

O RÔLO-FACAS NA COMPRESSIBILIDADE DOS SOLOS

L. S. Rupp

INTRODUÇÃO

A maior parte das culturas de milho deixa muito a desejar, quanto aos tratos culturais ministrados no período do desenvolvimento até a maturação do produto ; em regra geral, entendem os lavradores que, ao milho, pela sua rusticidade, bastam tratos culturais até que a planta esteja bem formada, pois, neste estado, abafa a vegetação rasteira. É natural, portanto, que uma plantação, com tratos culturais reduzidos, tenha sempre sua colheita feita no meio de ervas daninhas, as mais diversas possíveis, tais como trepadeiras, carrapichos, capins, etc. Ora, se isto dificulta um pouco a operação da colheita, por outro lado devemos considerar que todo êste material, conjuntamente com a palhada, pode ser convenientemente comprimido e fragmentado pela ação mecânica de um rôlo-facas. Pode-se, assim, de maneira inteligente, reduzir a perda total dos elementos fertilizantes retirados pela planta durante o seu período vegetativo, que, no caso do milho, atinge mais ou menos 150 dias. Convém aqui lembrar que, segundo Viégas (4) :

“... estudos comparativos de adubação mineral e estêrco, para milho, deram resultados quase idênticos — o que, a princípio, nos pode causar estranheza. Êstes resultados nos levam a considerar que o milho, ao contrário de outras plantas, como o algodão, por exemplo, deixa sôbre o terreno uma considerável massa de matéria orgânica, cêrca de 5 a 10 toneladas de palhaça (restos de cultura) que, bem incorporada ao solo, vem melhorá-lo bastante. Os colmos de milho, conquanto tenham lenta decomposição, constituem ótimo adubo orgânico. Calcula-se que uma tonelada de palhaça de milho, incorporada ao terreno, fornece ao solo tanto húmus quanto 4 toneladas de estêrco”.

Entretanto, se o aproveitamento da palhada é aconselhável, nem sempre essa prática se apresenta fácil e econômica, principalmente quando a fragmentação dos colmos e demais detritos tenha que ser feita à foice, operação por sua natureza morosa e pouco econômica ; além disto, tôda a “soqueira” cortada à foice facilmente fere as patas dos animais empregados na tração, prejudicando-os enormemente. A prática da queima deve ser absolutamente abolida, pois tudo destrói na sua voracidade incrível.

A Secção de Mecânica Agrícola, atendendo ao grande interesse que o assunto vem despertando entre os agricultores e à necessidade urgente de divulgação do processo mecânico para a fragmentação da palhada de milho e demais vegetações próprias da cultura, está recomendando aos lavradores o uso do rôlo-facas, aliás, como já foi feito por Cuba (2).

Nesta publicação estudamos a ação do rôlo-facas sôbre a compressibilidade dos solos.

O rôlo-facas é uma máquina rústica, acessível a quase todos, capaz de facilitar perfeitamente o trabalho de revolvimento da terra e enterramento de todos os detritos existentes na superfície, para posterior decomposição. Não é somente em palhada de milho que o rôlo-facas pode prestar bons serviços. Como se pode ver pelas figuras 1, 2 e 3, o rôlo-facas reduz à espessa camada de palha um alto capinzal, cortando e deitando até algumas plantas arbustivas com 2-3 metros de altura, assim como uma palhada de milho, após a sua passagem.

O rôlo-facas, que pesa cêrca de 800 Kg, deve ser puxado por duas juntas de bois. Êstes animais, para serviço pesado como é o dêste caso, são mais indicados que os cavalos e os burros. Em terrenos cobertos com vegetação sub-arbustiva, capinzal ou palhada de milho, o boi trabalha com grande desembaraço, levando enorme vantagem sôbre os cavalos e burros, que exigem, para boa tração, um terreno mais limpo. Naturalmente, o boi é mais vagaroso e lento; é, porém, um animal que, ignorando a enorme fôrça que possui, se deixa fâcilmente conduzir por qualquer "carreiro", vencendo com paciência grandes obstáculos durante a tração.

Calculando-se a velocidade do boi em 70 cm por segundo, o que corresponde a 42 m por minuto, e tendo o rôlo-facas 1,20 m de comprimento, teremos 3.024 m² de terreno cobertos em uma hora de trabalho; em 8 horas, teremos uma superfície trabalhada de 24.192 m². Admitindo-se 30% de perda de tempo pelas voltas, paradas para descanso e demais embaraços que sempre surgem no decorrer dos trabalhos, teremos cêrca de 2 hectares para trabalho diário de um rôlo-facas, em serviço normal.

