

STOLF, R.; IAIA, A.M.; LEE, T.S.G. Índice de falha segundo o método de STOLF: correlação com o rendimento agrícola em cana-planta. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 104(5,6):44-50, 1986.

ÍNDICE DE FALHA SEGUNDO O MÉTODO DE STOLF: CORRELAÇÃO COM O RENDIMENTO AGRÍCOLA EM CANA-PLANTA

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo verificar a variação do rendimento agrícola em função do índice percentagem de falhas ($F\%$), de acordo com o método proposto por STOLF^(1, 2).

Para permitir uma grande variação do índice, foram estabelecidos três experimentos com cinco tratamentos de diferentes quantidades de gemas/m (15, 12, 9, 6, 3), porém de maneira a simular a ocorrência de falhas segundo leis do acaso: cada linha de 20 m das parcelas de 15 gemas/m, contava com 100 toletes de três gemas simetricamente distribuídos. Cada tolete, segundo sua posição no sulco, recebia um número de 1 a 100.

Nas parcelas de 12 gemas/m, dos 100 toletes foram retirados 20, segundo um sorteio diferente para cada linha. Nas parcelas de 9 gemas/m, foram sorteados mais 20 a partir das linhas das parcelas do tratamento anterior, e assim sucessivamente.

Verificou-se em todos os locais uma queda de produtividade com o aumento da percentagem de falhas, linear até valores de $F\%$ de cerca de 55%.

Nesse intervalo verificou-se uma diminuição média de 3,2% no rendimento agrícola para cada aumento de 10% na $F\%$, demonstrando a sensibilidade do método. Não se verificaram variações da $pol\%$ com $F\%$. Algumas propriedades do método foram testadas. O sistema de simulação de falhas empregado nesse estudo provocou falhas de maneira semelhante à que ocorre naturalmente, recomendando-se a técnica para estudos dessa natureza.

* Rubismar STOLF
* * Antônio Marcos IAIA
* * Tseng Sheng Gerald LEE

INTRODUÇÃO

Quando uma área homogênea passa a receber um manejo diferente em parte dela, provocando mais falhas, isso pode estabelecer uma diminuição de produtividade. Se só o fato de aumentarem-se os vazios nas linhas de cana é um fator de diminuição, dependendo do fator que provocou as falhas, ele pode também diminuir a produtividade.

Assim, se o tráfego desordenado causa falhas, causa também compactação. Verificando uma queda de produtividade de 9%, é possível, por exemplo, que 6% sejam devidos à compactação. Assim, quando se tenta recuperar a área subsolando as entrelinhas, pelo menos os 3% devidos às falhas são irrecuperáveis.

Se a falha por si só é prejudicial, e, possivelmente, não exista nenhum fator benéfico que colateralmente cause falha, ela sozinha é ruim e acompanhada é pior, porque só anda em "más companhias". pragas de rizoma, ervas daninhas, deficiências nutricionais, secas. Portanto, não existe uma curva geral de calibração com a produtividade. Porém, um índice de avaliação de falhas por si só é um parâmetro indicativo da degeneração do sistema.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a queda de rendimento agrícola com o índice de falhas para cana-planta, para três locais e isolando-se os demais fatores, ou seja, somente devido às falhas.

* Pesquisador da Área Regional de Agronomia/Mecanização Agrícola da Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

** Pesquisadores da Área Regional de Melhoramento/Fisiologia da Coordenadoria Regional Sul do IAA/PLANALSUCAR.

MATERIAL E MÉTODO

Tratamentos

Instalaram-se três ensaios com cinco tratamentos e cinco repetições, em blocos ao acaso, com parcelas de sete linhas (cinco úteis) de 20 m de comprimento:

Tratamento 1 - 15 gemas/m (100 toletes de 3 gemas/20 m)

Tratamento 2 - 12 gemas/m (80 toletes de 3 gemas/20 m)

Tratamento 3 - 9 gemas/m (60 toletes de 3 gemas/20 m)

Tratamento 4 - 6 gemas/m (40 toletes de 3 gemas/20 m)

Tratamento 5 - 3 gemas/m (20 toletes de 3 gemas/20 m)

SUMMARY

This paper aimed at correlating the variation of crop yield with the percentage index of gaps ($G\%$), according to the method by STOLF^(1, 2).

