



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

PLANOS E MÉTODOS AMOSTRAIS EM POMARES

ANA BEATRIZ COSTA CZERMAINSKI¹; JOÃO RIBOLDI²

INTRODUÇÃO

Estas notas são resultado da experiência em pesquisa com fruteiras onde se vivenciam situações em que a teoria da amostragem nem sempre pode ser diretamente aplicada na prática. Este texto compõe, com outros dois que o sucedem, o registro de alguns aspectos sobre metodologia estatística na pesquisa experimental em fruticultura, em consonância com o painel intitulado Estatística Experimental Aplicada à Pesquisa em Fruticultura. O que motivou a concepção e proposta deste painel no XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura foi, no entender dos autores, a necessidade de reforçar ou alertar pesquisadores e futuros pesquisadores em fruticultura quanto à importância do bom uso da Estatística e do planejamento da pesquisa experimental, bem como apresentar exemplos de análise de dados experimentais, pelo uso de ferramentas com originalidade e criatividade, mas sem abrir mão do rigor inerente aos métodos de inferência estatística. Obviamente, as três apresentações não são completas e não visam aprofundar aspectos teóricos da Estatística, mas espera-se instigar o público da Fruticultura a buscar constante aprimoramento em Estatística Experimental. Como pano de fundo da concepção do painel, considerem-se as grandes etapas de um programa experimental representadas na figura 1. As três abordagens apresentadas permeiam o planejamento de experimentos e o levantamento por amostragem e a análise de dados experimentais.

Com este trabalho, pretendeu-se levantar aspectos práticos da amostragem no contexto da pesquisa científica em fruticultura, especificamente para o caso de levantamento amostral em pomares.

Definições e conceitos

Para uniformidade de conceitos e termos, neste texto distinguem-se as expressões método ou técnica amostral e plano amostral. A técnica ou método amostral diz respeito ao método usado para coletar a informação de uma única unidade de observação (ou unidade elementar), que pode ser uma planta ou um órgão da planta. Uma vez estabelecido o método amostral mais adequado para

¹ Eng. Agr., pesquisador Embrapa Uva e Vinho-RS, e-mail: ana@cnpuv.embrapa.br

² Eng. Agr., professor Depto. de Estatística, IM, UFRGS-RS, e-mail: riboldi@mat.ufrgs.br



estudar uma variável de interesse, estabelecer um plano amostral significa definir a unidade amostral (quantas unidades elementares), o número de unidades amostrais ou tamanho de amostra (n), se serão aleatoriamente ou sistematicamente selecionadas, distribuídas na área total ou dentro de uma subárea do talhão e o caminhamento a ser seguido em campo. Todos esses aspectos correspondem ao plano ou delineamento amostral, a ser utilizado para um levantamento. O método amostral diz respeito ao “o que amostrar?” e o plano ou delineamento amostral refere-se ao “como e quanto amostrar?”.