AÇÃO DO RÔLO-FACAS NA COMPRESSIBILIDADE DO SOLO

1. Generalidades

Ê sabido que a excessiva compressão do solo prejudica as suas condições físicas, dificultando as operações do trabalho mecânico. Já foram feitos numerosos ensaios sôbre a influência da compressão do solo e a modificação que pode sofrer o mesmo em suas propriedades físicas, pela passagem de máquinas compressoras.

Um estudo comparativo da compressão do solo exercida por diferentes máquinas e animais foi feito por Tony Ballu (1), da Estação Central de Ensaios de Máquinas, de Paris, verificando-se que:

a) — Um cavalo de tração, que pesa normalmente 700 Kg, tem, nos quatro cascos, uma superfície de apóio calculada em mais ou menos 2 dm². Se o cavalo fôr ferrado e o terreno bastante duro, a compressão se exercerá somente pela ação das ferraduras, cuja superfície equivale, mais ou menos, à metade da superfície dos cascos. Neste caso, a compressão unitária será de $\frac{700 \text{ Kg}}{2} = 350 \text{ Kg por cm}^2$. Se, pelo contrário, o solo fôr

lavrado e fôfo, então o pêso do animal se exercerá sôbre a superfície total dos cascos ; neste caso, a compressão unitária será, mais ou menos, de 1,750 Kg/cm². Sendo de 5 a 6 Km por hora, a velocidade de tração do cavalo, o tempo de duração de contacto da pata com o solo será de 1 segundo.

b) — Pesando um trator médio 3.000 Kg, e tendo cada “lagarta” lateral uma superfície de $2 \times 0,30 = 0,60$ m², a sua pressão sôbre o solo será de $\frac{1500 \text{ Kg}}{6000 \text{ cm}^2} = 0,250$ Kg por cm². Esta pressão é sempre constante, ficando a duração do contacto dependente da velocidade da máquina : para uma velocidade de 5 Km/hora, será de 1,45 segundo.

c) — O estado físico do solo e o seu grau de consistência influem sobremaneira nos resultados da compressão ; seria, portanto, interessante determinar, prèviamente, as condições do solo sob o ponto de vista da compressibilidade.

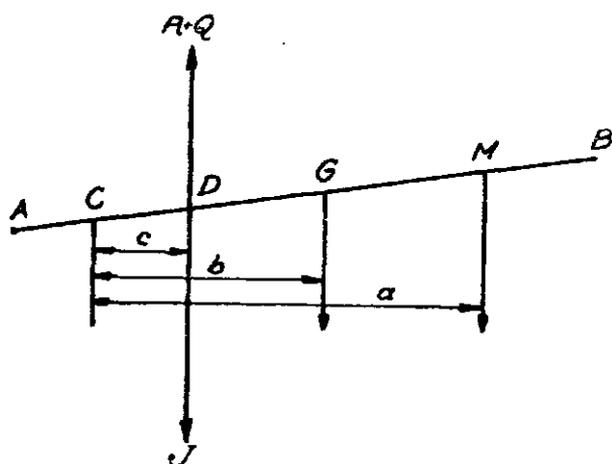
2. Compressômetro

Na determinação da compressibilidade, utilizamo-nos de um “compressômetro” (fig. 4), cuja descrição achamos oportuno fazer. Consta, em essência, de uma mesa A de 4 pés, metálica, dotada superiormente de outra armação B, do mesmo material ; nesta última se acha inserida uma haste metálica C, que sustenta no outro extremo uma barra D, de secção retangular, com 1.525 mm de comprimento. Na barra D existe, a 10,5 cm do ponto de apôio C, um furo E alongado no sentido do comprimento da barra, onde se ajusta uma haste ou varão F de 140 cm de comprimento, vertical. Êste varão termina inferiormente por um disco J, cuja forma é de uma coroa circular, de 118 cm² de superfície. Os pés do aparelho são assentados sôbre duas barras de ferro, paralelas e longitudinais, para facilitar o assentamento do aparelho no local do ensaio. A estas barras podem-se adaptar, por meio de parafusos, duas vigotas de madeira a fim de dar maior estabilidade ao aparelho (fig. 4).

