

A EXPERIMENTAÇÃO DO SISAL

PARTE I—EXPERIÊNCIAS DE ESPAÇAMENTO

J. C. MEDINA

Engenheiro agrônomo, Secção de Plantas Fibrosas Diversas, Instituto Agronômico de Campinas.

1—INTRODUÇÃO

Apesar da importância econômica atualmente ocupada pelo sisal, entre as plantas têxteis cultivadas, como a principal planta produtora de fibra dura, na acepção industrial, praticamente nenhuma pesquisa experimental foi dirigida em relação aos vários problemas agronômicos da sua cultura. O desenvolvimento satisfatório da planta, sob condições as mais diversas, com um mínimo de atenção e despesas, geralmente em regiões coloniais de baixo padrão de vida, contribuiu decisivamente para o pouco conhecimento atual sobre as exigências e exploração racional desta amarilidácea. Ademais, sendo o sisal uma planta perene, com uma duração de ciclo vegetativo de cinco a oito anos, variável com as condições ecológicas e métodos culturais, a pesquisa experimental é naturalmente dispendiosa, requerendo vários anos para dar resultados apreciáveis.

Nada se sabe, conseqüentemente, sobre a genética e o melhoramento da *Agave sisalana* Perrine, e mesmo os vários estudos fisiológicos, relativos a essa espécie, ainda aguardam solução.

Tanto em nosso Estado como nas principais regiões onde se cultiva o sisal, a exploração tem sido orientada, até agora, pela opinião pessoal dos plantadores. Já prevaleceu o ponto de vista de se aproveitarem as nossas terras de campo para a sua cultura; porém, sabe-se agora (12), o sisal reage do mesmo modo que as outras plantas cultivadas, sendo, portanto, necessário ser tratado mais generosamente para que possa retribuir com uma produção compensadora.

Considerando estes fatos, o autor deste trabalho estabeleceu, quando estagiário da Secção de Genética do Instituto Agronômico, um plano de pesquisas com essa planta, incluindo o estudo sobre o efeito de diferentes espaçamentos de plantio na produção em peso e em número de folhas.

O presente trabalho, que constitui o primeiro de uma série sobre a experimentação do sisal, tem por finalidade relatar os resultados obtidos em duas experiências de espaçamento, instaladas em 1939, nas Estações Experimentais de Pindorama e Ribeirão Preto, deste Instituto Agronômico.

2—A IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO SISAL E O ESTUDO ATUAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO EXTERIOR

A fim de mostrar a posição econômica ocupada pelas fibras das agaves, em geral, em relação às demais fibras duras, extraídas de *Musa textiles* Cav. (abacá ou cânhamo de Manilha), *Phormium tenax* Forster (linho da Nova Zelândia) e de diversas Furcráceas (pita, fique, cânhamo de Maurício, etc.), apresentamos no quadro 1 a produção mundial desse tipo de fibra.

QUADRO 1.—Produção mundial de sisal e de outras fibras duras nos anos de 1934 a 1936⁽¹⁾

Material	1934	1935	1936
	<i>toneladas</i>	<i>toneladas</i>	<i>toneladas</i>
<i>Agave sisalana</i> Perrine	284.321	360.426	337.958
„ <i>fourcroydes</i> Lem.			
„ <i>cantala</i> Roxb.			
<i>Musa textiles</i> Cav.	174.500	188.201	167.124
<i>Phormium tenax</i> Forster	3.648	3.720	5.798
Furcráceas diversas	669	446	1.389
Total	463.141	552.793	512.269

(1) Dados apresentados por Gehlsen (6).

Segundo trabalho recentemente organizado pela FAO (1), a estimativa de produção mundial para as fibras duras, em milhares de toneladas métricas, é a seguinte, (quadro 2).

QUADRO 2.—Estimativa da produção mundial de fibras duras em toneladas, organizada pela FAO.

Fibra	1934-38 Média	1946	1947
	<i>toneladas</i>	<i>toneladas</i>	<i>toneladas</i>
Sisal	239.000	182.000	181.000
Abacá	171.000	56.000	95.000
Henequém	108.000	114.000	115.000
Total	518.000	352.000	391.000

No Brasil, a cultura do sisal é relativamente recente, porém apresenta boas perspectivas de expansão. A cultura do sisal no Estado de São Paulo se vai desenvolvendo com morosidade, existindo atualmente em cultura

cêrca de 1.000.000 de pés (4). A produção em fibras é de cêrca de 150 toneladas anuais. No nordeste brasileiro existem, em cultura, aproximadamente 25.000.000 de pés. A produção da Paraíba, em 1947, ultrapassou 10.000 toneladas de fibra, na sua maior parte importada pelas indústrias de São Paulo.

Em vista da importância da cultura do sisal nos territórios de Quênia e Tanganica, que, em 1936, ocupava uma área de 38.800 hectares, com uma produção de 115.000 toneladas de fibra, o govêrno inglês criou, em 1935, uma Estação Experimental de sisal em Nogmeni-Milingano, e um Departamento de sisal anexo ao Instituto de Linho, em Belfast, Irlanda, (5). Coopera também nas pesquisas sôbre o sisal, na África Oriental, a Estação Experimental Agronômica de Amani, que já vinha realizando estudos com essa planta e outras agaves, desde 1929, depois de ter reunido em coleção cêrca de 90 espécies do gênero.

No México, principal país produtor da fibra de henequém (*A. fourcroydes* Lem.), a Associação dos Henequeneros de Iucatan, patrocinada e regulamentada pelo govêrno, conta com diversos departamentos (Assistência Social, Agrícola, Comercial, de Maquinaria, etc.), além de um Laboratório Industrial e uma Estação Experimental especializada.