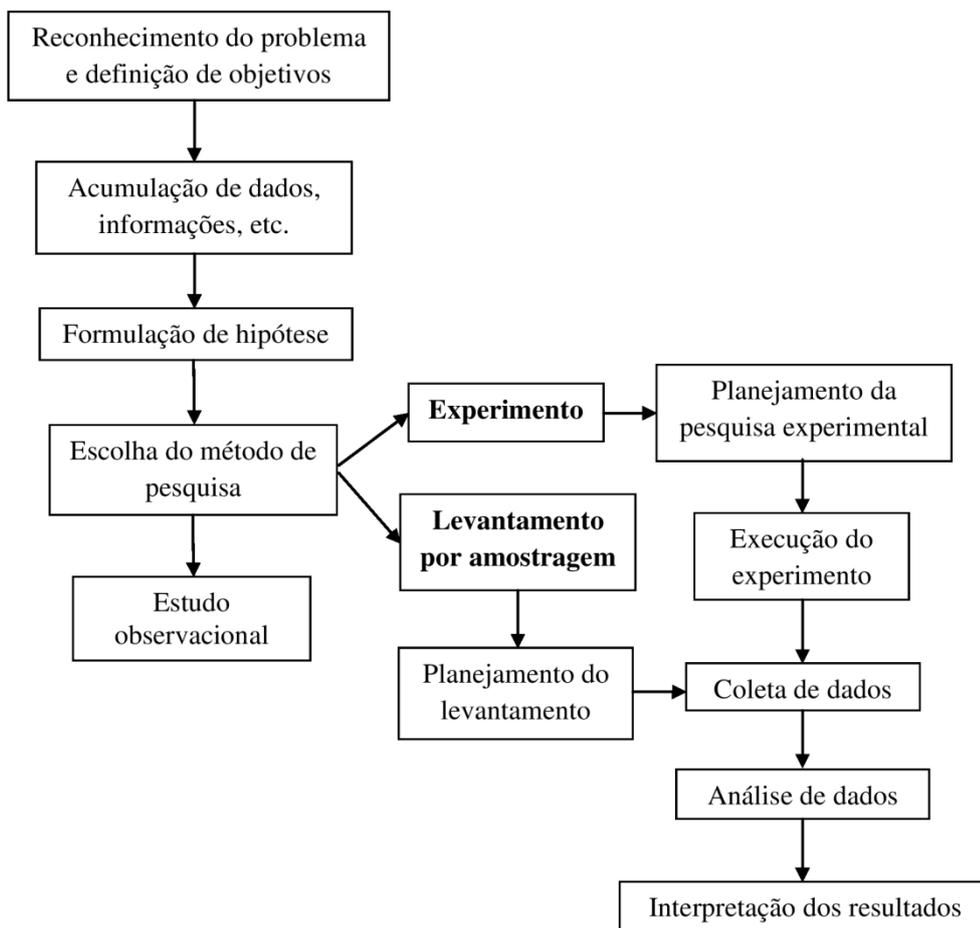


Figura 1 - Representação esquemática das grandes etapas de um programa experimental.

Peculiaridades das fruteiras

A experimentação com plantas anuais difere em muitos aspectos da experimentação com plantas perenes. Uma parcela experimental ou unidade amostral de plantas anuais envolve muitas



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

plantas e o efeito individual sobre a variabilidade conjunta não tem importância. Com plantas perenes de grande porte, como são as fruteiras, a variação genética ou o efeito individual influencia o erro experimental, ou seja, é uma fonte adicional de variação. Daí a importância da unidade elementar e da unidade amostral estarem bem delineadas num levantamento.

As fruteiras vivem mais tempo. O grande porte e a longevidade tornam as fruteiras mais suscetíveis a acontecimentos adversos, e tem implicações sobre as fontes de variação e as fontes de erro. Um plano experimental ou amostral pode ser seriamente afetado se algumas plantas morrerem.

Também em vista do período planejado de avaliação de plantas para fins de pesquisa alguns critérios para seleção do material experimental devem ser observados. Em experimentos longos ou levantamentos repetidos por vários anos, pequenas diferenças na taxa de crescimento das plantas podem tornar-se sérias ao longo do tempo. Por outro lado, diferenças iniciais em tamanho/vigor de plântulas, desde que elas estejam saudáveis e completas, não são importantes porque tendem a desaparecer com o tempo. Em experimentos mais curtos, de um ou dois anos, a uniformidade inicial entre plantas deve ser observada com rigor, pois podem afetar medidas de interesse.

Efeitos localizados dentro de uma área de pomar experimental como, por exemplo, diferenças em fertilidade ou na cobertura do solo, são importantes e devem ser controladas. Portanto, cuidados devem ser tomados na escolha do delineamento experimental ou amostral para assegurar uniformidade.

Em pomares em que a espécie de fruteira necessita de variedade polinizadora diferente daquela produtora principal, a área a ser amostrada deve ser mapeada de modo a facilitar a identificação dessas plantas, pois a expressão fenotípica da(s) característica(s) em avaliação ou outras de influência podem ser diferentes e, nesse caso, pode não haver interesse em selecionar as plantas polinizadoras para a amostra. Por exemplo, a polinizadora pode ter características de fruto diferentes da variedade principal ou pode haver diferença quanto à suscetibilidade a doenças.

