

ESTUDO DA VARIABILIDADE DO USO DE FATÔRES DE PRODUÇÃO EMPREGADOS NA CULTURA DO ALGODÃO

Eng.º Agr.º Cyro Okamoto

Eng.º Agr.º Caio T. Yamaguishi

1 — INTRODUÇÃO

Os estudos sobre uso dos fatores de produção empregados nas diversas culturas, realizados pelo Instituto de Economia Agrícola, têm sido dirigidos para se obterem dados médios. Essas médias são importantes para se saber, aproximadamente, o valor dessa medida de tendência central, que representa a situação geral da agricultura paulista. Paralelamente, têm sido levantadas, também, informações sobre diversos estágios de tecnologia, porém, sempre se tomando a média dos dados levantados.

É sabido que as informações obtidas por entrevistas diretas junto aos lavradores têm certa amplitude de variação, quer por ser informação estimativa, quer por existir, realmente, uma va-

riação dos rendimentos na utilização dos fatores. Sabe-se, também, que ao se levantarem dados durante várias vezes e em diversas ocasiões, poder-se-á obter informações diferentes.

Por estas razões, muitas vezes se depara com situações em que a variação na utilização de um determinado fator de produção seja tão grande que a simples indicação da média não reflete a situação real.

No presente trabalho, pretende-se estudar a variabilidade do uso de insumos, por operação, empregados na cultura do algodão, utilizando-se de medidas de dispersão ou variabilidade. De acordo com as informações analisadas, procurou-se explicar as causas das variações.

2 — MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo utilizou-se de dados levantados no município de Birigüí, durante o ano agrícola de 1963/64.

Foram obtidas informações de dezoito agricultores pertencentes à Associação de Estudos Agrícolas, da Alta Noroeste, entidade que congrega proprietários rurais que procuram o aprimoramento da técnica para elevar a produtividade dos insumos empregados na lavoura do algodão.

Os dados foram levantados em quatro fases, durante o ciclo da cultura, obtendo-se as informações com maior precisão do que se realizasse apenas uma entrevista.

Para a obtenção dos dados, foram utilizados formulários especialmente elaborados para este tipo de trabalho, onde foram anotados os dias de serviço de mão-de-obra, máquinas e veículos, empregados em cada operação.

Com os dados disponíveis e quando possíveis, foram realizados testes de significância entre os grupos de observações, utilizando-se o teste "t". Foram calculados os limites fiduciais de confiança, para serem

conhecidos os limites superior e inferior em que poderão ser encontrados os valores da média, cuja variação seja devido ao acaso.

Este estudo, baseado na análise da medida de dispersão ou variabilidade, tem como principais elementos: a) desvio, afastamento ou erro padrão da amostra; b) coeficiente de variabilidade de Pearson; c) erro padrão da média.

O erro padrão da amostra significa que, quanto maior o seu valor, os termos da série de dados têm maior dispersão, estando menos concentrados (1). Sua fórmula matemática é:

$$s = \sqrt{\frac{S. Q. D.}{N - 1}}$$

onde, s = Erro padrão da amostra

S. Q. D. = Soma dos Quadrados dos Desvios

$$S. Q. D. = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}$$

sendo, N = número total das observações

X = valores das observações

O coeficiente de variabilidade de Pearson é o erro padrão em relação à média aritmética

dos valores, expresso em percentagem. É uma medida relativa que dá melhor compreensão da dispersão em relação à média dos dados, podendo ser comparada com outras amostras que apresentam médias de valores diferentes (3). O coeficiente de variabilidade é dado pela fórmula:

$$C. V. = \frac{100 \cdot s}{\hat{m}}$$

onde, C.V. = Coeficiente de variabilidade

s = Erro padrão da amostra

\hat{m} = Média aritmética

O erro padrão da média significa que, se forem obtidos vários conjuntos de dados, ter-se-iam diversas estimativas para a média, com os quais poderiam ser calculados novos desvios-padrão. Esse seria o erro padrão da média. Há uma fórmula que permite obter o erro padrão da média, $s(\hat{m})$, sem ser preciso colher novas amostras (1).

O erro padrão da média é dado pela fórmula:

$$s^2(\hat{m}) = V(\hat{m}) = \frac{s^2}{N}$$

portanto,

$$s(\hat{m}) = \sqrt{\frac{s^2}{N}} = \frac{s}{\sqrt{N}}$$

onde, $s(\hat{m})$ = Erro padrão da média

V(\hat{m}) = Variância da média

s = Erro padrão da amostra

N = Número de observações

Por último, foram calculados os limites fiduciais para as médias estimadas, para se conhecer em que limites poderão ser esperados os valores cujas variações sejam devidas ao acaso (2). Para tal, utilizou-se a fórmula $I = \hat{m} \pm t_{0,05} s(\hat{m})$

onde, I = limites fiduciais

\hat{m} = estimativa da média

$t_{0,05}$ = valor de "t" a 5% de nível de significância com N-1 graus de liberdade

$s(\hat{m})$ = erro padrão da média

3 — RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram analisadas, isoladamente, as operações realizadas na cultura do algodão.

