

Dimensionamento de Amostra para Estimação da Incidência de Doenças em Pomares

123

Circular
TécnicaBento Gonçalves, RS
Outubro, 2015

Autores

Ana. B. C. Czermainski
Eng. Agrôn., Dr.,
Pesquisador,
Embrapa Uva e Vinho,
Bento Gonçalves, RS,
ana.czermainski@embrapa.br

Silvio A. M. Alves
Eng. Agrôn., Dr.,
Pesquisador,
Embrapa Uva e Vinho,
Estação Experimental
de Fruticultura de Clima
Temperado,
Vacaria, RS,
silvio.alves@embrapa.br

Introdução

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 quando o objetivo é avaliar a ocorrência ou intensidade de doenças. Para este caso, amostras devem ser maiores do que quando são para outras avaliações agrônômicas como crescimento ou produtividade, devido a maior influência da variabilidade biológica e ambiental.

Estabelecer um *plano* ou *delineamento amostral* para um levantamento em pomar significa definir a unidade e o método amostral, 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 ou quadra. Uma vez estabelecidos esses aspectos, com a ajuda de croquis ou mapas deve ser estabelecido o caminhamento a ser seguido em campo. O objetivo deste trabalho é abordar alguns aspectos envolvidos no planejamento de um levantamento amostral para estimar a incidência de doenças em áreas produtoras de frutas, com ênfase no dimensionamento de amostra. Após a abordagem de aspectos teórico-metodológicos, é apresentada a aplicação dos métodos de dimensionamento e a resultante recomendação do tamanho de amostra para estimar a incidência de cancro europeu das pomáceas e alguns aspectos práticos que envolvem o levantamento amostral para essa doença.

Referencial Teórico

Definições e conceitos

Os termos *quadra* ou *talhão* ou *pomar* são aqui utilizados para se referir ao universo ou população que corresponde a uma unidade administrativa dentro da fazenda ou unidade produtora de frutas. Em geral, cada talhão ou quadra constitui uma unidade administrativa e é identificado como uma área contínua, delimitada por ruas, rios ou matas ou qualquer outra característica geográfica.

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 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 num levantamento. O método amostral diz respeito ao “o que amostrar?” e o *plano* ou *delineamento amostral* refere-se ao “como e quanto amostrar?”.

Unidade de observação é a menor unidade da escala a ser examinada pela aplicação do método amostral e sobre a qual é registrado um resultado. *Unidade amostral* é um conjunto de unidades de observação. E o *tamanho de amostra*, representado por n , é o número de unidades amostrais que compõem uma amostra. Quando toda a planta é inspecionada e o registro é feito por planta, então a unidade de observação coincide com a unidade amostral que é planta.

Epidemia é o termo usado para designar o desenvolvimento repentino e rápido de uma doença ou um desenvolvimento espacial de grandes proporções. Isso implica em que, se o desenvolvimento da doença é lento e espacialmente reduzido, não há epidemia. Este termo, embora etimologicamente incorreto, é usado para doenças de plantas (ARNESON, 2001).

Incidência é a proporção (de 0 a 1) ou a porcentagem (de 0 a 100) de elementos ou unidades doentes dentro de uma amostra ou população. Especificamente, pode ser a proporção ou porcentagem de folhas com sintomas em uma planta, ou frutos atacados em um lote, ou plantas com sintomas em um pomar, etc.

Severidade é a quantidade de tecido doente medido numa escala quantitativa contínua. Portanto diz respeito à qualidade do tecido vegetal da unidade amostral frente à doença. Pode ser expressa em relação à área foliar ou volume de tecido afetado.

Em geral, incidência é mais fácil e mais rápida de se avaliar e por isso mais indicada para levantamentos amostrais. Este é o caso, por exemplo, do cancro europeu das pomáceas pois, de imediato, interessa saber se a planta está ou não infectada e conhecer o total de plantas infectadas em uma área e não o quanto cada planta está afetada. A incidência real nas quadras de produção de maçãs é desconhecida e será estimada pela amostra. Para cada uma examinada será registrado o resultado positivo ("SIM" ou 1) para a presença de sintomas do cancro europeu ou negativo ("NÃO" ou 0) para aquela sem sintomas.