3—REVISÃO DA LITERATURA

Já se chamou a atenção para a falta de dados experimentais sôbre a planta de sisal. Pela revisão que se segue, observa-se que, com exceção dos dados parciais de uma única experiência de espaçamento, todos os demais artigos citados se referem a simples observações em culturas ou a programas de pesquisas apenas.

Nutman (14), comentando as pesquisas com o sisal na África Oriental, apresenta um apanhado sôbre os vários problemas que precisam ser resolvidos pela experimentação, salientando, principalmente, os problemas fisiológicos. Os problemas agronômicos não são menos importantes, pouco se conhecendo sôbre os efeitos do espaçamento, métodos de colheita, propagação e cultivo da planta. Em relação ao espaçamento, adianta que as densidades de plantio empregadas em Tanganica variam desde 2.000 até quase 9.000 plantas por hectare.

Glover (7), ao estudar o sistema radicular do sisal em certos solos da África Oriental, conclui que, em uma planta média, com cinco anos, êle se estende a um raio de, pelo menos, três metros a partir da base da planta e a uma profundidade de um metro. Conclui que o espaçamento no sisal vai depender, além das condições do solo e clima, do sistema radicular próprio da planta. Na prática atual da cultura, nessa região, usando o espaçamento de 2,50 x 1,00 metro, há uma acentuada competição entre as plantas.

Lock (8), ao estabelecer o programa para investigações agronômicas com o sisal, expõe os principais problemas, inclusive o espaçamento, e o plano de experimentação de campo, indicando a base estatística e os métodos de Fisher apropriados a uma tal pesquisa. Êsse mesmo autor (9), em trabalho referente às observações sôbre o espaçamento de sisal, limita-se

apenas a comentar as vantagens e desvantagens dos sistemas de plantio em fileiras simples e duplas, sem apresentar qualquer dado sôbre o efeito de ambos os sistemas na produção. Em relação a uma experiência de espaçamento de sisal, com densidades variando de 1.600 a 10.000 plantas por hectare, Lock (10) relata que os registos de crescimento das plantas revelaram que sômente após o primeiro ano de plantio elas apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, e assim mesmo apenas entre as parcelas de espaçamento mais fechado ou mais aberto. O efeito da concorrência entre as plantas tendia a se tornar mais pronunciado com o desenvolvimento destas, e era mais evidente nas parcelas densamente plantadas.

Continuando a relatar a experiência, êsse autor (11) afirma que se tornaram significativas as diferenças de formação de fôlhas nos diversos tratamentos. Enquanto as plantas dos espaçamentos fechados (2,00 x 0,50, 3,00 x 0,50 e 2,40 x 0,65) produziam de duas a três fôlhas novas, mensalmente, as plantas dos espaçamentos abertos (2,00 x 2,00 e 3,00 x 2,00) produziam, em média, quatro e meia a cinco e meia fôlhas para o mesmo período. Observa ainda que o sisal, plantado bem fechado, compara-se bem, em relação ao comprimento de fôlha, com o sisal plantado em maiores espaçamentos.

4—MATERIAL, CARATERÍSTICAS DAS EXPERIÊNCIAS E MÉTODOS DE COLHEITA

4.1—MATERIAL

O material de plantio empregado em ambas as experiências era constituído de bulbilhos coletados de um lote de sisal localizado na Estação Experimental Central, em Campinas, e enviveirados durante cêrca de um ano.

Não se sabe com certeza a procedência do material que deu origem ao lote de sisal de Campinas, do qual foram coletados os bulbilhos para a instalação dos viveiros. D'Utra (2) relata que, em 1906, enviou rebentões de sisal de Paris para o Instituto Agrônômico, em Campinas.

Doughty (3) cita que esta planta foi introduzida, em 1893, da Flórida, para a África Oriental, sendo agora extensivamente cultivada nessa região. O sisal foi levado de Iucatã para a Flórida em 1836 pelo dr. Perrine, e foi dessa região que a maioria dos países que cultivam esta planta conseguiu seu material inicial.

4.2—CARATERÍSTICAS DAS EXPERIÊNCIAS

Adotou-se, para ambas as experiências, a distribuição em blocos ao acaso, com quatro repetições, compreendendo cada uma os nove tratamentos constantes do quadro 3.

QUADRO 3.—Caraterísticas dos tratamentos estudados nas experiências de espaçamento de sisal, em Ribeirão Preto e em Pindorama. 1939.

Tratamentos Espaçamentos em metros	Densidade por hectare	Área útil por planta	Plantas por parcela
	<i>número</i>	<i>m²</i>	<i>número</i>
1 — 1,20 x 2,00	4.166	2,40	60
2 — 1,20 x 2,40	3.472	2,88	50
3 — 1,50 x 2,00	3.333	3,00	48
4 — 1,20 x 3,00	2.777	3,60	40
5 — 1,50 x 2,40	2.777	3,60	40
6 — 2,00 x 2,00	2.500	4,00	36
7 — 1,50 x 3,00	2.222	4,50	32
8 — 2,00 x 2,40	2.083	4,80	30
9 — 2,00 x 3,00	1.666	6,00	24

As dimensões das parcelas foram de 12 x 12 metros, correspondentes a uma área de 144 metros quadrados, adequadamente protegida da influência das parcelas adjacentes por uma fileira de bordadura, e demarcadas com estacas brancas, de acôrdo com o tratamento. O “stand” da experiência de Pindorama foi perfeito, ao passo que na experiência de Ribeirão Preto, também para um total de 1.440 plantas, houve apenas duas falhas.