3.1 — ARAÇÃO

A operação de aração era realizada com tratores pequenos

ou médios, com duas ou três bacias, respectivamente e efetuada apenas uma vez.

Analisando-se as dezoito observações, foram obtidos os seguintes dados, conforme quadro 1.

QUADRO 1. — Dias de Serviço de Aração por Alqueire (2,42 ha) na Cultura de Algodão, Média de 18 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüí, São Paulo, 1963/64

Ítem	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Aração	1,19	0,50	42%	0,120

Os limites fiduciais de confiança, ao nível de 5% de probabilidade, estão entre:

- a) limite superior de 1,44 dias de serviço/alq.
- b) limite inferior de 0,94 dias de serviço/alq.

As principais causas das variações de dias de serviço de aração por alqueire seriam: a) potência do trator; b) caracte-

rísticas físicas e umidade do solo; c) método de aração.

Correlacionada à potência do trator, verificou-se ser esta operação efetuada com arado de dois discos para tratores pequenos e arado de três discos para tratores de potência média. Decorrente deste fato, procurou-se separar as observações e testou-se a significância entre as médias, através do teste de "t", (quadro 2).

QUADRO 2. — Teste “t” — Comparação entre as Médias de Dias de Serviço de Aração por Alqueire entre Tratores Médios e Pequenos

Amostra	Número de observações	Gráus de liberdade	Média de amostras	Soma dos quadrados
Tratores médios (3 discos)	12	11	1,42	2,368
Tratores pequenos (2 discos)	6	5	0,75	0,128
Total	18	16 Difer.	0,67	2,496

Com os dados acima, foi calculado o valor de “t” como segue:

$$V = \frac{2,496}{16} = 0,156$$

$$s_{\bar{d}} = \sqrt{0,156 \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{6} \right)} = 0,197$$

$$t = \frac{\text{diferenças entre médias}}{s_{\bar{d}}} = \frac{0,67}{0,197} = 3,40$$

$$t = 3,40^{**}$$

O valor de “t” encontrado, é suficientemente grande para se rejeitar a hipótese de que não há diferença entre as médias. Em outras palavras, o “t” é significativo ao nível de 1% de probabilidade, de-

monstrando que há uma diferença entre as médias.

Portanto, nas análises mais pormenorizadas de aração, quando efetuadas com tratores médios e pequenos, devem ser consideradas como populações distintas.

3.2 — GRADEAÇÃO

A média de 18 gradeações calculadas (valor modal do número de vêzes na mesma área foi de 4 gradeações) deu 0,34

dias de serviço por alqueire, por vez.

Calculadas as medidas de dispersão, foram obtidos os seguintes resultados, (quadro 3).

QUADRO 3. — Dias de Serviço de Gradeação por Alqueire e por Vez na Cultura de Algodão, Média de 18 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüi, São Paulo, 1963/64

Item	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Gradeação	0,34	0,12	13%	0,020

Os limites fiduciais de confiança, ao nível de 5% de probabilidade, estão entre:

- a) limite superior a 0,38 dias de serviço/alq.
- b) limite inferior a 0,30 dias de serviço/alq.

Procurou-se testar, igualmente, esta operação, separando-a em duas amostras, uma com grades de 20 a 24 discos puxados por tratores pequenos e outra com 28 a 32 discos puxados por tratores médios, (quadro 4).

QUADRO 4. — Teste “t” — Comparação entre as Médias de Dias de Serviço de Gradeação por Alqueire e por Vez, entre Tratores Médios e Pequenos

Amostra	Número de observações	Gráus de liberdade	Média de amostras	Soma dos quadrados
Tratores pequenos (20 a 24 discos)	12	11	0,365	1,4553
Tratores médios (28 a 32 discos)	6	5	0,303	0,0158
Total	18	16 Difer. =	0,062	1,4711

Fazendo-se os cálculos, como no procedimento anterior, foi obtido o valor de “t” = 0,409, indicando que as duas médias

não diferem estatisticamente, sendo as flutuações devidas ao acaso.

3.3 — TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes era realizado com tambor rotativo acionado manualmente.

