

Estudo de um Cultivador de Chama para Canais de Irrigação e Drenagem

Inácia Maria Dal Fabbro

Engenheiro Agrônomo

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz", da
Universidade de São Paulo, para obtenção
do título de "Magister Scientiae".

Março de 1970

Piracicaba, Estado de São Paulo

B R A S I L

Aos meus pais e irmãos

Í N D I C E

	Página
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3 - MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1 - Cultivador de Chama	8
3.2 - Canais de Irrigação e Drenagem ...	14
3.3 - Métodos de Ensaios	16
3.3.1 - Ensaio do Queimador	16
3.3.2 - Ensaios de Campo	17
3.4 - Equipamentos Complementares	19
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 - Características do Queimador	20
4.2 - Ensaios em Canais de Irrigação ...	22
5 - CONCLUSÕES	27
6 - RESUMO	29
7 - SUMMARY	31
8 - BIBLIOGRAFIA CITADA	33
AGRADECIMENTOS	35

1 - INTRODUÇÃO

Certas ervas daninhas vegetam no interior dos canais - de irrigação e drenagem, dificultando a passagem da água e criando condições para sua disseminação nos terrenos de cultura.

Em canais que irrigam ou drenam grandes áreas, a eficácia e os aspectos econômicos do controle dessas ervas é de suma importância. Os métodos normalmente utilizados são a capina manual, o cultivo químico, as ceifadoras e os cultivadores de chama. O cultivo químico requer, antes da aplicação do ervicida, uma capina destinada a descobrir os taludes. O cultivo com chama se faz em duas etapas: a primeira aplicação destinada a causar a morte das plantas e, a segunda, para queimar os restos vegetais secos.

A seleção de método ou de combinações de métodos depende de análise dos fatores envolvidos em cada caso, de maneira a obter-se um controle das ervas daninhas eficiente e econômico.

O presente trabalho limita-se ao estudo de um cultivador de chana para canais de irrigação e drenagem. Objetiva-se com esse estudo a obtenção de máquina cujas características satisfaçam, de imediato, as necessidades dos agricultores que pretendem utilizar a chana como método exclusivo de controle de ervas daninhas.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um dos primeiros trabalhos, mencionando o emprêgo da chama em canais de irrigação e drenagem, é o de BOYD & CORKINS (1941), citado por CRAFTS et al. (1942). Esses autores recomendam a aplicação da chama, quando as ervas daninhas estão emitindo flôres, salientando ainda que a intensidade de aplicação deve ser suficiente para causar a morte das plantas num espaço de tempo de 24 horas após o tratamento.

Segundo CRAFTS et al. (1942), a morte das ervas daninhas pode ser obtida através de exposição prolongada a uma temperatura de 45-55 °C ou, num espaço de tempo mais reduzido,

utilizando-se temperaturas mais elevadas. Esses autores recomendam uma aplicação da chama destinada a murchar as ervas daninhas verdes seguida de outra, 10 a 12 dias depois, queimando o material sêco e as espécies mais resistentes. Referindo-se a cultivadores de chama, os autores descrevem um tipo composto de quatro queimadores, montados num barco, dois em cada lado. O barco é tracionado ao longo do canal com os queimadores orientados de forma que a chama atue sôbre os taludes. Os queimadores consomem óleo diesel ou querosene, à razão de 5,7 l/h cada um. Outro modelo emprega a chama produzida por combustão de óleo diesel, liberado sob pressão de 6,3-7,7 kgf/cm², através de bicos pulverizadores de jato em leque. Embora a combustão não seja completa, o óleo não queimado, espalhado sôbre as ervas daninhas, auxilia a queima numa segunda aplicação. Em modelos menores, operados manualmente, o combustível é mantido a pressão de 2,1-3,5 kgf/cm² e vaporizado numa espira aquecida pela própria chama.

BARR (1944) descreve um cultivador de chama constituído por um motor de 3 Cv., uma ventoinha, uma bomba de combustível, um tanque e um queimador, montados sôbre uma mesa giratória, numa carreta de duas rodas. Com esta montagem é possível colocar o queimador à esquerda, direita e atrás da carreta, atingindo ervas más no fundo de grandes canais. Em canais infestados por ervas sêcas ou meio sêcas ou ervas verdes em crescimento

uma aplicação na velocidade de 2,4- 2,6 km/h, é o suficiente para destruir ervas daninhas com ate 61 cm de altura. A segunda aplicação, realizada uma semana depois, destruiu completamente a matéria sêca e novas plantas verdes com 10- 15 cm. de altura.

BAGETTE (1946) , menciona a utilização de cultivadores de chama em diversas culturas, ressaltando as vantagens do uso de butano e propano como combustível. Entre elas, ressalta o fato dos combustíveis gasosos não exigirem atomização com ar comprimido, como é o caso dos queimadores que utilizam que-ro-sene e óleo diesel.

WILLIAMSON et al. (1956) , BINGHAM et al. (1958) , e COLWICK et al. (1960) , descrevem um cultivador de chama utilizado em diversas culturas, composto por um tanque de combustível pressurizado, provido de válvulas, manômetros e registros de contrôle, em comunicação com os queimadores através de con-dutos de borracha. Emprega como combustível gás liquefeito - de petróleo, vaporizado por dispositivo aquecido pela água do radiador do motor do trator.