To obtain a large index range, 3 experiments with 5 treatments of different amounts of buds/m (15, 12, 9, 6, 3) were installed, in a way to simulate gap occurrence according to randomized laws. Therefore, each line of 20 m in plots of 15 buds/m counted with 100 seedpieces of 3 buds, symmetrically distributed. Each seedpiece, according to its position in the furrow, received a number from 1 to 100. In plots with 12 buds/m, from the 100 seedpieces, 20 were withdrawn, following a different raffle for each line. In plots with 9 buds/m, another 20 seedpieces were raffled from the lines of the plots of the previous treatment, and thus successively. In all experiments there was a linear decrease in the crop yield with the increase of gap percentage up to $G\%$ values around 55%, with a mean decrease of 3.2% in the crop yield for each 10% increase in the $G\%$, comprovating the sensibility of the method. Alterations of $pol\%$ with $G\%$ were not observed. Some properties of the method were tested. The system for gap simulation used in this study was able to produce gaps similar to the way it naturally occurs, being the technique recommended for studies of this phenomenon.

Parcelas do tratamento 1. Distribuíram-se simetricamente duas fileiras de toletes em todas as linhas.

Parcelas do tratamento 2. Sortearam-se 20 toletes que eram eliminados. A cada linha utilizou-se um sorteio diferente.

Parcela do tratamento 3. A partir da distribuição do tratamento 2, sortearam-se mais 20 toletes, e assim sucessivamente, até o tratamento 5.

Devido ao elevado número de sorteios, 35 (sete linhas, cinco tratamento), utilizou-se um programa de computador de geração de dados aleatórios para números inteiros de 1 a 100. Com o sorteio, gerou-se um esquema de distribuição dos toletes da parcela dos tratamentos de 2 a 5, para aplicar no campo (Figura 1).

Parâmetros

AVALIAÇÃO DE FALHAS

Utilizou-se o critério de STOLF^(1, 2), que propõe, para falhas maiores que 0,5 m:

a) Percentagem de falhas

$$F\% = \frac{\sum \text{dos comprimentos das falhas maiores que 0,5 m}}{\text{comprimento de trecho analisado}} \times 100$$

ou seja,

$$F\% = \text{metros de falha/100 m de sulco.}$$

b) Tamanho médio das falhas

$$TM = \frac{F\%}{N \text{ de falhas/100 m de sulco}}$$

c) Frequência

$$FREQ = \frac{100 - F\%}{N \text{ de falhas/100 m de sulco}}$$

Se por exemplo, em 50 m de linha contarem-se 10 falhas maiores que 0,5 m, que totalizam 7 m, o dado básico do método é $F\% = 14$ e os auxiliares, $TM = 0,70$ m e $FREQ = 4,3$ m. Assim, estima-se que a área tenha 14% de falhas maiores que 0,5 m. Em termos médios, a cada 4,3 m de linha, encontra-se uma falha de cerca de 0,7 m.

Assim, obteve-se o número e o comprimento total das falhas nas linhas úteis das parcelas para o cálculo dos três citados parâmetros.

PRODUTIVIDADE

Na colheita, pesaram-se as linhas úteis para a obtenção de t cana/ha e retirou-se uma amostra de 20 colmos para obtenção de $pol\%$ cana de cada parcela.

Os resultados médios dos tratamentos de t/ha e $pol\%$ cana foram correlacionados com a $F\%$.