Dos dezoito empresários, foram encontrados sete que utilizavam êsse tipo de operação, cujos resultados foram os seguintes, (quadro 5).

QUADRO 5. — Dias de Serviço de Tratamento de Sementes por Alqueire na Cultura de Algodão, Média de 7 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüí, São Paulo, 1963/64

Ítem	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Tambor rotativo	0,20	0,10	50%	0,038
Mão-de-obra	0,28	0,11	39%	0,041

Verificou-se que a utilização do tambor rotativo variou grandemente, podendo ser explicado, unicamente, pelo maior ou menor tempo de tratamento às sementes. Os dados não permitiram análises pormenorizadas.

adubadeira de duas linhas, traçadas por um trator pequeno. Duas observações tiveram que ser eliminadas, uma por usar plantadeira-adubadeira à tração animal e outra por usar implemento muito diferente dos outros.

3.4 — PLANTIO E ADUBAÇÃO

O serviço de plantio e adubação era realizado em uma única operação com a plantadeira-

Foram obtidos os seguintes resultados, conforme o quadro 6.

QUADRO 6. — Dias de Serviço de Plantio e Adubação (1) por Alqueire na Cultura de Algodão, Média de 16 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüí, São Paulo, 1963/64

Ítem	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Plantadeira-adubadeira	0,58	0,25	43%	0,065
Mão-de-obra	1,54	0,61	39%	0,150

(1) A mão-de-obra inclui o transporte, carga e descarga de adubo dentro da propriedade.

Os limites fiduciais de confiança, ao nível de 5% de probabilidade, para o serviço de plantio e adubação, estão entre:

- a) Plantadeira-adubadeira:
 limite superior de 0,72 dias de serviço/alq.
 limite inferior de 0,44 dias de serviço/alq.
- b) Mão-de-obra:
 limite superior de 1,86 dias de serviço/alq.
 limite inferior de 1,22 dias de serviço/alq.

As variações na operação de plantio e adubação podem ser explicadas pelos seguintes motivos:

- a) variações no espaçamento de plantio;
- b) velocidade imprimida pelo trator;

c) melhor disposição de sementes e adubos no campo;

d) facilidade de manobras do trator.

3.5 — CULTIVO MECÂNICO (COM ADUBAÇÃO EM COBERTURA)

A operação de cultivo mecânico com adubação em cobertura era realizado com cultivadeira de 11 enxadinhas para 2 linhas, adaptando-se à adubadeira. O conjunto era tracionado pelo trator pequeno. Foram eliminadas 2 observações que utilizavam o cultivo à tração animal. Realizavam-se, em média, 3 vezes a operação na mesma área.

Obtiveram-se os seguintes resultados, conforme o quadro 7.

QUADRO 7. — Dias de Serviço de Cultivo Mecânico por Alqueire na Cultura de Algodão, Média de 16 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüí, São Paulo, 1963/64

Ítem	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Cultivadeira	0,41	0,10	24%	0,025
Mão-de-obra	0,57	0,31	54%	0,078

Com os dados acima, foram calculados os limites fiduciais de confiança, a 5% de probabilidade, para a operação da cultivadeira e da mão-de-obra utilizada para essa operação:

a) Cultivadeira:

limite superior de 0,46 dias de serviço/alq.

limite inferior de 0,36 dias de serviço/alq.

b) Mão-de-obra:

limite superior de 0,75 dias de serviço/alq.

limite inferior de 0,41 dias de serviço/alq.

A operação de cultivo mecânico é relativamente homogênea quanto ao uso da cultivadeira, sendo que a pequena variação seria motivada pela velocidade

do trator; a mão-de-obra varia grandemente, variação essa causada pela utilização ou não de uma pessoa auxiliar na operação.

3.6 — CULTIVO MANUAL

O cultivo manual era feito logo após cultivo mecânico, sendo uma operação complementar, para limpar o resto de ervas daninhas próximas ao algodoeiro.

Apesar desta operação ser, normalmente, realizada por empreitada, obtiveram-se informações sobre a exigência de mão-de-obra, em 13 propriedades. A operação era repetida, em média, 3 vezes na mesma área.

Obtiveram-se os seguintes resultados, conforme o quadro 8.

QUADRO 8. — Dias de Serviço de Cultivo Manual por Alqueire e por Vez na Cultura de Algodão, Média de 13 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüi, São Paulo, 1963/64

Ítem	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Mão-de-obra	4,25	2,40	56%	0,670

Os limites fiduciais de confiança, a 1% de probabilidade, estão entre:

- a) limite superior de 6,30 dias de serviço/alq.
- b) limite inferior de 2,20 dias de serviço/alq.