Não se constatou, durante todo o transcorrer das experiências, qualquer ataque de pragas ou aparecimento de moléstias, observando-se, entretanto, certos prejuízos por queimadura das fôlhas pelo frio, nos períodos de inverno.

4.3—MÉTODOS DE COLHEITA

Devido à ausência de indicações experimentais, sôbre o melhor sistema de colheita das fôlhas, isto é, sôbre a severidade e frequência do corte, procurou-se seguir, nas diversas colheitas realizadas durante a pesquisa, o critério geralmente adotado na prática de exploração do sisal. As fôlhas foram cortadas o mais rente possível do corpo da planta, retirando-se apenas aquelas situadas no ângulo de cêrca de 45° em relação à horizontal. Da quarta colheita em diante, que coincidiu com o término do ciclo vegetativo de algumas plantas das experiências, para aquelas que emitiam o escapo floral, cortaram-se tôdas as fôlhas existentes, mesmo as que ocupavam uma posição vertical. Porisso, tôdas as colheitas posteriores foram efetuadas nos primeiros meses de cada ano, período êste em que se processa o florescimento do sisal.

Em virtude da impossibilidade de se efetuar a desfibragem do material de cada colheita, e mesmo de pequenas amostras, por não se dispor de uma máquina de desfibrar apropriada, a presente pesquisa ficou limitada apenas ao estudo comparativo do efeito das diferentes densidades de plantio sôbre a produção de fôlhas do sisal. Nada se sabe, portanto, quanto à sua influência sôbre as caraterísticas qualitativas e quantitativas da fibra que, em

última instância, é a finalidade da sua exploração. As produções prováveis de fibra, indicadas neste trabalho, basearam-se no rendimento teórico de 3% de fibra sobre o peso de folhas verdes.

As produções das parcelas foram convertidas em valores correspondentes a toneladas por hectare, a fim de torná-las mais expressivas. O processo aritmético exagera, sem dúvida, os dados, pois é improvável a ocorrência, em áreas extensas, de um solo tão uniforme quanto o das parcelas experimentais, além de serem também os tratos culturais, dispensados a grandes culturas, menos rigorosos que nestas.

5—RESULTADOS OBTIDOS

Inicialmente, no quadro 4, estão representados os dados referentes às datas de instalação dos viveiros, do transplante das mudas para o lugar definitivo e das diversas colheitas efetuadas, além de uma indicação aproximada da idade das plantas, a contar do plantio definitivo, e a percentagem geral de florescimento, para cada localidade.

QUADRO 4.—Datas de enviveiramento, transplante e colheita, bem como idade e percentagem de florescimento nas experiências de espaçamento instaladas nas Estações Experimentais de Ribeirão Preto e Pindorama.

Operações	Ribeirão Preto			Pindorama		
	Datas	Idade em meses	Florescimento	Datas	Idade em meses	Florescimento
		n.º	%		n.º	%
Enviveiramento	31-3-39	.....	.....	16-11-38	.....	.....
Transplante	14-11-39	.....	.....	6-12-39	.....	.....
Colheitas :						
primeira	26-4-42	29	.....	25-6-42	31	.....
segunda	7-6-43	43	.....	30-1-43	38	.....
terceira	5-3-44	52	.....	7-6-44	54	.....
quarta	28-2-45	63	7,1	17-3-45	63	17,4
quinta	26-1-46	74	39,2	13-2-46	74	61,2
sexta	30-1-47	87	72,6	25-1-47	86	85,4
sétima	20-2-48	99	90,3	.....	.....	.....

5.1—DURAÇÃO DO CICLO VEGETATIVO

A emissão da inflorescência do sisal, determinando o final do ciclo vegetativo da planta, está condicionada a diversos fatores. Dentre êstes, o fator espaçamento entre as plantas desempenha um papel relevante, conforme demonstrou o autor (13), em 1946.

Com o objetivo de completar os dados contidos no referido trabalho, apresentamos, agora, no quadro 5, as percentagens de florescimento, para os diversos espaçamentos usados nas experiências, até cada uma das colheitas indicadas, para as duas localidades em consideração.

QUADRO 5.—Percentagens de plantas que floresceram até as diversas colheitas, nos diferentes espaçamentos. Dados obtidos em ensaios de espaçamento de sisal, nas Estações Experimentais de Ribeirão Preto e Pindorama.

Espaçamento	Percentagens de plantas em florescimento						
	Ribeirão Preto				Pindorama		
	Quarta colheita	Quinta colheita	Sexta colheita	Sétima colheita	Quarta colheita	Quinta colheita	Sexta colheita
<i>metro</i>	%	%	%	%	%	%	%
1 — 1,20 x 2,00...	0,4	14,2	50,0	76,2	1,2	21,2	57,5
2 — 1,20 x 2,40...	4,0	24,0	66,0	90,0	5,0	30,0	76,0
3 — 1,50 x 2,00...	5,7	29,7	59,4	84,9	12,5	49,5	82,3
4 — 1,20 x 3,00...	6,9	36,9	77,5	91,9	18,7	75,6	91,3
5 — 1,50 x 2,40...	8,7	46,2	81,2	95,6	13,7	73,1	93,1
6 — 2,00 x 2,00...	9,0	54,2	82,6	95,1	20,8	76,4	99,3
7 — 1,50 x 3,00...	13,3	55,5	87,5	97,6	31,2	91,4	100,0
8 — 2,00 x 2,40...	8,3	70,0	90,0	99,2	43,3	97,5	100,0
9 — 2,00 x 3,00...	17,7	62,5	89,6	97,9	40,7	96,9	100,0

Se bem que o sisal apresente um período principal de florescimento, abrangendo especialmente os meses de janeiro a março, ocorre também um florescimento menos intenso durante os demais meses. Para a organização do quadro 5, considerou-se este florescimento secundário como tendo ocorrido juntamente com o florescimento principal anterior. Assim, as plantas florescidas entre a quarta e quinta colheitas foram consideradas como tendo florescido na quarta colheita, e assim por diante.

