

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES
DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA
DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

HAMILTON JORGE DE AZEVEDO

Orientador: Dr. RUBENS SCARDUA

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Irrigação e Drenagem.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro, 1984

Dedico

aos meus pais,

e a minha esposa

AGRADECIMENTOS

Ao professor Dr. Antonio Fernando Lordelo Olitta, pelas facilidades e sugestões.

Ao professor Dr. Rubens Scardua, pela orientação deste trabalho e pelos ensinamentos.

Ao Departamento de Engenharia Rural e o Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ/USP pelas facilidades oferecidas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela ajuda financeira durante o curso.

Ao Engenheiro Florestal Valter João Diehl, pela execução e orientação na análise estatística.

Aos Acadêmicos de Agronomia Edson Eiji Matusuka, Mario Strignini e Thomas Feketi pela colaboração na condução deste trabalho.

A secretária Maria Salete dos Santos pelos serviços de datilografia de parte deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
RESUMO	xi
SUMMARY	xiv
1- INTRODUÇÃO	1
2- REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1- Efeito da irrigação na cultura do feijoeiro	3
2.2- Efeito do estresse hídrico na cultura do feijoeiro	10
2.3- Solicitação hídrica da cultura do feijoeiro	13
2.4- Efeito da umidade e da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro	15
3- MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1- Localização e descrição da área	20
3.2- Solo	21
3.3- Sistema de aplicação de água	23
3.4- Delineamento experimental	25
3.5- Variedades e práticas culturais	25
3.6- Irrigação e controle	28
3.7- Balanço hídrico	28
3.8- Produção e componentes de produção	33
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1- Manejo da água	36
4.2- Evapotranspiração do feijoeiro	41
4.3- Produtividade de grãos	47

	Pág.
4.4- Peso de grãos por vagem	52
4.5- Peso de 1000 sementes	56
4.6- Número de vagens por planta	60
4.7- Número de grãos por planta	63
4.8- Número de grãos por vagem	66
5- CONCLUSÕES	70
6- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	72
APÊNDICE	84

LISTA DE TABELAS

TABELA		Pág.
1	Granulometria, Classe textural e massa específica aparente	21
2	Análise química do solo	21
3	Resultados do balanço hídrico do solo para um volume compreendido entre 0-60 cm de profundidade no tratamento N_4A_2	42
4	Resultados do balanço hídrico do solo para um volume compreendido entre 0-60 cm de profundidade no tratamento N_2A_4	43
5	Produtividade média do feijão (kg/ha) em função das diferentes lâminas totais de água e das doses de nitrogênio	48
6	Resumo da análise de variância da produtividade de feijão em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio	51
7	Peso médio de grãos por vagem, em g, obtidos em função das lâminas totais de água e das doses de	

TABELA

Pág.

	nitrogênio	52
8	Resumo da análise de variância do peso de grãos por vagem, com desdobramento das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio	53
9	Peso médio de 1000 sementes, em g, obtidos em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio	56
10	Resumo da análise de variância do peso de mil sementes, com desdobramento das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio	57
11	Número médio de vagens por planta, obtidas em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio	60
12	Resumo da análise de variância do número de vagens por planta, em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio	61
13	Número médio de grãos por planta para as lâminas totais de água e doses de nitrogênio	63

TABELA

Pág.

14	Resumo da análise de variância do número de grãos por planta; em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio	64
15	Número médio de grãos por vagem, obtidos em função das lâminas totais de água e dos níveis de irrigação	66
16	Resumo da análise de variância do número de grãos por vagem, com desdobramento das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio	67

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Curva de retenção de água no solo a profundidade de 15 cm	22
2	Distribuição de água em função da distância da linha dos aspersores	24
3	Diagrama esquemático do ensaio	26
4	Lâminas d'água dos cinco tratamentos irrigados e precipitações pluviométricas durante o ciclo da cultura	37
5	Lâminas totais de água aplicadas durante o ciclo da cultura	39
6	Variação média do potencial matricial da água do solo a 15 cm de profundidade, precipitação pluviométrica e irrigação da parcela controle (N_2A_4)	40
7	Evapotranspiração acumulada em função dos dias após o plantio do feijão	45

FIGURA	Pág.
8	Intensidade de evapotranspiração dos cinco períodos estudados para os subtratamentos N_2A_4 e N_4A_2 46
9	Curva de produtividade de feijão em kg/ha em função das lâminas d'água 49
10	Curva de produtividade de feijão em kg/ha em função dos níveis de nitrogênio 50
11	Peso de grãos por vagem em função das lâminas totais de água dentro de cada dose de nitrogênio. 54
12	Curva do peso de 1000 sementes em função das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio N_1 , N_2 , N_3 e N_4 58
13	Número de vagens por planta, obtidas em função das doses de nitrogênio 62
14	Número de grãos por planta, obtidas em função das lâminas de água 65
15	Número de grãos por vagem, obtidas em função das lâminas de água 68

EFEITO DE DIFERENTES LÂMINAS DE ÁGUA E DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CULTURA DO FEIJOEIRO (*Phaseolus vulgaris* L.)

Candidato: Hamilton Jorge de Azevedo

Orientador: Dr. Rubens Scardua

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi verificar o efeito de diferentes lâminas d'água a vários níveis de adubação nitrogenada sobre a produtividade e componentes de produção da cultura do feijoeiro. Para isso foi conduzido um ensaio no campo experimental do Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", próximo ao posto meteorológico, durante o período de setembro a dezembro de 1979.

O delineamento experimental do ensaio foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, constando de seis tratamentos, quatro subtratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram as lâminas totais de água de 320 (A_0), 342 (A_1), 364 (A_2), 392 (A_3), 417 (A_4) e 431 mm (A_5) e os subtratamentos as doses de adubação nitrogenada de 0 (N_1), 30 (N_2), 60 (N_3) e 90 kg/ha (N_4).

As irrigações foram uniformes até o trigésimo dia e a partir daí, a aplicação de água foi feita com asperso-

res dispostos segundo o "sistema de aspersão em linha", continuando assim até o final do ciclo da cultura. As irrigações eram controladas através da parcela N_2A_4 , onde se irrigava quando o potencial matricial da água do solo atingia $-0,05$ mpa, retornando o mesmo a $-0,01$ mpa. Para definir o momento de irrigação usou-se tensiômetros a 15 cm de profundidade.

A fim de se determinar o consumo de água da cultura do feijoeiro, foi realizado o balanço hídrico em dois subtratamentos, N_2A_4 e N_4A_2 durante 60 dias de ciclo. Para isso foi usado a equação hidrológica, obtendo-se uma intensidade de evapotranspiração média de 3,17 e 3,84 mm/dia, nos subtratamentos N_4A_2 e N_2A_4 respectivamente.

Pela análise dos resultados, concluiu-se que a irrigação possibilitou aumento de produtividade em relação ao tratamento não irrigado, e que a distribuição dos dados seguiu a relação quadrática, apresentando uma produtividade máxima de feijão de 905 kg/ha para uma lâmina d'água de 394 mm.

O peso de grãos por vagem foi influenciado pelo déficit hídrico ocorrido durante a floração e formação de vagens apresentando efeito significativo na interação lâmina d'água x doses de nitrogênio.

O número de vagens por planta foi influenciado pelas doses de nitrogênio apresentando os dados uma relação quadrática. O número de grãos por planta apresentou efeito significativo em relação as lâminas de água, apresentando os re-

sultados uma relação quadrática.

EFFECT OF DIFFERENT WATER REGIMES AND DOSAGES OF NITROGEN FERTILIZATION ON BEAN (*Phaseolus vulgaris* L.) CROPS.

Candidate: Hamilton Jorge de Azevedo

Adviser: Dr. Rubens Scardua

SUMMARY

The objective of this research was to study the effect of different water heights at several levels of nitrogen fertilization on the productivity and production components of bean crops. For this, a trial was conducted in the Department of Agriculture and Horticulture of the Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", in the vicinity of the meteorological station, during the period September to December, 1979.

The trial was laid out in randomized block design, with split plots, consisting of six treatments, four sub-treatments, and four replications. The treatments were the total water heights of 320 (A_0), 342 (A_1), 364 (A_2), 392 (A_3), 417 (A_4), and 431 mm (A_5), and the sub-treatments were the dosages of nitrogen fertilization of 0 (N_1), 30 (N_2), 60 (N_3), and 90 (N_4) kg/ha.

Irrigations were uniform up to the thirtieth day and from then on to the end of the crop cycle, water was applied by sprinklers, using the "line source sprinkler system". Irri-

gations were controlled through the N_2A_4 plot, which was irrigated when the soil water matrix potential reached - 0,05 mpa, until it returned to - 0,01 mpa. Irrigation time was defined u sing tensiometers at 15 cm depth.

In order to determine the bean crop's water consumption, a water balance was carried out in two sub-treatments: N_2A_4 and N_4A_2 , during 60 days of cycle. For this, the hidrological equation was used, and average evapotranspiration intensities of 3,17 and 3,84 mm/day were obtained in sub-treatments N_4A_2 and N_2A_4 , respectively.

Analysis of the results led to the conclusion that irrigation brought about increased productivity as compared to the non-irrigated treatment, and that the distribution of the data followed the quadratic relationship, presenting a maximum bean productivity of 905 kg/ha for a water height of 394 mm.

The weight of grains per pod was influenced by the water deficit which occurred during the flowering and pod formation period, and the interaction water height x nitrogen dosages showed a significant effect.

The number of pod per plant was influenced by nitrogen dosages, and the data showed a quadratic relationship. The number of grains per plant presented a significant effect as related to water heights, and the results presented a qua-

dratic ralationship.

1- INTRODUÇÃO

Segundo estimativas da FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (1977, 1978, 1979, 1980 e 1982) a produção anual média nacional de feijão do período de 1973 a 1980 foi em torno de 2154000 t. Levando-se em conta que a área colhida nesse mesmo período não variou muito e que a produtividade nacional é bastante baixa (\approx 500 kg/ha), em relação a outros países como Estados Unidos da América, Turquia e Japão, com 1486, 1471 e 1420 kg/ha respectivamente, Vieira (1978), conclui-se que existe ainda um grande potencial de produção a ser conquistado, exigindo da agricultura a aplicação de técnicas mais adequadas, de forma a melhorar os índices de produtividade, contornando as adversidades climáticas e fazendo uso mais racional dos insumos agrícolas.

A produtividade da cultura do feijoeiro é função de vários fatores tais como: sementes selecionadas, clima e aspectos físicos-químicos do solo.

Dentre os fatores climáticos, a precipitação plu

viométrica é uma das principais causas do insucesso na obtenção da alta produtividade de feijão. Em regiões onde a distribuição de chuvas é irregular e/ou estacional, podem ocorrer perdas significativas, principalmente quando a falta, ou excesso de água, se dá na fase mais sensível a este fator. Nesses casos, a irrigação suplementar é uma tecnologia que pode não só diminuir os riscos da obtenção da baixa produtividade de feijão, como propiciar um maior número de safras durante o ano.

Da mesma forma, a fertilidade do solo é outro fator importante na produtividade do feijoeiro. Nos solos de baixa fertilidade ou deficiente em um ou mais nutrientes essenciais, a adubação é uma prática recomendável para a obtenção de colheitas compensadoras. Dentre os nutrientes que influenciam no rendimento do feijoeiro, o nitrogênio é o mais absorvido durante o ciclo da cultura (GALLO e MIYASAKA, 1968), sendo, em muitos casos, necessária a adubação do solo com este elemento, principalmente onde sua disponibilidade é baixa para a planta.

Partindo-se da hipótese de que as plantas absorvem nutrientes através da solução do solo, deve existir uma combinação ótima de adubação nitrogenada e irrigação acima ou abaixo da qual as mesmas diminuem o seu potencial de produtividade. Dessa forma, esse trabalho foi conduzido com o propósito de estudar o efeito de diferentes lâminas d'água a vários níveis de adubação nitrogenada sobre a produção e componentes de produção do feijoeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeito da irrigação na cultura do feijoeiro

O feijoeiro é uma cultura sensível à falta de água, sendo este fator um dos mais importantes para obtenção de altas produtividades. Numerosos estudos com a cultura do feijoeiro irrigado têm sido realizados a fim de otimizar a produtividade dessa leguminosa.

Um estudo conduzido por JAMES (1948), testou quatro níveis de irrigação sobre a qualidade e composição do feijoeiro. O autor observou que, houve um acentuado aumento no tamanho das vagens com o aumento da umidade do solo, e que o tratamento não irrigado apresentava feijões enrugados e geralmente de pobre qualidade. Foi observado também que a porcentagem de nitrogênio orgânico diminuiu com o aumento da umidade do solo, tanto com base em peso fresco como em peso seco.

Num ensaio onde se estudou níveis de irrigação na cultura do feijoeiro, foi observado por NETTLES (1948), que

a irrigação suplementar foi um fator decisivo no aumento de produtividade em dois anos de estudos. No ano em que a precipitação durante o ciclo da cultura foi de 296 mm, e a irrigação de 36 mm, foram assegurados rendimentos de grãos significativamente maiores do que no tratamento não irrigado. No ano em que a precipitação foi menor, 172 mm durante o ciclo da cultura, com a aplicação de 165 mm foram obtidas produtividades altamente significativas, maiores do que em anos chuvosos, e com acréscimos médios de 1100%, em relação ao não irrigado.

Nos estudos com a cultura do feijoeiro irrigado, GABELMAN e WILLIAMS (1960), observaram que a produtividade foi reduzida quando as irrigações foram abaixo das necessidades da cultura no período do plantio ao florescimento. Os autores relataram que isso foi devido à paralização do crescimento das plantas quando iniciou o florescimento, apesar de não haver sinais aparentes de murchamento nas plantas. Observaram também que, para a obtenção da produção máxima, o solo deve ser mantido com a umidade acima de 50% da "água disponível" no período do florescimento. A manutenção da umidade do solo acima de 70% da "água disponível", nas duas semanas que antecedem a colheita, ajuda a manter a alta qualidade e o bom tamanho das vagens, quando a colheita é atrasada mais do que o normal.

BURMAN e BOHMONT (1961) realizaram um estudo sobre o efeito de quatro níveis de irrigação sobre o rendimento na cultura do feijoeiro. As parcelas eram irrigadas quando o potencial matricial da água do solo atingiam - 0,5, - 1,0 ,

- 2,0 e - 4,0 atmosferas. Os autores observaram que no tratamento mais irrigado houve resposta significativa em termos estatísticos sobre o peso de grãos por vagem, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem em relação aos outros tratamentos.

Em seus estudos na cultura do feijoeiro, BLACKWALL (1969) observou que maior acréscimo de produtividade foi obtido com o tratamento que fornecia água às plantas a partir da formação de vagens em diante, em relação aos demais tratamentos com início da irrigação em qualquer fase posterior a essa. O autor demonstrou que a irrigação aumentou o número de flores abertas, o número de vagens, e também o peso das vagens do feijoeiro (Phaseolus multiflorus).

Estudando cinco regimes hídricos na cultura do feijoeiro em lisímetros, MAURER et alii (1969), observou que a produção de feijão é dependente de um adequado regime de água na fase de desenvolvimento de vagens, porém, para a máxima produção é necessário um adequado regime de água na fase de pré florescimento. As plantas que cresceram em condições de irrigação, em que se aplicou água quando o solo apresentava 88% da "água disponível", foram mais altas, mais pesadas e produziram maior número de vagens que as plantas irrigadas quando a umidade do solo alcançou 60%. As plantas irrigadas quando o solo alcançou 32% da "água disponível" foram pequenas e produziram menos do que os demais tratamentos irrigados.

