

# BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônomo do Estado de S. Paulo

Vol. 26

Campinas, agosto de 1967

N.º 27

## EFEITO DAS VARIAÇÕES DO TÍTULO E DA IRREGULARIDADE NA RESISTÊNCIA DO FIO DE ALGODÃO (1)

JOSÉ FERNANDO LAZZARINI, *engenheiro-agrônomo, Seção de Tecnologia de Fibras, Instituto Agrônomo*

### SINOPSE

As variações na resistência das meadas de fio de algodão estão relacionadas às do título e da irregularidade do fio.

O trabalho baseia-se em uma análise de regressão múltipla, onde a resistência do fio é estudada em função de duas variáveis independentes: irregularidade (U%) e título do fio.

Foram calculadas equações para previsão da resistência do fio. Verificou-se que as variações do título são mais importantes que as da irregularidade, para explicar as variações da resistência do fio.

### 1 — INTRODUÇÃO

Usando-se a mesma matéria-prima, fios do mesmo título, com a mesma irregularidade e mesma torsão, deveriam ter a mesma resistência. Embora teoricamente seja possível controlar todos esses fatores, existem, na prática, variações de processamento que modificam a resistência do fio. A variação na resistência é, sob todos os aspectos, indesejável, porque, além da depreciação do produto, freqüentemente causa problemas nas operações subseqüentes.

Um fio produzido por um filatório ou por um mesmo fuso de um filatório pode apresentar variações de irregularidade e título, e, como conseqüência, meadas de uma mesma espula freqüentemente apresentam diferentes níveis de resistência.

(1) A parte experimental deste trabalho foi levada a efeito pelo autor no Departamento de Tecnologia Têxtil da Universidade Estadual de Carolina do Norte, E.U.A., como parte do programa para obtenção do título de Master of Sciences, em 1966. Recebido para publicação em 20 de junho de 1967.

Subramanian (7) afirma que periodicidades de dez a quinze polegadas de comprimento, na fita da primeira passadeira, causam variações no pêso das meadas de uma mesma espula. Essa variação do pêso afeta também a resistência da meada.

Balasubramanian & Iyengar (1), trabalhando com título 20'S em 41 algodões diferentes, estabeleceram um grau de correlação de  $-0,546$  entre a irregularidade do fio, medida pelo "USTER EVENNESS TESTER" a 8 jardas/minuto, e a resistência da meada.

Tendo sido estabelecido que a resistência do fio é afetada pela irregularidade e pelas variações do título, torna-se interessante ressaltar algumas das causas dessas variações.

Gentry (6) atribui as variações do título do fio a diferentes fatores decorrentes do processo de fiação, apontando como principais as variações nas passadeiras (15,9%), variações entre dias para filatórios e bancos conjuntamente (11,2%), variações entre filatórios (9,0%), variações da fita da carda (3,3%) e do pêso da manta do batedor (3,2%).

Fullard (5) sugere diversas maneiras para corrigir variações do título do fio, dando ênfase ao contróle das maçarocas de alimentação.

Foster & Tyson (4), estudando as relações entre a amplitude de variações periódicas e a resistência do fio, chegaram à conclusão de que a amplitude da onda produzida por um cilindro frontal excêntrico é proporcional à excentricidade desse cilindro e à estiragem.

O problema da previsão da resistência do fio tem sido estudado, por muitos pesquisadores, de várias maneiras e considerando diferentes parâmetros.

Ewald & Landstreet (3) sugeriram uma fórmula baseada no título e na finura da fibra, para determinar a resistência do fio.

Bogdan (2) desenvolveu uma série de tabelas para prever a resistência de fios com qualquer título e a qualquer nível de torção, com base em 4 parâmetros: obliquidade das fibras, estiragem, torção e resistência intrínseca.

O presente estudo tem por objetivo determinar quanto da variação da resistência do fio pode ser explicada pelas variações do título e da irregularidade, calculando-se também equações para prever a resistência do fio, com base naquelas duas variáveis.

## 2 — MATERIAIS E MÉTODOS

Quatro fios de títulos diferentes (17'S, 25'S, 40'S e 50'S) foram utilizados para estudar as relações entre a resistência do fio ( $Y$ ) e as variáveis independentes — irregularidade ( $X_1$ ) e título do fio ( $X_2$ ).