3. Marcha das operações de ensaio

Escolhe-se o local do ensaio e nivela-se o aparelho, isto é, procura-se fazer com que a mesa fique em posição horizontal. Obtido isto e a adaptação da mesa sôbre o terreno, faz-se descer a haste ou varão F, até que o disco J toque levemente o solo, o que se consegue desapertando o parafuso K e movimentando a barra D, tomando-se cuidado de retirar algum torrão ou outro material qualquer aí existente. Feito isto, fixa-se o varão F sòlidamente sôbre a mesa B por meio do parafuso de pressão K. Com auxílio de um lápis marca-se, neste varão, o ponto em que êle aflora na mesa B, acima da braçadeira onde está o parafuso K. Colocando-se então o pêso P, num ponto qualquer M, da barra D (à direita do ponto D) e afrouxando-se vagorosamente o parafuso K, o disco J penetra no solo numa profundidade H por ação do pêso P somado ao do próprio varão F. Ces-

sada a penetração, marca-se, com o lápis, sobre o varão F, o novo ponto de afloramento da haste sobre a mesa B. É fácil de se concluir que a penetração H é a distância entre os dois traços de afloramento marcados sobre o varão. Para economisar tempo e conseguir resultados mais exatos é de real vantagem que num mesmo ensaio se obtenham vários dados, o que se consegue fazendo variar o pêso P, ou então a posição e o valor de P. Conhecida a posição da barra D na ocasião do ensaio, a posição do pêso P, e a localização do centro de gravidade da barra e o pêso desta, é possível determinar a compressibilidade do solo nesse local, conforme mostram o esquema e cálculos seguintes :



$$P \cdot a + P_1 \cdot b - R \cdot c = 0$$

$$R = \frac{P \cdot a + P_1 \cdot b}{c}$$

$$R + Q = \frac{P \cdot a + P_1 \cdot b}{c} + Q$$

em que $R + Q$ = reação do solo numa área S (área do disco J)

P = pêso colocado em M.

P_1 = pêso da barra AB.

Q = pêso do varão DJ.

A compressibilidade específica do solo (p) será :

$$p = \frac{R + Q}{S} = \frac{P \cdot a + P_1 \cdot b}{c \cdot S} + \frac{Q}{S}$$

$$p = \frac{P \cdot a + P_1 \cdot b + Q \cdot c}{c \cdot S}$$

São necessárias várias determinações em diversos pontos do terreno, sempre nas mesmas condições que o primeiro ensaio ; assim se pode tirar a média dos resultados obtidos. Com isto se obtêm dados suficientes para se construir um gráfico das variações, utilizando-se de um sistema de coordenadas cartesianas, em que, sobre o eixo das abcissas, são marcados os valores da pressão unitária exercida no terreno e sobre o eixo das ordenadas são marcadas as penetrações correspondentes.

É também de real vantagem que os ensaios sejam feitos tanto em terreno trabalhado como em terreno não trabalhado, pois isto nos permitirá desenhar 2 curvas num só gráfico, o que facilita a compreensão (fig. 5).

Em ensaios feitos na Estação Experimental Central, em "terra roxa misturada", trabalhada e não trabalhada, obtivemos os seguintes resultados :

**RESULTADOS DOS ENSAIOS COM COMPRESSÔMETRO
CAMPINAS**

	Ensaio	1.º ponto		2.º ponto		3.º ponto		4.º ponto	
		p	h	p	h	p	h	p	h
Terra trabalhada ...	1	785	22	1088	27	1351	32	1900	39
	2	785	20	1088	29	1344	35	1900	43
	Média	785	21	1088	28	1347	33,5	1900	41
Ter. não trabalhada.	1	772	65	1057	100	1330	130	1940	20
	2	775	80	1081	125	1332	125	1889	20
	Média	773	73	1069	113	1331	12,8	1864	20

Os valores de p são expressos em gr/cm^2 e os valores de h em mm.