KLINGMAN (1961) cita o emprêgo, em canais de irriga-ção e drenagem, de grandes caminhões equipados com cultivado-res de chama. Êsses são providos de barras com 9 m de com-primento, cuja extremidade possui bicos pulverizadores de óleo diesel, manejados por um operador. Segundo o autor, a chama

é aplicada inicialmente para causar a morte e secagem das ervas más. Após alguns dias, um repasse completa a queima das mesmas. Também pode ser empregado para queimar a vegetação sêca dos canais, que foram previamente ceifadas ou tratadas com produtos químicos.

ROBBINS & CRAFTS (1962) mencionam o emprêgo de cultivadores de chama em canais, transportados por caminhões ou tratores. Os autores recomendam uma primeira aplicação nas ervas daninhas ainda verdes, provocando sua murcha e, a seguir, uma segunda aplicação destinada a queimar os restos vegetais secos.

HANSEN et al. (1966) descreve um protótipo de uso geral que emprega gás liquefeito de petróleo. Esta máquina é montada no engate de três pontos do trator e apresenta um sistema elétrico para ignição do queimador.

Da literatura sôbre cultivadores de chama, observa-se que os autores limitam-se em mencionar, de uma forma geral, os fatores a serem considerados no tratamento. Entre êstes destacam-se: temperatura letal e estágio de desenvolvimento das ervas más, velocidade, número e época de aplicação da chama. Quanto ao equipamento utilizado, suas diferenças se fundamentam no combustível, sistema de vaporização e meio de locomoção.

Nenhum trabalho nos foi dado a conhecer sôbre projeto de queimadores específicos para emprêgo em taludes de canais de irrigação e drenagem. Da mesma maneira, a literatura é omissa no que se refere a estudos comparativos tanto entre diferentes tipos de cultivadores de chama, como entre êstes e outros meios de contrôle.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O material empregado, no desenvolvimento d'êste trabalho, inclui o cultivador de chama e os canais infestados de ervas daninhas. Com relação ao cultivador, serão descritos seus componentes e o seu funcionamento. Os canais serão caracterizados através da geometria e dimensões de sua secção transversal, incluindo-se as ervas daninhas infestantes. Finalmente, serão apresentados os métodos e os equipamentos complementares utilizados.

3.1 - CULTIVADOR DE CHAMA

O cultivador de chama, construído segundo a planta

mostrada na figura 1, apresenta os seguintes componentes básicos:

- tanque de combustível;
- condutos de ar e combustível;
- ventoinha;
- órgãos de transmissão de movimento;
- estrutura da máquina;
- suporte do queimador;
- queimador.

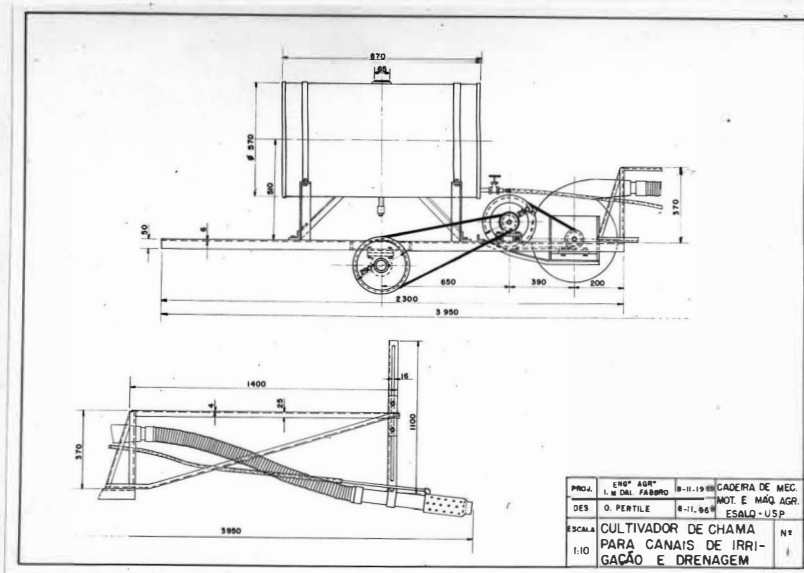


Figura 1. Planta do cultivador de chama para canais de irrigação e drenagem.

Utilizou-se, como tanque de combustível, um tambor convencional de 200 litros, construído de chapa de 2 mm de espessu

ra, disposto horizontalmente e provido de abertura superior para abastecimento, com 65 mm de diâmetro. Lateralmente foi acoplado um registro de gaveta, com 12 mm de diâmetro interno, para regulagem do fluxo de combustível ao queimador, mostrado na figura 2 e indicado pelo número 7 .

O conduto de combustível é um tubo plástico flexível , de 12 mm de diâmetro e 1.500 mm de comprimento, com uma extremidade acoplada ao registro do tanque e outra à entrada de combustível do queimador. O conduto é constituído por um mangote de borracha com 66 mm de diâmetro e 1150 mm de comprimento . Uma de suas extremidades está acoplada à saída de ar da ventoinha e outra à entrada de ar do queimador.

A ventoinha, mostrada na figura 2 e indicada pelo número 5 , é fundida em duralumínio. Seu rotor possui 6 palhetas radiais, de 160 mm de comprimento por 600 mm de largura. A carcaça, também de duralumínio, apresenta abertura de entrada de ar com 140 mm de diâmetro e saída com 70 mm de diâmetro interno.

O movimento da tomada-de-potência do trator à ventoinha é transmitida segundo uma relação de transmissão 1:7 . Para isso utilizou-se sistema de transmissão constituído por trem de 4 polias, tipo A , de dois canais, um par de polias A-60 e outro A-51 . Dos cálculos dessa transmissão resultam as dimensões mostradas na planta da figura 1 e a disposição geral indicada pelos números 1 a 4 , na figura 2 .