Verificou-se, nesta operação, grande variabilidade de dias de serviço, motivado por múltiplos fatores, entre outros, os intrínsecos aos tipos de pessoas utilizadas (homens, mulheres e crianças).

3.7 — DESBASTE

A operação de desbaste era realizada 14 a 15 dias após a germinação, para deixar de 4 a 6 plantas por metro linear.

Esta operação também era realizada, normalmente, por empreitada, pagando-se por 100 metros lineares. Apesar disto puderam ser obtidas informações sobre a exigência de mão-de-obra em 15 propriedades.

Obtiveram-se os seguintes resultados, conforme quadro 9.

QUADRO 9. — Dias de Serviço de Desbaste por Alqueire na Cultura de Algodão, Média de 15 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüi, São Paulo, 1963/64

Item	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Mão-de-obra	5,58	2,40	43%	0,620

Os limites fiduciais de confiança, a 5% de probabilidade, estão entre:

- a) limite superior de 6,91 dias de serviço/alq.
- b) limite inferior de 4,25 dias de serviço/alq.

As variações são grandes, devidas ao tipo de mão-de-obra e à prática das pessoas.

Devido a essas variações grandes de rendimentos de serviços, é que as operações de cultivo manual e desbaste são normalmente trabalhos por empreitada.

3.8 — POLVILHAMENTO

A operação de polvilhamento era realizada por máquinas especiais de polvilhar, acopladas aos tratores, sendo utilizados, normalmente, os tratores pequenos.

Verificou-se grande variação no número de polvilhamento,

durante o ciclo da cultura, realizando-se de 8 a 18 vezes, sendo que o mais comum é entre 12 a 14 vezes.

Analisando-se as 18 observações em conjunto, obtiveram-se os seguintes dados, conforme quadro 10.

QUADRO 10. — Dias de Serviço de Polvilhamento por Alqueire e por Vez na Cultura de Algodão, Média de 18 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüi, São Paulo, 1963/64

Ítem	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Polvilhadeira	0,07	0,02	40%	0,006
Mão-de-obra	0,09	0,05	60%	0,012

Os limites fiduciais de confiança, a 5% de probabilidade, estão entre:

- a) Polvilhadeira:
limite superior de 0,08 dias de serviço/alq.
limite inferior de 0,06 dias de serviço/alq.
- b) Mão-de-obra:
limite superior de 0,11 dias de serviço/alq.
limite inferior de 0,07 dias de serviço/alq.

Verificando-se a existência de dois tipos de polvilhadeira: a polvilhadeira jacto tipo Haramoto e a polvilhadeira de cano único, procurou-se testar estatisticamente, a existência de alguma diferença entre elas.

Realizando-se o teste "t" entre dois tipos de polvilhadeira, verificou-se que é estatisticamente insignificante e, portanto, o rendimento é uma variação devida ao acaso.

3.9 — PULVERIZAÇÃO

A pulverização era feita com pulverizadores "John Bean" para 6 linhas e acopladas a um trator pequeno. Foram encontrados dois pulverizadores para 8 a 10 linhas.

Eram realizadas, normalmen-

te, de 2 a 3 pulverizações durante o ciclo.

Tendo analisado 15 observações em que se realizavam pulverizações com aqueles pulverizadores mais comuns, encontraram-se os seguintes dados conforme quadro 11.

QUADRO 11. — Dias de Serviço de Pulverização por Alqueire e por Vez na Cultura de Algodão, Média de 15 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüi, São Paulo, 1963/64

Item	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Pulverizador	0,21	0,13	62%	0,034
Mão-de-obra	0,30	0,19	63%	0,046

Os limites fiduciais de confiança, a 5% de probabilidade, para a operação de pulverização, estão entre:

a) Pulverizador:

limite superior de 0,28
dias de serviço/alq.

limite inferior de 0,14
dias de serviço/alq.

b) Mão-de-obra:

limite superior de 0,39
dias de serviço/alq.

limite inferior de 0,21
dias de serviço/alq.

As prováveis causas das variações foram: velocidade do trator e distância da fonte de água para se fazer a mistura do inseticida.

3.10 — TRANSPORTE INTERNO

O transporte interno era realizado com trator e carreta, utilizado, normalmente, para o transporte de adubos, de água para pulverização e do algodão colhido para o galpão ou terreiro.

Foram analisadas 15 observações onde foi possível a obtenção de informações, em dias de serviço de transporte interno, conforme quadro 12.