Prevalência é um termo usado para incidência em unidades de grande escala como uma região ou área geográfica. Por exemplo, se 120 quadras de

uma região produtora de maçã são monitoradas e constata-se que há presença de cancro em 70 quadras então há uma prevalência da doença de 58% das quadras naquela região. O mesmo pode ser expresso tomando plantas como unidade e em relação a municípios e estados.

Três aspectos são importantes no planejamento de um levantamento amostral em pomares: a representatividade, a aleatoriedade e a exequibilidade. A representatividade diz respeito a relação entre o tamanho da amostra (n) e o tamanho da população (N). Uma medida que relaciona as duas dimensões é chamada de fração amostral e é dada por $f = n/N$. A *fração amostral* deve também ser levada em consideração em consonância com os custos de amostragem.

Para viabilizar a aleatorização de unidades amostrais em pomares, um dos recursos possíveis é utilizar como unidade amostral um conjunto de plantas em mais de uma linha de plantio denominado *quadrat*. Neste caso, o pomar é dividido em subáreas de $i \times j$ plantas (i linhas e j plantas na linha). Os *quadrats* constituem unidades amostrais sorteadas aleatoriamente ou de forma sistemática, e onde a informação é levantada nas unidades de observação. Cada planta ou parte dela (tronco, ramos, frutos) é examinada e corresponde a uma unidade de observação com informação de incidência ou severidade de doença. A resposta do *quadrat* é a incidência ou severidade média das plantas que o compõe. Isso permite obter medidas de variabilidade *dentro* e *entre quadrats*, usadas na análise da distribuição espacial da doença. Este procedimento viabiliza a aleatorização de todas as potenciais unidades amostrais, uma vez que o pomar é subdividido em uma malha ou *grid* de *quadrats* e estes sorteados para compor a amostra. A divisão do pomar em *quadrats*, embora seja um método valioso em ações de pesquisa, nem sempre é viável na prática para o universo de quadras ou talhões das unidades produtivas de frutas. Também pode não ser viável estabelecer diferentes tamanhos de amostra levando-se em conta a diversidade de tamanhos de quadras ou talhões num levantamento de todas os pomares de uma unidade produtiva.

O terceiro aspecto a ser levado em conta é a viabilidade prática de se conduzir levantamentos amostrais. Em pomares comerciais, os custos da

amostragem devem ser levados em conta como um componente dos custos de manejo fitossanitário.

Tipos de amostragem

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.

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 a níveis de dano, a amostragem é considerada suficiente e é suspensa. Caso contrário, 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.

O 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 sobre a precisão das estimativas. Considere-se o método de amostragem aleatória simples para seleção de uma amostra a partir de uma população de N unidades elementares. Para o caso em que será medida a severidade de doença, através de uma medida contínua como, por exemplo, área foliar afetada pela doença, os métodos para estabelecer tamanho "ideal" ou "ótimo" de amostra envolvem as medidas da média, representada aqui por \bar{x} e a variância, representada por s^2 . Para se conhecer tais medidas é preciso, muitas vezes, efetuar uma pré-amostragem e , desta amostra piloto, de tamanho n_0 , serão calculadas as estimativas \bar{x} e s^2 , as quais podem também ser obtidas de pesquisas anteriores com a mesma espécie e / ou com a mesma variável de interesse. A seguir, o tamanho de uma amostra aleatória simples, n , pode ser determinado fixando-se um erro amostral ou erro máximo tolerável, representado por e , também conhecido como precisão, definida pela semi-amplitude do intervalo de confiança para a verdadeira média, em uma dada probabilidade $(1 - \alpha)$. Então, $e = z_{\alpha/2} (s/\sqrt{n})$. Em geral, a precisão é fixada de forma relativa como uma proporção da média. Isolando-se n nesta igualdade, resulta:

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

onde s^2 = variância da amostra piloto, \bar{x} = média da amostra piloto, e = precisão fixada em torno 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, deve se selecionar mais unidades para completar o conjunto já amostrado.