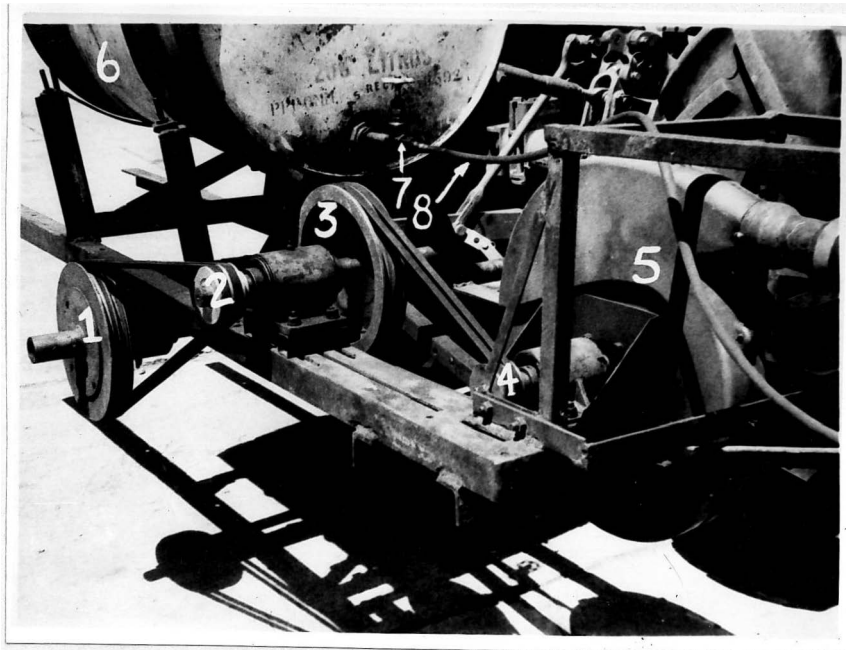


Figura 2 - Detalhe do cultivador de chama, mostrando o sistema de transmissão (1 , 2 , 3 e 4), a ventoinha (5), o tanque de combustível (6), o registro de gaveta (7) e o conduto de combustível (8) .

A estrutura da máquina é constituída por um quadro de ferro cantoneira de abas iguais, de 50 x 6 mm , de 2300 mm de comprimento e 490 mm de largura, provido de mastro e cavilhas para o acoplamento no sistema de engate de três pontos do tractor. As dimensões desse engate são as recomendadas pela norma ASAE-Categoria II , fornecidas pelo Agricultural Engineering Yearbook (1964) .

O suporte do queimador é acoplado à estrutura da máquina e tem por finalidade dar sustentação e possibilitar a re-

gulagem da altura e inclinação do queimador. A disposição geral de suas partes constituintes é mostrada na figura 3 .

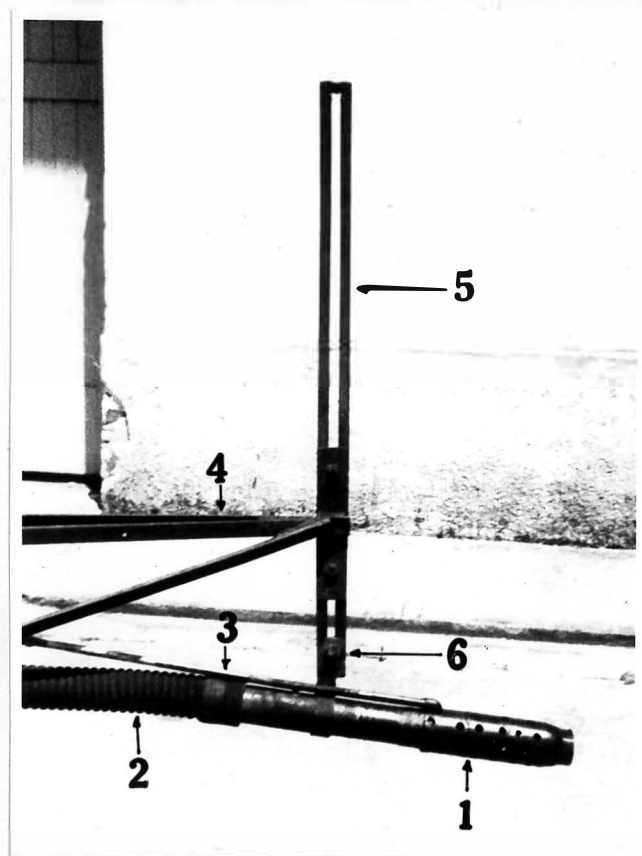


Figura 3 - Detalhe do queimador- (1) queimador ; (2) mangote de ar ; (3) conduto de combustível ; (4) barra de sustentação ; (5) regulador de altura e (6) regulador de inclinação.

O queimador é constituído de tubos de ferro forjado , possuindo entrada de ar sob pressão, proveniente da ventoinha , e uma entrada de combustível, proveniente do tanque, por gravidade. Foi construído segundo mostra o corte longitudinal apresentado pela figura 4 .