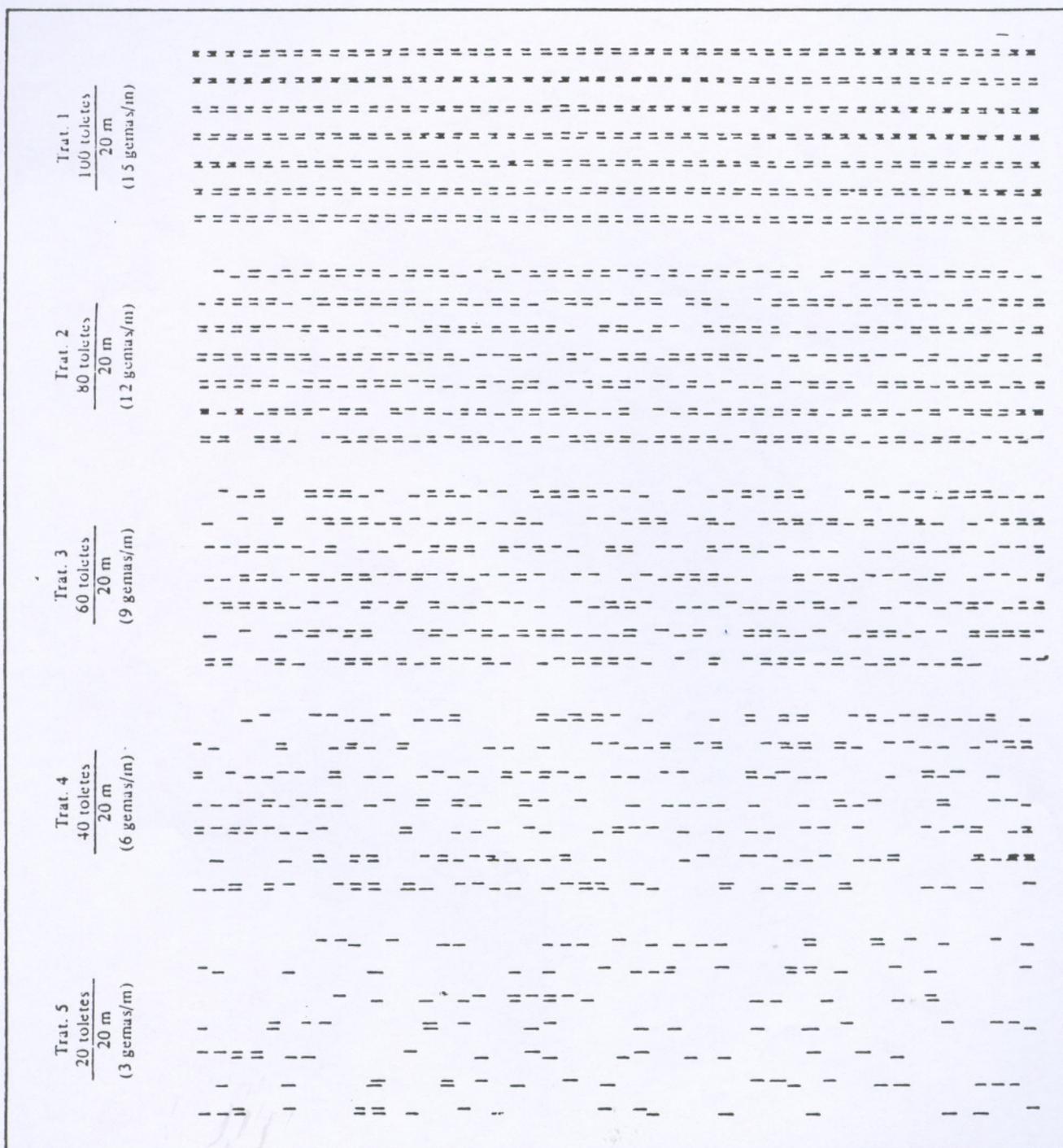


Figura 1. Distribuição dos toletes nos tratamentos (cada traço representa um tolete de três gemas).

A Tabela I contém as características dos três ensaios. No ensaio B, para provocar situações mais diversas no sentido de testar a validade do sistema de simulação de falhas empregado, utilizou-se muda de qualidade inferior (5º corte).