Para o dimensionamento de amostra para levantamento de incidência, alguns métodos estão disponíveis na literatura. Neste caso, as observações são dicotômicas, isto é, de “uns” e “zeros”, ou de “sucessos” e “fracassos” para a ocorrência de um evento, como é o caso da presença de sintomas de doença na planta ou em um órgão dela. O tamanho de amostra n deve ser tal que seja satisfeita a expressão

$$P(|\hat{p} - P| \leq e) \cong 1 - \alpha \quad (2)$$

onde \hat{p} é uma estimativa da proporção de ocorrência do evento; P é a verdadeira proporção (teórica, desconhecida); e é o erro amostral e $1 - \alpha$ é o nível de confiança da estimativa \hat{p} . Considerando que o evento seja a presença de sintomas de uma doença, então \hat{p} é uma estimativa da incidência e a expressão (2) significa que, para $e = 0,10$ e $\alpha = 0,05$, existe uma probabilidade de 0,95 de que a diferença entre a incidência estimada, \hat{p} , e a verdadeira incidência, P , seja menor ou igual a 0,10. Ou, de outro modo, tem-se uma confiança de 95% de que a incidência estimada \hat{p} difere da verdadeira incidência P em 0,10 (ou 10%) para mais ou para menos.

O método clássico de dimensionamento de amostra obtida de uma população de respostas dicotômicas, comumente encontrado na literatura Estatística, como por exemplo em Ferreira (2009). Com os valores do erro amostral e e da confiança $1 - \alpha$ fixados, é dado por:

$$n = \frac{z_{\alpha/2}^2 \hat{p}(1 - \hat{p})}{e^2} \quad (3)$$

onde \hat{p} e e estão definidos acima e $z_{\alpha/2}$ é o quantil normal. A expressão (3) é similar à expressão (1), apenas modificada para a situação de proporção.

Segundo Bolfarine e Bussab (2005), a expressão (2) pode ser aproximadamente satisfeita se a dimensão n for calculada por

$$n = \frac{N}{(N - 1)D / [\hat{p}(1 - \hat{p})] + 1} \quad (4)$$

onde $D = e^2 / z_{\alpha/2}^2$. Como pode ser observado, no dimensionamento através da expressão (4), o tamanho da população (N) é levado em consideração.

Note-se que, para se utilizar esses métodos de dimensionamento, é necessário se dispor de uma estimativa \hat{p} da verdadeira incidência proveniente de uma pesquisa anterior ou de uma pré-amostra. Este requisito nem sempre é fácil de ser cumprido.

O cálculo de n

Utilizando-se incidências simuladas, através das expressões (3) e (4), foram obtidos valores de tamanhos de amostra (n), para incidências simuladas de 0,01 a 0,99 e fixados o nível de confiança $1 - \alpha = 0,95$ e diferentes erros amostrais (Tabela 1). O máximo valor de n ocorre quando $P = 0,5$ e considerando-se que o erro amostral $e = 0,10$ é aceitável, o tamanho de amostra $n = 100$ é suficiente, pois supera os casos onde a incidência real é diferente de 0,5, o que leva a garantir o erro amostral e o nível de confiança estabelecidos.

Uma vez que se tenha uma estimativa prévia da incidência da doença em um pomar, essa informação pode ser usada como referência para a escolha do tamanho de amostra num levantamento subsequente.

O cálculo de n através da expressão (4) tomando-se valores arbitrados de tamanho de talhão e diferentes valores simulados de P , resulta em tamanhos de amostra que vão desde 33 plantas em pomares de 1000 plantas e $P = 0,10$ até 96 plantas para áreas com mais de 10 mil plantas e $P = 0,5$ (Tabela 2).

Como pode ser constatado, por esse método de dimensionamento, tomando-se o valor mais conservativo de n , que ocorre para $P = 0,5$, uma amostra de 96 plantas seria suficiente para qualquer dimensão do pomar. No entanto, note-se que em pomares grandes, de mais de 10 mil plantas, a fração amostral é menor que 1% da população de plantas. Nestes casos, é importante considerar a possibilidade de aumentar f , ou seja, aumentar a representatividade, levando em conta aspectos de uniformidade do pomar e custos de amostragem.