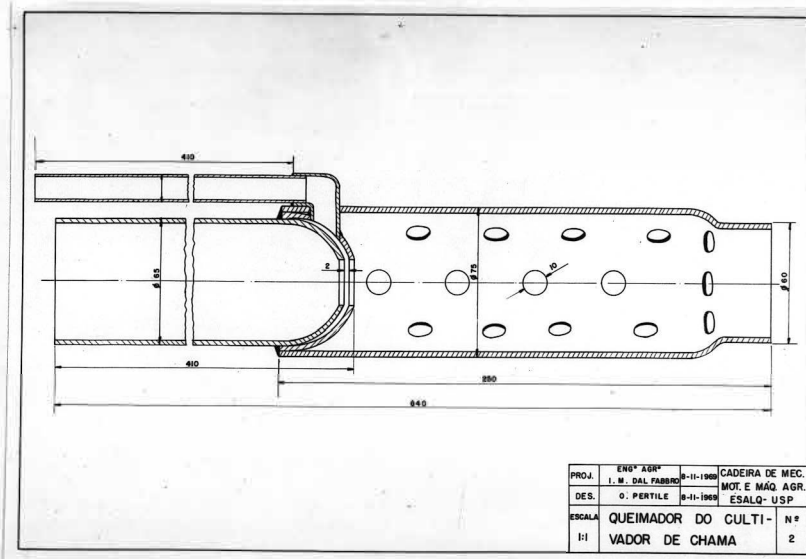


Figura 4 - Corte longitudinal do queimador

A máquina, após acoplada ao sistema de engate de três pontos e à tomada-de-fôrça do trator, está em condições de ser utilizada. Abrindo-se o registro de gaveta, o combustível escoia por gravidade ao queimador, onde é atomizado numa fenda anelar pela corrente de ar proveniente da ventoinha. A mistura ar + combustível, inflamando-se na câmara de combustão, lança ao exterior uma chama cujas características dependem do combustível utilizado e da abertura do registro de gaveta. Um aspecto da máquina em funcionamento é mostrado na figura 5.



Figura 5 - Cultivador de chama em funcionamento

3.2 - CANAIS DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM

No presente trabalho, foram utilizados canais de irrigação e drenagem do Campo de Pesquisa do Serviço do Vale do Paraíba, em Pindamonhangaba (SP), para os ensaios preliminares, e no Nucleo Colonial de Guatapar (SP), para os ensaios definitivos. Esses canais apresentavam declividade de 1^o/100 e inclinao do talude de 1:1,4. As demais dimensões da seção transversal dos canais utilizados estão apresentados na figura 6.

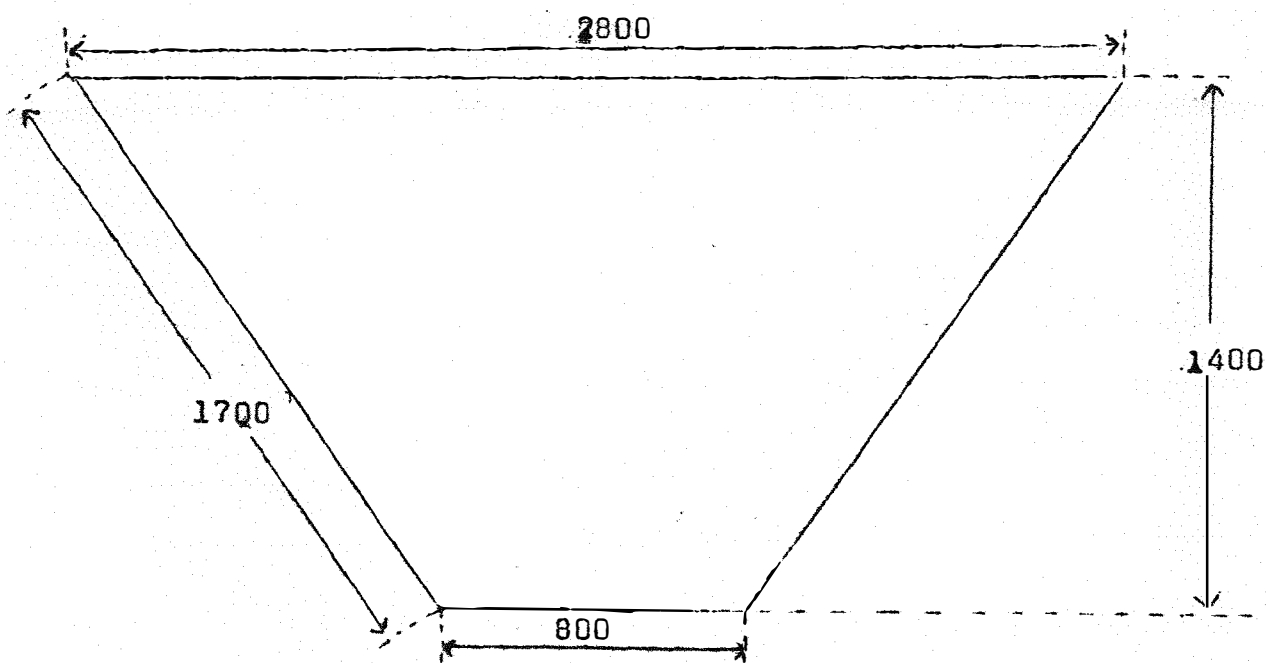


Figura 6 - Dimensões da secção transversal dos canais utilizados.

Os canais apresentavam-se infestados por capim-angola (Panicum purpurascens, Raddi), sendo insignificante a ocorrência de outras espécies. A figura 7 mostra o aspecto da infestação por capim-angola na época da realização dos ensaios de campo.



Figura 7 - Aspecto de um canal de irrigação infestado por capim-angola (outubro de 1969) .

3.3 - MÉTODOS DE ENSAIOS

3.3.1 - ENSAIO DO QUEIMADOR

Para levantamento das características consideradas importantes do queimador, foram executados os seguintes ensaios :

- . determinação das velocidades, de entrada e saída, do fluxo de ar do queimador;
- . determinação da temperatura da chama produzida.