Amostragem no contexto da fruticultura

Considerações sobre amostragem em pomares têm enfoques diferentes se dirigidas ao contexto da pesquisa científica ou visando levantar estimativas de interesse na rotina de um cultivo comercial. No primeiro caso, necessita-se avaliar precisamente determinada variável de interesse. Já



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

no manejo de um pomar comercial, é menos importante quantificar ou estimar densidades populacionais ou variáveis de interesse exatas, mas, sim, constatar, rápida e economicamente, como se encontram os "níveis" da variável em avaliação na população alvo em relação aos limiares de ação. Em qualquer dos casos, a precisão de estimativas das características de interesse depende de amostragem adequada o que implica em validação científica. Um levantamento pode visar justamente validar planos e métodos amostrais, ou seja, o objeto de pesquisa pode ser a viabilidade ou implementação prática de planos e métodos amostrais.

Tomando-se por base a representação esquemática da Figura 1, tem-se duas situações a considerar como método de pesquisa: o ensaio experimental ou experimento e o levantamento por amostragem.

Um ensaio experimental em fruteiras, para qualquer que seja o seu objetivo, será norteado pelo delineamento experimental escolhido e o *método amostral* será aplicado dentro das parcelas ou unidades experimentais. Um experimento é uma forma especial de plano amostral que tem um erro casual oriundo das árvores selecionadas para cada tratamento as quais, em geral, não são inteiramente representativas das respectivas populações dos tratamentos. Uma recomendação comum a várias situações, espécies, objetivos, é a utilização de conjuntos de plantas e não uma única na composição da parcela de um experimento, usando unidades de observação em número mínimo de duas a até 10 plantas por parcela.

Um levantamento amostral ou simplesmente *levantamento* (*survey*, em inglês) em um pomar pode ter inúmeros objetivos possíveis: estimar a produção, avaliar qualidade de fruto na pré-colheita, estimar níveis de incidência ou severidade de doenças, avaliar níveis de infestação de pragas, etc. Em qualquer caso, o plano e o método amostral devem estar bem estabelecidos. Cuidados específicos devem ser tomados dependendo do objetivo. Por exemplo, amostras devem ser maiores quando se destinam a avaliar doenças do que quando são para outras avaliações agrônômicas como crescimento ou produtividade, devido a maior influência da variabilidade biológica e ambiental.

Tipos de amostras



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

O delineamento amostral a ser adotado em um levantamento deve contemplar as características de organização dos elementos a serem amostrados, de modo a tornar possível uma coleta de dados eficiente em termos de precisão, tempo e custo.

Considerando-se a classificação das amostras probabilísticas, sob diferentes critérios, cabe destacar quatro tipos de amostragem que, julga-se, são as mais aplicáveis para levantamentos em pomares. (i) A amostragem aleatória simples (AAS), onde n unidades são selecionadas aleatoriamente da população de tamanho N , todas com igual probabilidade. (ii) A amostragem sistemática (AS), onde uma unidade amostral é tomada por sorteio dentre as primeiras k unidades e unidades subsequentes são tomadas a toda k -ésima unidade contada a partir da anterior. (iii) Quando a população de N unidades é dividida em subpopulações ou estratos, procede-se a amostragem estratificada (AE). Estratos podem ser definidos por diferentes alturas da planta, ou quadrantes, ou por classes de vigor ou de sanidade. Em cada estrato, n unidades são tomadas aleatoriamente ou sistematicamente. (iv) E, ainda, a amostragem por conglomerados (AC) na qual cada unidade amostral é composta por m unidades elementares. Por exemplo, para avaliação de incidência ou severidade de doenças, o pomar pode ser dividido em *quadrats* de $i \times j$ plantas (i linhas e j plantas na linha). Os *quadrats* constituem unidades amostrais sorteadas aleatoriamente ou sistematicamente e a informação é levantada por planta (unidade elementar). Esta sistemática é bastante utilizada na análise espaço-temporal de epidemias.

Um método de amostragem útil em fruticultura, principalmente para monitoramento de pragas e doenças, é a amostragem sequencial, na qual o tamanho da amostra não é fixado e sim variável. Dependendo dos níveis de infestação ou sintomas encontrados em relação a níveis de ação e de níveis de dano, a amostragem é suspensa, ou mais plantas são vistoriadas, ou é tomada uma medida de controle.

No contexto da pesquisa, os diferentes tipos de amostragem levam a diferenças na aplicação de ferramentas de análise dos dados. Levantamentos com AAS não estratificadas, em geral, o objetivo é somente a obtenção de estimativas de média e variância e obtenção do tamanho ótimo de amostra. Já com amostras estratificadas, o pesquisador pode contemplar o estudo dos níveis hierárquicos de amostragem comumente existentes em pomares. Então, a análise de variância é uma valiosa alternativa na análise dos dados, embora possa também ser usada na análise de dados resultantes de esquemas mais simples.