Tabela 1. Tamanho de amostra segundo a distribuição binomial com aproximação à Normal, para erros amostrais de 0,05 e 0,10 e nível de confiança ($1 - \alpha$) de 95% e de 99%.

Incidência teórica simulada (P)	Nível de confiança			
	$1 - \alpha = 0,95$		$1 - \alpha = 0,99$	
	Erro amostral			
	$e = 0,05$	$e = 0,10$	$e = 0,05$	$e = 0,10$
0,01	47	21	81	37
0,05	89	30	155	52
0,10	148	43	256	74
0,15	203	56	351	96
0,20	252	67	435	116
0,25	293	77	506	133
0,30	327	85	565	147
0,35	354	91	611	158
0,40	373	96	644	166
0,45	384	99	663	171
0,50	388	100	670	172
0,55	384	99	663	171
0,60	373	96	644	166
0,65	354	91	611	158
0,70	327	85	565	147
0,75	293	77	506	133
0,80	252	67	435	116
0,85	203	56	351	96
0,90	148	43	256	74
0,95	89	30	155	52
0,99	47	21	81	37

Tabela 2. Tamanhos de amostra para diferentes valores de P e tamanhos de população ou quadra (N), para erro de 0,10 e nível de confiança de 95%.

Tamanho da quadra (N)	Incidência P simulada			
	0,10	0,25	0,5	0,7
1.000	33	67	88	75
3.000	34	70	93	79
4.000	34	71	94	79
5.000	34	71	94	79
6.000	34	71	95	80
10.000	34	72	95	80
20.000	35	72	96	80
25.000	35	72	96	80

Para procedimentos de múltiplos estágios, como numa população estratificada, os métodos apresentados até aqui podem ser utilizados repetidamente em cada estrato.

Para levantamentos de incidência de doenças, tais métodos partem do pressuposto de que a doença apresenta padrão espacial aleatório, o que nem sempre é verdadeiro. Em muitas situações, o

padrão espacial da doença na quadra ou talhão é desconhecido. Daí a importância de monitoramentos de rotina e a manutenção e análise dos dados históricos gerados a respeito de cada quadra ou talhão para acompanhar o seu estado sanitário ao longo do tempo e permitir estudos sobre padrão temporal e espacial.

Aplicação – o Plano Amostral para Estimação da Incidência do Cancro Europeu das Pomáceas

O cancro europeu das pomáceas, também conhecido como cancro de néctria, é uma importante doença da macieira na maioria dos países onde é cultivada. Mundialmente, esta doença causada pelo fungo *Neonectria ditissima*, está presente em todas as áreas de produção comercial, com exceção da Austrália. Este país empreendeu um programa de erradicação até 1991 e, a partir de então, foi considerado erradicado o patógeno do seu território.

No Brasil, o cancro europeu foi detectado em 2012, com o aparecimento de sintomas em diversos locais de produção. Desde então, várias ações vêm sendo desenvolvidas para o controle da doença. No entanto, não há ainda uma estimativa do percentual de plantas ou áreas atingidas. Por solicitação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) à Embrapa, foi determinado um tamanho de amostra de plantas para levantamento da incidência nos pomares de macieiras, com o objetivo de viabilizar o cumprimento do Art. 19, da Instrução Normativa nº 20 (IN 20), de 20 de julho de 2013, do MAPA, via formulário próprio.

O levantamento das áreas de ocorrência é de suma importância para definição de políticas e para o cumprimento e ajuste das recomendações

de controle. O levantamento anual permitirá obter estimativa da incidência de cancro europeu nos pomares ou quadras de macieiras o que levará a se estimar a incidência por unidade produtiva, por município e por estado produtor do Brasil.