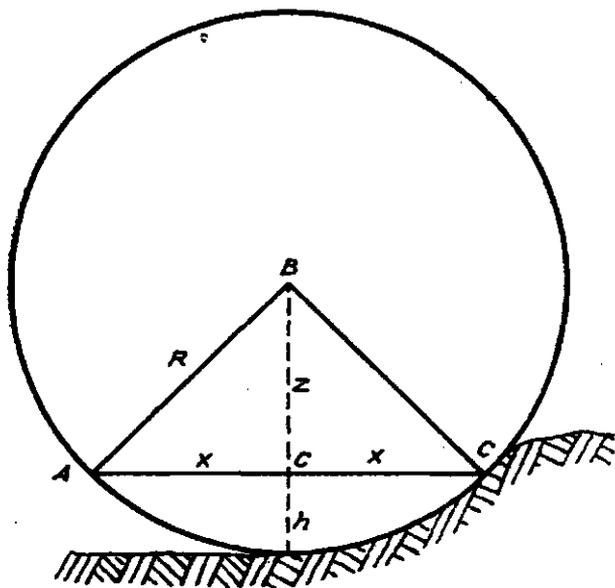
As curvas da compressibilidade, no gráfico 1, da fig. 5, foram construídas com as médias obtidas nesses ensaios.

4. Compressibilidade do solo pelo rôlo-facas

O fenômeno de compressão do solo pelo rôlo-facas depende necessariamente de 3 fatores: pêso, comprimento e diâmetro do rôlo.

Admitindo-se que o pêso do rôlo se distribua uniformemente por toda superfície de contacto, a compressão do solo será tanto maior quanto menor o diâmetro do rôlo, como se pode verificar pela fórmula que abaixo deduzimos.

Seja P o pêso do rôlo, S a projeção horizontal da sua superfície de contacto com o solo em cada instante, durante o trabalho, e p a compressão. Temos:



$$p = \frac{P}{S}$$

no Δ A.B.C.

temos

$$x^2 = R^2 - Z^2$$

$$Z = R - h$$

$$x^2 = R^2 - (R-h)^2$$

$$x^2 = R^2 - R^2 + 2Rh - h^2$$

$$x^2 = 2Rh - h^2$$

$$x = h \sqrt{2R-h}$$

$$S = l \sqrt{h(2R-h)}$$

$$S = l \sqrt{h(2R-h)}$$

Sendo h a penetração no solo, l o comprimento do rôlo e R o raio

$$p = \frac{P}{l \sqrt{h(2R-h)}}$$

Tendo o nosso rôlo-facas 800 Kg de pêsô, 120 cm de comprimento e 65 cm de diâmetro, podemos organizar a seguinte tabela :

COMPRESSÃO DO SOLO EM FUNÇÃO DA PENETRAÇÃO

Penetração (h) — cm	0,5	1	2	4	6	8	10
Compressão (p) — gr/cm ²	1190	833	594	427	356	313	285

Com êstes dados construímos a curva de compressibilidade do nosso rôlo-facas (fig. 5, AB).

De outro lado, em igualdade de pêsô, os rolos de maior diâmetro exigem menor esforço de tração. Alguns ensaios feitos por Culpin, citado por Conti (3), evidenciaram que, nos piores casos, a ação compressora não vai além de 10 centímetros de profundidade, o que, aliás, de certo modo, foi comprovado pelos nossos ensaios, cujo máximo de penetração foi de 130 milímetros, tendo-se sempre em vista que a penetração da máquina e a compressão dependem do grau de endurecimento da terra, trabalhada ou não, assim como da percentagem de umidade. Pode-se deduzir dêstes ensaios e observações, que : tôdas as máquinas e animais, exercendo determinada pressão no solo, provocam uma sensível alteração nas suas propriedades físicas, na sua contextura, seja pela redução dos poros, seja pela modificação de suas granulações. Esta alteração, entretanto, varia com o estado de umidade do solo, cujo ponto de saturação vai até 37% para as nossas terras roxas. É claro que neste ponto ou mesmo próximo a êle, qualquer trabalho no solo lhe será grandemente prejudicial, pois o excesso de umidade provocaria o "empastamento" do terreno, com a formação de uma camada impermeável de alguns centímetros de espessura, dificilmente penetrável pelo ar e umidade, tão imprescindíveis à atividade biológica.

O exame da fig. 5 nos mostra que os pontos M e N, de intersecção da curva do rôlo-facas com as curvas da compressibilidade do solo, indicam justamente os "pontos de trabalho" do rôlo-facas nestes solos. Assim é que o rôlo-facas exerceu tão sòmente uma penetração de 17 mm e pressão de 625 gr por cm² em terreno trabalhado : êsse mesmo rôlo, quando em terreno não trabalhado, penetrou apenas 9 mm, com uma pressão de 830 gr/cm².