Uma unidade especial com velocidade variável, para recolhimento do fio, foi utilizada em conexão com um "Uster Evenness Tester", de maneira que o mesmo fio, testado para irregularidade, pudesse ser também titulado e testado para resistência. Essa unidade especial, movida por fricção por meio de um cilindro de acionamento de 9,45 polegadas de circunferência, foi calibrada em 95,2 R.P.M. para fornecer uma velocidade de superfície de 25 jardas por minuto.

Para cada um dos fios, foram feitos 20 testes de irregularidade ( $U\%$ ) no "USTER EVENNESS TESTER", a 25 jardas/minuto. Cada teste representa a média de 4 leituras do  $U\%$  efetuadas em um segmento de fio de 150 jardas, com intervalos de um minuto entre as leituras. As 150 jardas de fio, de cada um dos testes, foram recolhidas em um cone e, posteriormente, testadas quanto a título e resistência em meadas standard de 120 jardas.

Para os testes de resistência foi usado um dinamômetro de pêndulo tipo Scott que fornece a resistência das meadas em libras.

O título do fio foi determinado em uma balança SHADOGRAPH em hanks/Libra, que representa o número de meadas de 840 jardas necessário para perfazer o peso de uma libra.

A irregularidade do fio, expressa em  $U\%$ , representa a variação da densidade linear de cada fio.

O quadro 1 mostra as especificações para cada um dos fios estudados.

QUADRO 1. — Especificações quanto a título, irregularidade, resistência, torsão e processos utilizados para cada um dos fios

Título nominal	Amplitude para o título hanks/libra	Amplitude para U%	Amplitude para a resistência, em libras	Multiplificador de torsão	Processo de fiação
17'S .....	15,15 - 17,50	14,28 - 16,33	108,0 - 134,0	3,4	Normal
25'S .....	24,40 - 25,60	14,07 - 16,67	82,0 - 95,0	4,3	Normal
40'S .....	39,50 - 46,50	18,70 - 24,05	33,0 - 48,0	3,6	Fita a fio
50'S .....	46,00 - 54,00	13,28 - 15,49	54,0 - 72,0	3,8	Normal

### 3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de vinte observações para cada variável foram analisados em um computador IBM 1620, usando-se um programa de Regressão Múltipla I.B.M. número 6.0.043, de autoria de Otto Dykstra Jr. Foram calculadas equações lineares e quadráticas, sendo  $Y = f(X_1, X_2)$ . Aqui vão discutidas somente as lineares, visto que os termos de 2.º grau e interações pouco contribuíram para o aumento do coeficiente de determinação múltipla  $R^2$ .

O programa utilizado principia por calcular uma equação da forma  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2$ , fornecendo a seguir um coeficiente  $R^2$  que indica a porcentagem da variação da resistência ( $Y$ ) explicada pelas variações de irregularidade ( $X_1$ ) e do título ( $X_2$ ), a variância  $s^2$ , um  $F$  múltiplo que indica a significância ou não entre o  $Y$  e os  $X$ 's, fornecendo ainda o valor do teste  $F$  individual para cada coeficiente ( $b_1$  e  $b_2$ ) da equação.

O segundo passo consiste na eliminação da variável independente que apresente o menor valor  $F$  no teste de coeficientes. Sendo eliminada essa variável, um novo modelo é calculado.

Os resultados das regressões múltiplas mostram que, para títulos baixos (17'S e 25'S), o coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) foi bastante baixo, de maneira que para aqueles fios as variações na resistência não podem ser explicadas com base apenas nessas duas variáveis.

Uma situação diferente foi encontrada para fios de título mais alto (40'S e 50'S), onde a irregularidade também não teve efeito significativo, porém as variações do título explicaram respectivamente 76,6% e 67,5% das variações da resistência.

O coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) mostra o quanto da variação da resistência do fio pode ser explicada pelas variações do título e da irregularidade. Os valores destes coeficientes, obtidos nas equações para os diferentes títulos, encontram-se na seguinte relação:

Título nominal	$R^2 \times 100$ (%)
17'S	24,0
25'S	42,3
40'S	76,8
50'S	68,8

Dois linhas de regressão foram calculadas, para prever a resistência das meadas dos fios 40'S e 50'S, com base nas variações dos títulos das meadas.