O tamanho da amostra

Diante da diversidade de tamanhos de quadras e de incidências desconhecidas não é possível se dimensionar tamanhos de amostra por quadra. Assim, foram aplicados os resultados das expressões (3) e (4), respectivamente, com incidências simuladas (P) e diversos N (Tabelas 1 e 2). Tendo em vista que o máximo valor de n ocorre quando 50% das plantas estão com sintomas ($P=0,5$) e considerando-se que um erro amostral de 0,10 é aceitável, o tamanho de amostra $n=100$ plantas é suficiente para todos os tamanhos de quadra e para qualquer incidência, com garantia do erro amostral e do nível de confiança estabelecidos (Tabela 1). Esse tamanho de amostra supera o indicado para quadras grandes, mesmo de 20 mil plantas ou mais, para erro amostral de 0,10 e nível de confiança de 95% (Tabela 2).

Uma amostra de 100 plantas em quadras pequenas como as de mil plantas ($N=1.000$) ou mesmo de 5 mil plantas fica superdimensionada. Quando $P=0,5$ tem-se valores mais conservativos para n ou de maior fração amostral $f=n/N$. Portanto, $n=100$ é uma dimensão segura de amostra para a estimativa da incidência de cancro europeu das pomáceas. No entanto, para quadras grandes, com mais de 10 mil plantas, esse dimensionamento de $n=100$ levaria a uma fração amostral f de menos de 1% do total de plantas da população. Então, para os casos de talhões com mais de 10 mil plantas, optou-se por recomendar a amostragem de no mínimo 1% das plantas (Quadro 1).

Quadro 1. Recomendação do tamanho de amostra para estimar a incidência de cancro europeu das pomáceas em quadras de macieiras, com 95% de confiança e erro amostral de 0,10.

Tamanho da quadra (N)	Tamanho mínimo da amostra (n)
Até 10.000 plantas	100 plantas
Mais de 10.000 plantas	1% das plantas

Uma vez estabelecido o valor de n , podem ser calculadas probabilidades associadas às diferentes incidências. Assim, por exemplo, se a incidência real (desconhecida) de uma quadra for de 45% ($P=0,45$), numa amostra de $n=100$ plantas selecionadas probabilisticamente, haverá 54% de chance de serem encontradas até 45 plantas doentes.

Se P for muito baixo, por exemplo, de 0,01 (1% das plantas doentes), seria esperado que em 100 plantas vistoriadas fosse encontrada 1 planta com sintoma. Se 100 plantas forem sorteadas com igual probabilidade no total de uma quadra, teríamos uma probabilidade de 37% de ser encontrada uma, e somente uma, com sintoma. A probabilidade de não serem encontradas plantas com sintoma também é de 37%. Neste caso, poderia não ser levado em conta um possível foco inicial de cancro. Ressalta-se com isso a importância de vistorias periódicas cobrindo toda a área dos pomares para detectar prováveis focos da doença logo no início da infecção. Embora a obrigatoriedade da inspeção, pela IN 20, seja anual, no monitoramento intensivo de rotina, seja para o cancro europeu como para outras pragas e doenças, os monitores devem estar atentos para a presença do cancro e proceder o registro para acompanhamento posterior.

A seleção da amostra

A aleatorização total das 100 plantas ou mais nas quadras não é viável na prática. Além disso, a inspeção de um conjunto de plantas contíguas leva a maior eficiência no caminhamento no interior do pomar. Em vista disso, recomenda-se que sejam vistoriados conjuntos de 10 plantas contíguas. Assim, para escolha e localização das plantas, pode-se dividir o total de plantas a serem amostradas por 10 de modo a determinar quantos conjuntos de 10 plantas serão vistoriados. Preferentemente, sortear as filas e a localização dos conjuntos ou pontos amostrais dentro da fila.

Se não for possível o sorteio de pontos amostrais dentro da fila, estabelecer os conjuntos de 10 plantas no início, meio e fim de sequências de três filas. Dependendo da conformação da quadra, pode haver mais pontos amostrais que fileiras do pomar. Neste caso, haverá filas do pomar com mais de um ponto amostral.

Os cuidados no reconhecimento dos sintomas

Como os sintomas ocorrem em qualquer parte da macieira, a planta deve ser examinada de modo geral, observando-se o tronco, os ramos e anormalidades na folhagem (Fig. 1). A vistoria planta a planta será mais eficiente se efetuada por dois monitores, um de cada lado da fila.

