólidos solúveis na maçã. Foi verificado também valores de Brix maiores nas frutas colhidas em áreas com pH próximo a 6,0 do que nas plantas submetidas a um pH menos ácido.

O aumento da disponibilidade do elemento químico K contribuiu positivamente para a avaliação da qualidade empírica do fruto, confirmando a sua importância para a saúde da planta.

Níveis de Zn maiores produziram frutos menores.

Aumento na quantidade de P e diminuição nos níveis do CTC do Ca mostrou-se a melhor alternativa na busca por frutos com melhor coloração.

É necessário o desenvolvimento de estudos mais prolongados, que envolvam a análise de mais de um ano de produção para a avaliação com mais precisão dos efeitos de que os atributos físico-químicos incidem nos índices de qualidade da maçã.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), à Embrapa Uva e Vinho e à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE).

REFERÊNCIAS

- ANTONIOLLI, L.R.; NACHTIGALL, G.R.; FIALHO, F.B.; SANTOS, H.P.; NAVA, G. DECHEN, A.R. **Qualidade de maçãs baseada nas condições nutricionais e meteorológicas.** Inovações tecnológicas para o setor da maçã - INOVAMAÇÃ. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2011.
- BAZZI, C. L. **Software para definição e avaliação de unidades de manejo.** Tese (Doutorado em Eng. Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2011.
- GATIBONI, L.C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.
- GIRARDI, C.L.; NACHTIGALL, G.R.; PARUSSOLO, A. **Frutas do Brasil - Maçã pós-colheita.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2004.
- HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; ERNANI, P. R. **Efeito da adubação potássica na qualidade pós-colheita de maçãs Fuji.** Pesq. Agropec. Brás., Brasília, v.38, n.4, p.489-496, 2003.
- JÚNIOR, C.J.; SIDONIO, LUIZA; MORAES, V.E.G. **Fruticultura: convergências e divergências.** BNDES Setorial, v.32, p.371-396, 2010.
- KUSE, L.R.; VIEIRA, A.L.; GEBLER, L.; GREGO, C.R. **Avaliação inicial da influência de parâmetros físico-químicos de solo na produção de um pomar de maçãs.** Ribeirão Preto: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2012.
- NACHTIGALL, G.R. **Inovações tecnológicas para o setor da maçã - INOVAMAÇÃ.** Embrapa Uva e Vinho, 2011.
- NAVA, G.; BASSO, C.; NUENBERG, N.; MELO, G.W.; NACHTIGALL, G.R.; SUZUKI, A. **Fertilidade do solo e nutrição na produção integrada de maçã.** Embrapa Uva e Vinho, 2002.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.** Editora Artmed. 2004.