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

Os delineamentos amostrais complexos (*complex survey*) ou amostragem complexa podem incluir estratos, conglomerados e probabilidades desiguais de seleção; proporcionando menor tamanho amostral; menor custo; maior facilidade de acesso aos elementos, maior eficiência estatística; conduzindo geralmente a maior complexidade na análise dos dados, que deve levar em conta a estrutura hierarquizada ou de agrupamentos da amostra.

A escolha do método amostral e o desenvolvimento de um plano amostral

São muitas as situações envolvendo o objetivo da amostragem, a espécie em estudo e suas características de plantio e de manejo do pomar. Estes aspectos, por sua vez, levam a outros como: o que amostrar, qual é a unidade de observação - folhas, frutos, ramos ou a planta inteira? Para ilustrar diferentes aspectos dentro do método amostral podem ser citados alguns exemplos. Frutos que vão compor amostras para avaliar resíduos químicos devem ser tomados de todas as alturas e lados da planta, protegidos por folhas e expostos e de plantas do meio das linhas de plantio e não das extremidades das linhas. Para avaliar danos mecânicos numa colheita comercial, frutos devem ser coletados de modo a representar a prática de colheita típica desta situação. Assim, estimativas podem ser mais precisas se retirados frutos de caixas de colheita ou na linha de beneficiamento do que diretamente das plantas.

Além do método amostral adequado, outros requisitos são: a clareza de objetivos, a definição da população alvo, o nível de precisão desejado e a restrição de tempo e recursos. E, então, quantas unidades amostrais é preciso para obter estimativas com a precisão desejada? Como selecioná-las? Ao se estabelecer o plano amostral deve-se observar se é exequível, se é estatisticamente correto e se as unidades amostrais possibilitarão avaliar o que se pretende.

A escolha das unidades elementares e das unidades amostrais, bem como o momento para iniciar um levantamento amostral e a frequência de amostragem, envolve considerações de sazonalidade, clima e a influência ambiental sobre a fenologia das plantas. No caso de monitoramento de pragas e doenças, há influência sobre a suscetibilidade do hospedeiro e sobre o ciclo biológico de vetores e patógenos. Um plano amostral pode ser distinto a cada etapa de um programa de monitoramento de pragas, por exemplo, ou ser permanentemente designado para um ciclo inteiro.

Dimensionamento da amostra



A principal etapa ao se estabelecer um plano amostral é determinar o número de unidades amostrais a serem coletadas ou medidas, pois isto terá influência sobre os custos e precisão do programa amostral.

Os métodos para estabelecer tamanho "ideal" ou "ótimo" de amostra envolvem medidas de posição (média, \bar{x}) e de dispersão (variância, s^2) da característica de interesse. Para se conhecer tais medidas é preciso, muitas vezes, efetuar uma pré-amostragem. Desta amostra piloto, de tamanho n_0 , serão obtidas as estimativas de média e variância, as quais também poderiam ser obtidas de pesquisas anteriores com a mesma espécie e/ou com a mesma variável de interesse.

O tamanho de uma amostra aleatória simples, n , pode ser determinado em função do erro amostral ou erro máximo tolerável, também conhecido como precisão, definida pela semi-amplitude do intervalo de confiança para a verdadeira média, em uma dada probabilidade $(1 - \alpha)$. Se a precisão for fixada de forma relativa como uma proporção d da média, então $d\bar{x} = z_{\alpha/2}(s/\sqrt{n})$. Isolando-se n nesta igualdade, resulta:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 s^2}{\bar{x}^2 d^2} \quad (1)$$

onde s^2 =variância da amostra piloto, \bar{x} =média da amostra piloto, d =proporção fixada da média e $z_{\alpha/2}$ é o valor da distribuição normal padrão associado à confiabilidade desejada. Para um intervalo de confiança de 95% para a média verdadeira, $z_{\alpha/2} = 1,96$. Para $n_0 < 30$, utiliza-se a distribuição t substituindo-se, na expressão (1), o valor de $z_{\alpha/2}$ por t para probabilidade $\alpha/2$ e (n_0-1) graus de liberdade. Se $n \leq n_0$ a amostra já é suficiente, caso contrário devemos selecionar mais unidades para completar o conjunto já selecionado.