Os registros do levantamento amostral

O levantamento amostral obrigatório, visando o cumprimento da IN 20, deverá ser efetuado uma vez ao ano, no período de outono-inverno, sobre as mesmas plantas amostradas, antes da poda de limpeza de inverno.

Caso o resultado na amostra seja 0 (zero) de incidência, registrar esse valor e mesmo assim declarar se já houve antes a presença de sintomas na quadra.

Os responsáveis técnicos deverão manter o registro da localização das plantas com ajuda de croquis, planilhas, etc. O uso de croquis das quadras ou o registro da localização georeferenciada dos pontos amostrais via GPS facilitarão o sorteio e a marcação das plantas da amostra. Os croquis elaborados com a ajuda de fotos aéreas (Fig. 2) e esquematizados em planilhas eletrônicas (Fig. 3) são recursos que facilitam o arquivamento de informações a respeito das quadras.

Como não há resultados no Brasil específicos sobre diferença entre cultivares quanto à resistência ao cancro europeu, a amostragem aqui recomendada não leva em conta as diferentes cultivares dentro da quadra, considerando produtora e polinizadora de forma contínua.

Embora a obrigatoriedade da inspeção, pela IN 20, seja anual, no monitoramento intensivo de rotina, seja para o cancro europeu ou para outras pragas e doenças, pode ser detectada a presença do cancro. Neste caso, os monitores devem proceder o registro para acompanhamento posterior. Recomenda-se que seja estabelecido um conjunto de plantas no local, a serem incluídas no levantamento amostral do cancro. Sempre que houver viabilidade prática, o número de plantas examinadas deve ser aumentado,

Fotos: Sílvia A. M. Alves.