Êstes números nos levam a tirar duas conclusões interessantes, quais sejam : a) O rôlo-facas, em comparação com os outros agentes animais e mecânicos, é um dos que produz menos prejuizo ao solo ; b) sua ação é muito superficial, não alcançando as camadas subjacentes, onde estão disseminadas as raízes das plantas.

Analisando o nosso diagrama de compressão (fig. 5), verificamos que a zona de trabalho efetivo de um rôlo-facas nos pontos M e N está muito aquém daquela exercida pelo casco do cavalo. Portanto, os estragos que êle possa produzir em terras sêcas pouco ou nada significam ; porém, se trabalhar em terras com alto grau de umidade, os efeitos perniciosos acima apontados serão apreciáveis.

LITERATURA CITADA

1. **Ballu, T.** Contribution à l'étude de la compressibilité des sols. *Machinisme Agricole et Equipement Rural* 4 : 82-83. 1937.
2. **Cuba, P.** Um instrumento que torna possível o aproveitamento das tigueras. *Rev. de Agr. II* : 455-461. Piracicaba. 1937.
3. **Conti, M.** *Em Tratado de Mecânica Agrícola*, 2.^a parte, pág. 119. Ed. Univ. Bs. As. 1942.
4. **Viégas, G. P.** Culturas Acessórias na Fazenda de Café — O Milho. *Rev. da Sup. do Serv. de Café* ns. 214, 215, 216 — 1944-1945.