A expressão (1) para determinação de n é o caso mais geral supondo-se distribuição Normal para a característica de interesse. No entanto, quando se tem conhecimento que o comportamento da variável é melhor representado por outras distribuições de probabilidade – Binomial, Binomial Negativa, Poisson - a expressão deve ser devidamente adaptada.

Um método informal bastante comum para indicação do número de unidades amostrais a ser usado num levantamento é calcular a média e o desvio padrão de amostras preliminares de tamanhos crescentes, e "plotar" as estimativas contra o tamanho de amostra n . Em geral, ambas as curvas tenderão a estabilizar sobre um n particular. Uma extensão desse método é calcular o coeficiente de variação e "plotar" contra n gerando o gráfico apresentado na Figura 2. Em ambos os



casos, o ponto de relativa estabilidade, determinado pela avaliação gráfica subjetiva, é escolhido como o tamanho "ideal". Por ser um método subjetivo, ou não exato, convém comparar o n obtido com estudos similares publicados, levando-se em conta o objetivo do levantamento.

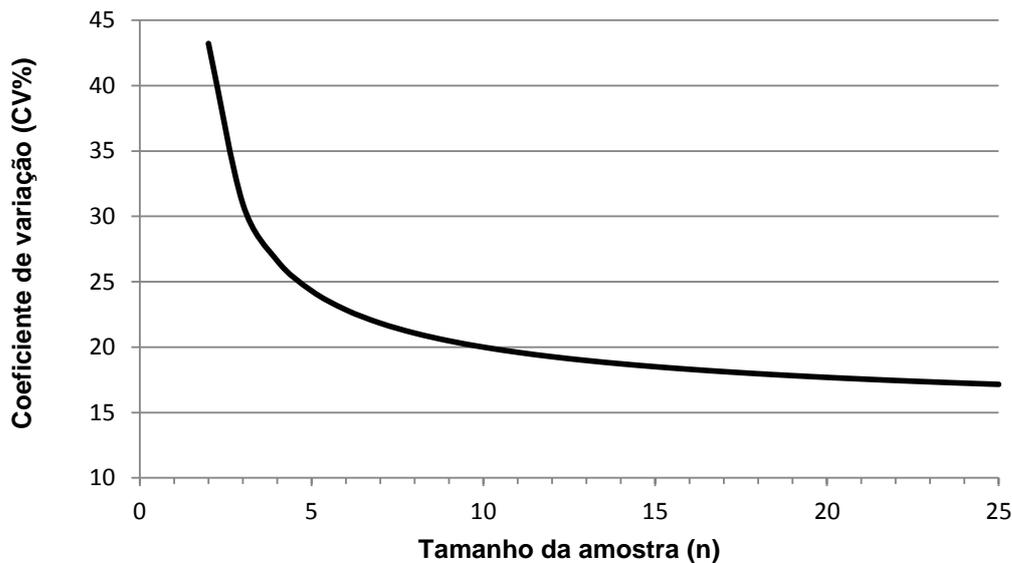


Figura 2 - Representação gráfica da relação (exemplo hipotético) entre CV (%) e n .

Para dimensionamento da amostra também podem ser utilizados métodos de reamostragem denominados bootstrap. Esse método estatístico foi desenvolvido originalmente para se obter a precisão das estimativas por ponto. Tem sido estendido para executar testes de hipóteses, calcular intervalos de confiança e dimensionar amostras, dentre outros. Uma amostra bootstrap é obtida pela amostragem de dados observados com reposição (reamostragem). Obtém-se um determinado número de amostras aleatórias (amostras bootstrap) produzidas por um processo de amostragem com reposição dos dados originais; para cada amostra produz-se os resultados das estatísticas de interesse e o conjunto destes resultados constitui uma aproximação da distribuição amostral das estatísticas. A aproximação funciona melhor para um número grande de amostras. Em muitas aplicações um número entre 200 e 2000 é satisfatório e, em geral, utilizam-se 10000 amostras bootstrap. No contexto de dimensionamento amostral para cada tamanho de amostra planejado, simulam-se 10000 amostras bootstrap e calcula-se para cada uma a média, obtendo-se, pelo método dos percentis, o intervalo de confiança bootstrap de 95% e dimensionando quando o intervalo satisfizer um critério estabelecido.