Fio 40'S

$$Y = 136,66 - 2,19 X_2 \quad (1)$$

$$s^2 = 4,84 \quad R^2 \times 100 = 76,8\%$$

Fio 50'S

$$Y = 154,90 - 1,86 X_2 \quad (2)$$

$$s^2 = 5,21 \quad R^2 \times 100 = 67,5\%$$

onde,

Y = resistência da meada em libras

$X_2$  = título do fio hanks/libra

Quando a irregularidade foi incluída nas equações, o aumento de  $R^2$  para os dois casos foi muito pequeno e não significativo. As equações 3 e 4, incluindo irregularidade e título, foram usadas para prever os valores que aparecem no quadro 2.

Para o fio 40'S

$$Y = 137,60 - 0,07 X_1 - 2,17 X_2 \quad (3)$$

Para o fio 50'S

$$Y = 160,27 - 0,71 X_1 - 1,76 X_2 \quad (4)$$

onde,

Y = resistência da meada em libras

$X_1$  = irregularidade (U%)

$X_2$  = título em hanks/libra

(<sup>2</sup>) Para os fios 17'S e 25'S os valores  $R^2 \times 100$  referem-se a equações quadráticas, e para os fios 40'S e 50'S a equações lineares.

QUADRO 2. — Valores reais e valores calculados da resistência das meadas dos fios 40'S e 50'S

Fio título 40'S			Fio título 50'S		
Y Real	Y Calculado	Diferença	Y Real	Y Calculado	Diferença
39,00	39,12	—0,12	68,00	67,42	0,58
40,00	41,39	—1,39	69,00	67,36	1,64
43,00	44,69	—1,60	65,00	66,06	—1,06
40,00	40,35	—0,35	65,00	66,94	—1,94
36,00	37,41	—1,41	63,00	64,33	—1,33
42,00	41,38	0,62	63,00	66,99	—3,99
45,00	44,10	0,90	72,00	69,47	2,53
40,00	41,54	—1,54	63,00	64,07	—1,07
41,00	41,52	—0,52	54,00	54,55	—0,55
35,00	34,97	0,01	60,00	59,64	0,36
40,00	40,45	—0,45	64,00	63,75	0,25
44,00	42,71	1,29	64,00	63,81	0,19
48,00	40,22	7,78	63,00	62,51	0,49
37,00	37,01	—0,01	63,00	62,57	0,43
33,00	35,80	—0,80	61,00	65,84	—4,84
46,00	45,78	0,22	64,00	65,36	—1,36
46,00	45,80	0,20	68,00	66,76	1,24
47,00	46,93	0,07	68,00	65,97	2,03
48,00	50,06	2,06	69,00	64,28	4,72
46,00	44,75	1,25	65,00	63,51	1,69

NOTA — Os valores de resistência do fio 40'S mostram-se inferiores aos do 50'S, por ter sido utilizado, no primeiro caso, o processo fita a fio, que geralmente produz um fio mais irregular e menos resistente.

Aquelas equações foram também utilizadas para obter as superfícies de resposta que mostram o efeito das duas variáveis independentes na resistência do fio. A relação entre a resistência do fio (Y) e as variáveis independentes, irregularidade ( $X_1$ ) e título ( $X_2$ ), é representada por uma superfície de resposta que contém tôdas as curvas correspondentes aos diferentes níveis de irregularidade e título. Tal superfície pode ser representada gráficamente, traçando-se linhas de mesma resposta em um gráfico cujas coordenadas mostram os diferentes níveis das variáveis independentes. As linhas de mesma resposta são chamadas linhas de contorno, e, no presente estudo, mostram a variação da resistência do fio em função do título e da irregularidade.

A figura 1 mostra que, para o fio 40'S, uma variação de 39,5 a 46,5 no título faz com que a resistência diminua de 48 para 35 libras. Ao mesmo tempo, pode-se notar que uma variação de 18,5 a 24,0 na irregularidade não afeta a resistência.