Nota-se, pelos dados inseridos no quadro 5, que há uma evidente relação entre o florescimento das plantas e o espaçamento empregado. Nas plantas com menores espaçamentos (1,20 x 2,00, 1,20 x 2,40 e 1,50 x 2,00 metros), o ciclo vegetativo do sisal é prolongado, ao passo que, nos espaçamentos maiores, a duração de vida da planta é bastante diminuída.

5.2—PRODUÇÃO DE FÓLHAS

Nos quadros 6 a 12 constam os dados sobre as produções totais de fôlhas, em peso (kg) e número, para cada tratamento e repetição, das experiências de Ribeirão Preto e Pindorama, bem como a análise da variância dos dados nêles apresentados.

QUADRO 6.—Produção total de folhas (6 colheitas), em kg, por parcela de 144 m², para a experiência de Pindorama.

Tratamentos		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Totais dos tratamentos
Espaçamentos						
Entre plantas	Entre linhas					
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg</i>
1,20	2,00	6.903	7.477	7.483	7.319	29.182
	2,40	6.435	6.699	5.840	6.075	25.049
	3,00	4.982	5.458	5.129	5.196	20.765
1,50	2,00	6.563	6.064	6.034	6.462	25.123
	2,40	5.681	4.990	5.106	5.071	20.848
	3,00	4.233	4.144	4.335	4.148	16.860
2,00	2,00	4.713	4.502	4.525	4.483	18.223
	2,40	3.897	3.935	3.719	4.068	15.619
	3,00	3.200	3.083	3.044	3.242	12.569
Totais de blocos		46.607	46.352	45.215	46.064	184.238

Total dentro de fileiras 74.996, 62.831, 46.411

Total entre fileiras 72.528, 61.516, 50.194

QUADRO 7.—Análise da variância dos dados constantes no quadro 6.

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados dos desvios	Desvio quadrado médio	"F" calculado
Entre fileiras	2	20.784.983	10.392.491	188,72
Dentro de fileiras	2	34.297.385	17.148.692	311,41
Interação	4	613.284	153.321	2,78
Blocos	3	122.057	40.686	0,74
Erro	24	1.321.620	55.067	
Total	35	57.139.329		

QUADRO 8.—Produção total de fôlhas (7 colheitas) em kg, por parcela de 144 m² para a experiência de Ribeirão Preto.

Tratamentos		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Totais dos tratamentos
Espaçamentos						
Entre plantas	Entre linhas					
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg/parc.</i>	<i>kg</i>
1,20	2,00	7.883	7.160	8.144	7.771	30.958
	2,40	6.302	6.071	6.659	6.599	25.631
	3,00	5.158	5.574	5.709	5.198	21.639
1,50	2,00	6.874	6.096	5.753	5.569	24.292
	2,40	5.660	5.039	5.122	5.389	21.210
	3,00	4.462	4.396	4.077	4.188	17.123
2,00	2,00	4.623	4.504	4.750	4.890	18.767
	2,40	3.736	3.904	4.137	4.080	15.857
	3,00	3.066	3.223	3.218	3.123	12.630
Totais		47.764	45.967	47.569	46.807	188.107

Total dentro de fileiras 78.228, 62.625, 47.254

Total entre fileiras 74.017, 62.698, 51.392

QUADRO 9.—Análise da variância dos dados do quadro 8.

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadradinhos dos desvios	Desvio quadrado médio	"F" calculado
Entre fileiras	2	21.328.778	10.664.389	112,35
Dentro de fileiras	2	39.975.276	19.987.638	210,57
Interação	4	779.389	194.847	2,05
Blocos	3	223.215	74.405	0,78
Erro	24	2.278.094	94.920	
Total	35	64.584.752		

QUADRO 10.—Número de fôlhas (6 colheitas) colhidas, por parcela de 144 m², para a experiência de Pindorama.

Tratamentos		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Totais dos tratamentos
Espaçamentos						
Entre plantas	Entre linhas					
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º</i>
1,20	2,00	12.510	12.946	12.915	12.599	50.970
	2,40	10.885	11.387	10.417	10.448	43.134
	3,00	8.110	8.371	8.399	8.454	33.334
1,50	2,00	9.957	10.759	10.378	9.916	41.010
	2,40	8.572	8.200	8.417	8.282	33.471
	3,00	6.653	6.971	6.694	6.584	26.902
2,00	2,00	7.300	7.554	7.460	7.315	29.629
	2,40	6.187	6.339	5.986	5.902	24.414
	3,00	5.106	5.032	4.975	4.882	19.995
Totais de blocos		75.280	77.556	75.641	74.382	302.859

Total dentro de fileiras 127.438, 101.383, 74.038

Total entre fileiras 121.609, 101.109, 80.231

QUADRO 11.—Análise da variância dos dados constantes no quadro 10.

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados dos desvios	Desvio quadrado médio	"F" calculado
Entre fileiras	2	71.339.664	35.669.832	755,3
Dentro de fileiras	2	118.838.112	59.419.056	1.258,2
Interação	4	4.246.426	1.061.606	22,5
Blocos	3	595.652	198.551	4,2
Êrro	24	1.133.430	47.226	
Total	35	196.153.284		

QUADRO 12.—Número de fôlhas (7 colheitas) colhidas, por parcela de 144 m², para a experiência de Ribeirão Preto.