Com exceção da muda, todas as práticas estabelecidas foram as convencionalmente adotadas.

DADOS OBTIDOS E ANÁLISE

A Tabela II contém os dados obtidos. Verifica-se que praticamente não houve variação da pol % cana. Por essa razão, analisou-se apenas o rendimento agrícola.

Tabela I. Informações gerais dos experimentos.

Experimento	Local	Solo	Variedade	Fonte de muda	Espaçamento (m)	Data		
						Plantio	Avaliação de falhas	Colheita 1º corte
A	Usina Santa Bárbara	1/	NA56-79	Cana-planta de viveiro	1,30	10.04.84	17.01.85	16.07.85
B	Estação Experimental de Araras	2/	NA56-79	Colmos de 5º corte	1,40	30.03.84	07.12.84	30.07.85
C	Usina Santa Elisa	1/	SP70-1143	Cana-planta de viveiro	1,35	05.04.84	04.12.84	19.09.85

1/ = Eutrorthox.

2/ = Haplustox.

Tabela II. Resumo geral dos dados: falhas e produtividade dos três locais.

Local	Tratamento	Falhas				Produtividade	
		F% m/100 m	Nº de falhas 100 m	TM m	FREQ* m	Rendimento agrícola t/ha	Pol % cana
A Usina Santa Bárbara (NA56-79)	1	7,64	11,2	0,68	8,25	136,8	16,00
	2	19,22	25,3	0,76	3,19	128,8	15,95
	3	28,19	34,4	0,82	2,09	131,0	15,88
	4	53,08	52,6	1,01	0,89	114,3	16,03
	5	76,03	43,9	1,73	0,55	97,4	15,83
B Estação Experimental de Araras (NA56-79)	1	30,20	38,2	0,79	1,83	114,4	17,24
	2	40,52	46,0	0,88	1,29	111,2	17,05
	3	52,74	50,7	1,04	0,93	102,6	17,17
	4	69,05	50,4	1,37	0,61	98,0	17,07
	5	81,23	40,4	2,01	0,46	80,6	17,32
C Usina Santa Elisa (SP70-1143)	1	6,33	10,4	0,61	9,01	100,6	17,46
	2	15,70	22,4	0,70	3,76	101,3	17,16
	3	27,49	34,4	0,80	2,11	96,6	17,11
	4	54,06	52,5	1,03	0,88	92,9	17,13
	5	68,15	45,7	1,49	0,70	82,2	17,04

Obtenção da curva de calibração F% x t/ha

A Figura 2 contém os cinco pontos obtidos experimentalmente e mais um ponto, assumindo para F% = 100, produtividade P = 0.

Os dados obtidos de F% cobriram um intervalo amplo de variação, quando se verificaram os dados do quinto ponto: ensaio A = 76%, B = 81%, C = 68%, tendo um comportamento praticamente linear até o quarto ponto, com valores: ensaio A = 53%, B = 69%, C = 54%. Segundo STOLF⁽²⁾, é raro encontrar-se um canavial com F > 50%. Portanto, os dados obtidos cobriram bem o intervalo de variação natural de F%, além de indicar que a queda de rendimento agrícola é linear nesse intervalo.

Fazendo-se a correlação linear para os quatro primeiros pontos (tratamentos 1 a 4), obtém-se o modelo $P = P_{\text{máx}} - b F\%$ (Figura 3):