3.3.2 - ENSAIOS DE CAMPO

Após a construção do cultivador de chama, foram realizados ensaios preliminares com a máquina no Campo de Pesquisa do Serviço do Vale do Paraíba, nos meses de julho e agosto de 1969. Nessa ocasião, as ervas daninhas se encontravam parcialmente secas, resultando em queima total da vegetação. Isso comprovou as indicações da literatura, recomendando uma primeira aplicação do cultivador de chama com ervas daninhas em desenvolvimento e uma segunda aplicação com a finalidade de queimar a vegetação seca.

Com base na experiência adquirida nos ensaios preliminares, verificou-se que o desempenho funcional do cultivador apenas poderia ser estudado em ervas daninhas totalmente verdes. Para isso estabeleceu-se como variáveis a serem consideradas :

- . estágio de desenvolvimento das ervas infestantes;
- . número de aplicações da chama.

Os ensaios envolveram três estágios de desenvolvimento das ervas daninhas nos canais. O primeiro proporcionava uma cobertura vegetal sobre os taludes, com aproximadamente 30 cm de altura média, e o segundo estágio de desenvolvimento proporcionava uma cobertura com aproximadamente 50 cm de altura. O terceiro estágio de desenvolvimento se refere a uma cobertura vegetal plena, onde as ervas daninhas cobriam inteiramente a seção transversal do canal. Será mencionado A_1 , A_2 e A_3 , referin-

do-se a uma, duas e três aplicações da chama, respectivamente. Essas aplicações foram realizadas com o queimador regulado a 35 cm do solo, de maneira que a chama atingisse toda a largura do talude. Empregou-se apenas um dos taludes, utilizando-se em cada tratamento, um trecho de canal com 100 m de extensão. As aplicações sucessivas da chama (A_1 , A_2 e A_3) foram realizadas para cada um dos estágios de desenvolvimento (V_1 , V_2 e V_3), num total de três repetições. Foi empregado um trator "Massey-Ferguson", modelo MF-65, com aceleração do motor mantida constante, ao nível de 1200 rpm e caixa de mudanças de marcha em primeira reduzida, resultando velocidade de deslocamento de 2,3 km/h, para todos os tratamentos. A figura 8 ilustra o cultivador de chama em trabalho num canal de irrigação, do Núcleo Colonial de Guatapar, Município de Ribeirão Preto (SP).



Figura 8 - Aplicao da chama num canal de irrigao do Núcleo Colonial de Guatapar.

Para amostragem das ervas daninhas, em cada trecho de 100 m , foram colhidas dez amostras ao acaso, após o tratamento com chama. Cada uma dessas amostras compreende a quantidade de ervas daninhas retiradas manualmente, em um metro de extensão de talude tratado. O planejamento estatístico envolve um esquema fatorial de 3 x 3 com três repetições. A análise dos resultados obtidos, conduzida de acordo com os métodos recomendados por PIMENTEL GOMES (1966) , inclui, além das análises de variância, comparação de médias dos tratamentos através do teste de Tuckey.

3.4 - EQUIPAMENTOS COMPLEMENTARES

Durante os ensaios utilizaram, além do cultivador de chama e trator, os seguintes equipamentos:

- . um tacômetro marca Jaquet , com limites de 0 a 50.000 rpm ,
- . um termômetro com termo-elemento de Rodium-Platina ,
- . uma balança marca Toledo (USA) , com capacidade de 5 kgf e subdivisão da escala de 0,001 kgf .

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho abrangem os provenientes do levantamento das características do queimador e dos ensaios de campo realizados em canais de irrigação, conforme descrito em 3.3 .

4.1 - CARACTERÍSTICAS DO QUEIMADOR

As características do queimador, para as condições em que a máquina foi utilizada nos ensaios de campo, constam da tabela 1 .

Tabela 1 - Características operacionais do queimador

Rotação da ventoinha	3.8000 rpm
Velocidade do ar na extremidade do mangote	180 km/h
Velocidade do ar na saída do queimador	135 km/h
Combustíveis	
Tipo	óleo diesel
Consumo médio	56 litros/h

As dimensões da chama e os pontos onde foram tomadas as temperaturas, são mostrados na figura 9 .

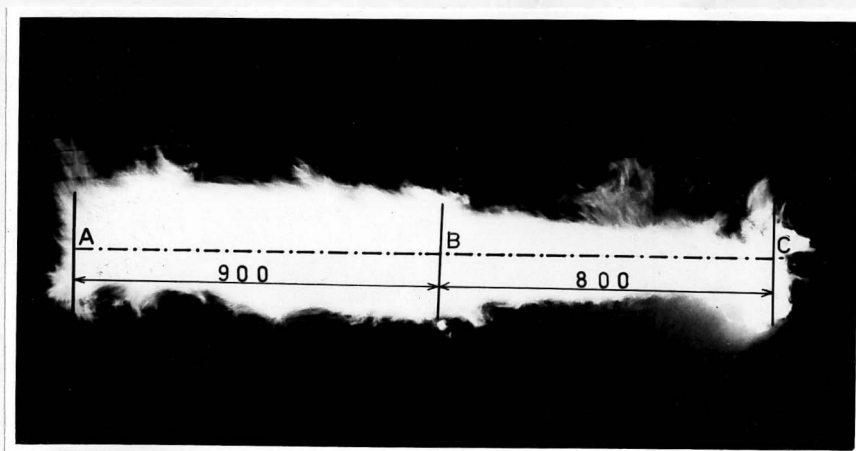


Figura 9 - Dimensões e temperatura da chama.

$$A = 420^{\circ}\text{C} ,$$

$$B = 760^{\circ}\text{C} e$$

$$C = 930^{\circ}\text{C} .$$

4.2 - ENSAIOS EM CANAIS DE IRRIGAÇÃO

Os resultados obtidos nos ensaios de campo, conforme descrito em 3.3.2, referem-se à vegetação remanescente e são mostrados na Tabela 2. Cada um desses dados representa a soma das dez amostras coletadas em cada trecho de 100 m de talude do canal.