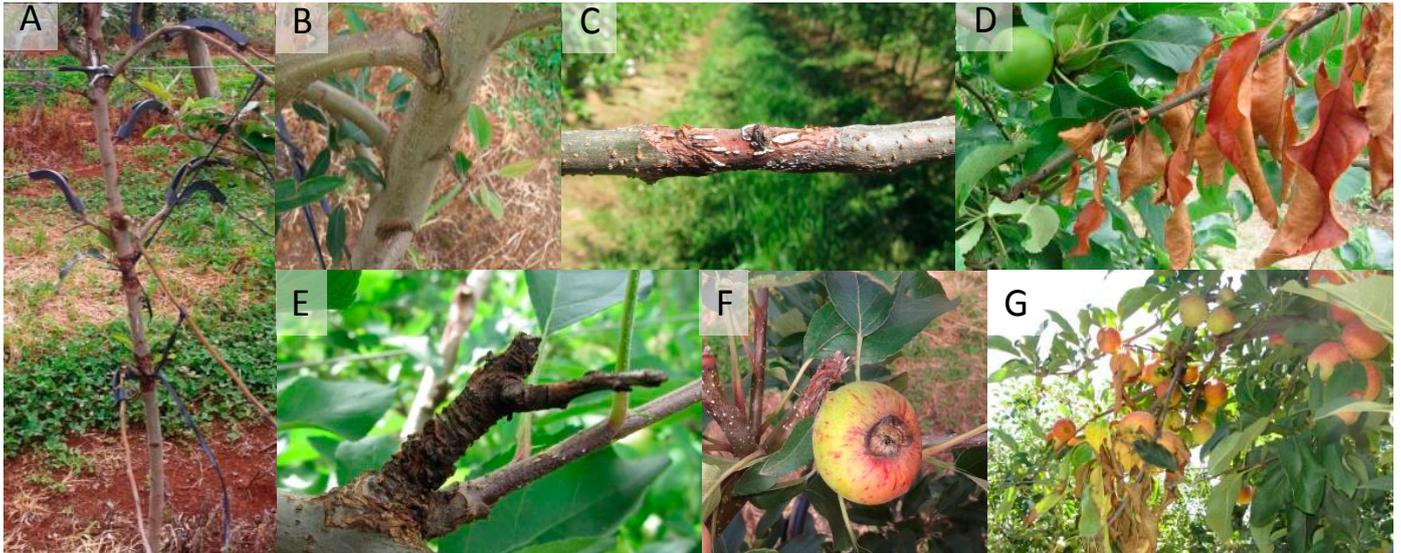


Fig. 1. Sintomas do cancro europeu das pomáceas em diferentes partes da planta e associados a ferimentos: muda com sintomas no tronco e em ramos arqueados (A); na região da emissão dos ramos (B); na cicatriz da queda de folha (C); em ramo do ano (D); esporão infectado a partir do ferimento de colheita (E), em galho quebrado e em fruto (F); em ramo próximo a colheita (G).



Fig. 2. Localização de uma quadra utilizando-se o aplicativo Google Earth (GOOGLE, 2014).

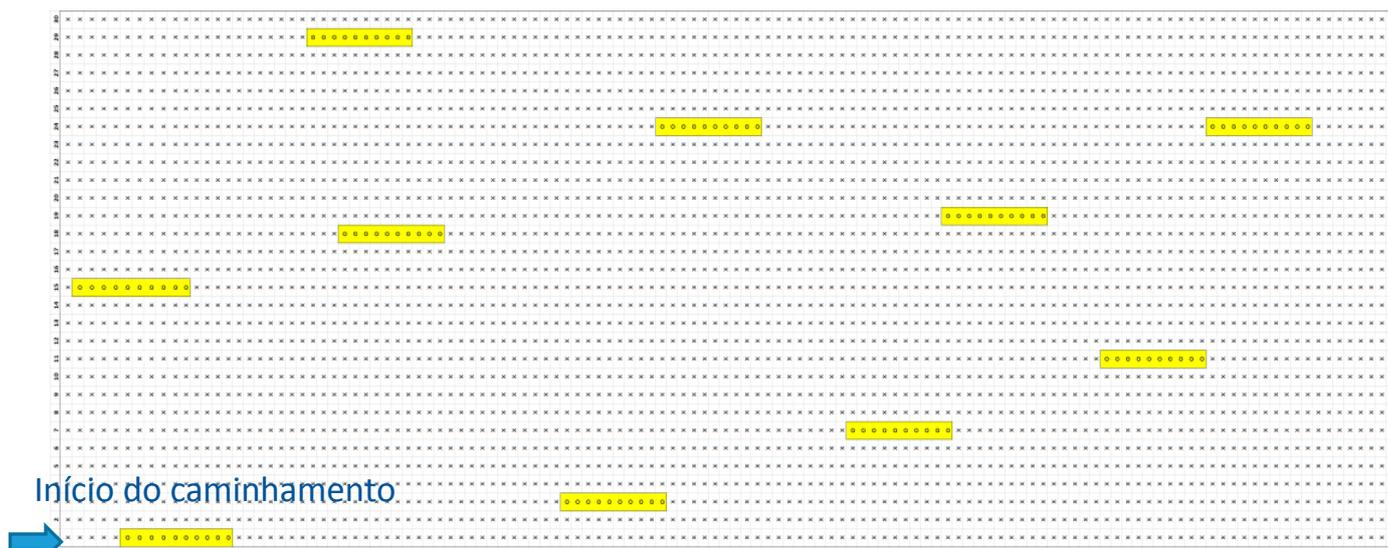


Fig. 3. Exemplo de croqui em planilha eletrônica de uma quadra retangular de 30 fileiras de 125 plantas, perfazendo total de $N = 3.750$ plantas com os 10 grupos de 10 plantas distribuídos na área.

pois isso levará a estimativas mais precisas da incidência da doença na quadra.