Tratamentos		Bloco I	Bloco II	Bloco III	Bloco IV	Totais dos tratamentos
Espaçamentos						
Entre plantas	Entre linhas					
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º/parc.</i>	<i>n.º</i>
1,20	2,00	15.265	15.535	16.048	16.145	62.993
	2,40	12.819	12.614	13.625	13.366	52.424
	3,00	9.670	10.474	11.069	10.662	41.875
1,50	2,00	12.113	12.616	12.180	12.054	48.963
	2,40	9.761	10.658	10.404	10.306	41.129
	3,00	7.649	8.165	8.204	8.164	32.182
2,00	2,00	8.490	8.925	8.834	9.659	35.908
	2,40	6.840	7.591	7.822	7.493	29.746
	3,00	5.423	6.239	6.223	6.143	24.028
Totais de blocos		88.030	92.817	94.409	93.992	369.248

Total dentro de fileiras 157.292, 122.274, 89.682

Total entre fileiras..... 147.864, 123.299, 98.085

QUADRO 13.—Análise da variância dos dados do quadro 12.

Origem da variação	Graus de liberdade	Soma dos quadradados dos desvios	Desvio quadrado médio	"F" calculado
Entre fileiras.....	2	103.253.718	51.626.859	649,7
Dentro de fileiras	2	190.544.747	95.272.373	1.198,9
Interação	4	5.394.414	1.348.603	16,97
Blocos	3	2.867.818	955.939	12,03
Êrro	24	1.907.113	79.463	
Total.....	35	303.967.810		

As análises da variância das produções (pêso) de fôlhas apresentadas nos quadros 7 e 9 revelam o seguinte :

- a) A influência dos espaçamentos sôbre a produção foi altamente significativa, isto é, quanto menor a área por planta, maior a produção de fôlhas, em pêso, por unidade de área.
- b) Os efeitos das distâncias de plantio **entre** e **dentro** das fileiras para os dados do quadro 9, são aditivos, isto é, pode-se aumentar a produção diminuindo as distâncias entre fileiras ou dentro das fileiras, sem que haja interferência recíproca. Talvez fôssem ainda possíveis espaçamentos mais fechados que aquêles usados nas experiências.

O "F" calculado da interação **entre-dentro** das fileiras, para os dados do quadro 7, sômente foi significativo para $P = 0,05$.

As análises da variância das produções de fôlhas, em números, apresentadas nos quadros 11 e 13 revelam, entretanto, que o "F" calculado da interação **entre-dentro** das fileiras foi altamente significativo, tanto para os dados da experiência de Pindorama, como para os da de Ribeirão Prêto. Poder-se-ia concluir que os efeitos das distâncias de plantio **entre** e **dentro** das fileiras, sôbre o número de fôlhas produzidas, se acham inter-relacionados.

A discrepância está relacionada com a influência do espaçamento sôbre o florescimento das plantas. Como já foi exposto, quando as plantas estão separadas por maiores distâncias, há uma tendência evidente de florescerem mais cedo que quando em espaçamentos mais fechados. Acontece que, devido a êsse fato, florescendo as plantas precocemente, produzem um menor número de fôlhas (ver quadro 15), se bem que pelo seu maior pêso não haja diferenças marcantes no pêso total de fôlhas produzidas, comparativamente ao das plantas que florescem mais tardiamente.

Devemos também lembrar que, pelo florescimento de uma planta, as plantas circunvizinhas ainda não florescidas passarão a desfrutar de maior área, o que, certamente, irá também abreviar o seu período vegetativo.

Baseando-nos nas produções das parcelas, organizamos o quadro 14, no qual está indicada a produção média de fôlhas (pêso) e a produção provável de fibra (na base de 3%), em toneladas por hectare, para cada espaçamento e localidade considerada. A fig. 1 representa, gráficamente, as produções obtidas.

Convém esclarecer que, devido à influência do espaçamento de plantio sôbre a duração de vida do sisal, conforme se pode observar pelo quadro 5, as presentes análises estatísticas são até certo ponto relativas, pois há um erro de subestimativa de produção das parcelas com espaçamentos mais fechados. Assim, as produções das parcelas com espaçamento de plantio de 1,20 x 2,00 m foram analisadas quando 23.8% e 42.5% das plantas ainda não haviam florescido, ao passo que nas parcelas com o espaçamento de