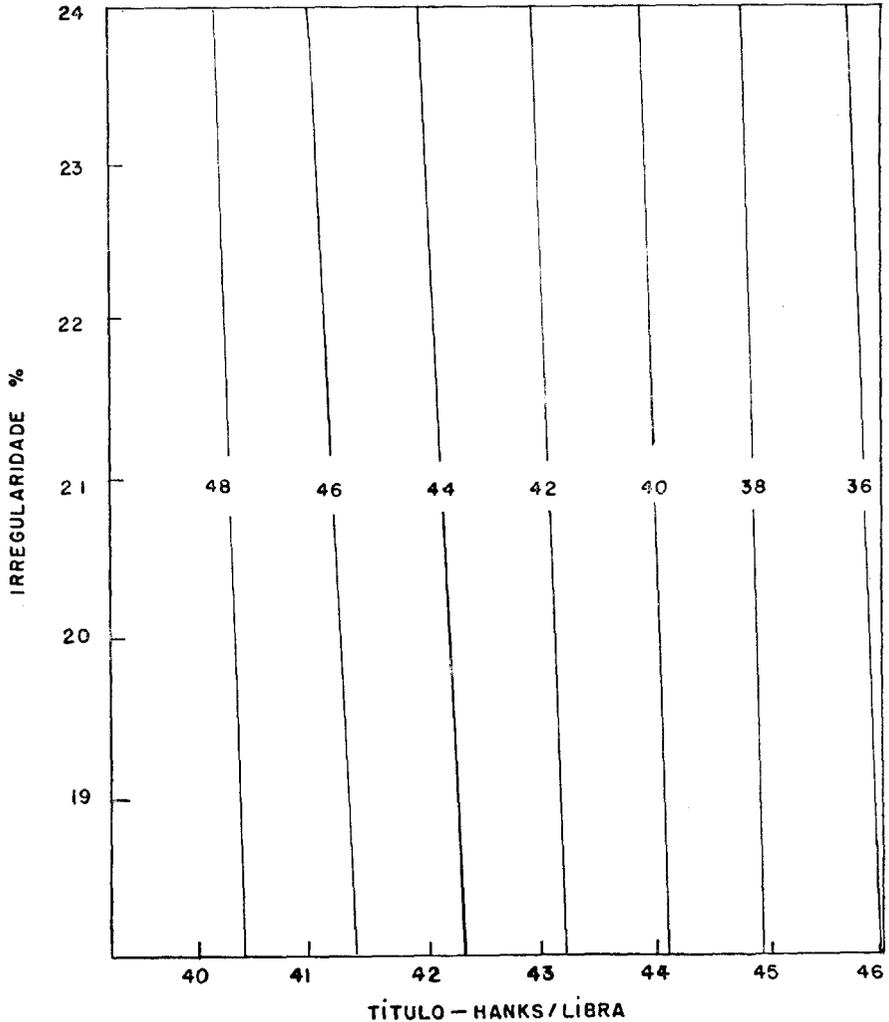


Figura 1. — Linhas de contorno mostrando as variações da resistência do fio 40'S, em libras, em função das variações do título e da irregularidade.

A figura 2 mostra o mesmo efeito para o fio 50'S, onde variações na irregularidade não afetam a resistência, porém, aumentando-se o título, há um decréscimo na resistência do fio.