BERNARDO et alii (1970) estudando a cultura do

feijoeiro sob três diferentes lâminas d'água, irrigada toda vez que a água do solo atingisse a tensões de $-0,5$, $-0,65$ e $-0,75$ atmosferas, à 10 cm de profundidade, observaram que a produção diminuiu quando o potencial matricial da água do solo diminuiu respectivamente.

BASCUR e FRITSCH (1975) estudando diferentes formas de plantio e três frequências de irrigação na cultura do feijoeiro, observaram que o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem, não apresentaram diferenças significativas estatística. Já o peso de grãos por planta foi significativamente maior no tratamento de irrigação por sulcos semeados no meio do talude do sulco que as demais formas de plantio, na qual não obtiveram diferenças significativas entre si. O subtratamento cuja irrigação foi feita toda vez que o potencial matricial atingisse $-0,4$ atmosferas, produziu maior peso de grãos por planta e foi estatisticamente diferente do subtratamento cuja irrigação se dava quando o potencial matricial atingisse $-0,75$ atmosferas. O autor também observou que o número de vagens foi afetado pela salinidade.

EL NADI (1975) estudando a aplicação do mesmo volume de água de irrigação na cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L) com diferentes turnos de rega em duas estações, concluiu que a melhor produtividade alcançada (2070 kg/ha), foi quando irrigou uma lâmina total de 60 mm a cada 10 dias.

CAIXETA et alii (1978) estudando o comportamento do feijoeiro sob quatro lâminas de água (100, 200, 300 e

400 mm) e três níveis de fertilizantes (50, 100 e 150% de 20 kg/ha N, 80 kg/ha P_2O_5 e 40 kg/ha de K_2O) observaram efeito significativo apenas nos níveis de água sobre o número de vagens por 10 plantas e na produção de feijão. Não houve resposta à adubação e à interação de água x adubação.

GARRIDO e TEIXEIRA (1978 a e b), estudando o efeito de cinco lâminas de irrigação na cultura do feijoeiro, no sul de Minas Gerais, no "feijão das águas" de 1976 e "feijão das secas", de 1977, observaram que na cultura plantada em 18/08/76 não houve diferença significativa para o stand final de plantas e que houve diferença significativa para rendimento de grãos, no tratamento em que a irrigação era feita quando a umidade do solo atingia 70% da "água disponível", em relação a testemunha. Para a cultura plantada em 16/03/77, observaram os autores que todos os tratamentos irrigados, quando a umidade do solo atingia 40 (T_2), 60 (T_3) e 80 (T_4) % da "água disponível" foram diferentes estatisticamente no rendimento de grãos em relação ao tratamento não irrigado. O déficit de produção na testemunha não irrigada representou 59,3%, quando comparado com o melhor tratamento irrigado (T_4). Foi observado diferença significativa para número de vagens/planta entre a testemunha sem irrigação e o melhor tratamento (T_4).

LIMA et alii (1978) em um campo de observação da cultura do feijoeiro irrigado em Mocaminho (MG), observou que o sistema radicular da cultura atingiu uma profundidade

máxima aos 40 cm de profundidade, e que dos 0 - 20 cm se encontram 75,5% das raízes e o restante dos 20 - 40 cm, sendo alcançada uma produtividade de 1.328,7 kg/ha.

Estudando o efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água 100 (L_1), 200 (L_2), 300 (L_3) e 400 (L_4) mm por ciclo e três níveis de fertilizantes 50 (A_1), 100 (A_2) e 150 (A_3)% das adubações bases de NPK recomendadas, em quatro ensaios, sendo três no sul e um no norte de Minas Gerais, PURCINO et alii (1978a; b, c e d) observaram que para a região do sul de Minas Gerais, nos três ensaios conduzidos, não houve diferença significativa entre produções e stand final de plantas para lâminas de água. Já para os níveis de adubação, houve aumento significativo de produtividade de grãos e número de vagens por planta em dois dos ensaios. Na região norte de Minas Gerais, os autores observaram que as lâminas d'água L_3 e L_4 apresentaram stand final de plantas significativamente diferentes e superiores àquelas apresentadas pelas L_1 e L_2 . A lâmina d'água L_4 apresentou-se significativamente superior em relação a altura de plantas e produtividade dos demais níveis, sendo seguidos pelos tratamentos L_3 , L_2 e L_1 não havendo diferença significativa para os níveis de adubação e interação adubação x água.

Para estudar o potencial de produção do feijoeiro irrigado no norte de Minas Gerais, GARRIDO et alii (1979 b), instalou um ensaio com três níveis de irrigação, reposição da água quando a umidade do solo atingisse 20, 40 e 80% da "água

disponível", e observou que a maior produtividade de grãos foi obtida com o tratamento cuja reposição de água era quando a umidade do solo atingisse 80% de "água disponível".

Usando os dados de vários estudos conduzidos no Centro de Pesquisa dos Trópicos do Semi-Árido em Petrolina (PE), MILLAR e CHOUDHURY (1980), observaram que 80 a 90% do potencial de produção da cultura do feijoeiro são obtidos com um manejo de irrigação, na qual fornece água ao solo quando o mesmo apresentar um potencial matricial de - 1,7 e - 0,75 bar respectivamente.

Estudando o comportamento da cultura do feijoeiro em diferentes regimes de água STANSEL e SMITTLE (1980), observaram que o manejo da água no solo na profundidade de 0-30 cm foi adequado para altas produtividades de grãos, embora a planta tenha extraído água da camada de 30 - 45 cm do perfil do solo. Observaram também, que a produção de vagens foi maior quando a irrigação era feita durante todo o ciclo da cultura.

Estudando o comportamento da cultura do feijoeiro sob três regimes de irrigação, MACK e BONANNO (1981), observaram que no tratamento mais seco e no nível intermediário, irrigados com 63,5 e 116,84 mm durante o ciclo da cultura respectivamente, produziram menos que no tratamento mais irrigado, que recebeu 241,3 mm durante o ciclo. O número de vagens por planta foi muito baixo nos tratamentos seco e intermediário. A produtividade do tratamento mais irrigado foi

de 7 e 6 vezes maior que os tratamentos seco e intermediário respectivamente. O número de vagens por planta foi de 4,6 ; 3,6 e 12 para os tratamentos seco, intermediário e úmido respectivamente.

2.2. Efeito do estresse hídrico na cultura do feijoeiro

A cultura do feijoeiro é muito sensível ao déficit hídrico em determinadas fases de desenvolvimento. Diversos autores (KATTAN e FLEMING 1956, ROBINS e DOMINGOS 1956, DUBETS e MAHALLE 1969, MAURER et alii 1969, HORNER e MOJTEHEDI 1970, RAGGI et alii 1976, MIRANDA e BELMAR 1977, MAGALHÃES e MILLAR 1978, GARRIDO et alii 1979a e STANSEL SMITTLE 1980), estudando o comportamento do feijoeiro submetidos ao déficit hídrico em diferentes fases de desenvolvimento, observaram que durante o florescimento e formação de vagem a falta de água acarreta diminuição na produção de grãos:

ROBINS e DOMINGOS (1956), observaram que o déficit hídrico antes do florescimento reduziu o número de vagens, durante o florescimento reduziu o número de vagens e o número de grãos por vagem, e o déficit durante a maturação reduziu o peso médio do feijão.

SALTER e GOODE (1967), realizando uma ampla revisão bibliográfica sobre os efeitos da umidade do solo em diferentes espécies de feijoeiro (Vicia faba, Phaseolus vulgaris L, Phaseolus multiflorus e Phaseolus lunatus), relataram que em todos os trabalhos pesquisados houve acréscimos de produção

de grãos quando não havia déficit hídrico no período de florescimento.

MAC MASTER et alii (1965) citado por SALTER e GOODE (1967), relataram que plantas de feijoeiro que receberam umidade adequada do plantio até o florescimento, aumentaram suas produções de sementes e que a maturidade das plantas foram alcançadas mais cedo que nos tratamentos mais secos.

DUBETS e MAHALLE (1969), observaram que depois do florescimento foi o pré-florescimento e pós-florescimento que causaram maiores perdas de produção, em ordem decrescente em relação às plantas que não receberam déficit hídrico.

HORNER e MOJTEHEDI (1970), estudando a cultura do feijoeiro irrigado em diferentes níveis de água e fases de desenvolvimento, observaram que as plantas que eram irrigadas quando toda "água disponível" do solo era consumida (capacidade de campo - umidade de solo quando a planta apresentava sintomas de falta d'água) houve reduções de produção de 18 a 26% em relação as máximas produções encontradas.

MAURER et alii (1969), observaram que quando a cultura do feijoeiro recebia um déficit hídrico apenas a partir do florescimento, tiveram o seu rendimento de grãos baixo, ao passo que as plantas que receberam um déficit hídrico antes do florescimento e um adequado regime de água após esse período tiveram uma boa recuperação e maior produtividade de grãos.

MIRANDA e BELMAR (1977) em seus estudos, observaram que o déficit hídrico da cultura do feijoeiro nos perío-

dos de crescimento vegetativo, floração e formação de vagens não afetaram o número de vagens por planta, nem o número de grãos por vagem, afetando entretanto a produção de grãos e o peso de 1000 sementes. Já a frequência de irrigação, aplicação de água quando o solo atingia 30 e 70% da "água disponível", afetou significativamente o número de vagens por planta e o peso de 1000 sementes na safra 1974/75 e a produtividade de feijão nas safras 1974/75 e 1975/76.

MAGALHÃES e MILLAR (1978), estudando a tolerância do feijoeiro à seca em Petrolina (PE), observaram que a produção de grãos diminuiu significativamente com o aumento do número de dias com déficit hídrico a partir de uma semana de início da floração. Quanto às produções de vagens por planta e grãos por vagem, verificou-se diferenças significativas entre os períodos crescentes de déficit de água de 8, 11, 17, 20, 23, 26 e 29 dias. Houve decréscimo de 20% no rendimento de grãos quando a cultura esteve 14 dias sem irrigar. Depois de 17 a 20 dias sem irrigação as reduções nos rendimentos foram de 30 a 52% respectivamente, permanecendo quase constante até o final de 29 dias de déficit.

GARRIDO et alii (1979a) observaram que em relação às plantas sem déficit hídrico, a produção de feijão foi reduzida em 16, 42 e 58% quando receberam déficits hídricos no início de floração, final de floração e no período de formação de vagens respectivamente.

STANSEL e SMITTLE (1980), observaram que a pro

dução de grãos foi proporcional a quantidade de água no solo e que o feijoeiro foi igualmente sensível a falta de água no solo nas fases de desenvolvimento vegetativo, florescimento e pós-florescimento.

Realizando um estudo climático, com finalidade de se determinar as melhores épocas de plantio na Venezuela para o feijoeiro, BENAVIDES (1969) efetuou um balanço hídrico segundo Thornthwaite, considerando como limites de deficiência e excesso de água os valores 100 e 70 mm respectivamente. O autor relatou, baseado nas suas observações, que se obtem bons rendimentos de grãos com precipitação bem distribuída de 200 a 350 mm durante o ciclo do feijoeiro e que os veranicos mais prejudiciais para o rendimento são aqueles que ocorrem nos 15 dias que antecedem o florescimento.

LEGARDA (1972) estudando o comportamento de diferentes níveis de água no solo, observou que a perda de produção por excesso de água foi 15 vezes maior do que a taxa de perda por falta de água.

2.3. Solicitação hídrica da cultura do feijoeiro

A perda de água por evapotranspiração é a mesma que deve ser reposta através da chuva ou irrigação, em intervalos regulares para que a planta não sofra déficit hídrico. Assim, MIDDLETON et alii (1967) GUTIERREZ e RODRIGUEZ (1971) usando o método do balanço hídrico, determinaram

uma evapotranspiração média de 7,5 e 6,26 mm/dia respectivamente.

BLACK et alii (1970a) através do lisímetro determinou que durante 62 dias iniciais do ciclo do feijoeiro, foi consumido 170 mm de água com uma evapotranspiração média de 2,74 mm/dia. BLACK et alii (1970b) neste mesmo ensaio, propôs um modelo matemático para estimar a evapotranspiração real encontrando que do 32º a 62º após o plantio, ocorreu um total evapotranspirado de 98 mm, dando uma média diária de 3,26 mm. Nesse mesmo período, BLACK (1970b) encontrou com o lisímetro uma evapotranspiração de 3,4 mm/dia, tendo o modelo matemático 4 % de erro.

REICHARDT et alii (1974) conduzindo um detalhado estudo do balanço hídrico na cultura do feijoeiro, determinou uma evapotranspiração média para os 48 dias de ciclo estudados de 3,45 mm/dia com um total de 165 mm.

DOOREMBOS e PRUIT (1976) baseados em uma série de trabalhos, observaram que dependendo das condições ambientais, o feijoeiro pode apresentar uma solicitação hídrica durante o ciclo de 250 a 500 mm.

GARRIDO e TEIXEIRA (1978a e b) determinaram através da equação hidrológica e de amostras gravimétricas do solo, a evapotranspiração média diária da cultura do feijoeiro de 3,34 mm e 4,17 mm no Sul e Norte de Minas Gerais respectivamente.

LUCHIARI (1978) efetuando um estudo completo do

balanço hídrico na cultura do feijoeiro em Piracicaba (SP), determinou uma evapotranspiração média de 3,06 mm/dia e um coeficiente de cultura (Kc) de 0,88.

SILVA (1978) efetuando o balanço hídrico completo na cultura do feijoeiro irrigado, em dois tratamentos de adubação nitrogenada (80 e 120 kg/ha), observou uma evapotranspiração média de 4,0 a 3,9 mm/dia.

ENCARNAÇÃO (1980) determinou através de um evapotranspirômetro uma evapotranspiração média para o feijoeiro de 4,37 mm/dia com um total de 284mm. O autor considerou este valor para as condições locais, como a de demanda ideal, pois a água era fornecida de maneira contínua, constante e em disponibilidade máxima com boas condições de aeração do solo.

STANSEL e SMITTLE (1980) determinou através da equação hidrológica, uma evapotranspiração média diária na cultura do feijoeiro de 3,22 mm com um total de 193 mm.

SILVEIRA et alii (1981), estudando o consumo de água pela cultura do feijoeiro em Goiás, observou uma evapotranspiração média de 3,35 mm/dia e um total de 337,96 mm durante o ciclo da cultura.

2.4. Efeito da umidade do solo e da adubação nitrogenada na cultura do feijoeiro.

Muitos estudos tem sido conduzidos com a cultura do feijoeiro, visando determinar o nível de fertilização mais adequada de nitrogênio, assim como, determinar a combina-

ção adequada de nitrogênio x umidade do solo para obtenção de maiores produtividades. Assim, CAROULUS (1950), aplicando cinco regimes hídricos e dois níveis de nitrogênio na cultura do feijoeiro, observou que os resultados não diferiram significativamente na produção de grãos. Esse resultado foi atribuído pelo autor devido a boa distribuição de chuvas durante o período em que a cultura se desenvolveu. Foi observado também, que houve tendência de diminuição na produção de feijão com o aumento da irrigação nas parcelas que receberam doses menores de nitrogênio e um tendência de aumento de produção de feijão, com o aumento de irrigação nas parcelas com altas doses de nitrogênio.