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

Alguns exemplos ilustrativos

Uma situação provável na pesquisa em fruticultura, tal como mostrado no exemplo 1 a seguir, é efetuar um levantamento amostral para conhecer o *status* de uma dada característica de interesse num pomar onde será instalado um experimento em campo ou do qual serão obtidos frutos para serem avaliados conforme um delineamento experimental. Outro aspecto interessante a se ressaltar é que raramente se tem informações paramétricas, isto é, medidas obtidas a partir de um censo ou levantamento populacional. Muitas vezes, como no caso em que o interesse é estabelecer metodologia, como no exemplo 2, faz-se necessária a amostragem de um grande conjunto de elementos (população amostrada) para então validar métodos e dimensionamento da amostra.

Exemplo 1: Monitoramento da firmeza de peras na pré-colheita

Efetuu-se o monitoramento de um pomar de pereiras da cv. Rocha para estimar a firmeza de frutos de modo a tomar a decisão de colheita para execução de um experimento pós-colheita. Para esse levantamento, foi selecionada uma amostra piloto de $n_0=20$ frutos coletados "a esmo" de 10 plantas sorteadas numa subárea central do pomar. O sorteio de plantas garantiu alguma aleatoriedade ao processo, no entanto, a seleção probabilística de frutos foi inviável. Neste caso, foram estabelecidos alguns critérios de coleta, mas sem que os coletores fizessem uma *escolha* de frutos. A medida da firmeza da polpa, em Newton, foi dada pela média das medidas em dois pontos opostos do fruto, na altura do maior diâmetro, de forma a controlar a diferença de firmeza no fruto. Neste caso, a partir de $n_0=20$ frutos, concluiu-se – para $d=0,15$ e 95% de confiança – que $n=5$ frutos seria um número suficiente para obtenção de estimativas com a precisão desejada. No experimento pós-colheita executado a posteriori pode ser utilizado, com segurança e dentro da viabilidade prática de execução, 5 frutos por parcela ou unidade experimental coletados de forma similar ao da amostra preliminar.

Exemplo 2: Estimação da severidade da mancha foliar de *Glomerella* em macieiras ‘Gala’

Dois pomares de ‘Gala’ com diferentes históricos da doença e idades de plantio foram avaliados quanto à severidade da mancha foliar de *Glomerella*, uma importante doença da macieira no Brasil. Para determinar o tamanho da amostra e o plano amostral para avaliação da severidade



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

em condições de campo, em cada pomar foram escolhidas, ao acaso, três fileiras de plantas e coletadas 20 folhas por planta em cinco plantas consecutivas. Como a população objetivo é infinita (não enumerável), o conjunto de $N=300$ folhas foi utilizado como população conceitual para a definição do tamanho mínimo de amostra (n). A severidade foi estimada (S_{Est}) com uso de escala diagramática já validada. A severidade real (S_R) foi medida por meio de software. Através de análise de variância para S_R , com os efeitos de fila e o efeito aninhado de planta(fila) constatou-se que o efeito de fila foi significativo, mas não o efeito de planta(fila). Foram simuladas amostras de S_R de folhas por fila, desde $n=5$ folhas/fila até $n=50$ folhas/fila e avaliadas as estimativas da média e da variância em comparação com as medidas paramétricas de S_R . Em condições de epidemia similares a deste pomar, com amostras de 15 a 20 folhas tomadas sem norma em 5 plantas sorteadas nas filas, portanto 3 a 4 folhas por planta, a estimativa de severidade por avaliação visual, com o uso da escala diagramática, é satisfatória, isto é, não diferiu significativamente da severidade real. Neste exemplo, as filas foram diferentes entre si quanto à severidade. Esta é uma situação comum em monitoramento de doenças e pragas em pomares, Nestes casos, o número de filas vai depender de recursos e do tamanho e conformação do pomar.

Considerações finais

Ao se proceder amostragem em área muito extensa (população objetivo), considerada homogênea em relação a fatores que podem influenciar a medida de interesse, uma alternativa é delimitar uma subárea na região central da área maior, que vai caracterizar a população amostrada. Inferências extraídas da amostra aplicam-se a esta população amostrada e o julgamento da extensão dessas inferências para a população objetivo depende de outras fontes de informação.