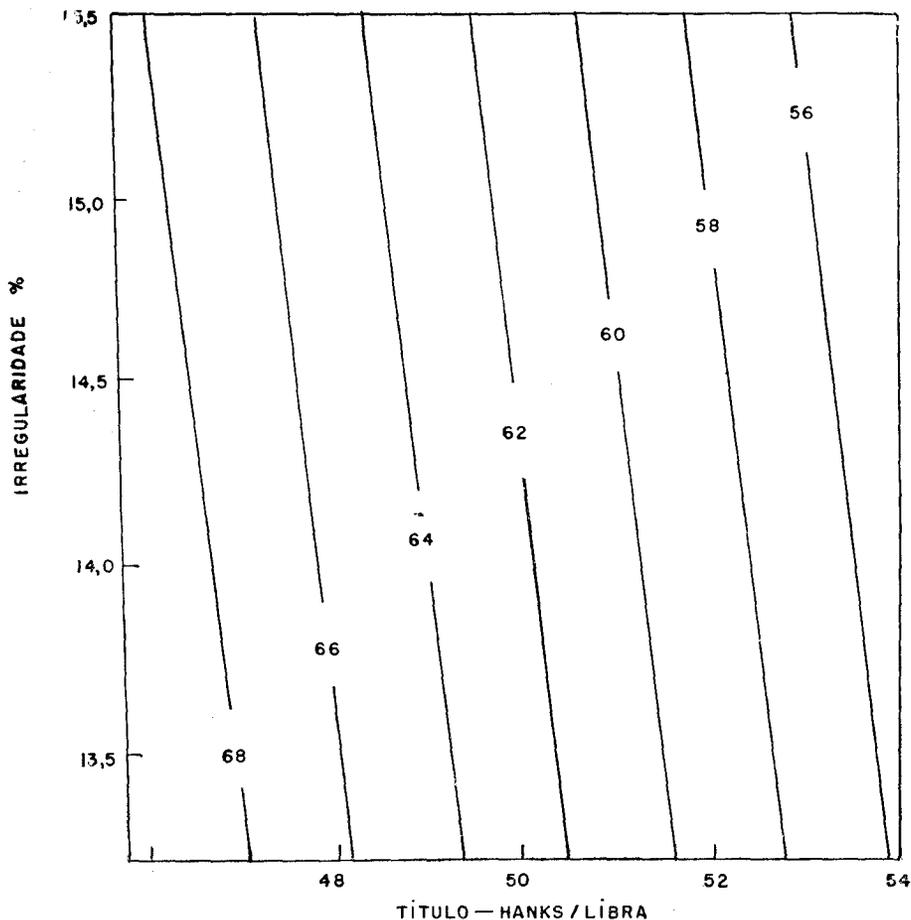


Figura 2. — Linhas de contorno mostrando as variações da resistência do fio 50'S, em libras, em função das variações do título e da irregularidade.

Além dos estudos individuais, foi feita uma análise combinada, incluindo-se os quatro fios: 17'S, 25'S, 40'S e 50'S. Foi calculada uma equação para prever a resistência com base nos títulos e níveis de irregularidade.

A equação geral (5) mostra que 94,0% da variação na resistência do fio pode ser explicada pelas variações do título e da irregularidade. A variação do título é responsável por 78,9% daquele total, e a variação da irregularidade, por 15,1%.

$$Y_1 = 201,56 - 4,08 X_1 - 1,66 X_2 \quad (5)$$

$$S_2 = 53,47 \quad R^2 \times 100 = 94,0$$

A figura 3 mostra as variações na resistência do fio, de acôrdo com as variações do título e da irregularidade. Observa-se que, para títulos baixos, quando a irregularidade aumenta de 13% para 25%, há um decréscimo na resistência de 110 para 70 libras. Para títulos altos, o mesmo aumento na irregularidade faz com