GALLO e MIYASAKA (1961), estudaram a absorção de nutrientes do solo pelo feijoeiro, do florescimento à maturação, observando que o elemento mais absorvido pelas plantas foi o nitrogênio, cuja a intensidade de absorção foi paralela a produção de matéria seca, sendo mais intensa durante o período de 33 a 44 dias após a germinação. Os autores relataram que a maior demanda de nitrogênio pelo feijoeiro ocorre no período de crescimento da semente, e sugerem que uma aplicação tardia de nitrogênio seria desejável, desde que as necessidades da planta não estejam satisfeita pelo solo.

MACK et alii (1966) em suas pesquisas com níveis de umidade no solo combinados a níveis de nitrogênio na cultura do feijoeiro, observaram que produções mais altas foram obtidas nos tratamentos em que o potencial matricial máxi

mo da água no solo, a 30 cm de profundidade, foi de - 1,0 bar ou mais. Observaram que o efeito da aplicação de nitrogênio sobre a produção de feijão não foi grande, sendo de 110 kg/ha a dosagem que apresentou maior produção.

Estudando o comportamento do feijoeiro sob diferentes regimes hídricos combinados com dois níveis de nitrogênio mais 25 kg de P/ha e sem fertilizante, DUBETS e MAHALLE (1969), observaram que as plantas produziram mais quando receberam 56 kg de N mais 25 kg de P por hectare no plantio, do que as que não receberam fertilizantes. O acréscimo de mais 56 kg de N/ha em cobertura não afetou significativamente a produção.

HORNER e MOJTEHEDI (1970), estudando o efeito de três níveis de umidade do solo em duas fases do ciclo vegetativo do feijoeiro e quatro fórmulas de adubação N, P, NP e sem adubação, observaram que as plantas que receberam um alto déficit hídrico, onde toda a água disponível do solo era consumida, tiveram suas produções muito reduzidas quando comparadas aos níveis de irrigação em que se deixou consumir 1/3 e 2/3 da "água disponível" do solo. O nitrogênio não teve efeito significativo na produção de grãos e o fósforo teve pequena resposta. Os autores atribuíram a essa falta de resposta dos fertilizantes a produção, ao nível de fertilidade do solo em que foram instalados os ensaios.

ROBERTS et alii (1971), estudando a combina -

ção de diferentes doses de adubação com nitrogênio, fósforo , e formas de adubação sobre o comportamento do feijoeiro, observaram que as respostas na produção de feijão, para o fósforo , foram obtidas em todos os experimentos, enquanto resposta significativa com o nitrogênio foi obtida apenas quando o solo continha baixo conteúdo do mesmo. A máxima produção foi obtida com a aplicação de 70 kg de nitrogênio por hectare. Os autores observaram que a aplicação de 20 kg/ha de nitrogênio foi adequado, sendo logo após a emergências das plantas ou aplicando antes do plantio.

SMITTLE (1976), estudando o comportamento da cultura do feijoeiro em relação a irrigação e a adubação nitrogenada, observou que uma alta fertilização de nitrogênio ou alta frequência de irrigação não aumentou a produção de vagens quando um dos dois foi de nível médio. Um alto nível de nitrogênio ou alta frequência de irrigação tendeu a reduzir a produção abaixo dos níveis médios quando uma das variáveis foi de nível baixo. O autor enfatiza a importância de manter um alto nível de nitrogênio e um ótimo nível de umidade para obter um bom potencial de produção de grãos.

Durante três anos DOSS et alii (1977), estudando o comportamento da cultura do feijoeiro sobre diferentes regimes de irrigação e doses de adubação nitrogenada, concluíram que os ensaios indicaram efeitos benéficos a produção de grãos com irrigação suplementar, em anos em que a precipitação ocorre abaixo do normal, e que o feijoeiro respondeu mais a aduba-

ção nitrogenada no "feijão das águas" que no "feijão das secas!"

NEPTUNE e MURAOKA (1978), estudando o comportamento do feijoeiro cultivar Carioca, sob diferentes doses de nitrogênio em Terra Roxa Estruturada, observaram que a aplicação de fertilizante nitrogenado de 15 a 120 kg de N/ha não aumentou a produção de feijão. Os autores observaram que a aplicação de fertilizante nitrogenado antes ou durante o florescimento indicou uma melhor utilização deste nutriente pelo feijoeiro do que quando aplicado na sementeira.

Estudando diferentes níveis de irrigação, associados a várias doses de nitrogênio sobre o comportamento do feijoeiro (Vigna sinenses L Savi), SILVA (1978), observou que a aplicação de água aumentou linearmente a produção de grãos nos níveis de 80 e 120 kg N/ha. No componente de produção número de vagens por planta, observou que houve aumento linear com o aumento dos níveis de irrigação e que houve efeito quadrático para níveis de nitrogênio. Para os componentes de produção, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos, verificou diferenças não significativas entre os tratamentos envolvidos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização e descrição da área

Este ensaio foi conduzido no campo experimental da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiros", da Universidade de São Paulo, na área do Departamento de Agricultura e Horticultura no município de Piracicaba, no período de 1º de setembro a 20 de dezembro de 1979. Localizado a 22º42'30"S de Latitude, 47º38'00W de Longitude e altitude de 576m aproximadamente.

Segundo o sistema KÖPPEN, o clima de Piracicaba é classificado como Cwa, isto é, quente de inverno seco, com total de chuvas do mês mais seco menor que 30 mm, mês mais quente com temperatura média menor que 22°C e mais frio menor que 18°C. A temperatura média anual está em torno de 20°C, a máxima e a mínima variando de 23,5 a 16,2°C nos meses de fevereiro e julho respectivamente. A precipitação anual varia entre 1200 a 1.300 mm (SETZER, 1946).

3.2. Solo

O solo do ensaio é de topografia plana, profundo, com baixo gradiente textural e boa drenagem interna. É classificada segundo RANZANI et alii (1966) ao nível de grande grupo como Terra Roxa Estruturada série Luiz de Queiroz e segundo a 7.^a aproximação como Alfissol.

Nas tabelas 1 e 2 estão apresentadas as análises físicas e químicas do solo respectivamente. Na figura 1 é apresentado a curva de retenção de água do solo a profundidade de 15 cm, obtidas por CASTRO (1979).

Tabela 1 - Granulometria, classe textural e massa específica aparente, LIBARDI (1978).

Profundidade (cm)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classe textural	Massa específica aparente (g.cm ⁻³)
15	45,7	12,9	41,4	Argila	1,46
45	58,1	11,6	30,3	Argila	1,48
75	57,0	13,0	30,0	Argila	1,46
105	53,1	14,0	32,9	Argila	1,44

Tabela 2 - Análise química do solo

Profundidade	pH	C %	Teores trocáveis (m.e./100g de solo)				
			P	K ⁺	Al ⁺⁺⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
0 - 20	5,15	1,46	0,43	1,2	0,26	3,52	1,2

Potencial
matricial

(mpa)
- 10

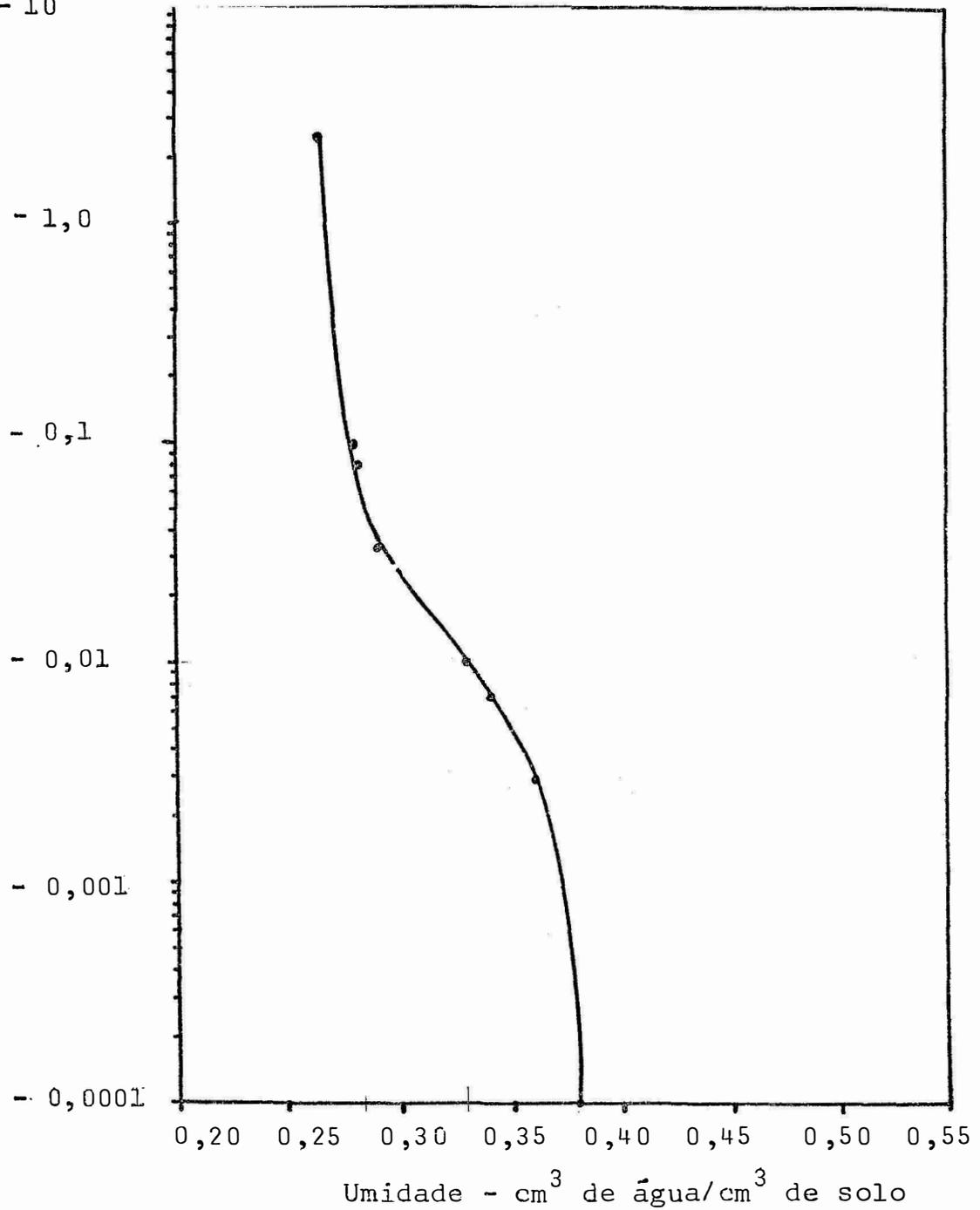


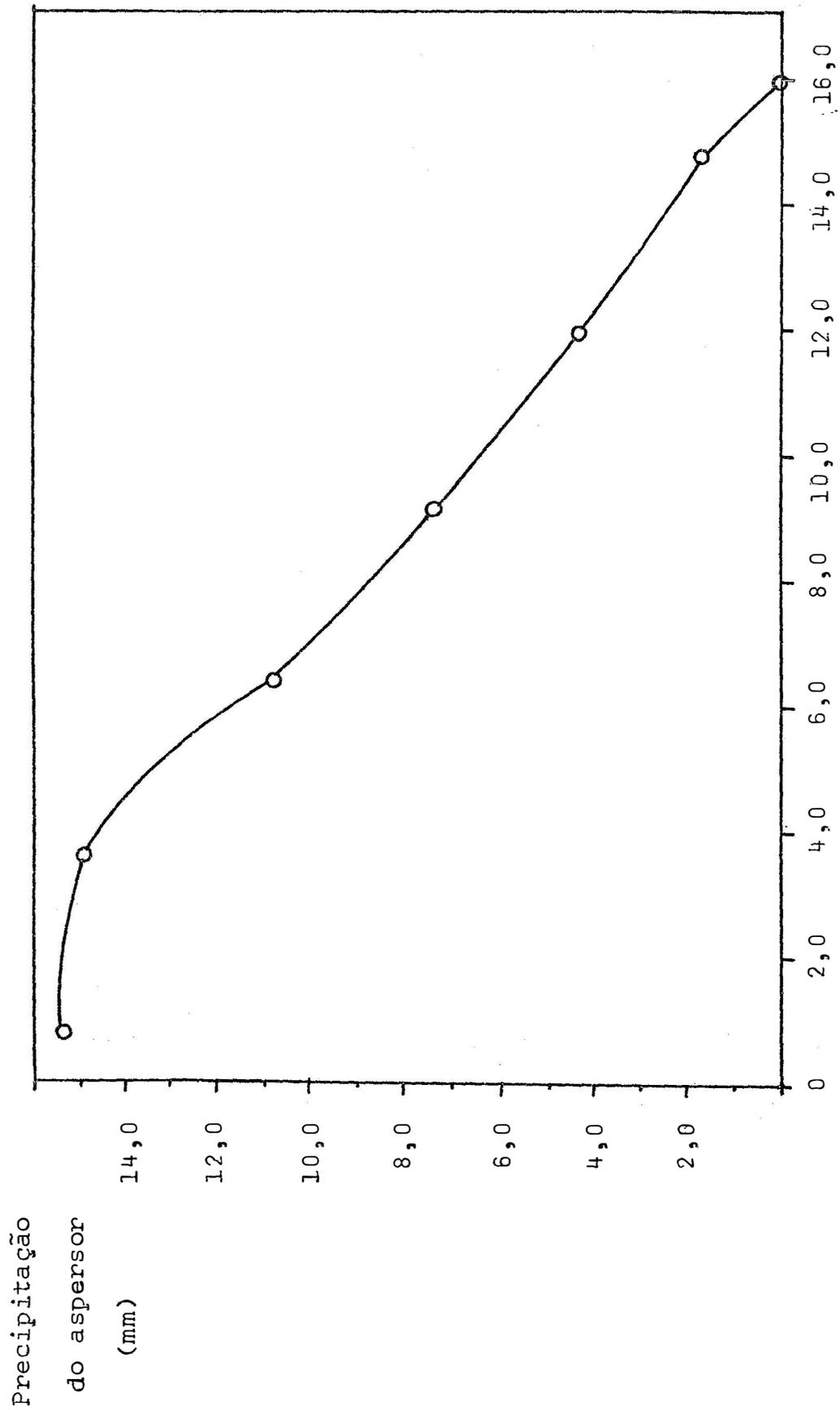
Figura 1 - Curva de retenção de água no solo a profundidade de 15 cm (CASTRO 1979)

3.3. Sistema de aplicação de água

A aplicação de água foi feita com aspersores , dispostos no campo segundo o sistema de aspersão em linha ("line source sprinkler system") HANKS (1976). O sistema consiste na disposição dos aspersores em uma única tubulação localizada no centro do campo experimental. A sobreposição dos jatos e o arrançamento dos aspersores em uma única linha, produzem uma precipitação d'água com gradiente decrescente normal à linha de tubulação, denominado "distribuição triangular de precipitação".

O sistema de distribuição de água constou de uma moto bomba que recalrava água do reservatório através de uma tubulação de aço galvanizado de 3" de diâmetro até a linha de aspersão. Foram usados 13 aspersores Perrot do tipo ZE 30 com bocal de 5 mm de diâmetro, operando a pressão de 3,0 kgf/cm², com espaçamento entre aspersores de 6 m, diâmetro de alcance e vazão de 32,0 m e 1,62 m³/ha, respectivamente. A figura 2 mostra a distribuição de água em função da distância da linha de aspersão obtida experimentalmente.