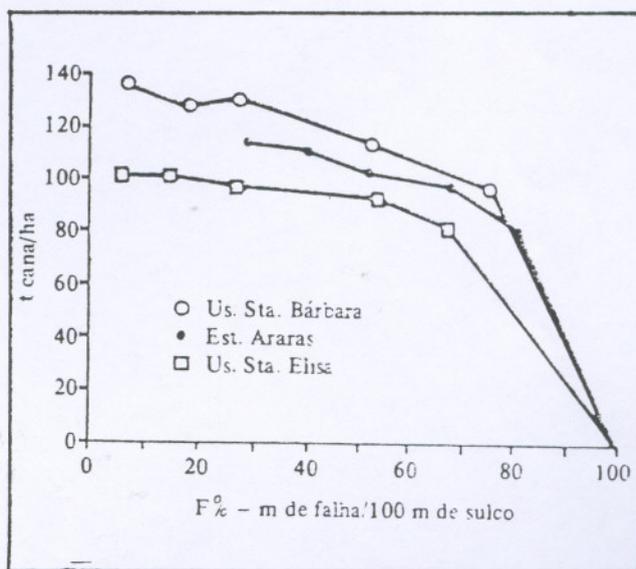
Experimento A: $P = 141 - 0,48 F\%$ Experimento B: $P = 128 - 0,45 F\%$ Experimento C: $P = 103 - 0,18 F\%$ 

Figura 2. Variação do rendimento agrícola com a porcentagem de falhas nos três locais.

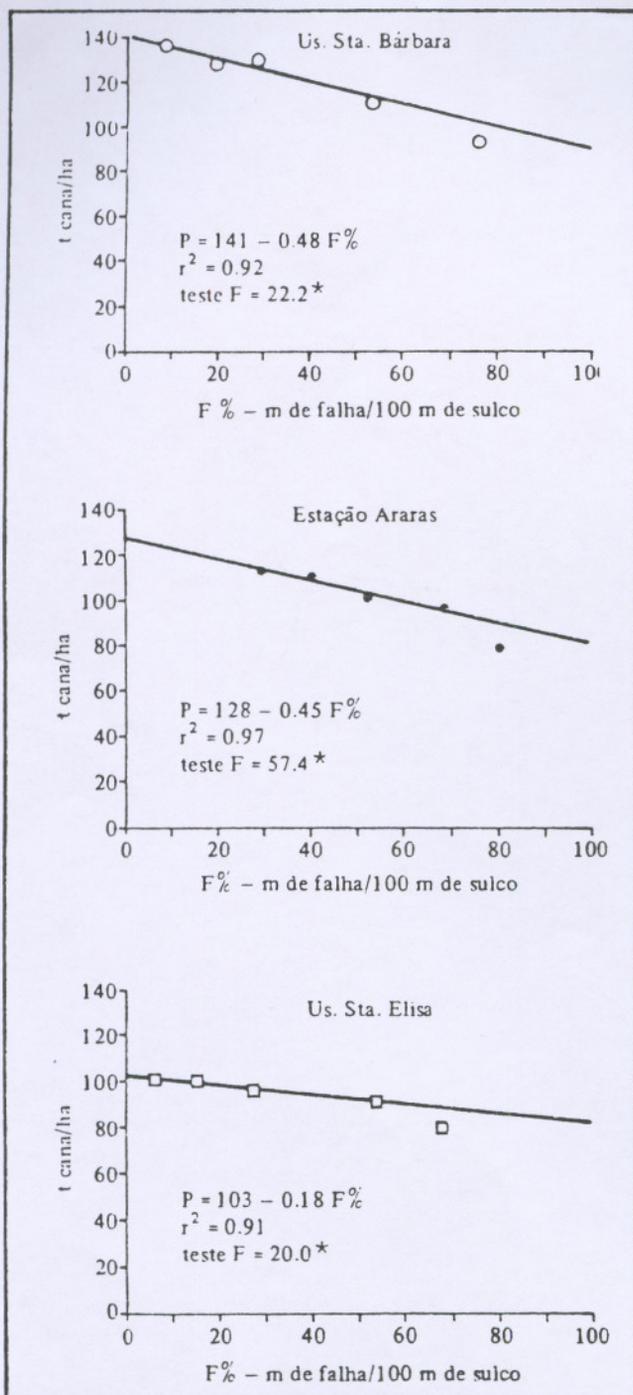


Figura 3. Regressão linear ($F\% \times t/ha$) para os quatro primeiros pontos experimentais (tratamentos 1 a 4).