Tabela 2 - Vegetação remanescente após o tratamento com chama, em kg.

Ensaio	Vegetação remanescente			
	1ª Repetição	2ª Repetição	3ª Repetição	Total
V ₁ A ₁	7,403	7,625	9,459	24,478
V ₁ A ₂	6,085	6,350	8,285	20,720
V ₁ A ₃	3,400	4,210	3,900	11,510
V ₂ A ₁	11,505	9,825	8,215	29,545
V ₂ A ₂	7,625	7,220	6,375	21,220
V ₂ A ₃	3,395	4,755	4,850	13,000
V ₃ A ₁	24,185	20,325	22,450	66,960
V ₃ A ₂	19,485	17,623	18,210	55,318
V ₃ A ₃	8,565	7,437	8,250	24,252

Através dos resultados obtidos, de conformidade com a Tabela 2, foi feita a análise de variância, chegando-se ao resultado que se segue:

Causa de Variação	G. L.	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
Aplicações (A)	2	301,1334	150,5667	116,5197 **
Vegetações (V)	2	554,3644	277,1822	214,5041 **
A x V	4	99,1256	24,7814	19,1777 **
Resíduo	18	23,2592	1,2922	
Total	26	977,8826		

Observação: A significância, ao nível de 1% de probabilidade, para o teste F é indicada por dois asteriscos.

Em decorrência do efeito significativo para a interação A x V, foi feito um desdobramento dos graus de liberdade, conforme o seguinte esquema:

Causa de Variação	G. L.	Soma dos Quadrados	Quadrado Médio	F
A d. V ₁	2	29,6795	14,8398	11,4841 **
A d. V ₂	2	45,6234	22,8117	17,6534 **
A d. V ₃	2	324,9561	162,4782	125,7377 **
V d. A ₁	2	358,9201	179,4602	138,8796 **
V d. A ₂	2	262,2161	131,1081	101,4621 **
V d. A ₃	2	32,3540	40,1770	12,5190 **
Resíduo	18	23,2590	1,2922	

Observação: A significância, ao nível de 1% de probabilidade, para o teste F é indicada por dois asteriscos.

As médias para as interações são:

A_1	d.	$V_1 = 8,1593$	A_2	d.	$V_1 = 6,9067$
A_1	d.	$V_2 = 9,8483$	A_2	d.	$V_2 = 7,0733$
A_1	d.	$V_3 = 22,3200$	A_2	d.	$V_3 = 18,4393$
		A_3	d.	$V_1 = 3,8367$	
		A_3	d.	$V_2 = 4,3333$	
		A_3	d.	$V_3 = 8,0840$	

A diferença mínima significativa (d.m.s.), calculada pelo teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade, tem o seguinte valor:

$$\text{d.m.s.} = 2,3692$$

A análise estatística dos dados obtidos nos ensaios de campo, evidencia que, entre as quantidades de vegetação remanescentes do estágio V_1 e do estágio V_2 não existe diferença significativa para qualquer uma das aplicações realizadas (A_1 , A_2 e A_3). Disto se conclui que o capim-angola, em qualquer desses estágios de desenvolvimento, reage da mesma forma ao tratamento com chama. As aplicações realizadas no estágio V_3 , proporcionam quantidades de vegetação remanescentes, significativamente maiores que as dos demais estágios (V_1 e V_2).

Com relação ao número de aplicações, observa-se que a substituição de uma aplicação (A_1) por duas (A_2), proporciona uma redução não significativa de 15% na vegetação remanes-

cente no estágio V_1 . Esta mesma substituição provocou uma redução de 28,2 % na vegetação remanescente do estágio V_2 e de 17,4 % para V_3 , ambas significativas. Em se tratando da substituição de duas aplicações (A_2), por três (A_3), as reduções na vegetação remanescente foram significativas para todos os estágios de vegetação.

Considerando-se os números de aplicações e quantidade relativa de material remanescente, em cada estágio de desenvolvimento, o seguinte quadro é obtido:

Variação do número de aplicações	Estágios de vegetação	Redução percentual na quantidade de material remanescente
$A_1 - A_2$	V_1	15,3 %
	V_2	28,2 %
	V_3	17,4 %
$A_2 - A_3$	V_1	44,5 %
	V_2	38,7 %
	V_3	56,2 %

Como se pode observar, em termos gerais, a eficácia da máquina aumenta com número de aplicações. O gráfico da figura 10 ilustra a redução percentual na quantidade de material remanescente nos diversos estágios de vegetação, quando se substitui uma aplicação por duas aplicações e duas aplicações por três aplicações.