As parcelas se situam perpendicularmente ao longo da linha de aspersão, permitindo a obtenção de diferentes lâminas d'água. O sistema usado apresentou as seguintes intensidades médias de precipitação: 0,0; 3,0; 6,0; 9,2; 12,9 e 15,2 mm/h nos tratamentos A₀, A₁, A₂, A₃, A₄ e A₅ respectivamente.



Distância da Linha de Aspersores (m)

Figura 2 - Distribuição de água em função da distância da linha dos aspersores.

3.4. Delimitação experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas ("split-plot"), com quatro repetições, sendo dois de cada lado da linha de aspersão, conforme mostra a figura 3. Os tratamentos constaram da combinação de 6 lâminas de água e quatro níveis de adubação mineral nitrogenada denominados A_0 (0 mm) não irrigado, A_1 (22,2 mm), A_2 (44,9 mm), A_3 (71,9 mm), A_4 (97,3 mm) e A_5 (111,3 mm) para os níveis de irrigação e N_1 (0 kg/ha), N_2 (30 kg/ha), N_3 (60 kg/ha) e N_4 (90 kg/ha) para as doses de nitrogênio.

As parcelas foram localizadas às distâncias de 0,75 - 3,55; 3,55 - 6,35; 6,35 - 9,15; 9,15 - 11,95; 11,95 - 14,75 e 15,95 - 18,75 m da linha de aspersões nos níveis de irrigação A_5 , A_4 , A_3 , A_2 , A_1 e A_0 respectivamente, conforme apresentado na figura 3.

As dimensões das parcelas eram de 2,8 m de largura e 24 m de comprimento e as sub-parcelas 2,8 m de largura por 6 m de comprimento, com áreas totais de 67,7 e 16,8 m² respectivamente. Considerou-se uma bordadura de 0,5 m nas extremidades de cada sub-parcela e de 0,4 m de cada lado, resultando uma sub-parcela de 2 m de largura por 5 m de comprimento com área útil de 10 m².

Utilizou-se no ensaio o feijoeiro Phaseolus vulgaris L. cultivar carioca. As sementes apresentavam 90,0%

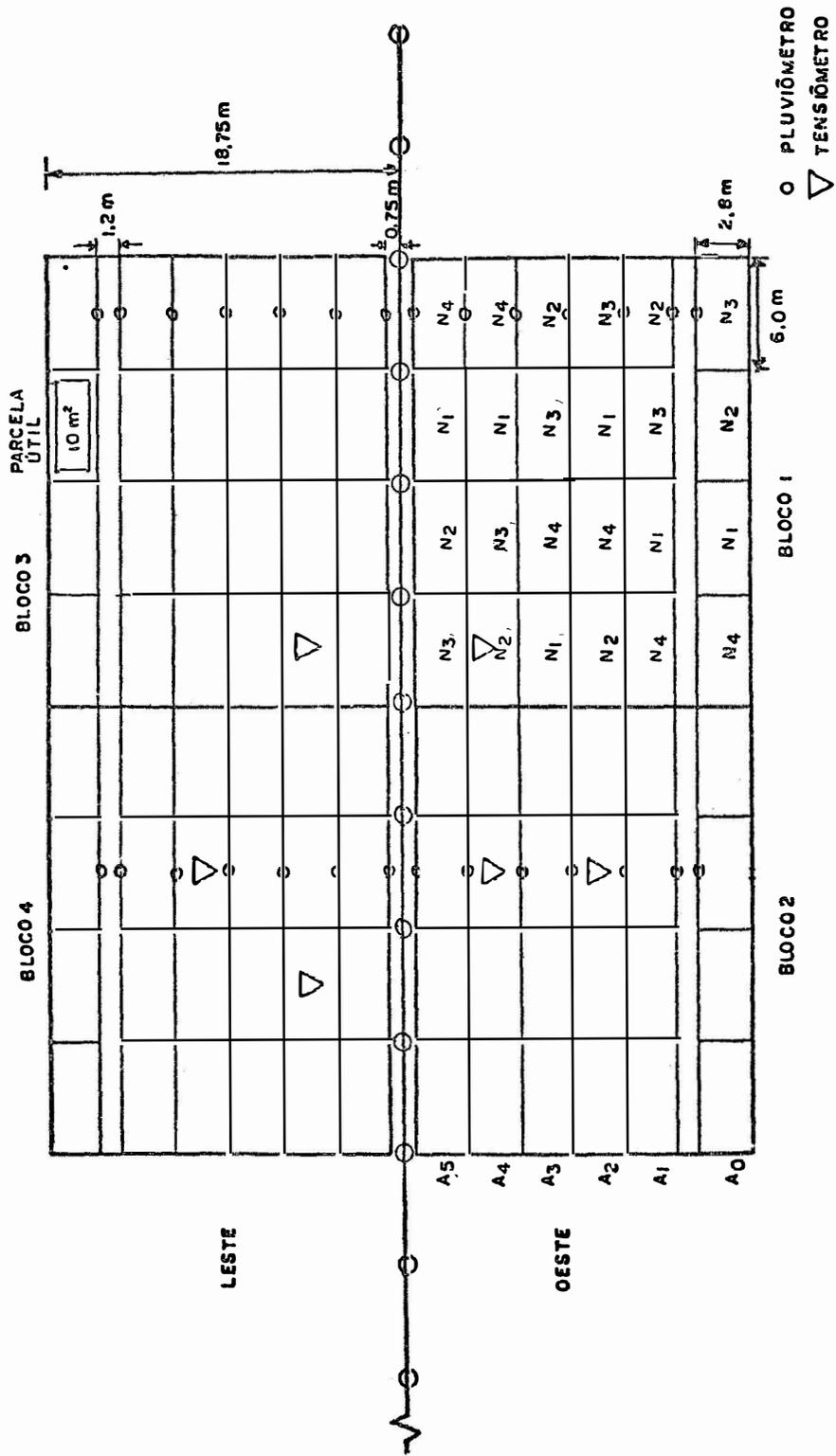


Figura 3 - Diagrama esquemático do ensaio

de germinação e foram obtidas na seção de leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas.

O preparo do solo foi realizado no dia 30/08/79, onde se fez uma aração e logo após foi passada a enxada rotativa. Em seguida aplicou-se o produto Terraclor no solo, cujo princípio ativo era o Pentacloronitrobenzeno (PCNB) na concentração de 75%. Esse produto foi aplicado preventivamente contra o fungo Sclerotium rolfsii na dosagem de 10 kg/ha.

O plantio foi feito manualmente no dia 01/09/79, no espaçamento de 40 cm entre linhas e 20 cm entre plantas, deixando-se duas plantas por cova. A população de plantas foi aproximadamente de 250.000 plantas por ha. A colheita dos tratamentos irrigados foi feita em 08/12/79 e dos não irrigados em 20/12/79.

Não foi feita adubação básica de P_2O_5 e K_2O devido a análise do solo revelar alto teor dos mesmos. A adubação nitrogenada foi feita em cobertura e parcelada em três doses de uréia. A primeira foi feita dia 22/09/79, 14º dia após a germinação com 1/6 das doses totais de cada tratamento. A segunda e terceira coberturas foram feitas nos dias 29/09/79 e 06/10/79 com 1/3 e 1/2 das doses totais de cada tratamento respectivamente.

A fim de se controlar as ervas daninhas foi realizada uma capina no dia 21/09/79.

3.6. Irrigação e controle

Inicialmente, foram feitas irrigações em toda a área, a fim de uniformizar a emergência das plantas em todos os tratamentos.

Quando as plantas estavam com dois a três pares de folhas iniciou-se os tratamentos com a irrigação em única linha de aspersão. As irrigações eram controladas pelas parcelas N₂A₄, onde se irrigava quando o potencial matricial da água do solo atingia -0,05 mpa aproximadamente. Para a definição do momento de irrigação uso-se tensiômetros a 15 cm de profundidade, considerando-o representativo de uma camada de 30 cm de solo.

A lâmina de irrigação era calculada com auxílio da curva de retenção da água no solo, onde o critério usado foi o de repor a água necessária para que a umidade do solo a -0,05 mpa retornasse a umidade correspondente a -0,01 mpa. Para tal, uso-se a seguinte equação:

$$L = 10 \cdot (\theta_i - \theta_a) \times H$$

onde, L lâmina de água em mm; θ_i umidade a -0,01 mpa em cm³ . cm⁻³, θ_a umidade a -0,05 mpa em cm³ . cm⁻³ e H camada de solo em cm que se desejava irrigar (30 cm).

3.7. Balanço hídrico

Com a finalidade de se determinar a evapotranspiração da cultura do feijoeiro, realizou-se o balanço hídrico no período de 5 de outubro a 3 de dezembro.

Foi considerado para o balanço hídrico um volume de solo limitado pela sua superfície e a profundidade de 60 cm, correspondente a 98% aproximadamente, do sistema radicular da cultura do feijoeiro segundo INFORZATO e MIYASAKA (1963).

Para um solo plano, como no presente ensaio, a equação do balanço hídrico pode ser escrita:

$$P + I - ET_r - Q_1 - D_s - \Delta A = 0$$

onde,

P = precipitação (mm)

I = irrigação (mm)

ET_r = evapotranspiração real (mm)

ΔA = variação de armazenamento de água nos
60 cm de solo (mm)

Q_1 = fluxo de água no limite inferior do solo
(mm)

D = deflúvio superficial (mm)

Cada um dos componentes dessa equação foi determinado como segue:

a) A precipitação foi obtida através do pluviômetro existente no posto meteorológico ao lado do experimento.

b) A irrigação foi obtida com pluviômetros instalados dentro das parcelas experimentais conforme figura 3.

c) O terceiro termo da equação, a evapotranspiração real, ou seja, a quantidade de água perdida por evapora-

ção e por transpiração por unidade de área foi obtida através da equação hidrológica.

d) A variação do armazenamento de água no solo, que é a mudança da umidade num determinado intervalo de tempo, foi estimada indiretamente com tensiômetros e curvas de retenção de água no solo.

Para a tomada dos dados de potencial matricial foram instalados baterias de tensiômetros com manômetros de mercúrio. Em cada bateria foram colocados tensiômetros nas profundidades de 15, 45 e 75 cm. O potencial matricial (ξ) foi calculado pela fórmula:

$$\xi = - 12,6 \cdot h + hc + hz$$

onde

h = altura da coluna de mercúrio - cm

hc = altura do nível de mercúrio na cuba em relação à superfície do solo (35 cm)

hz = profundidade do tensiômetro em relação a superfície do solo em cm

quanto às curvas de retenção de água no solo, foram usadas curvas específicas para cada profundidade de tensiômetro. Essas curvas foram obtidas e determinadas por CASTRO (1979).

A partir dos potenciais matriciais (ξ) medidos, foram obtidos os valores correspondentes de umidade θ ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) através das curvas de retenção de água ($\xi \times \theta$). Para calcular o armazenamento de água num determinado instante t ,

usou-se a seguinte expressão:

$$A = 10 (\bar{\theta} \cdot L)$$

onde,

A = armazenamento de água do solo na camada de profundidade L (mm);

$\bar{\theta}$ = umidade média do perfil considerado ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$)

L = profundidade do perfil (cm)

Assim, a variação de armazenamento num intervalo de tempo foi obtida pela fórmula:

$$A = 10 \times (\bar{\theta}_2 - \bar{\theta}_1) \cdot L$$

onde,

A = variação de armazenamento (mm).

$\bar{\theta}_1$ e $\bar{\theta}_2$ = umidade volumétrica média do perfil ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) nos instantes t_1 e t_2 respectivamente

c) O cálculo da estimativa do fluxo de água no limite inferior do solo considerado (60 cm), foi feito a partir da equação de Darcy:

$$q_1 = - K_L(\bar{\theta}) \cdot \left| \frac{\partial \psi}{\partial z} \right|_L$$

onde,

q_1 = fluxo de água no limite inferior do solo considerado (60 cm)

$K_L(\bar{\theta})$ = condutividade hidráulica do solo

(cm/dia) a profundidade L;

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} = \text{gradiente de potencial total da água do solo a profundidade L.}$$

Os valores da condutividade hidráulica foram obtidas através das expressões:

$$K_{45} = \exp(-85,85 + 219,58 \cdot \bar{\theta}_{45}) \quad (\text{SILVA 1982})$$

$$K_{75} = \exp(-31,35 + 84,29 \cdot \bar{\theta}_{75}) \quad (\text{SILVA 1982})$$

onde,

K_{45} e K_{75} = condutividade hidráulica do solo a 45 e 75 cm de profundidade respectivamente

$\bar{\theta}_{45}$ e $\bar{\theta}_{75}$ = umidade média do solo ($\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) às profundidades de 45 e 75 cm respectivamente

Para a determinação da condutividade hidráulica do solo a 60 cm de profundidade, calculou-se a média aritmética das condutividades hidráulicas a 45 e 75 cm de profundidade.

Para obtenção do gradiente do potencial aos 60 cm ($\frac{\partial \psi}{\partial z}$) usou-se a expressão:

$$\frac{\partial \psi}{\partial z} \Big|_{60} \cong \frac{\Delta \psi}{\Delta z} \Big|_{60} = \frac{\psi_{45} - \psi_{75}}{30}$$

onde,

$\Delta \psi$ = diferença de potencial total da água do solo entre $z = 45$ e 75 cm

z = distância entre os tensiômetros (30 cm)

ψ_{t45} e ψ_{t75} = potencial total da água do solo a 45 e 75 cm de profundidade respectivamente

f) O deflúvio superficial foi desprezado devido o fato das intensidades de precipitação e irrigação não atingirem valores superiores a capacidade de infiltração do solo (23,4 mm/h), determinada em condições de campo por REICHARDT e LIBARDI (1974) e devido a declividade do terreno ser praticamente nula.

3.8. Produção e componentes de produção

Com a finalidade de se estudar o efeito dos níveis de irrigação e nitrogênio sobre a produção e os componentes de produção, determinou-se o rendimento de grãos (kg/ha), peso de grãos por vagem, peso de 1000 sementes, número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem.

O rendimento de grãos foi determinado através da colheita de toda área útil de cada sub-parcela e expressa em kg/ha.

O peso de 1000 sementes foi determinado com uma amostra de cada sub-parcela passada em homogeneizador mecânico. Para a realização desta determinação foram utilizadas sementes puras. Foram formadas, ao acaso, 8 repetições de 100 sementes e em seguida pesada cada uma das repetições. Foi calculado o coeficiente de variação dessas 8 pesagens através da seguinte

expressão:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

onde,

CV = coeficiente de variação

S = desvio padrão

\bar{X} = peso médio de 1000 sementes

quando o C.V. excedia a 4,0 eram repetidas as contagens e pesagens.

Os demais componentes de produção foram determinados a partir de uma amostragem ao acaso de 10 plantas por sub-parcela realizada junto à colheita.

O teor de umidade de grãos, foi determinado através de amostras com cerca de 90 gr. cada, com auxílio da estufa a 105°C (\pm 3°C) durante 24 horas.

O teor de umidade dos grãos foi calculado através da expressão:

$$U = \frac{P_u - P_s}{P_u} \times 100$$

onde,

U = umidade percentual com base no peso úmido

P_u = peso úmido da amostra (g)

P_s = peso seco da amostra (g)

Em seguida efetuou-se a correção de umidade dos grãos e vagens para 12%, a fim de dar uniformidade aos da-

dos de produção e seus componentes.