QUADRO 12. — Dias de Serviço de Transporte Interno por Alqueire na Cultura de Algodão, Média de 15 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüi, São Paulo, 1963/64

item	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Trator com carreta	1,08	1,11	103%	0,29

Os limites fiduciais de confiança, a 5% de probabilidade, estão entre:

- a) limite superior de 1,70 dias de serviço/alq.
- b) limite inferior de 0,46 dias de serviço/alq.

Verifica-se que a variabilidade de dias de serviço de transporte interno por alqueire é grande, sendo que as principais causas das variações poderiam ser explicadas pela distância da

sede ao local de plantio e ao volume transportado.

3.11 — ROÇADA

A roçada era realizada com implementos especiais, a roçadeira, tracionada pelo trator pequeno ou médio conforme disponibilidade.

Tendo analisado 15 observações em que se realizavam esta operação, obtiveram-se os seguintes dados conforme quadro 13.

QUADRO 13. — Dias de Serviço de Roçada por Alqueire na Cultura de Algodão, Média de 15 Observações e Medidas de Dispersão, Birigüi, São Paulo, 1963/64

Item	Dias de serviço por alqueire — média —	Erro padrão da amostra	Coefficiente de variação	Erro padrão da média
Roçadeira	0,43	0,13	30%	0,03

Os limites fiduciais de confiança, a 5% de probabilidade, estão entre:

- a) limite superior de 0,49 dias de serviço/alq.
- b) limite inferior de 0,37 dias de serviço/alq.

As principais causas das variações seriam a potência do trator e o crescimento vegetativo do algodão.

3.12 — OUTRAS OPERAÇÕES

Diversas outras operações, que eram realizadas na cultura do algodão, não puderam ser analisadas por terem sido medidas estritamente em valores monetários, e os agricultores não puderam dar maiores informações sobre dias de serviços utilizados nessas operações. São elas: colheita, despesas com colhedores, ensacamento e transporte do algodão à máquina de benefício.

4 — SUMÁRIO E CONCLUSÃO

Verificou-se a existência de variações de dias de serviço em operações por alqueire, que puderam ser analisadas com maiores minúcias e outras em que faltaram elementos para melhor compreender as variabilidades dos dados.

Na aração, verificou-se que a variação pode ser explicada pela potência do trator. Na gradeação, apesar de se utilizarem tratores diferentes em potência, não se verificou resultado estatisticamente significativo. No polvilhamento, a diferença de tipos de polvilhadeiras também se mostrou ser estatisticamente insignificante.

Com os dados de erro padrão da amostra, s , e a média aritmética dessas observações, foram obtidos os valores de coeficiente de variabilidade, onde foram mostradas as variações em relação à média, medidas percentualmente.

Com os dados da média aritmética das observações, \hat{m} , do erro padrão da média, $s(\hat{m})$, e do número de observações, N , (para se obter na tabela de "t" o valor deste com $N - 1$ graus de liberdade), e utilizando-se da fórmula de limites fiduciais de confiança, foram obtidos os valores superiores, entre os quais poderão ser encontrados os valores para a média, em outros levantamentos que se fizerem, quando forem tomadas observações cujos níveis de tecnologia sejam homogêneos aos aqui estudados.

Os dias de serviço em operações por alqueire, que variam

pouco, ao redor de 20 a 30% em relação à média, foram: (quando separados conforme potência do trator), gradeação, cultivo mecânico (para a cultivadeira), roçada e transporte de pessoal para colheita.

As outras operações, que variam em tórno de 40 a 60% em relação à média, foram: tratamento de semente, plantio e adubação, cultivo manual, desbaste, polvilhamento, pulverização e transporte interno.

O número de observações no presente trabalho é pequeno, podendo dar margem a dúvidas quanto à validade para generalizações, porém, acredita-se que isto seria verdadeiro se a amostra fôsse bastante heterogênea,

o que não é o presente caso, onde os 18 agricultores pertencentes à Associação de Estudos Agrícolas, da Alta Noroeste, procuram melhorar o nível técnico e homogeneizar o empreendimento da cultura do algodão, quando “descobrem” que dão melhores resultados.

O presente trabalho é uma primeira tentativa para estudar a variabilidade do uso de fatores na cultura do algodão, usando o método estatístico de análise da medida de dispersão ou variabilidade.

Ao se ter o valor médio de uma série de observações, é interessante conhecer-se o quanto varia, para poder analisar e criticar êsses valores.

LITERATURA CITADA

1. GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 2.^a ed. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 1963. 384p.
2. TOMPKIN, J. R. Estatística e método de pesquisas em ciências sociais rurais. Piracicaba, Universidade de São Paulo, 1967. 2v. (Mimeografado).
3. WAUGH, A. E. Elementos de estatística. Pôrto Alegre, Editôra Globo, 1959. 489p.