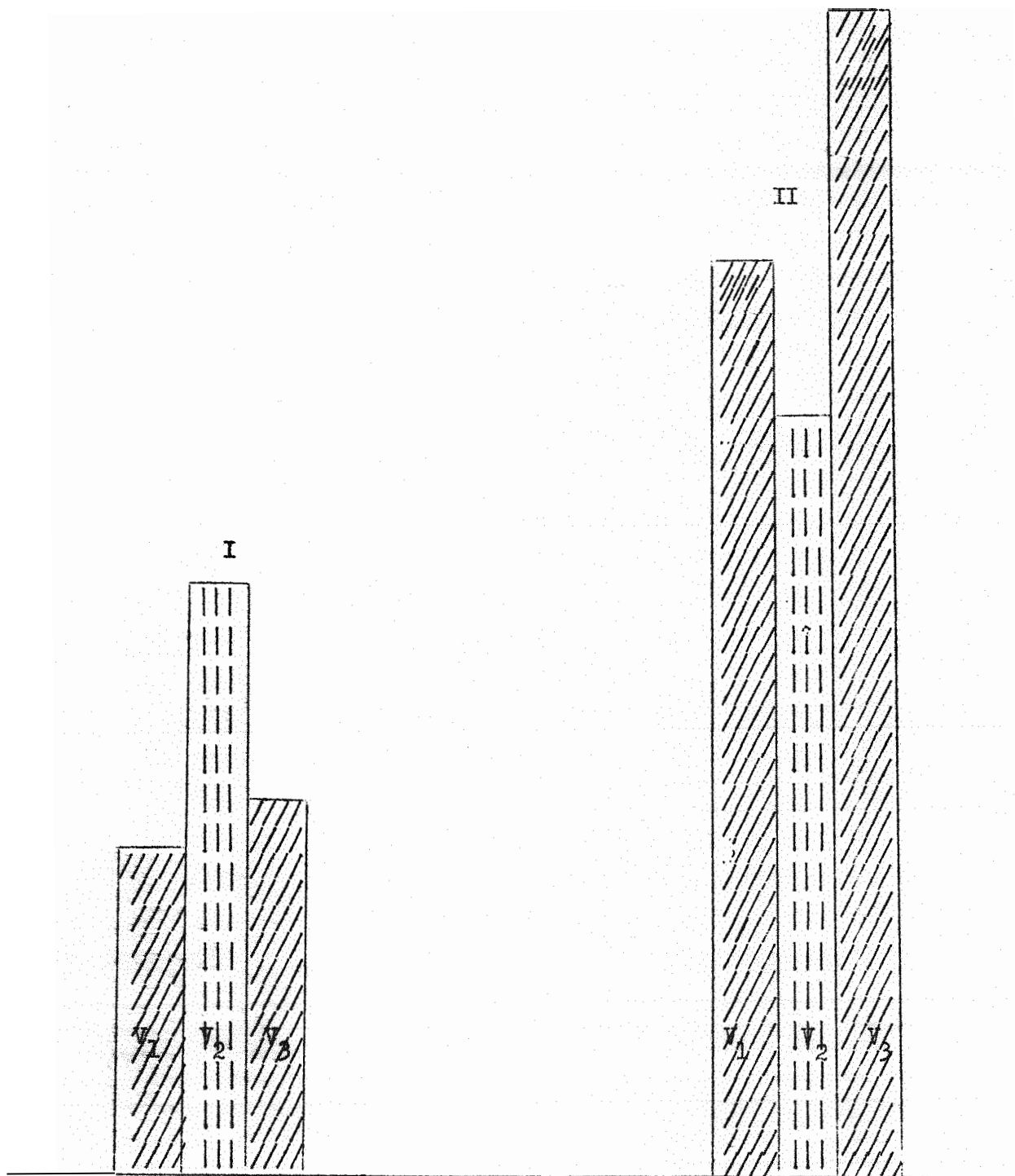


Figura 10 - Redução percentual na quantidade de material remanescente nos diversos estágios de vegetação, provocadas pela substituição de uma aplicação por duas (I) e duas aplicações por três (III) .

5 - CONCLUSÕES

Da análise e discussão dos resultados obtidos nos ensaios da máquina em estudo, conclui-se:

- 5.1 - O desempenho do cultivador de chama varia com o número de aplicações e com o estágio de desenvolvimento da erva daninha tratada. Desta forma, para um mesmo estágio de desenvolvimento, a redução da vegetação remanescente aumenta com o número de aplicações da chama.
- 5.2 - As reduções nas quantidades de vegetação remanescente provocadas pela aplicação da chama, são significativas nos seguintes casos:

- entre duas e três aplicações, realizadas em ervas daninhas no estágio V_1 .
- entre uma e duas aplicações realizadas nos estágios V_2 e V_3 .
- entre duas e três aplicações realizadas nos estágios V_2 e V_3 .

5.3 - Apenas entre V_2 e V_3 existe uma diferença significativa na redução da vegetação remanescente, para tôdas as aplicações (A_1, A_2, A_3) .

6 - RESUMO

No presente trabalho, estudou-se um cultivador de chama destinado a controlar as ervas daninhas que vegetam nos taludes dos canais de irrigação e drenagem.

O levantamento do problema, objetivando a realização - dêste trabalho, revelou que entre essas ervas daninhas a principal é o capim angola (Panicum purpurascens, Raddi), sendo insignificante a ocorrência de outras espécies.

O cultivador de chama foi construído no Departamento - de Engenharia Rural, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo. Os seguintes itens fo-

ram considerados na caracterização do cultivador: o consumo médio de combustível , a velocidade do ar , as dimensões e temperatura da chama obtida. Os ensaios de campo envolveram a aplicação da chama em ervas daninhas parcialmente secas e ervas daninhas totalmente verdes. No primeiro caso as plantas foram completamente reduzidas a cinza. No segundo caso, empregaram-se ervas daninhas em três diferentes estágios de desenvolvimento (V_1 , V_2 e V_3) , para cada um dos quais realizaram-se os seguintes tratamentos: uma aplicação da chama (A_1) , duas aplicações da chama (A_2) e três aplicações da chama (A_3) .