Multiplicando-se o segundo membro por $100/P_{m\acute{a}x}$, obtêm-se os valores em % de produtividade máxima:

Experimento A: $P\% = 100 - 0,34 F\%$ NA56-79

Experimento B: $P\% = 100 - 0,35 F\%$ NA56-79

Experimento C: $P\% = 100 - 0,17 F\%$ SP70-1143

Nos locais A e B, com diferentes qualidades de muda, porém com a mesma variedade, resultaram valores praticamente iguais.

A variedade SP70-1143 tem como característica: excelente perfilamento (oposto da NA), alto rendimento agrícola, tendência ao florescimento e pico de maturação para meio de safra. Enquanto a NA foi colhida no meio de safra, a SP foi colhida no meio da safra. Na data da colheita, a variedade SP apresentou-se tombada, florescida, com colmos de baixa densidade e rendimento agrícola abaixo do esperado, indicando um processo de perda de água. Se era de se esperar um comportamento varietal diferente, é possível que os resultados obtidos para a SP sejam atípicos, subestimando as perdas.

Como o objetivo do trabalho não é levantar as perdas de produtividade caso a caso, os resultados dão a idéia de que as perdas de produtividade para um aumento de F de 10% estão na faixa de 1,7% a 3,5%, para valores de F até cerca de 55%, sugerindo que possam estar mais próximas de 3,5%.

Dentro desse objetivo, fez-se um ajuste geral para valores de F de 0 a 100%. Para tal, calculou-se a produção relativa, multiplicando-se os dados de rendimento agrícola (Tabela II) do experimento A por $100/141$, do B por $100/128$ e do C por $100/103$. Os 15 pontos foram colocados em gráfico (Figura 4). Para se traçar a curva, devido ao comportamento linear inicial, fez-se uma regressão linear conjunta dos quatro primeiros pontos dos três ensaios (12 pontos), obtendo-se: $P\% = 100 - 0.32 F\%$; $r^2 = 0.83$; teste $F = 47,7^{**}$.

Na Figura 4, traçou-se essa reta até $F = 55\%$. De $F = 55\%$ até $F = 81\%$, fez-se um ajuste visual considerando os pontos experimentais. Na faixa de $F = 81\%$ a $F = 100\%$, traçou-se outra reta, assumindo para $F\% = 100$ e $P\% = 0$.

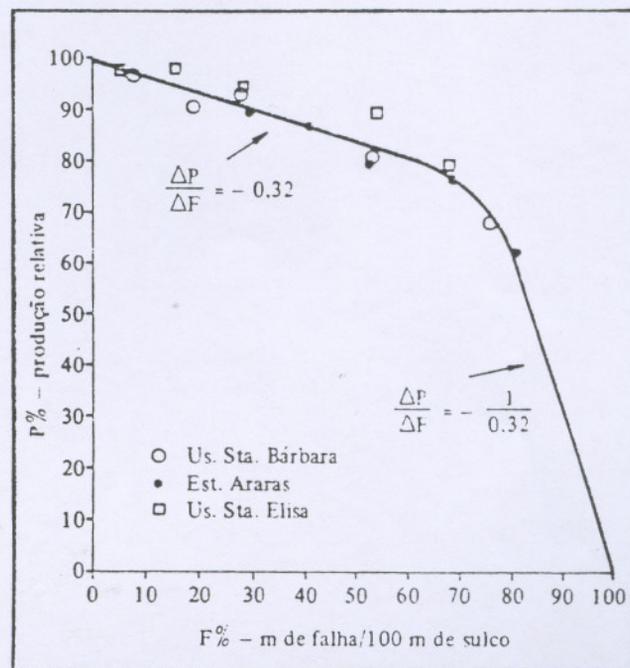


Figura 4. Curva geral de calibração da variação da produção relativa ($P\%$) com a percentagem de falhas ($F\%$).