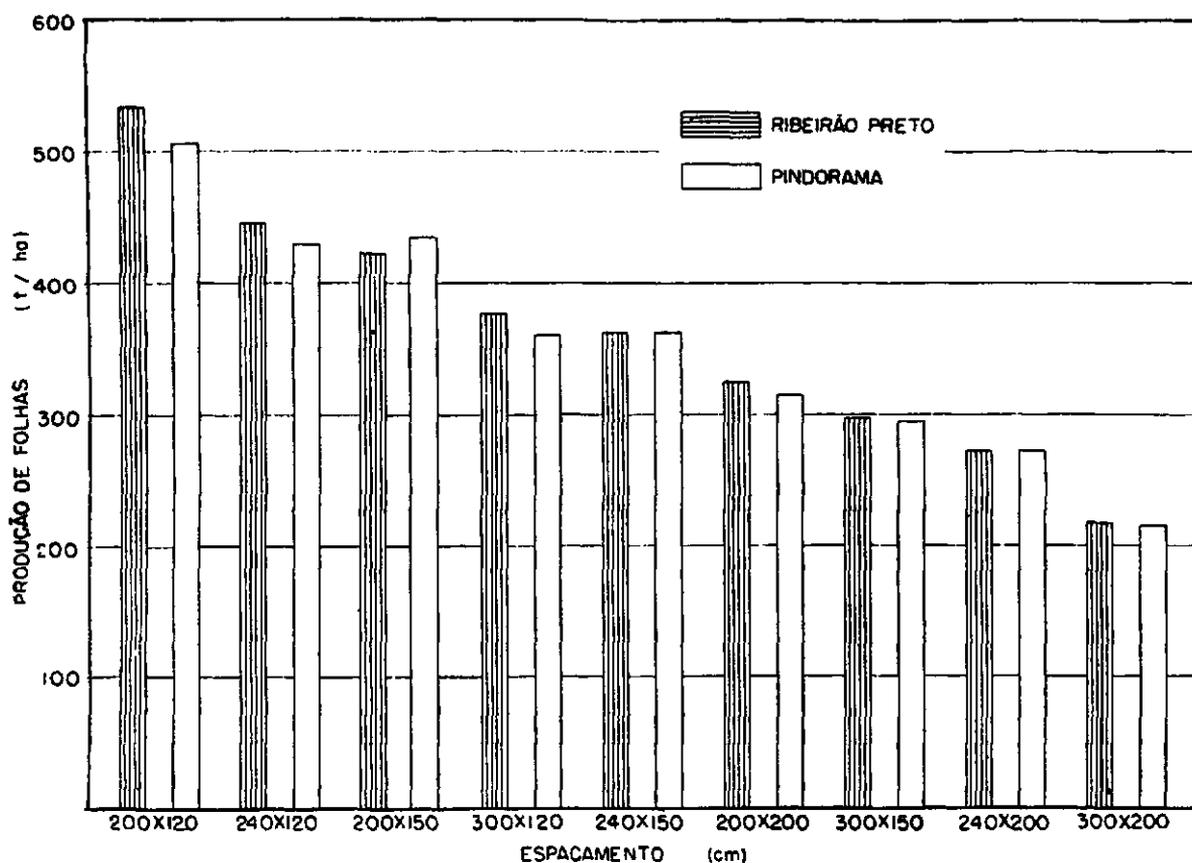


FIGURA 1.—Produção total de folhas, colhidas por tratamento, nos ensaios de espaçamento de sisal de Ribeirão Preto (sete colheitas) e de Pindorama (seis colheitas).

QUADRO 14.—Produções em toneladas por hectare de folhas e de fibras, na base de 3%, nos diferentes espaçamentos em Ribeirão Preto e Pindorama.

Espaçamentos	Ribeirão Preto (7 colheitas)		Pindorama (6 colheitas)	
	Folhas	Fibra	Folhas	Fibra
<i>m</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>	<i>t/ha</i>
1,20 x 2,00	537,5	16,1	506,6	15,2
1,20 x 2,40	445,0	13,3	432,3	13,0
1,50 x 2,00	421,7	12,6	436,1	13,1
1,20 x 3,00	375,7	11,3	360,5	10,8
1,50 x 2,40	367,1	11,0	361,9	10,8
2,00 x 2,00	325,8	9,8	316,4	9,5
1,50 x 3,00	296,2	8,9	292,5	8,8
2,00 x 2,40	275,3	8,2	271,1	8,1
2,00 x 3,00	219,3	6,6	218,2	6,5

2,00 x 3,00 m as percentagens destas eram de 2,1% e 0,0% para as experiências de Ribeirão Preto e Pindorama, respectivamente. Em compensação, havia também um erro de subestimativa de produção das parcelas com espa-

çamentos mais abertos, devido à sua maior influência no florescimento precoce das plantas. De fato, as plantas que florescem precocemente produzem um menor número de folhas e, portanto, um menor peso, que aquelas que florescem mais tardiamente.

Utilizando-nos dos registos individuais de produção das plantas da experiência de Ribeirão Preto, e não levando em consideração o fator espaçamento de plantio, organizamos o quadro 15, que indica o peso em quilogramas e número de folhas por planta, assim como o peso médio de uma folha, em gramas, para as plantas florescidas nas colheitas ali indicadas e para aquelas ainda não florescidas até a 7.^a colheita.

QUADRO 15.—Observações efetuadas sobre o peso e número de folhas por planta, peso médio de folha e número de plantas consideradas em cada colheita em plantas florescidas e não florescidas. Estação Experimental de Ribeirão Preto.

Cortes das folhas	Observações			
	Produção de folhas por planta		Peso médio das folhas	Número de plantas
	Peso	Número		
	<i>kg</i>	<i>no.</i>	<i>g</i>	<i>no.</i>
Plantas florescidas :				
quarta colheita	125,1	217,2	576,0	102
quinta colheita	130,8	240,2	544,6	463
sexta colheita	133,0	265,8	500,4	481
sétima colheita	135,0	282,9	477,3	255
Plantas não florescidas :				
até a sétima colheita	114,5	259,8	440,5	139

Poder-se-ia alegar que haveria influência dos espaçamentos sobre as características constantes do quadro 15. Entretanto, se considerarmos ainda os registos individuais de produção das plantas da experiência de Ribeirão Preto e calcularmos, separadamente, por ciclo de 12 meses, a contar da data de plantio definitivo, as produções (peso, em kg e número de folhas) das plantas florescidas nas 4.^a, 5.^a, 6.^a e 7.^a colheitas (63, 74, 87 e 99 meses de idade, respectivamente) e aquelas ainda não florescidas até esta última colheita, obteremos os dados médios apresentados no quadro 16.

Os dados do quadro 16 demonstram que as plantas que floresceram precocemente produziram cerca de 3,5 folhas mensais, com o peso de 1,9 kg, ao passo que as que floresceram tardiamente produziram, para um mesmo período, cerca de 2,9 folhas, pesando 1,4 kg, aproximadamente.