Os dados obtidos, analisados segundo um esquema fatorial de 3×3 com três repetições, revelaram que:

- . há uma diferença significativa entre duas e tres aplicações realizadas no estágio V_1 ,
- . há uma diferença significativa entre uma e duas e duas e três aplicações realizadas nos estágios V_2 e V_3 ,
- . há uma diferença significativa entre V_2 e V_3 para todos os tratamentos realizados (A_1 , A_2 e A_3) .

7 - SUMMARY

In this paper, a flame cultivator was studied. This flame cultivator was designed to control weeds that grow on the banks of drainage and irrigation ditches.

A survey of the problem, which was made before carrying out this study, showed that the weed that occurs most commonly along these ditches is "capim-angola" (Panicum purpurascens, Raddi) . The occurrence of other weeds is not significant.

The flame cultivator was constructed in the Department of Agricultural Engineering of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" of the University of São Paulo. The following items were considered in the design of the cultivator: average

fuel consumption, air speed, dimensions and temperature of flame obtained. The field experiments involved the applications of the flame on partially dry weeds and totally green weeds. In the first case, the plants turned completely to ashes. In the second case, weeds in three different stages of development (V_1 , V_2 , and V_3) were utilized. For each of these, the following treatments were made: one application of flame cultivator (A_1), two applications (A_2) and three applications (A_3). The data obtained were analysed according to a factorial scheme of 3 by 3 with 3 repetitions, and showed that:

- . there is a significant difference between one and three applications carried out in stage V_1 of development,
- . there is a significant difference between one and two, and two and three applications carried out in stages V_2 and V_3 of development,
- . there is a significant difference between V_2 and V_3 for all treatments carried out (A_1 , A_2 , and A_3).

8 - BIBLIOGRAFIA CITADA

- ASAE Recommendation (1964). Three-Point Free-Link Attachment for Hitching Implement to Agricultural Wheel Tractors. 215-216 . Agricultural Engineering Yearbook. American Society of Agricultural Engineers , USA . 412 pp.
- BAGETTE, T. L. (1946). Flame Cultivation and Other Mechanization of Cotton in the Yazoo-Mississippi Delta. The Journal of the American Society of Agricultural Engineers. 27 (9): 411-412 .
- BARR, H. T. (1944). Controlling Weeds by Flame. The Journal of the American Society of Agricultural Engineers. 25 (8): 291-292 .

- BINGHAN, S. W. et al. (1958). Weed Control Recommendations. Mississippi State College Agr. Expt. Sta. Bul. 556 . 35 pp.
- COLWICK, R. F. et al. (1960). Weed Control Equipment and Methods for Mechanized Cotton Production. Southern Cooperative Series , Bul. 71. 48 pp.
- CRAFTS, A. S. et al. (1942). Weed Control. Mc Graw-Hill Book Co. , New York , USA , 543 pp.
- HANSEN, C. M. et al. (1966). Flaming Research. Proceedings of Third Annual Symposium on Thermal Agriculture. 25 . Phoenix , Arizona , USA. 51 pp.
- KLINGMAN, G. C. (1961). Weed Control: as a Science. John Willy & Sons , Inc. Publishers , New York. 421 pp.
- PIMENTEL GOMES, F. (1966). Curso de Estatística Experimental. E. S. A. "Luiz de Queiroz" , Universidade de São Paulo, 404 pp.
- ROBBINS, W. W. & CRAFTS, A. S. (1962). Weed Control. Mc Graw-Hill Book Co. , New York , USA , 660 pp .
- WILLIAMSON, E. B. et al. (1956). Flame Cultivation. Mississippi State College Agr. Expt. Sta. Bul. 545. 11 pp.

A G R A D E C I M E N T O S

Expressamos nossos agradecimentos a:

Prof. Luiz Geraldo Mialhe , assistente doutor do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" , pela orientação do presente trabalho.

Prof. Arthur Aparecido Neves , professor associado do Departamento de Engenharia Rural da E. S. A. "Luiz de Queiroz" pelas sugestões apresentadas.

Prof. Humberto de Campos , professor de disciplina do Departamento de Matemática e Estatística da E. S. A. "Luiz de Queiroz" , pelas sugestões apresentadas na análise estatística.

Prof. Odilon Saad, professor associado do Departamento de Engenharia Rural da E. S. A. "Luiz de Queiroz" , pela colaboração apresentada no desenvolvimento dos ensaios.

Prof. Anivaldo Pedro Cobra, professor de disciplina do Departamento de Engenharia Rural da E. S. A. "Luiz de Queiroz" , pelas orientações no levantamento do problema.

Prof. Duvílio Aldo Ometto e Eng^o-Agr^o Luiz Antonio Balastreira , respectivamente, assistente doutor e instrutor do Departamento de Engenharia Rural da E. S. A. "Luiz de Queiroz", pelas sugestões apresentadas.

Diretoria do Núcleo Colonial de Guatapará , Município de Ribeirão Preto (SP) , pela cessão dos canais de irrigação.

Eng^o-Agr^o Geraldo Guimarães , Chefe do Campo de Pesquisa do Serviço do Vale do Paraíba , Município de Pindamonhangaba (SP) pela cessão de canais de irrigação e pelas sugestões apresentadas.

Funcionários do Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" , pela colaboração no desenvolvimento d'êste trabalho.