No método de avaliação de falhas^(1, 2), o ponto $X = 0,5$ m foi estabelecido de maneira a resultar: $\Delta F\%$ máximo, na comparação de dois canais de diferentes índices de falhas. Esse fato é em parte responsável pela alta sensibilidade obtida na primeira porção do ajuste, $\Delta F\% = 10$ para $\Delta P\% = 3,2$, ou seja, 1:3.

Obtenção da curva de calibração $F\% \times N$

A Figura 5 contém os dados de $F\% \times N$. Nota-se que independentemente do local e do tratamento, a um dado valor de $F\%$, o N° de falhas/100 m de linha é um valor bem definido. Como TM e FREQ dependem exclusivamente de $F\%$ e N, eles também são bem definidos para cada valor de $F\%$. O resultado prático é que não é necessário contar as falhas nas avaliações, simplificando mais os levantamentos de campo.

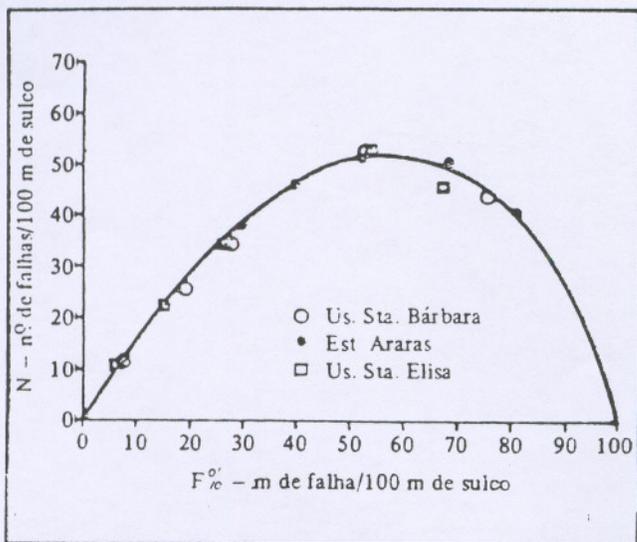


Figura 5. Variação do n° de falhas/100 m de sulco com a percentagem de falhas.

Esse comportamento, que foi provocado por um modelo de simulação, poderia não refletir a realidade. Porém, comparando-se o tratamento B1 com A3 e C3 (Tabela II), que resultaram $F\%$ próximos, verifica-se que N, TM e FREQ também o são.

No tratamento 1, utilizaram-se 15 gemas/m com toletes homoganeamente distribuídos e, no tratamento 3, nove toletes com distribuição ao acaso. Portanto, no tratamento B1, devido à relativa má qualidade da muda (5^o corte), ocorreram falhas naturais de características semelhantes às do A3 e do C3, que em parte foram provocadas. Isso indica que o fenômeno é aleatório e o método de simulação é válido.

Outro aspecto interessante a ser ressaltado é que um método que se baseia apenas em contar-se o número de falhas acima de um determinado tamanho, pode não resultar

num bom método. No caso, verifica-se que o número de falhas passa por um máximo e decresce. Portanto, para um mesmo valor de número de falhas, tem-se dois valores de $F\%$, correspondendo a tamanhos médios de falhas diferentes.

UTILIZAÇÃO PRÁTICA DOS RESULTADOS

Utilizando-se as curvas das figuras 4 e 5, geraram-se dados de N/100 m e perdas relativas ($100 - P\%$) para valores de $F\%$ de 5 em 5. Através de F e N, calcularam-se TM e FREQ. Os dados gerados constam na Tabela III.

Tabela III. Para valores de $F\%$ de 5 em 5, estimativa de: n° de falhas/100 m; tamanho médio; FREQ; perdas % e perdas em kg/falha.