Uma vez determinado o número de unidades a fazerem parte de levantamento em um pomar, por razões de praticidade e precisão é indicada a amostragem sistemática, que permite aleatorização no nível hierárquico de plantas e uma cobertura espacial em todo o pomar ou população amostrada. Devido aos possíveis efeitos espaciais, a avaliação deve ser de mais de uma planta (unidade elementar), ou seja, um quadrat formando a unidade amostral. Sempre que houver viabilidade prática de serem amostradas mais unidades amostrais, estimativas mais precisas serão obtidas e maior será a confiança nas decisões nelas baseadas.



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

Métodos de simulação têm sido úteis para se comparar esquemas amostrais distintos, por exemplo, quanto à dimensão e forma de parcelas ou pontos de amostragem, uso de diferentes caminhos amostrais, em diferentes cenários, hipotéticos ou não, a respeito da população ou variável de interesse.

Tendo em vista os aspectos abordados neste trabalho, é inegável que o conhecimento e a experiência do pesquisador com a espécie de fruteira em estudo é essencial para o planejamento de um estudo por amostragem.

REFERÊNCIAS

- ALVES, S. A. M.; CZERMAINSKI, A. B. C. Determinação do tamanho da amostra para avaliação da severidade da mancha foliar de glomerella da macieira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 38, fev. 2012. Suplemento. Resumo (109) apresentado no CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 35; 2012, Jaguariúna.
- BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 274 p.
- CAMPBELL C.L.; DUTHIE J.A., 1989. Sampling for disease assessment. In: Wilcox W.F., ed. **Biological and Cultural Tests of Plant Diseases Biological and Cultural Tests**, Minnesota. v.4, p. v-ix.
- CZERMAINSKI, A. B. C.; VALDEBENITO SANHUEZA, R. M. **Método de amostragem para estimar incidência de frutos com infecções latentes de Glomerellacingulata e Botryosphaeriadothidea em pomares de macieiras**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001 4p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 41).
- HARE J.D., 1994. Sampling arthropod pests in citrus. In: PEDIGO, L.P.; BUNTIN, G.D., eds. **Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture**. CRC Press, Boca Raton. 417-431.
- HUGHES G.; MADDEN L.V. 1994. Aggregation and incidence of disease: some implications for sampling. **Aspects of Applied Biology** 37: 25-31.
- HUGHES G.; MADDEN L.V.; MUNKVOLD, G.P. 1996. Cluster sampling for disease incidence data. **Phytopathology** 86:132-137.
- LIN C.S.; POUSHINSKY, G.; MAUER, M. 1979. An examination of five sampling methods under random and clustered disease distributions using simulation. **Can. J. Pl. Sci.** 59: 121-130.
- MADDEN, L.V.; HUGHES, G., 1999. An effective sample size for predicting plant disease incidence in a spatial hierarchy. **Phytopathology** 89: 770-781.
- MADDEN, L.V.; HUGHES, G.; MUNKVOLD, G.P. 1996. Plant disease incidence: inverse sampling, sequential sampling, and confidence intervals when observed mean incidence is zero. **Crop Protection** 15:621-632.



XXII Congresso Brasileiro de

Fruticultura

Bento Gonçalves - RS
22 a 26 de outubro de 2012

MADDEN, L.V.; HUGHES, G., 1995. Plant disease incidence: distributions, heterogeneity, and temporal analysis. **Annual Review of Phytopathology** 33: 529-564.

PEARCE, S.C. **Field Experimentation with Fruit Trees and other Perennial Plants**. 1976. 2ªed. Kent: Commonwealth Agricultural Bureaux.182p.

MACHADO, A. A. ; Silva, J.G.C. ; DEMÉTRIO, C. G. B. ; Ferreira, D.F. **Estatística Experimental: Uma abordagem fundamentada no planejamento e no uso de recursos computacionais**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2005. 290p.

PINTO, R. A.; YAMAMOTO, P. T.; PAIVA, P. E. B.; GRAVENA, S. Amostragem sequencial de pragas na citricultura como método rápido e seguro. **Laranja**: 16: 119-132. 1995.