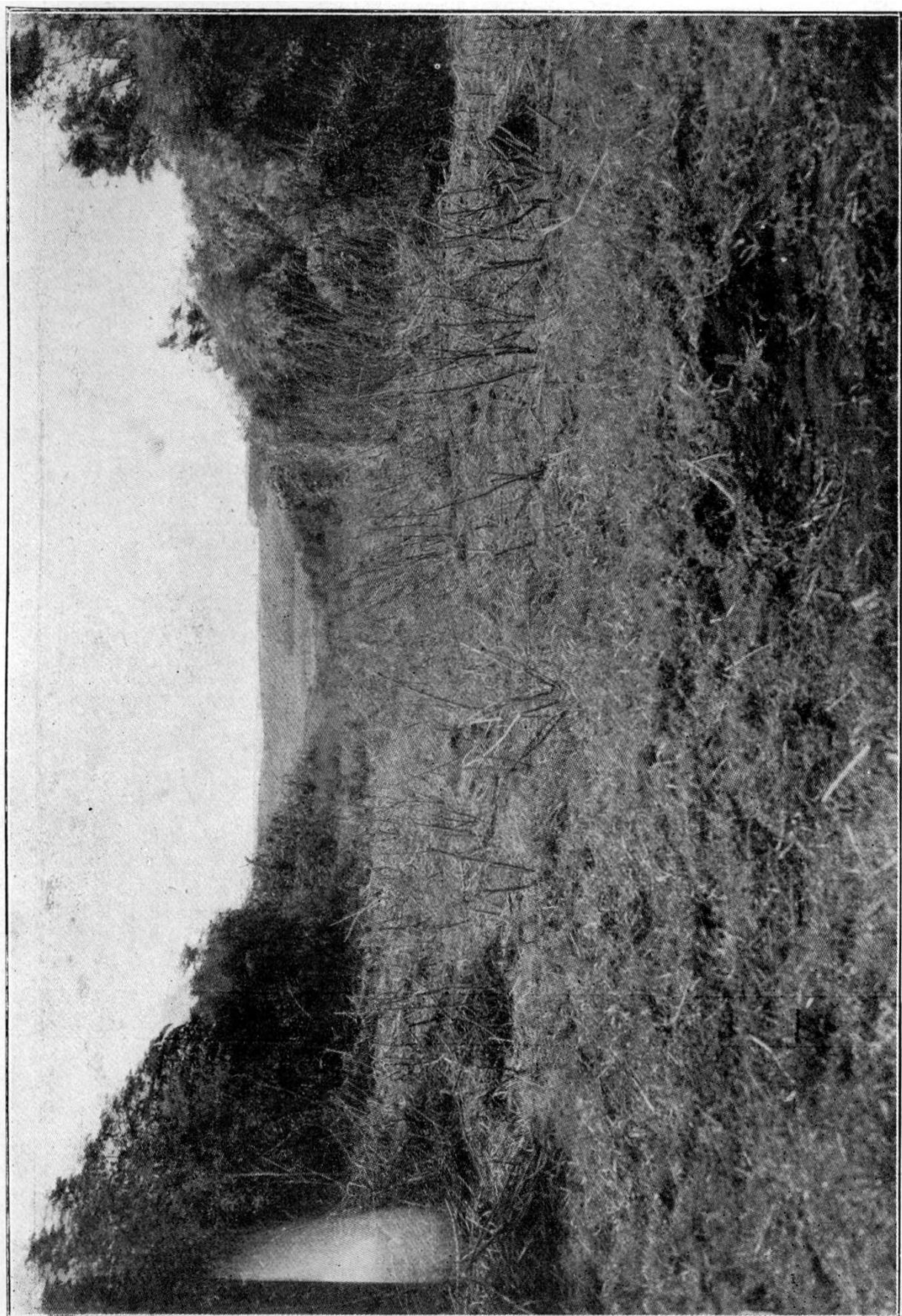


Fig. 1 — Trabalho feito em anileiros (*Indigofera* sp.) pelo rôlo-facas.