Com esse fim utilizou-se a expressão de TAVARES (1972) e SCOTTI (1974).

$$\frac{P_c (1-U_a)}{(1-U_c)}$$

onde,

$$P_{12} = \dots$$

P_{12} = peso dos grãos com 12% de umidade com base no peso úmido

P_c = peso de campo observado (g)

U_a = umidade observada com base no peso úmido

U_c = umidade dos grãos com base no peso úmido após a correção.

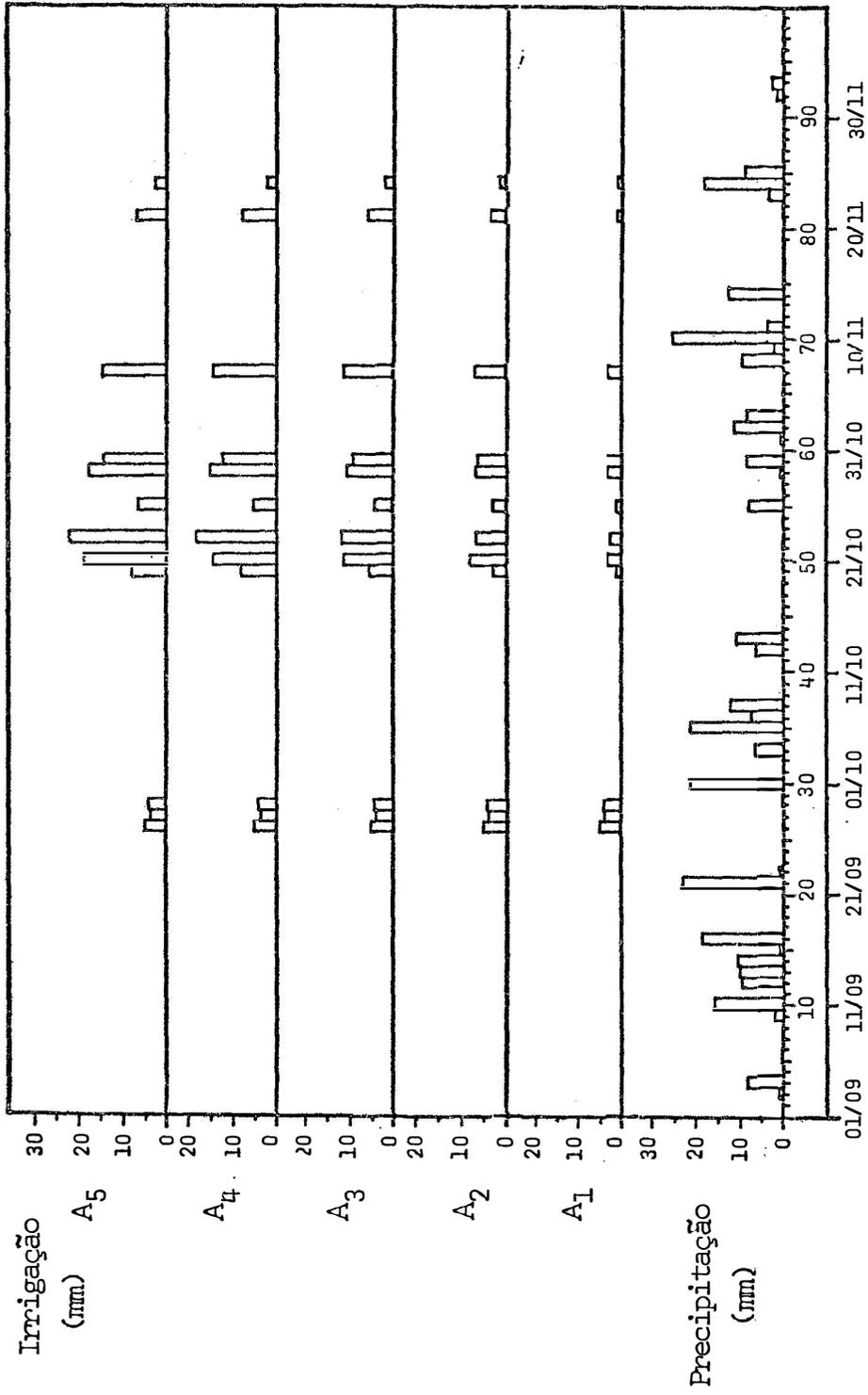
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Manejo da água

As irrigações foram executadas inicialmente de maneira uniforme até aos 30 dias do plantio, a seguir as irrigações foram feitas através de uma única linha de aspersão.

Na figura 4 são apresentadas as dotações de água em cada tratamento irrigado e as precipitações pluviométricas durante o ciclo da cultura. Observa-se que no mês de sentembro, período em que as irrigações eram uniformes, praticamente não houve necessidade de irrigação a não ser no seu final, onde foram aplicados 13,2 mm. A partir do dia 01 de outubro, as irrigações passaram a ser feitas em diferentes níveis, mas devido às frequentes chuvas só puderam ser efetivamente iniciadas no dia 20 de outubro.

De maneira geral, durante o ciclo da cultura houve chuva abundante, exceção feita a dois "períodos secos". O primeiro de 16 dias (14/10 a 30/11), com uma pequena chuva de 7,6 mm no 12º dia consecutivo sem chuva, sendo seguido de



Dias após o plantio

Figura 4 -- Lâminas d'água dos cinco tratamentos irrigados e precipitações pluviométricas durante o ciclo da cultura.

mais quatro dias sem precipitação. O primeiro " período seco " ocorreu durante o início do florescimento e início de formação de vagens, concentrando nesse período o maior número de irrigações. O segundo "período seco", que ocorreu na fase de maturação, foi de nove dias consecutivos sem chuva.

Os tratamentos não irrigados (A_0) apresentaram um atraso no amadurecimento dos grãos de 17 dias em relação aos tratamentos irrigados, que estavam com as vagens totalmente maduras aos 93 dias após o plantio (03/12), enquanto os não irrigados, ainda apresentavam algumas vagens verdes aos 110 dias de ciclo (20/12). Em função disso, os tratamentos não irrigados receberam 75 mm a mais de precipitação, após o término da maturação dos grãos dos tratamentos irrigados (ver apêndice 1). Esse comportamento provavelmente está associado aos déficits hídricos que as parcelas sem irrigação sofreram.

Na figura 5, são apresentadas as lâminas totais de água (irrigação mais precipitação pluviométrica) dos seis diferentes tratamentos até 93º dia após o plantio. As lâminas totais de água foram de 320 (A_0); 342 (A_1), 364 (A_2), 392 (A_3), 417 (A_4) e 431 (A_5) mm, sendo o total de chuvas durante o ciclo da cultura de 306,4 mm. A soma das lâminas de irrigação corresponderam a 4,3; 11,5; 19,0; 27,8; 36,1 e 40,6% de água em relação a precipitação total para os tratamentos A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , A_4 e A_5 respectivamente.

Na figura 6 é apresentada a variação média do potencial matricial da água no solo, precipitação pluviométrica

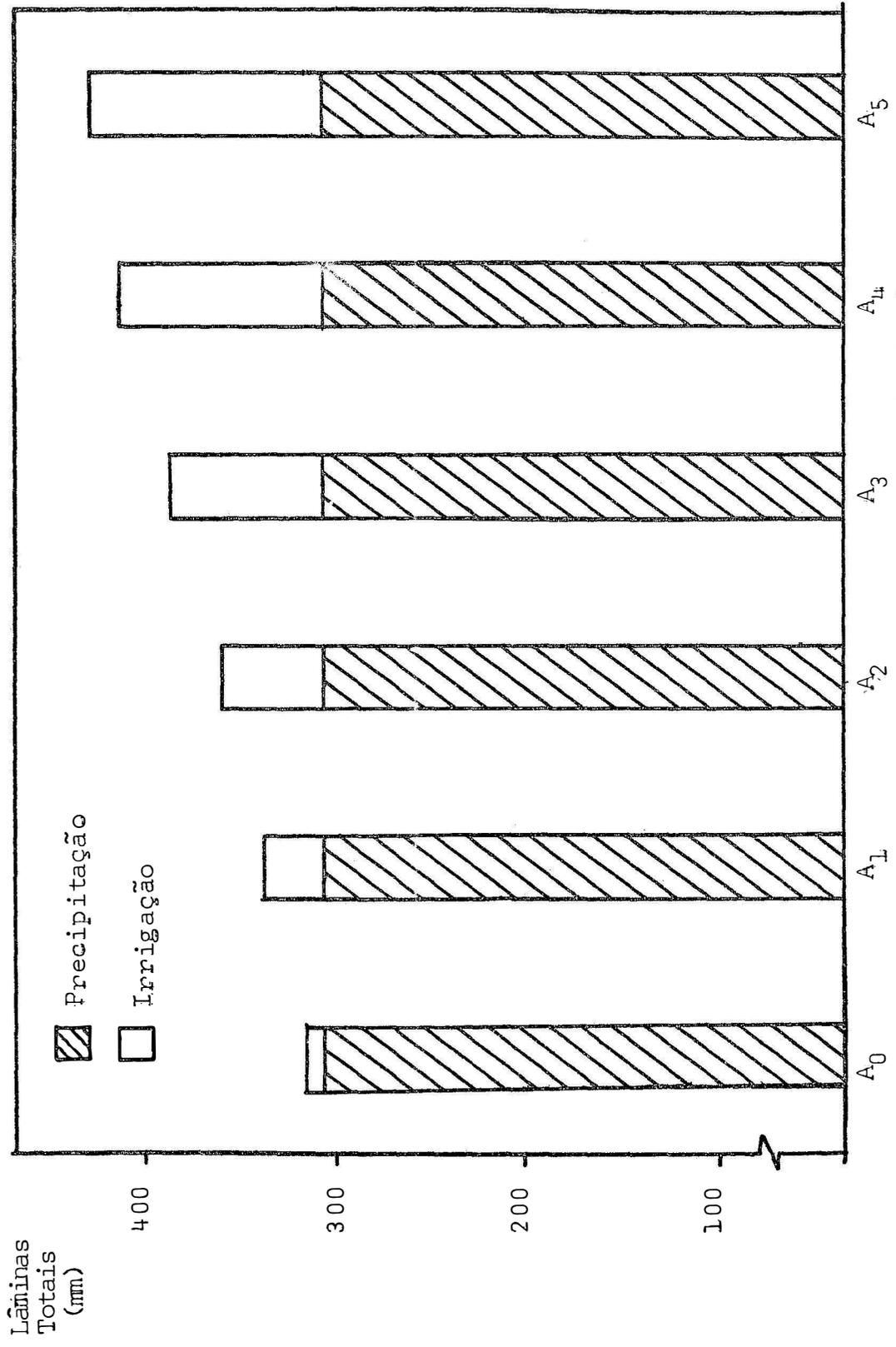
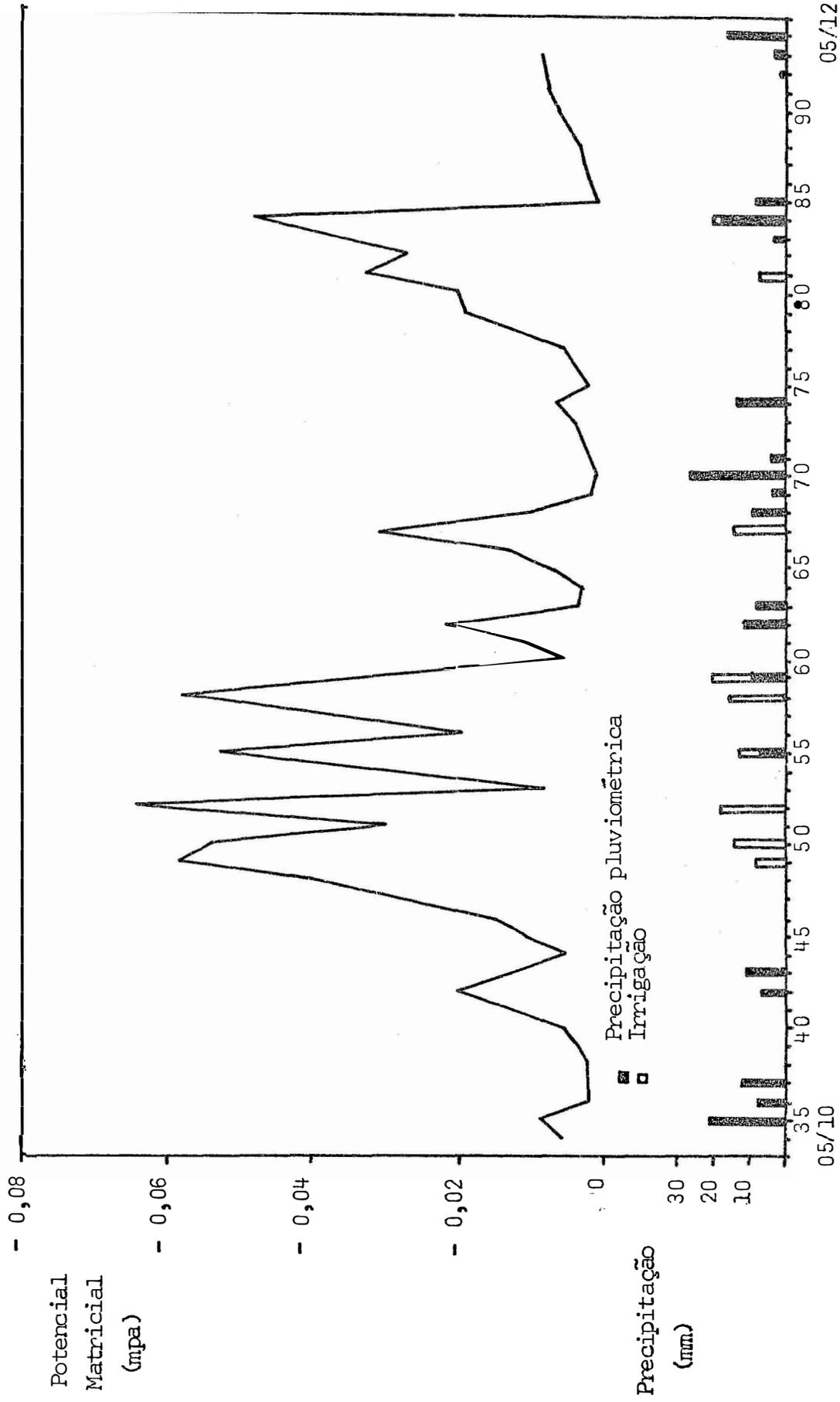


Figura 5 - Lâminas totais de água aplicadas durante o ciclo da cultura



Dias após o plantio

Figura 6 - Variação média do potencial matricial da água do solo a 15 cm de profundidade , precipitação pluviométrica e irrigação da parcela controle (N_2A_4).

trica e irrigação do 34º ao 93º dia após o plantio. As variações do potencial matricial da água do solo, foram obtidas através da média da leitura de quatro tensiômetros a 15 cm das parcelas controles (N_2A_4). Observa-se que devido a grande precipitação pluviométrica, o potencial matricial poucas vezes atingiu - 0,05 mpa.