Supondo-se que numa quadra, identificada por 1A, com oito mil plantas, numa conformação de 18 filas, foram sorteadas as fileiras 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15 e 17, ou seja, foram sorteados 10 filas nas quais serão examinadas 10 plantas de modo a amostrar $n = 100$ plantas. Um exemplo de planilha a ser utilizada durante o levantamento amostral em campo é representada no Quadro 2, onde são identificadas as fileiras no pomar e a planta inicial amostrada. A numeração das fileiras e plantas está atrelada ao caminhamento estabelecido e registrado em croqui. Para registro da incidência estimada em todas as quadras da unidade produtiva pode ser utilizada uma planilha para posterior preenchimento de formulário próprio dos órgãos fiscalizadores do cumprimento da IN 20 (Quadro 3).

No exemplo, o resultado da quadra é de 54% de incidência (em $n = 100$ plantas). Esse deve ser o valor informado no formulário, referente à quadra nº 1A.

Considerações Finais

Os monitoramentos de rotina efetuados com base em métodos estatísticos garantem estimativas com precisão e níveis de confiança conhecidos. A manutenção dos registros periódicos permite a análise dos dados históricos gerados a respeito de cada quadra ou pomar para acompanhar o seu estado sanitário ao longo do tempo. A análise desses dados, sob a ótica das ações de controle usadas a cada ciclo e das condições climáticas transcorridas, permite conhecer a dinâmica espaço-temporal da doença e leva ao conhecimento da estrutura e comportamento da epidemia e ao aperfeiçoamento de medidas de controle.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. João Riboldi e ao revisor anônimo pelas sugestões dadas para o aperfeiçoamento deste texto.

Quadro 2. Exemplo de planilha para registro de incidência por planta, numa amostra de 100 plantas.

Quadra: 1A	Coordenadas da planta inicial ^(*)	Plantas vistoriadas										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
1 - Fila 2, pl 5		○	●	○	●	○	○	○	○	○	○	2
2 - Fila 4, pl 38		○	○	○	●	○	●	○	○	○	○	2
3 - Fila 6, pl 70		●	●	●	●	●	○	●	○	●	○	7
4 - Fila 7, pl 40		○	○	●	○	○	○	●	○	○	○	2
5 - Fila 9, pl 25		○	○	○	○	●	○	●	○	○	○	2
6 - Fila 10, pl 65		●	●	○	●	○	○	○	○	○	●	4
7 - Fila 12, pl 8		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10
8 - Fila 13, pl 35		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10
9 - Fila 15, pl 72		○	●	○	●	○	○	○	●	●	●	5
10 - F. 17, pl 13		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10
Contagem total na amostra											54	

^(*)Preenchimento das coordenadas geográficas ou coordenadas locais referenciadas por um croqui, da planta na extremidade do conjunto de 10 plantas.

Quadro 3. Exemplo de planilha para registro de incidência por quadra da unidade produtiva.

Quadra	Data da amostragem	Nº de plantas na quadra (N)	Nº de plantas na amostra (n)	Nº de plantas com sintomas (i)	% de plantas com sintoma (i/n)
1A	10/08/2015	8000	100	54	54
12	10/08/2015	3450	100	21	21
3C	15/08/2015	22000	220	17	7,7
...

Referências

ARNESON, P. A. Plant Disease Epidemiology: temporal aspects. **The Plant Health Instructor**. 2001. Online. Disponível em: <<http://www.apsnet.org/edcenter/advanced/topics/epidemiologytemporal/Pages/default.aspx>>. Acesso em: 19 out. 2015. DOI: 10.1094/PHI-A-2001-0524-01.

FERREIRA, D. F. **Estatística Básica**. Lavras: Editora UFLA, 2009. 664 p. (este item não foi utilizado em qualquer citação, desta forma pode ser retirado das referências)

BOLFARINE, H.; BUSSAB, W. O. **Elementos de amostragem**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 274 p.

GOOGLE. Google Earth. Disponível em <<http://www.google.com/earth/>>. Acesso em: 8 out. 2014.

**Circular
Técnica, 123**



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95700-000 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/>

1ª edição
1ª impressão (2015): 500 exemplares

**Comitê de
Publicações**

Presidente: *César Luis Girardi*
Secretária-Executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Adeliano Cargnin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanço, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Rochelle Martins Alvorcem e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Expediente

Editoração gráfica: *Alessandra Russi*
Normalização: *Rochelle Martins Alvorcem*