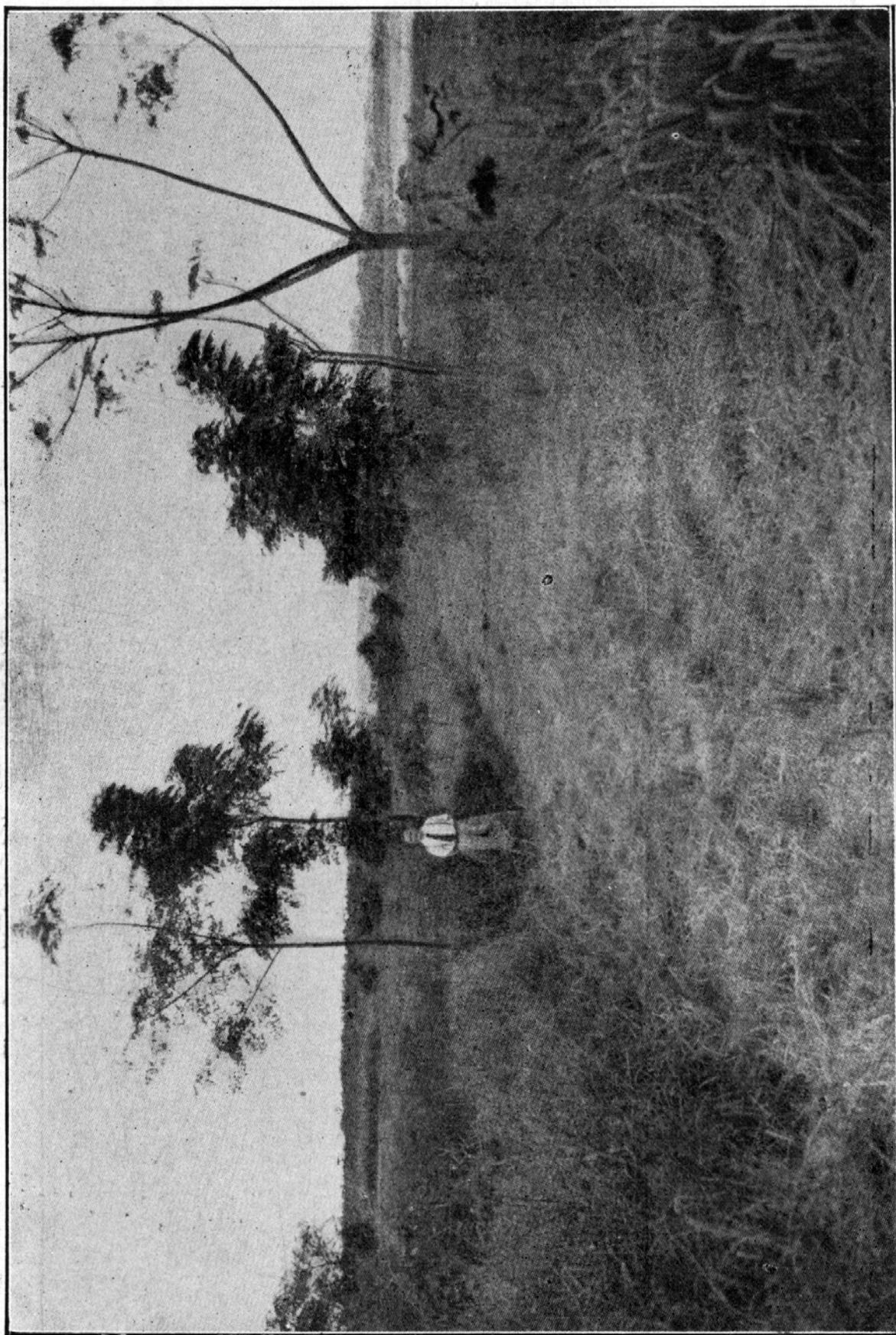


Fig. 2 — Capinzal amassado e cortado pe'lo rôlo-facas.

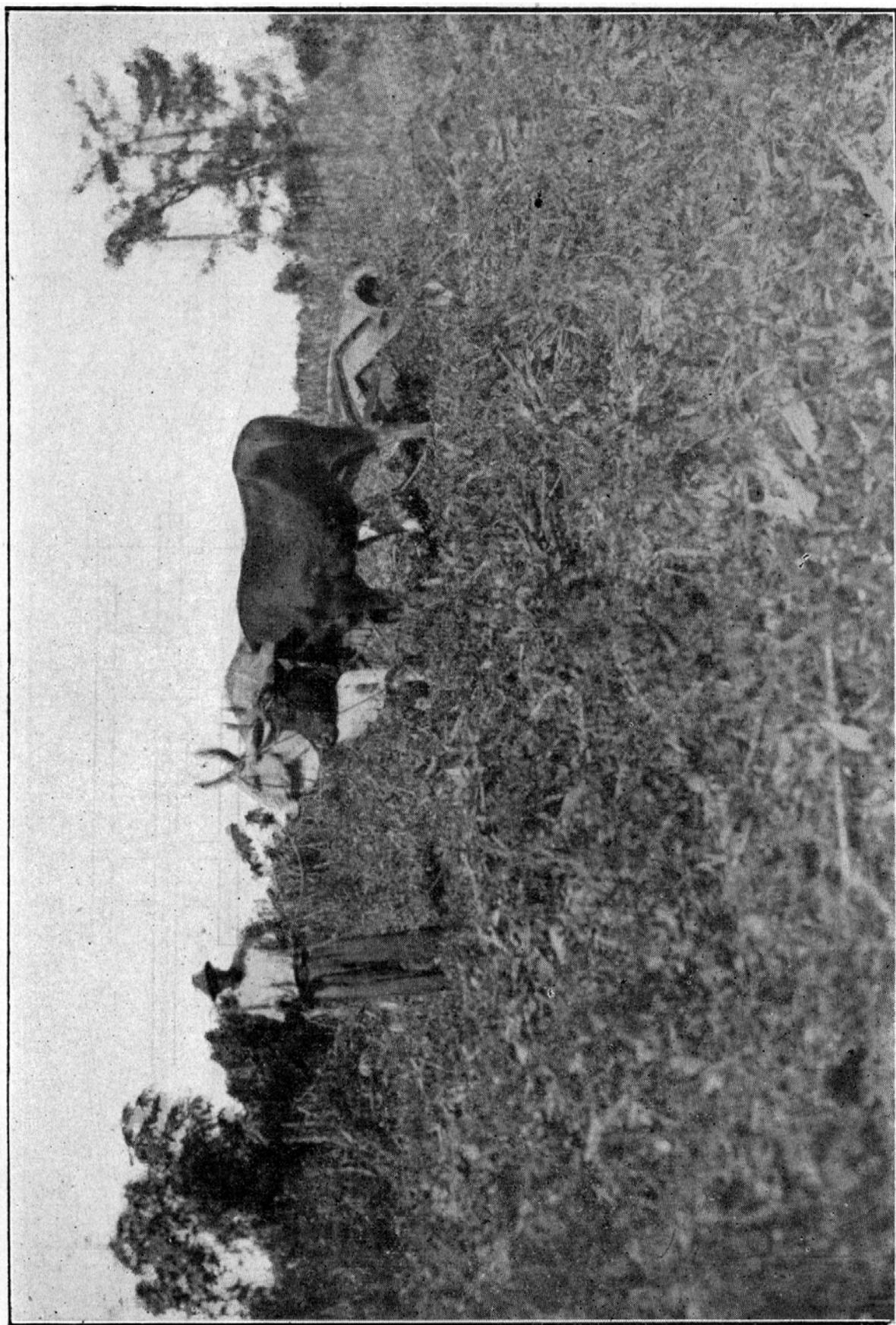


Fig. 3 — O rôlo-facas é facilmente puxado por uma junta de bois e faz ótimo serviço em palhada de milho.