$F\%$ m/100 m	Falhas		Perdas %	kg/falha*
	N° 100 m	TM m		
0	0	-	-	0.0
5	8	0.63	11.9	1.6
10	15	0.67	6.0	3.2
15	21	0.71	4.0	4.8
20	27	0.74	3.0	6.4
25	32	0.78	2.3	8.0
30	37	0.81	1.9	9.6
35	42	0.83	1.5	11
40	46	0.87	1.3	13
45	50	0.90	1.1	14
50	52	0.96	0.96	16
55	52	1.1	0.87	18
60	51	1.2	0.78	19
65	50	1.3	0.70	21
70	48	1.5	0.63	24
75	45	1.7	0.56	28
80	41	2.0	0.49	38
85	35	2.4	0.43	53
90	28	3.2	0.36	69
95	16	5.9	0.31	84
100	0	-	-	100

* Considerando uma produtividade de 100 t/ha, com 1,40 m de espaçamento: $\text{kg/falha} = \frac{\% \text{ perdas} \times 14}{N^\circ}$

Em levantamentos de campo, basta determinar $F\%$, não sendo necessária a determinação de N. Obtendo-se um resultado, por exemplo, $F = 20\%$, e desejando-se uma visão física dos resultados pela Tabela III, em termos médios, a cada trecho de 3 m (sem falhas maiores que 0,5 m) encontra-se uma falha de cerca de 0,74 m. Desejando-se ter uma noção das perdas em rendimento agrícola, elas estão em torno de 6,4%.

Enquanto se espera que os valores de TM e FREQ, para um dado $F\%$, se reproduzam em condições naturais, pelo menos para espaçamentos por volta de 1,30 m - 1,40 m até valores de $F\% \cong 80\%$, evidentemente a percentagem

Handwritten notes:
 c) 15 falhas em 100 m de sulco - 18%
 20 a 25% de falhas em 200 m de sulco
 o cálculo de perdas em rendimento agrícola
 100 t/ha x 20% produtividade = 20 t/ha
 (100 - 18) = 82%
 82% x 20 t/ha = 16,4 t/ha (desperdiço)

tagem de perdas poderá resultar em valores diferentes segundo o conjunto de fatores de cada local. Porém, a idéia do ensaio é dar uma ordem da grandeza das perdas.

Para efeito de modelo, assumindo-se que as perdas foram devidas às falhas maiores que 0.5 m. é possível calcularem-se as perdas em kg/100 t/falha, ou seja, kg/falha, para um canavial de 100 t/ha (Tabela III).

CONCLUSÕES

- a) O método de simulação de falhas empregado provoca falhas de maneira semelhante à que ocorre naturalmente, podendo ser recomendado para estudos desse fenômeno, isolando-se os demais fatores.
- b) A diminuição de produtividade com o aumento da percentagem de falhas (F%) é linear até para valores de F% em torno de 55%, intervalo esse que engloba a variabilidade natural de áreas comerciais. Nesse intervalo, para um aumento de 10% em F, resulta uma queda média de rendimento agrícola de 3,2%, demonstrando a alta sensibilidade do parâmetro.

c) A cada percentagem de falhas, o tamanho médio (TM) e sua frequência de ocorrência (FREQ) são bem definidos, dispensando-se a contagem do Nº de falhas (N), já que podem ser estimados através da Tabela III

As conclusões são restritas às condições dos ensaios. Porém, a conclusão (c) pode ser considerada uma generalização, já que comprovou o que se observa na prática em áreas comerciais de cana-planta e soca, a espaçamentos semelhantes aos dos ensaios. É possível que a conclusão (a) verifique-se também, em condições mais amplas, considerando-se que um tolete não interfira na germinação de outro tolete e que a casualização a nível de tolete simule bem a realidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. STOLF, R. Quantificação das falhas. In: _____. *Transplante de soqueira de cana-de-açúcar como técnica de renovação da cultura*. Piracicaba, 1982. p.100-9. (Doutoramento - ESALQ-USP).
2. STOLF, R. Metodologia de avaliação de falhas nas linhas de cana-de-açúcar. *STAB*, Piracicaba, 4(6):22-36, jul-ago/1986.