4.2. Evapotranspiração do feijoeiro

Com a finalidade de se estimar o consumo de água pela cultura do feijoeiro, realizou-se o balanço hídrico em duas subparcelas, N_2A_4 e N_4A_2 , do 34º ao 93º dias após o plantio. O balanço hídrico foi realizado em quatro períodos de 11 dias e um de 16 dias.

Nas tabelas 3 e 4 são apresentadas os resultados dos componentes do balanço hídrico da cultura do feijoeiro para os cinco períodos considerados.

Nas duas subparcelas em que se realizou o balanço hídrico apresentaram como variáveis iguais a precipitação (P) e o deflúvio superficial (Ds). Já na irrigação o subtratamento N_2A_4 recebeu um acréscimo de água em relação ao N_4A_2 de 116,3%. A drenagem profunda total representou cerca de 29,0 % da precipitação total e foi quase igual para os dois subtratamentos apresentando uma diferença de apenas 0,88 mm. A variação do armazenamento da água do solo apresentou um saldo maior para o subtratamento N_4A_2 com 17,56 mm em relação ao N_2A_4 com 4,4 mm. Em relação a evapotranspiração foi observado um maior

Tabela 3 - Resultados do balanço hídrico do solo para um volume compreendido entre 0-60 cm de profundidade no tratamento N₄A₂.

Data	Dias após o plantio	P	I	Ds	Q1 (mm)	Etr	ΔA	Fase do ciclo
05/10-15/10	34-44	57,5	0	0	- 37,69	- 18,77	- 1,04	d.v
16/10-26/10	45-55	7,6	20,00	0	- 0,58	- 64,37	37,35	f
27/10-06/11	56-66	28,4	13,52	0	- 5,44	- 40,23	3,75	f + fr
07/11-17/11	67-77	53,7	6,90	0	- 8,54	- 36,31	-15,75	f + fr
18/11-03/12	78-93	33,1	4,58	0	- 0,21	- 30,72	- 6,75	m
Totais	34-93	180,3	45,00	0	- 52,46	-190,4	+17,56	

Onde, d.v.= desenvolvimento vegetativo, f= florescimento, fr= frutificação e m= maturação

Tabela 4 - Resultados do balanço hídrico do solo para um volume compreendido entre 0-60 cm de profundidade no tratamento N₂A₄.

Data	Dias após o plantio	P	I	Ds	QI (mm)	Etr	ΔA	Fase do ciclo
05/10-15/10	34-44	57,5	0	0	- 36,08	- 27,12	5,7	d.v
16/10-26/10	45-55	7,6	46,1	0	- 0,19	- 74,51	21,0	f
27/10-06/11	56-66	28,4	27,1	0	- 0,04	- 54,86	- 0,6	f + fr
07/11-17/11	67-77	53,7	14,25	0	- 4,58	- 52,77	- 10,6	f + fr
18/11-03/12	78-93	33,1	9,87	0	- 10,69	- 21,18	- 11,6	m
Totais	34-93	180,3	97,32	0	- 51,58	-230,44	4,4	

Onde, d.v.= desenvolvimento vegetativo, f= florescimento, fr= frutificação e m= maturação

consumo no subtratamento N_2A_4 quando comparado ao N_4A_2 . Isso se deve principalmente a maior quantidade de água recebida através de irrigação pelo subtratamento N_2A_4 , o que representou um acréscimo de 52,32 mm de água em relação ao N_4A_2 . Os consumos de água médios diários nos 60 dias estudados foram 3,17 e 3,84 mm/dia para os subtratamentos N_4A_2 e N_2A_4 respectivamente. Resultados próximo a esses foram encontrados por BLACK (1970b), REICHARDT et alii (1974), GARRIDO e TEIXEIRA (1978 a e b), LUCHIARI (1978), SILVA (1978), STANSEL e SMITTLE (1980) e SILVEIRA et alii (1981) com consumos médios diários de 3,4; 3,45 ; 3,34; 4,17; 3,9; 3,06; 3,22 e 3,35 mm/dia respectivamente.

Na figura 7 é apresentada a curva de evapotranspiração acumulada em função dos dias após o plantio.

Na figura 8 é apresentada a intensidade de evapotranspiração diária para os cinco períodos estudados. Observa-se pela figura, que durante o 2º período estudado (45 - 55 dias) correspondente ao início de florescimento, foi a que apresentou a maior intensidade de evapotranspiração, sendo seguido pelos dois períodos seguintes correspondente a fase de florescimento e frutificação. Resultados semelhantes foram obtidos por REICHARDT (1974) e LUCHIARI (1978) que obtiveram a maior demanda de água pela cultura do feijoeiro durante o florescimento e frutificação, o que correspondeu segundo LUCHIARI (1978) ao período de maior índice de área foliar e consequentemente a maior superfície foliar transpirante. O último período em que se determinou a evapotranspiração foi correspondente à

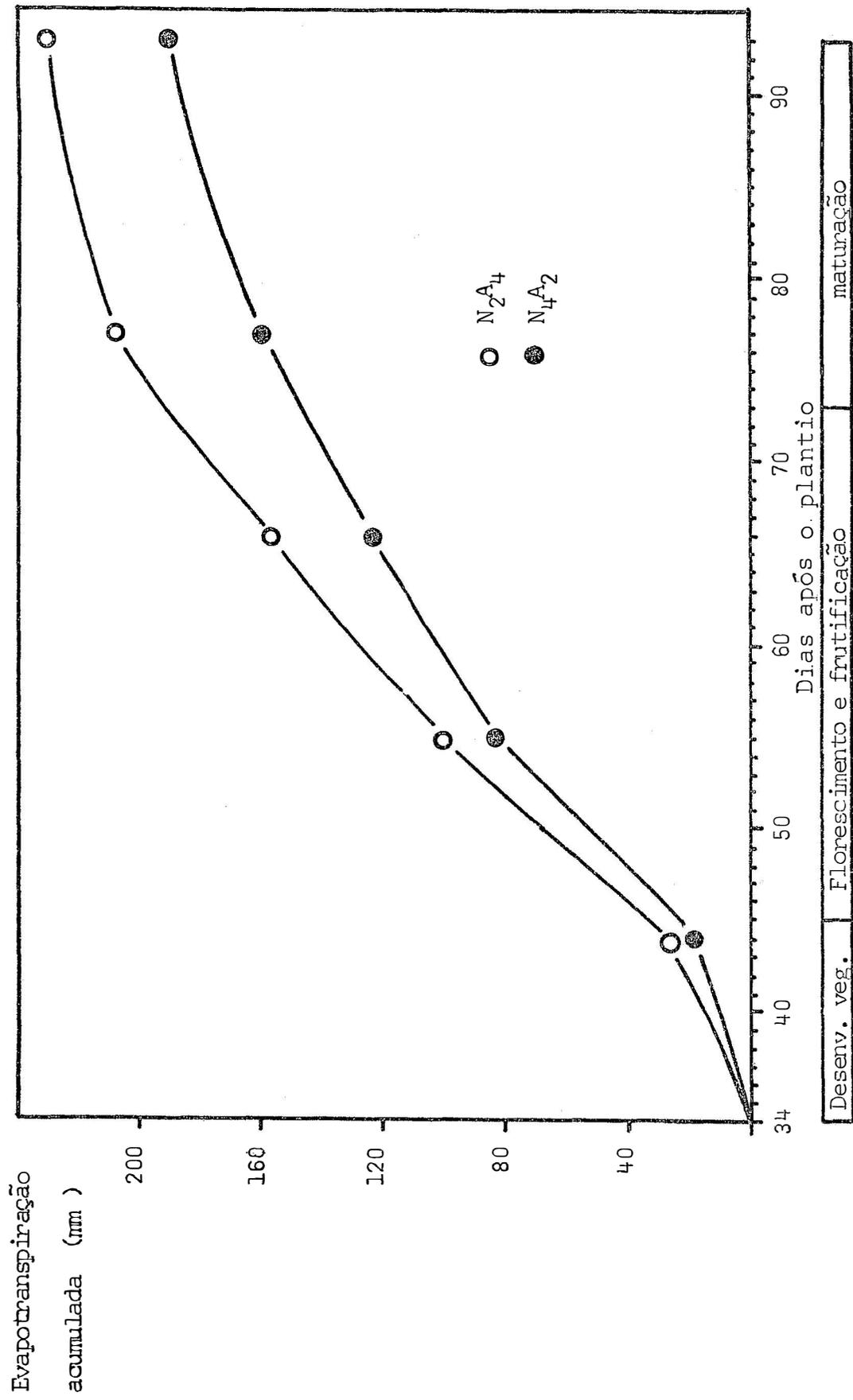


Figura 7 - Evapotranspiração acumulada em função dos dias após o plantio do feijão

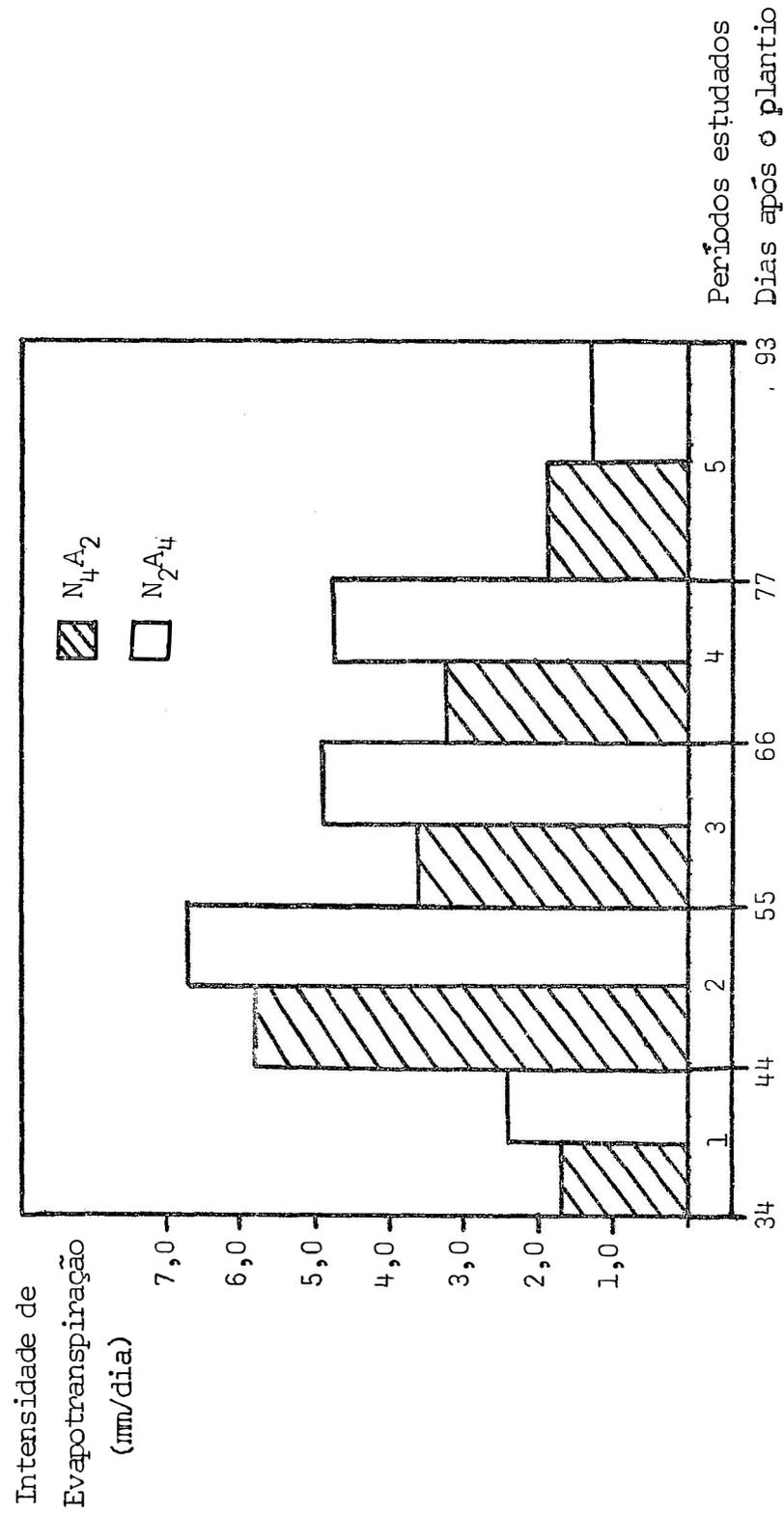


Figura 8 - Intensidade de evapotranspiração dos cinco períodos estudados para os subtratamentos N_2A_4 e N_4A_2

fase de maturação que apresentou menor intensidade de evapotranspiração com boa parte das folhas já caídas e secas.

4.3. Produtividade de grãos

Na tabela 5 são apresentadas as produtividades médias em kg/ha, obtidas em função das lâminas totais de água e doses de adubação nitrogenada.

O resumo da análise de variância dos dados obtidos, indicam um efeito altamente significativo (1% de probabilidade) para as lâminas totais de água e doses de nitrogênio, não apresentando entretanto, efeito significativo para a interação lâminas totais de água e doses de nitrogênio (tabela 6). As equações de regressões, ajustadas aos dados de produtividade para as lâminas totais de água e doses de nitrogênio, são apresentadas graficamente pelas figuras 9 e 10 respectivamente.

Verifica-se pela figura 9, que a distribuição dos dados em relação às lâminas totais de água seguiu uma relação quadrática, onde as lâminas de água mais baixa e mais alta baixaram a produtividade, e que a mesma atingiu um máximo de 905,6 kg de feijão/ha com uma lâmina d'água de 394,5 mm.

A produtividade obtida no tratamento sem irrigação ($A_0 = 320$ mm) foi a mais baixa devido, principalmente, ao veranico ocorrido durante parte do período crítico do feijoeiro, ou seja, início de florescimento e formação de vagens. Comportamento semelhante foram encontrados por KATTAN e FLEMING (1956), ROBINS e DOMINGOS (1956), GABELMAN e WILLIAMS (1965),

DUBETS e MAHALLE (1969), MAURER et alii (1969), HORNER e MOJTEHEDI (1970), RAGGI et alii (1976), MIRANDA e BELMAR (1977) e MAGALHÃES e MILLAR (1978). Os tratamentos irrigados com as lâminas d'água de 342, 364, 392, 417 e 431 mm apresentaram acréscimos de produtividade de 80,2; 78,6; 80,1; 102,4 e 75,6% em relação a testemunha não irrigada. O tratamento mais irrigado (431 mm) teve um decréscimo de produtividade em virtude do excesso de água recebida, onde toda irrigação elevava a umidade do solo acima da capacidade de campo (potencial matricial -0,01 mpa), o que deve ter afetado as condições de arejamento do solo prejudicando a produtividade do feijoeiro.