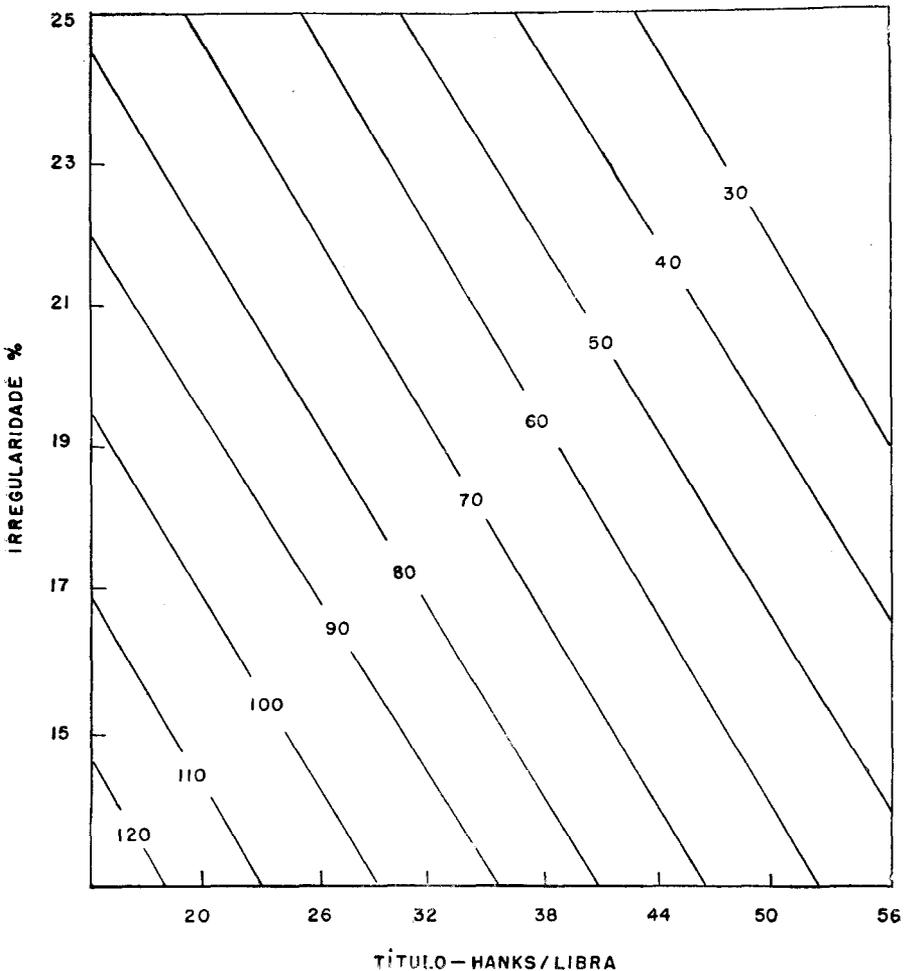


Figura 3. — Linhas de contôrno mostrando as variações da resistência dos fios 17'S, 25'S e 50'S, em função das variações do título e da irregularidade.

que a resistência diminua de 60 para 30 libras. O aumento do título, a qualquer nível de irregularidade, faz a resistência crescer.

Deve-se notar que, no estudo de cada fio, isoladamente, não houve efeito da irregularidade sobre a resistência, porém na análise conjunta, compreendendo 4 títulos diferentes, a irregularidade foi responsável por 15,1% da variação da resistência. Isso pode ser explicado pelo fato de ser a amplitude da irregularidade, no caso de fios isolados, bem menor do que aquela encontrada quando fios de títulos diferentes são estudados em conjunto.

#### 4 — CONCLUSÕES

1 — Um estudo conjunto, compreendendo fios de quatro títulos diferentes, com diferentes níveis de irregularidade, mostrou que 94,0% da variação da resistência pode ser explicada pelas variações do título e da irregularidade, cabendo ao título 78,9% daquele total, e à irregularidade 15,1%.

2 — Para fios finos, a variação do título constituiu-se na principal causa de variação da resistência. Para os fios 40'S e 50'S, foi determinado que 76,8% e 68,8%, respectivamente, das variações da resistência são explicadas pelas variações do título.

As variações da irregularidade não influenciaram na resistência daqueles fios.

3 — Para os fios médios (17'S e 25'S), as variáveis — título e irregularidade — por si, não foram suficientes para explicar as variações da resistência.

#### THE EFFECT OF COUNT AND IRREGULARITY VARIATIONS ON COTTON YARN STRENGTH

##### SUMMARY

The skein strength variations of cotton yarns are related to count and irregularity variations.

The present study is based on a multiple regression analysis where the yarn strength is studied as a function of two independent variables: irregularity (U%) and yarn count.

Equations were developed to forecast yarn strength. It was found that the count variations are more important than irregularity variations in explaining yarn strength variations.

**LITERATURA CITADA**

1. BALASUBRAMANIAN, N. & IYENGAR, R. L. N. Study of relationships of yarn irregularity with fiber properties and its effect on yarn strength. *Indian Textile Journal*, 71(8):561-567, 571, 1961.
2. BOGDAN, J. F. The characterization of spinning quality. *Textile Research Journal*, 29(9):720-730, 1956.
3. EWALD, P. R. & LANDSTREET, C. B. New method for predicting cotton yarn strength from the observed strength of a single count. *Textile Research Journal*, 24(12):1064-1068, 1954.
4. FOSTER, G. A. R. & TYSON, A. The amplitude of periodic variations caused by excentric top drafting rollers and their effect on yarn strength. *Journal of Textile Institute*, 47(7):385, 1956.
5. FULLARD, R. Aspects of count variation. *Man made Textiles*, 36(1):48-49, 51, 1960.
6. GENTRY, D. R. The analysis and control of varn count strength variation. *Textile Bulletin*, 90(1):52-57, 1964.
7. SUBRAMANIAN, T. A.; PATEL, S. A. & SREENIVASACHAR, H. G. Count variation. *Indian Textile Journal*, 71(6):470-473, 1961.