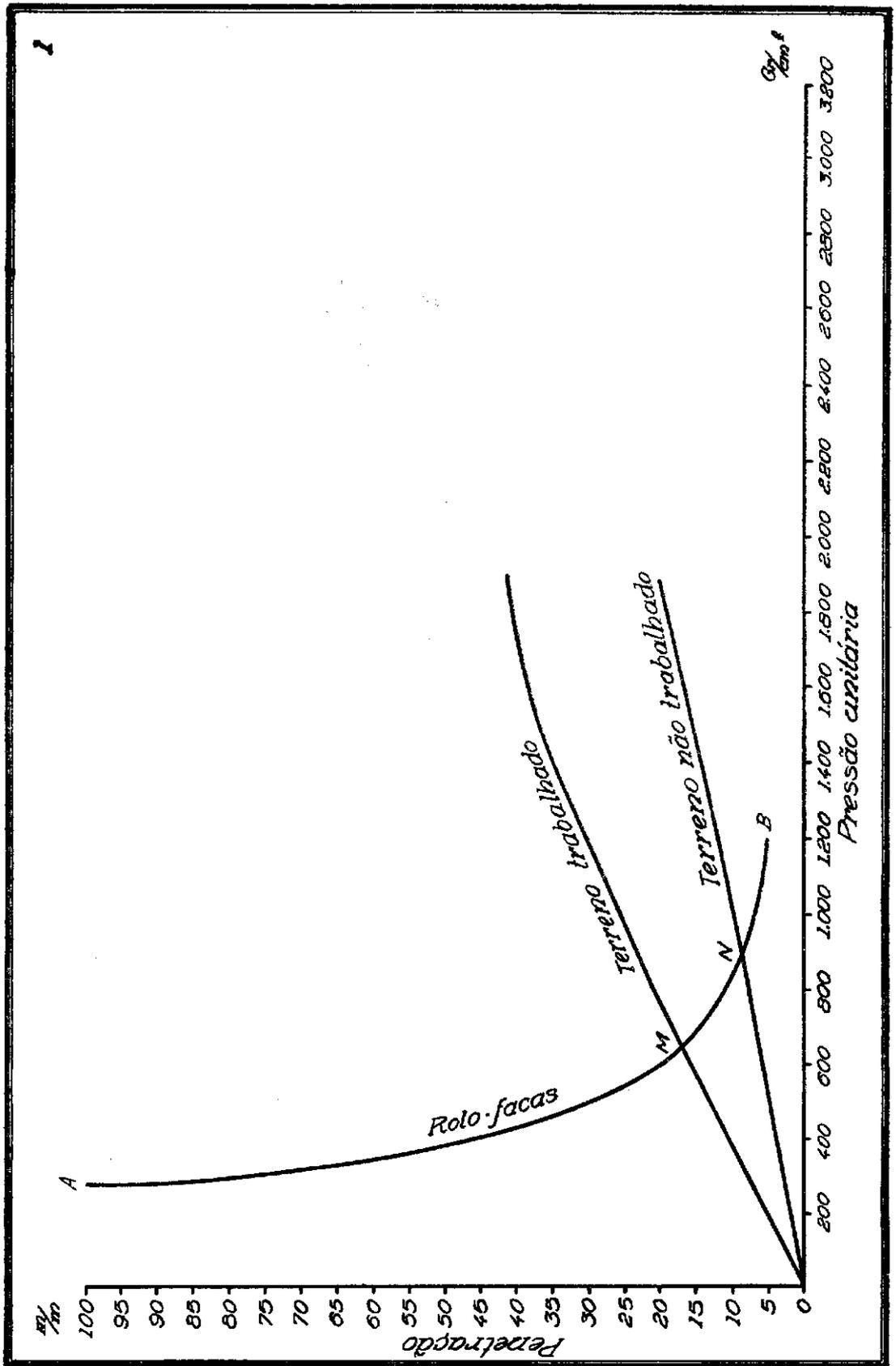


Figura 5