Tabela 5 - Produtividade média do feijão (kg/ha) em função das diferentes lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Lâminas totais de água (mm)	DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)				Média
	0	30	60	90	
320	407,63	398,90	457,70	564,08	457,08
342	590,31	693,10	1039,70	972,44	823,89
364	578,50	725,42	890,35	1070,46	816,18
392	833,94	798,80	654,15	1005,45	823,09
417	673,32	853,57	950,07	1222,90	924,97
431	706,78	857,88	778,34	867,32	802,58
Média	631,75	721,28	795,05	950,44	

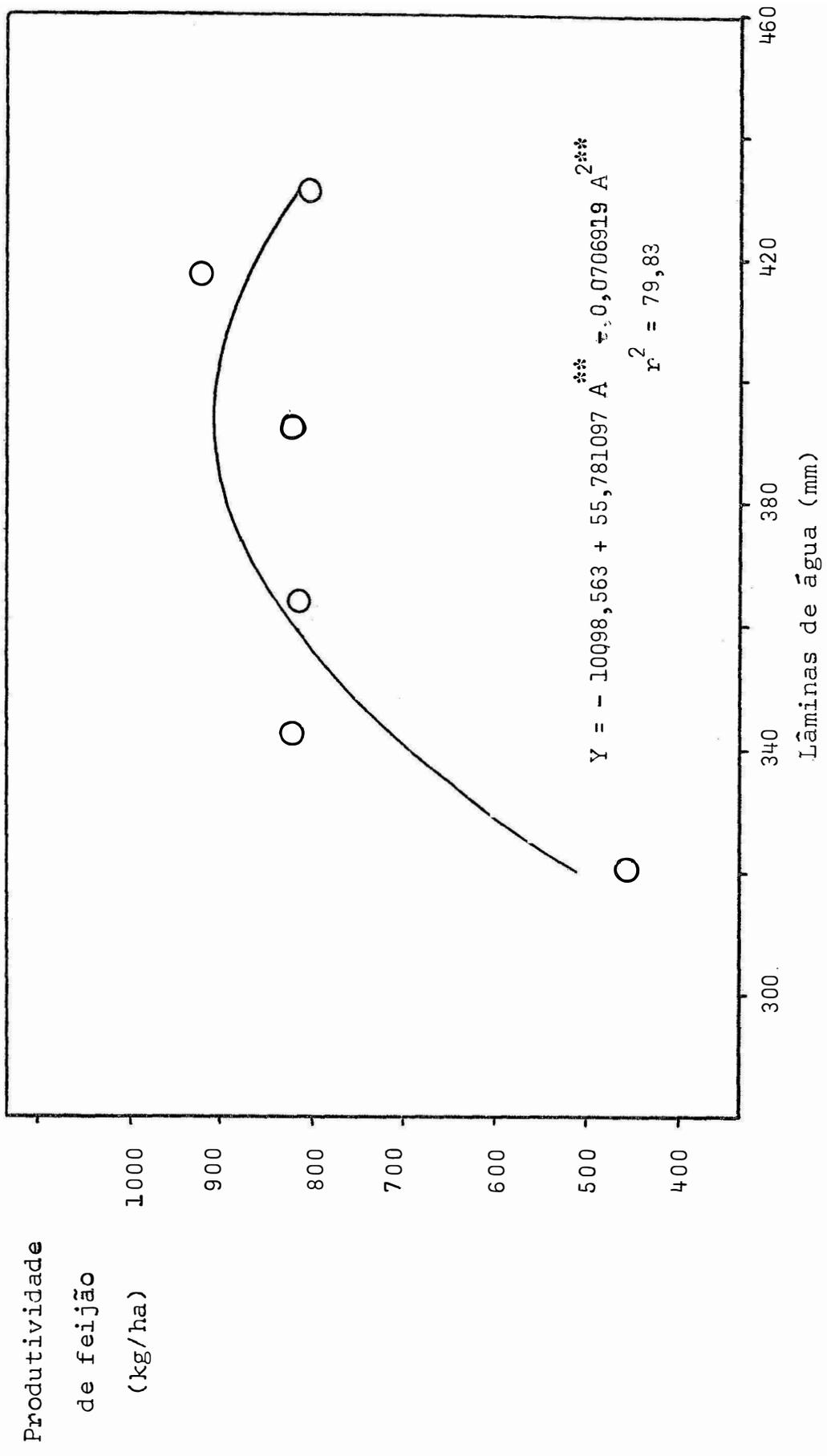


Figura 19 - Curva de produtividade de feijão em kg/hã em função das lâminas d'água.

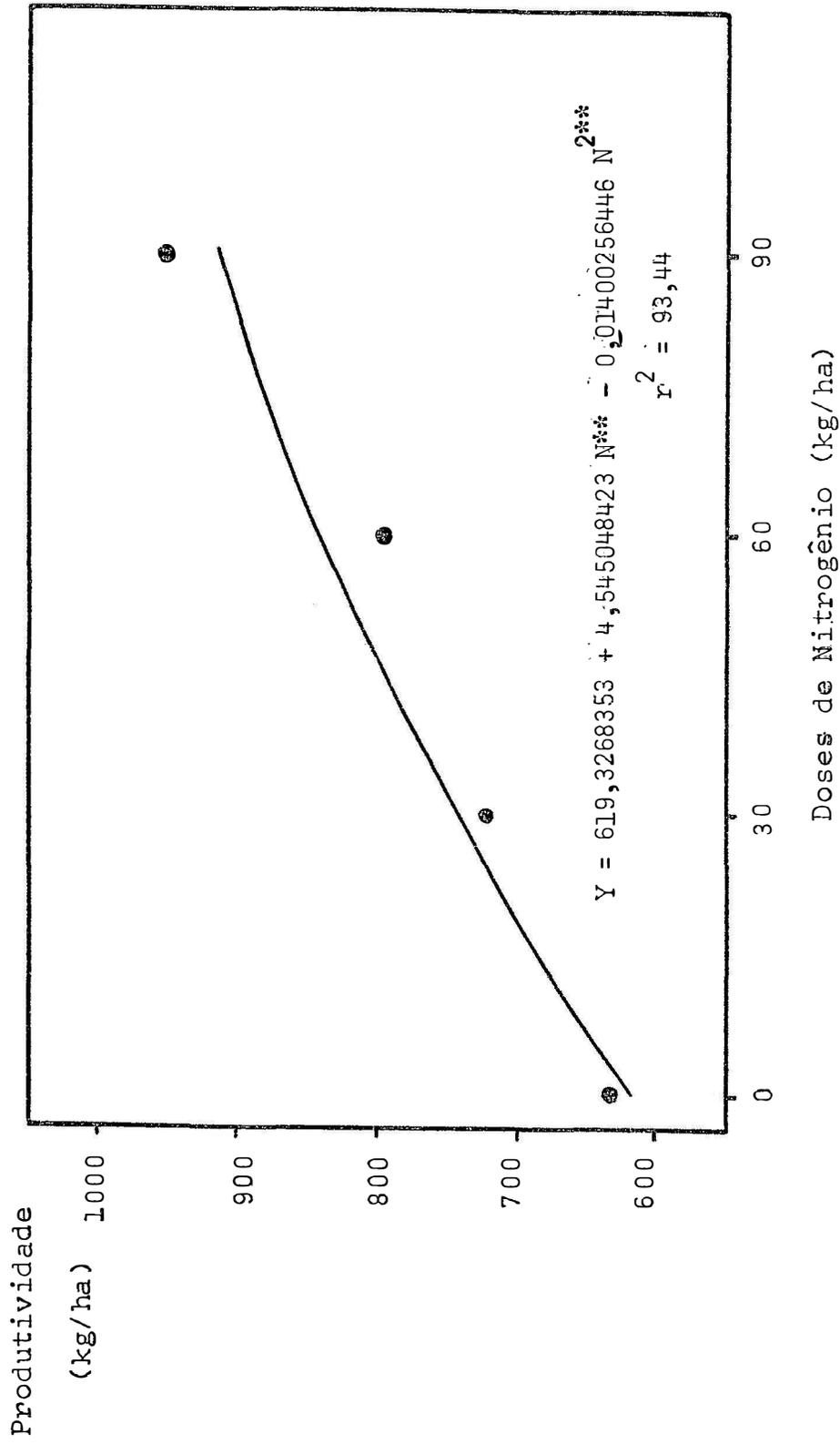


Figura 10 - Curva de produtividade de feijão em kg/ha em função dos níveis de nitrogênio.

Na figura 10, observa-se um aumento de produtividade de grãos em função do aumento da dose de nitrogênio aplicado. O efeito quadrático verificado para as doses de nitrogênio indicam que a produtividade máxima de 988,14 kg de feijão/ha, é alcançada com aplicação de 162,29 kg de N/ha, portanto fora do limite estudado. Os acréscimos de produtividade de grãos dos subtratamentos que receberam 30, 60 e 90 kg de N/ha, foram de 14,17; 25,85 e 50,45% em relação ao subtratamento sem nitrogênio.

Tabela 6 - Resumo da análise de variância da produtividade de feijão em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
Blocos	03	343778,83**
Água	05	418312,77**
Resíduo a	15	58842,49
Nitrogênio	03	436713,38**
N x A	15	53940,27
Resíduo b	54	34312,82
Total	95	

CV = 31,31%, correspondente ao resíduo a

CV = 29,31%, correspondente ao resíduo b

** = significativo ao 1% de probabilidade

4.4 Peso de grãos por vagem

Os resultados médios do peso de grãos por vagem em gramas, obtidas em função das lâminas totais de água e doses de nitrogênio são apresentadas na tabela 7.

Tabela 7 - Peso médio de grãos por vagem, em g, obtidas em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Lâminas totais de água (mm)	DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)				Média
	0	30	60	90	
320	0,370	0,339	0,342	0,371	0,356
342	0,623	0,538	0,693	0,520	0,594
364	0,509	0,653	0,694	0,604	0,615
392	0,617	0,591	0,582	0,710	0,625
417	0,596	0,610	0,618	0,948	0,693
431	0,574	0,620	0,597	0,645	0,609
Média	0,548	0,558	0,588	0,633	

Na tabela 8 é apresentada o resumo da análise de variância para o peso de grãos por vagem, com desdobramento da interação lâminas de água dentro dos níveis de nitrogênio, indicando um efeito significativo, a 1% de probabilidade, para as lâminas de água e para as interações lâminas de água dentro dos níveis de nitrogênio 30, 60 e 90 kg/ha e a 5% de probabilidade para o nível de 0 kg de N/ha.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância do peso de grãos por vagem, com desdobramento das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
Blocos	03	0,04508
Água	05	0,21564**
Resíduo a	15	0,02065
Nitrogênio	03	0,3458
A x N	15	0,030173*
ADN ₁	05	0,03748*
ADN ₂	05	0,05193**
ADN ₃	05	0,06692**
ADN ₄	05	0,14982**
Resíduo b	54	0,01279
Total	95	

CV = 24,70%, correspondente ao resíduo a

CV = 19,44%, correspondente ao resíduo b

* = significativo ao nível de 5%

** = significativo ao nível de 1%

Na figura 11, são apresentadas graficamente as equações de regressões ajustadas aos dados do peso de grãos por vagem nas interações lâminas totais de água dentro das doses de nitrogênio.

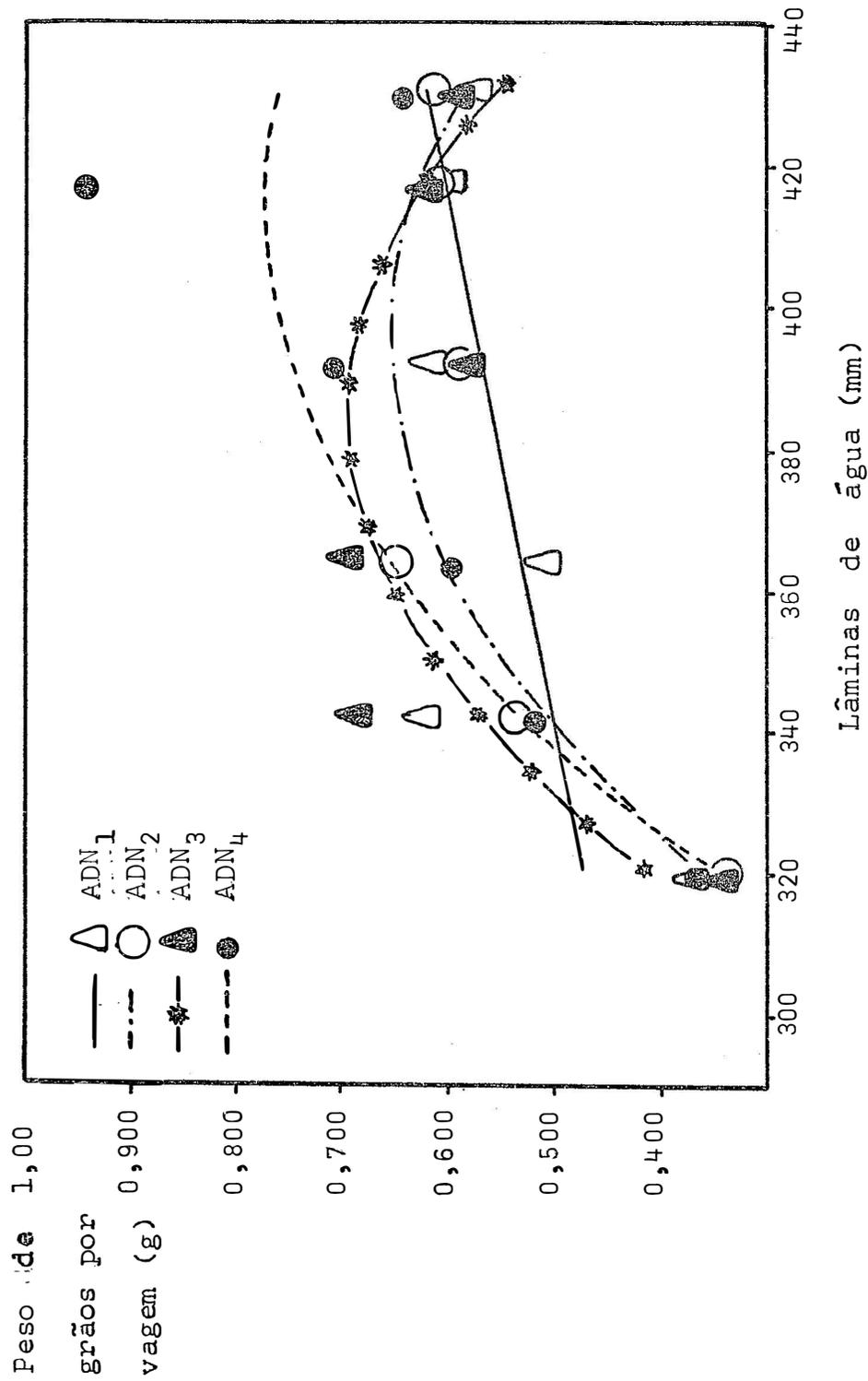


Figura 11 - Peso de grãos por vagem em função das lâminas totais de água dentro de cada dose de nitrogênio

Pode-se observar pela figura 11, que o peso de grãos por vagem no nível de 0 kg/ha de nitrogênio, aumentou linearmente com o aumento da lâmina total de água, indicando que o peso de vagens máximo não foi atingido. Para os níveis de nitrogênio 30, 60 e 90 kg/ha a relação apresentada foi quadrática, tendo como peso máximo de grãos por vagens os valores 0,653, 0,694 e 0,770 g para as lâminas totais de água 395,2, 384,9 e 414,91 mm respectivamente. Observa-se ainda na figura 11, que o peso de grãos por vagem na lâmina d'água de 320 mm, apresenta uma aproximação em todos os níveis de nitrogênio, indicando que o déficit hídrico sofrido durante o início do florescimento e formação de vagens nesse tratamento, afetou negativamente o peso de grãos por vagem.