QUADRO 16.—Produção e número de fôlhas, calculados por ciclo de doze meses, para as plantas florescidas da 4.^a a 7.^a colheitas e nos diferentes espaçamentos. Estação Exp. de Ribeirão Preto.

Espaçamentos	Produção total de fôlhas, em doze meses, de plantas florescidas ⁽¹⁾							
	P ê s o				N ú m e r o			
	4. ^a colheita	5. ^a colheita	6. ^a colheita	7. ^a colheita	4. ^a colheita	5. ^a colheita	6. ^a colheita	7. ^a colheita
<i>m</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>no.</i>	<i>no.</i>	<i>no.</i>	<i>no.</i>
1,20 x 2,00	22,5 ⁽²⁾	21,5	18,1	16,4	36,6	38,5	36,1	34,1
1,20 x 2,40	21,6	20,3	18,0	16,0	42,1	38,8	36,7	34,2
1,50 x 2,00	24,9	20,8	17,9	16,0	41,4	38,3	35,9	33,7
1,20 x 3,00	23,6	21,3	19,1	17,2	41,2	39,4	37,5	35,5
1,50 x 2,40	24,3	21,4	18,6	16,4	41,1	39,4	37,1	35,0
2,00 x 2,00	23,4	20,7	18,4	16,8	41,3	38,2	36,2	34,2
1,50 x 3,00	24,7	21,9	18,3	16,2	41,6	39,2	36,7	34,8
2,00 x 2,40	23,4	21,4	18,5	16,6	40,7	39,3	36,7	33,8
2,00 x 3,00	23,8	21,3	18,6	16,6	41,8	39,3	37,1	35,3

(1) As plantas não florescidas até a 7.^a colheita produziram, em média, e anualmente, 31,5 fôlhas, pesando 13,9 kg.

(2) Floresceu apenas uma planta, nesta colheita.

6—DISCUSSÃO E RESUMO

O sisal, depois de se desenvolver vegetativamente por período de alguns anos, variável com diversos fatores, produzindo fôlhas que são periódicamente cortadas, entra, finalmente, na fase de florescimento e emite um alto escapo floral. Daí em diante, não mais se formam fôlhas e a planta principia a morrer.

O corte das fôlhas inicia-se, geralmente, no terceiro ano de cultura, seguindo-se colheitas periódicas durante todo o seu ciclo vegetativo. Os cortes das fôlhas são feitos em graus variáveis de severidade, segundo a prática local e a procura de fibra. Admite-se, geralmente, que apenas devem ser cortadas com intervalo anual entre os cortes, as fôlhas situadas no ângulo de 45.^o com o nível do solo. Por êsse motivo, quando o sisal é plantado em espaçamentos muito fechados, as extremidades das fôlhas das plantas adjacentes, munidas de aguçado espinho terminal, se sobrepõem em tôdas as direções, tornando a cultura impenetrável, principalmente antes do primeiro corte das fôlhas. As capinas se tornam impraticáveis ou restritas apenas ao primeiro ano de cultura, assim como a eliminação dos rebentões, que dentro em pouco irão entulhar o campo de sisal. A movimentação do operário é igualmente dificultada nas colheitas e transporte das fôlhas, pelo receio de ferimentos nos aguçados espinhos terminais o que determina um decréscimo de rendimento nos serviços dos cortadores.

As experiências de espaçamento aqui relatadas revelam que, dentre os fatores que influem sôbre a produção do sisal, as distâncias de plantio desempenham papel relevante. Aumentando-se a população de plantas por unidade de área, obtem-se maior produção de fôlhas, e, possivelmente, de fibra, assim como maior longevidade do sisal. Uma diminuição na densidade de plantio, como 1.666 plantas por hectare (2,00 x 3,00), resulta numa produção

de 219 toneladas de fôlhas (6,5 toneladas de fibra) contra 537 toneladas (16 toneladas de fibra) obtidas de 4,166 plantas por hectare (1,20 x 2,00), conforme dados da experiência de Ribeirão Preto.

O espaço para o trabalho é, entretanto, indispensável à execução dos serviços próprios desta cultura. Tal espaço pode ser deixado apenas em um sentido, isto é, entre as fileiras. Um espaçamento muito grande entre as fileiras, reduziria, entretanto, a densidade de plantas, a não ser que se aproximassem o mais possível as plantas dentro das fileiras.

Devido ao atual sistema de corte do sisal, isto é, colheitas com intervalo anuais e somente das fôlhas situadas em certa posição (45.º para baixo), o espaçamento fechado entre fileiras, como o de dois metros, restringe demais a passagem livre para os operários com as desvantagens atrás consideradas. Somente poderia ser recomendado, no caso de se executar, em cada colheita, um corte bem severo das fôlhas, isto é, deixando-se apenas algumas fôlhas situadas próximo do rebento central.

Os espaçamentos de 1,20 x 2,40 e 1,20 x 3,00 metros, correspondentes às densidades de 3.472 e 2.777 plantas por hectare, apresentam várias vantagens. Além de proporcionarem razoável população de plantas por área, permitem o livre trânsito dos operários entre as fileiras, para execução das capinas, colheita e transporte das fôlhas.

O espaçamento de 2,00 x 2,00 metros, correspondendo a 2.500 plantas por hectare, demonstra ser o pior tratamento nestas experiências, pois, além de ocasionar uma baixa densidade de plantas, impede o livre trânsito em qualquer direção.

No caso de se querer adotar maiores densidades de plantio que as empregadas nestas experiências, digamos de 4.000 ou 5.000 plantas por hectare, seriam preferíveis os espaçamentos de 3,00 x 0,80, 2,80 x 0,90 e 2,50 x 0,80 m, a qualquer outro com menores distâncias entre fileiras, como, por exemplo, 2,00 x 1,00.

Concluindo, pode-se adiantar que, na questão de espaçamento de plantio do sisal, se deve aliar, a facilidade de penetração na cultura, para os diversos serviços, a uma elevada densidade de plantas por unidade de área.

A experiência adquirida no transcorrer da pesquisa relatada neste trabalho, permite aconselhar que se faça o primeiro corte do sisal mais cedo, entre 18 a 24 meses após o plantio definitivo, e que se reduza, para apenas seis meses, o intervalo entre os cortes, principalmente no caso de elevadas densidades de plantas.

SUMMARY

Sisal (*Agave sisalana* Perrine) accounts for about one half of the world's production of hard fibers. In spite of its economic importance practically no research work has been carried out on this plant. Very little is known about the agronomic problems of its cultivation, while the physiological and genetic problems are nearly unknown. This is perhaps due to the fact that *A. sisalana* is a perennial plant with a life cycle of 5-8 years and the carrying out of field research work requires a great deal of time and is very expensive.

This paper, the first of a series to be published on the agronomic problems of sisal cultivation, presents the data obtained from field trials on distance of planting and its relation to weight and number of leaves produced.

The experiments were carried out at the Ribeirão Preto and Pindorama Experiment Stations of the Instituto Agronômico de Campinas.

Sisal bulbils about one year old were planted in the latter part of 1939 in 4 randomized blocks of 9 plots each where different distances between and within the rows were used.

Production data were obtained by cutting the leaves at one year intervals beginning 2 ½ years from date of planting in the field. Only those leaves that were attached to the plant at an angle greater than 45.° in relation to the main axis of the plant were cut each year.

Only in the trial at Ribeirão Preto the leaves were counted and weighted by plants.

In the poling plants all leaves than existing were taken off, even the youngest ones adjacent to the pole (flower stalk).

Descorticator machine for fiber extraction was not available, so that reliable data on fiber yield could not be obtained. A "probable" fiber yield was obtained by using 3% of leaf weight as a basis for calculations. This percentage is recognised as an average fiber content usually obtained from sisal leaves.

From the data obtained from the spacing trials described in this paper the following conclusions can be drawn :

1. The life cycle from date of field planting to poling stage of most of the sisal plants in these trials varied from 5 to 8 years. A very small number of plants however had not poled even after 8 years when the present experiments were ended.

2. The life cycle of the sisal plants showed a close relationship to planting distances. At the greater planting distances the plants tended to pole much earlier than at closer planting distances.

3. It was observed that there was a marked seasonal incidence of poling. The flower stalk of almost all plants have appeared during the period of January to March.

4. A marked effect to the distance of planting on plot yields, as measured by total leaf weight, was observed. The greater the density of plants per unit area the greater the leaf production.

5. Under present leaf cutting practice, e. g., to cut yearly only the leaves at an angle greater than 45.° in relation to the main axis of the plant, the shorter distances between the rows are not recommended. The narrow spacing between rows not only restricts the passage of workers, but also hinders adequate cultivation (weeding and sucker growth control).

6. The planting distances of 2 x 2 meters (2500 plants per hectare) was the worst spacing tried. Besides giving a low plant density per unit area it prevents ingress to the planting from any direction.

7. To increase plant density per unit area the closing up of plants within rows is more indicated than closing up the distance between rows.

8. The advantages of the distances of planting between rows of 2.40 or 3.00 meters and 1.20 meters within rows, under present leaf cutting practice, are many. It facilitates weeding, control of suckers growth, and leaf cutting operations.

LITERATURA CITADA

1. **Anônimo.** FAO — World fiber Survey. Washington, U.S.A., 1-186. 1947.
2. **D'Utra, G.** Cultura do sisal ou Henequém. Bol. Secret. Agr. Ind. e Com. Est. São Paulo. Série 10 : 165-196. 1910.
3. **Doughty, L. R.** Experimental breeding of fiber Agave in East Africa. Part 1 — The material and the methods of the breeder. East Afr. Agr. Jour. 3: 222-228. 1937.

4. **Fagundes, V. L.** A cultura do sisal no Brasil. Colheitas e Mercados, 3 (n.º 11-12) : 4-7. 1947.
5. **Falorsi, G.** Ricerche sul sisal fatte in Inghilterra e nelle colonie de l'Africa Orientale. Agron. Colo. 33 : 381-385. 1939.
6. **Gehlsen, C. A.** Aspects économiques et culturaux de l'Agave à fibre. Rev. Internat. d'Agric. 30 : 216E-241E. 1939.
7. **Glover, J.** The root system of *Agave sisalana* in certain East African soils. Emp. Jour. Exp. Agric. 7 : 11-20. 1939.
8. **Lock, G. W.** Programme of an agronomic investigation of sisal. Planter 4 : 12-13; (2) : 6-7, 14-15. 1935.
9. **Lock, G. W.** Observations on the spacing of sisal. The East Afric. Jour. 11 : 247-250. 1946.
10. **Lock, G. W.** Sisal Experimental Station. Report of the year 1937. Dept. Agric. Tanganyika, Pamphlet 20 : 1-19. 1938.
11. **Lock, G. W.** Sisal Experimental Station. Report for the year 1938. Dept. Agric. Tanganyika, Pamphlet 25 : 1-23. 1939.
12. **Medina, J. C.** A necrose da base da fôlha do sisal. Bragantia 3 : 73-84. 1943.
13. **Medina, J. C.** A influência do espaçamento sôbre o ciclo vegetativo do sisal. Bragantia 6 : 111-118. 1946.
14. **Nutman, J.** The field for sisal research in East Africa. Bull. Imp. Inst. 29 : 299-307. 1931.