A seguir são apresentadas as equações de regressões ajustadas ao peso de grãos por vagem, para as interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio 0, 30, 60 e 90 kg/ha respectivamente.

$$Y = 0,04897 + 0,001322 A^* \quad (N_1)$$

$$r^2 = 35,00$$

$$Y = - 7,2356 + 0,03992 A^* - 0,50498 \cdot 10^{-4} A^{2*} \quad (N_2)$$

$$r^2 = 85,89$$

$$Y = - 9,1105 + 0,05095 A^{**} - 0,66190 \cdot 10^{-4} A^{2**} \quad (N_3)$$

$$r^2 = 58,77$$

$$Y = - 7,2380 + 0,03860 A^* - 0,46520 \cdot 10^{-4} A^{2*} \quad (N_4)$$

$$r^2 = 74,22$$

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

4.5. Peso de 1000 sementes

Na tabela 9 é apresentado os dados médios do peso de 1000 sementes, em gramas, obtidos em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Tabela 9 - Peso médio de 1000 sementes, em g, obtidos em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Lâminas totais de água (mm)	DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)				Média
	0	30	60	90	
320	180,46	208,56	196,10	204,00	197,28
342	196,65	172,60	177,35	211,52	189,53
364	162,62	181,80	198,47	195,12	184,50
392	174,27	167,88	180,76	203,20	181,53
417	150,81	168,33	168,90	194,90	170,74
431	159,15	158,10	168,92	159,76	180,84
Média	170,66	176,21	181,75	194,75	

No resumo da análise de variância do peso de mil sementes, apresentado na tabela 10, com desdobramento da interação de lâminas de água dentro dos níveis de nitrogênio, é observado um efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade, para as lâminas totais de água, para os níveis de nitrogênio e para a interação lâmina de água x nitrogênio ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Resumo da análise de variância do peso de mil sementes, com desdobramento das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
Blocos	03	253,4700
Água	05	2676,5914**
Resíduo a	15	508,0882
Nitrogênio	03	2555,3314**
A x N	15	554,1353*
ADN ₁	05	1100,4321*
ADN ₂	05	1240,3711**
ADN ₃	05	668,0988
ADN ₄	05	1330,0940**
Resíduo b	54	274,4222
Total	95	

CV - 12,47%, correspondente ao resíduo a

CV = 9,16%, correspondente ao resíduo b

* = significativo ao nível de 5%

** = significativo ao nível de 1%

As representações gráficas, das equações de regressões ajustadas aos dados de peso de 1000 sementes, nas interações lâminas totais de água dentro das doses de nitrogênio 0, 30, 60 e 90 kg/ha é apresentada na figura 12.

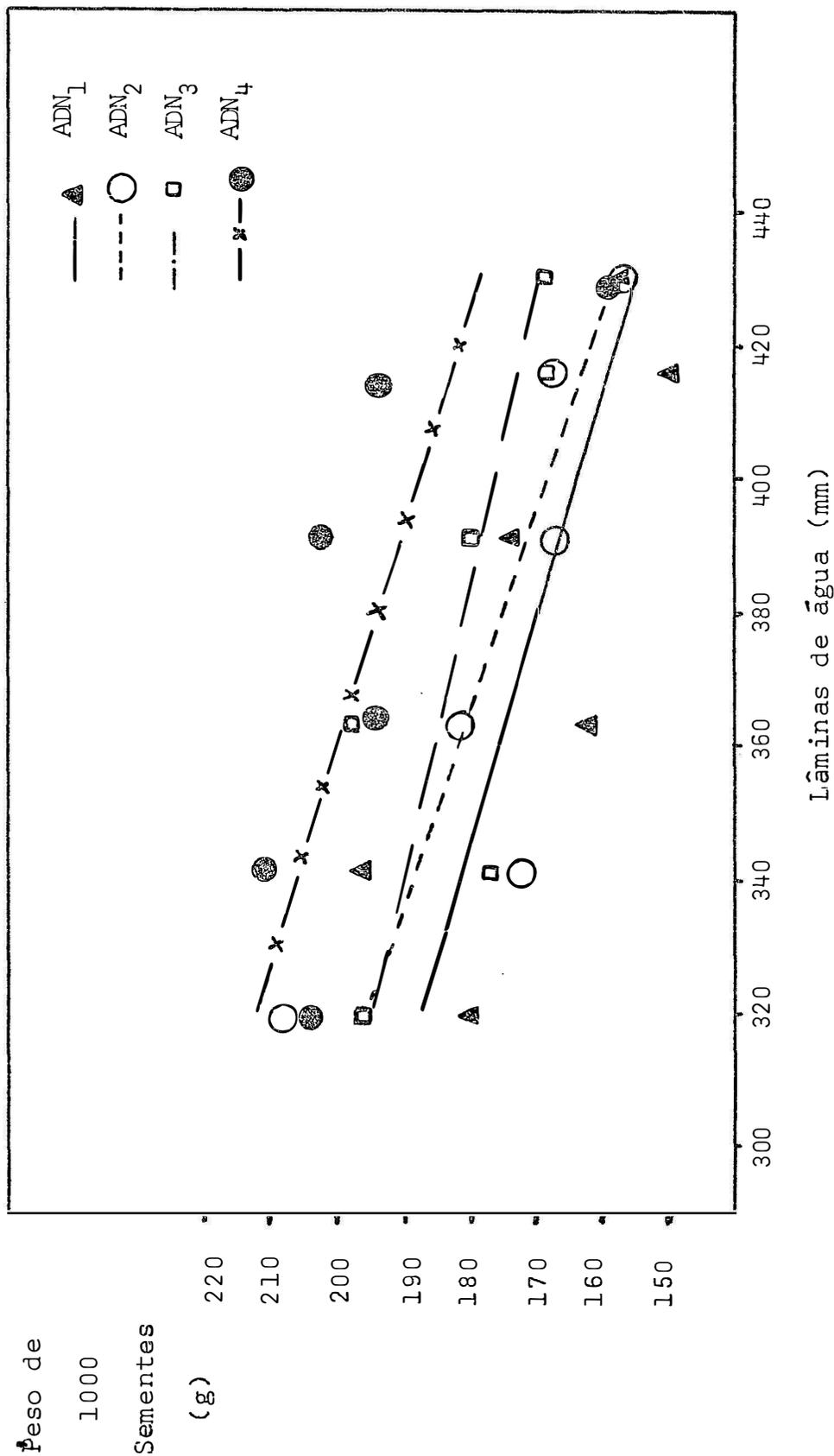


Figura 12 - Curva do peso de 1000 sementes em função das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio N₁, N₂, N₃ e N₄

Observa-se na figura 12, que o peso de 1000 sementes em todas as doses de nitrogênio diminuíram linearmente com o aumento da lâmina total de água. Comportamento semelhante em relação ao peso de 1000 sementes foi encontrado por FARRIA (1981) com a cultura do trigo. SILVA (1978) entretanto, não encontrou resposta significativa em ensaio semelhante a este, com a cultura do feijoeiro (*Vigna sinensis* L Savi). Observa-se ainda que a menor lâmina total de água de 320 mm, foi a que apresentou o maior peso de 1000 sementes, com valores de 187,41, 195,93, 194,67 e 212,42 g para os níveis de nitrogênio 0, 30, 60 e 90 kg/ha respectivamente. Em relação as lâminas totais de água dentro dos níveis de nitrogênio a dose de 90 kg de N/ha foi de maneira geral, a que observou-se o maior peso de 1000 sementes, sendo seguida pelas doses 60, 30 e 0 kg em ordem decrescente.

A seguir são apresentadas as equações de regressões ajustadas ao peso de 1000 sementes, para as interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio 0, 30, 60 e 90 kg/ha respectivamente.

$$Y = 280,3641 - 0,2905 A^{**} \quad (N_1)$$

$$r^2 = 57,55$$

$$Y = 305,3807 - 0,3420 A^{**} \quad (N_2)$$

$$r^2 = 70,78$$

$$y = 266,3902 - 0,2241 A^{**} \quad (N_3)$$

$$r^2 = 56,42$$

$$Y = 310,5213 - 0,3065 A^{**}$$

(N₄)

$$r^2 = 53,02$$

** = significativo ao nível de 1%

4.6- Número de vagens por planta

O número médio de vagens por planta, obtidos em função das lâminas totais de água e doses de nitrogênio é apresentado na tabela 11.

Tabela 11 - Número médio de vagens por planta, obtidas em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Lâminas totais de água (mm)	DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)				Média
	0	30	60	90	
320	7,825	9,425	11,550	13,600	10,600
342	9,575	8,775	9,675	10,200	9,556
364	6,600	9,000	11,675	11,075	9,588
392	8,200	9,800	9,825	10,750	9,644
417	9,375	9,050	9,475	8,250	9,038
431	8,450	8,450	9,600	9,900	9,100
Média	8,338	9,083	10,300	10,629	

Na tabela 12 é apresentado o resumo da análise de variância do número de vagens por planta, onde se observa um efeito significativo ao nível de 1% de probabilidade das doses de adubação nitrogenada, não sendo detectado entretanto,

efeito significativo para as lâminas totais de água.

Tabela 12 - Resumo da análise de variância do número de vagens por planta; em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
Blocos	3	43,2125*
Água	5	5,2228
Resíduo a	15	8,1947
Nitrogênio	3	27,2753**
A X N	15	5,7155
Resíduo b	54	6,3351
Total	95	

C.V. = 29,86 (%) correspondente do resíduo a

C.V. = 26,25 (%) correspondente do resíduo b

* = significativo ao nível de 5% de probabilidade

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade

A equação de regressão ajustada ao número de vagens por planta para as doses de nitrogênio, é representada graficamente na figura 13.

Verifica-se que a aplicação de nitrogênio promoveu um aumento do número de vagens por planta. O efeito quadrático observado para as doses de nitrogênio, indica que o número de vagens por planta atingiria um máximo de 11,3 vagens com

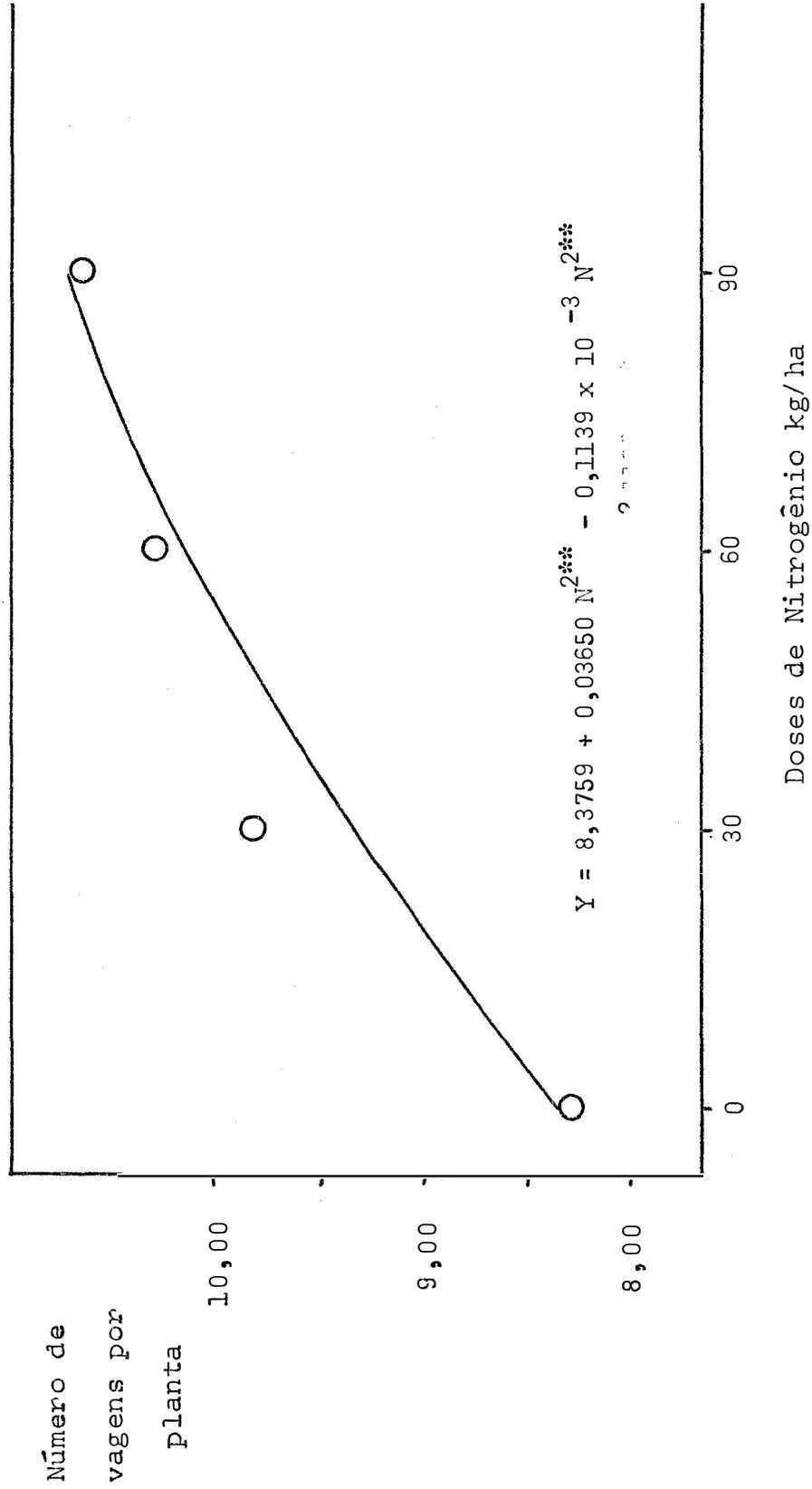


Figura 18 - Número de vagens por planta, obtidas em função das doses de nitrogênio.

a dose de 160,29 kg de N/ha, portanto fora dos limites estudados. Comportamento semelhante a este, foi encontrado por SILVA (1978) com a cultura do feijoeiro (Vigna sinensis L Savi) para as doses de nitrogênio, entretanto, este mesmo autor, encontrou diferença altamente significativa para as lâminas de água contrariamente ao encontrado nesse trabalho.

4.7. Número de grãos por planta

Na tabela 13 são apresentados os números médios de grãos por planta, obtidos em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Tabela 13 - Número médio de grãos por planta para as lâminas totais de água e doses de nitrogênio.

Lâminas totais de água (mm)	DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)				Média
	0	30	60	90	
320	17,250	15,850	22,350	28,825	21,069
342	32,175	27,300	35,900	29,775	31,286
364	23,225	34,475	43,775	34,825	34,075
392	31,300	34,425	35,500	42,450	35,919
417	38,975	34,025	37,275	38,925	37,300
431	34,000	35,500	35,575	40,425	36,875
Média	29,488	30,262	35,396	35,871	

O resumo da análise de variância do número de

grãos por planta, em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio é apresentado na tabela 14. Observa-se um efeito significativo para as lâminas totais de água ao nível de 1 % de probabilidade, não se verificando entretanto, efeito significativo para as doses de nitrogênio nem para as interações lâminas totais de água X doses de nitrogênio.

Tabela 14 - Resumo da análise de variância do número de grãos por planta, em função das lâminas totais de água e das doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
Blocos	3	299,6776
Água	5	601,9368**
Resíduo a	15	123,8269
Nitrogênio	3	268,5729
A X N	15	69,5448
Resíduo b	54	111,4935
Total	95	

C.V. = 33,97 (%) correspondente do resíduo a

C.V. = 32,23 (%) correspondente do resíduo b

** = significativo a 1% de probabilidade

Na figura 14 é representado graficamente, a equação de regressão ajustada ao número de grãos por planta em fun

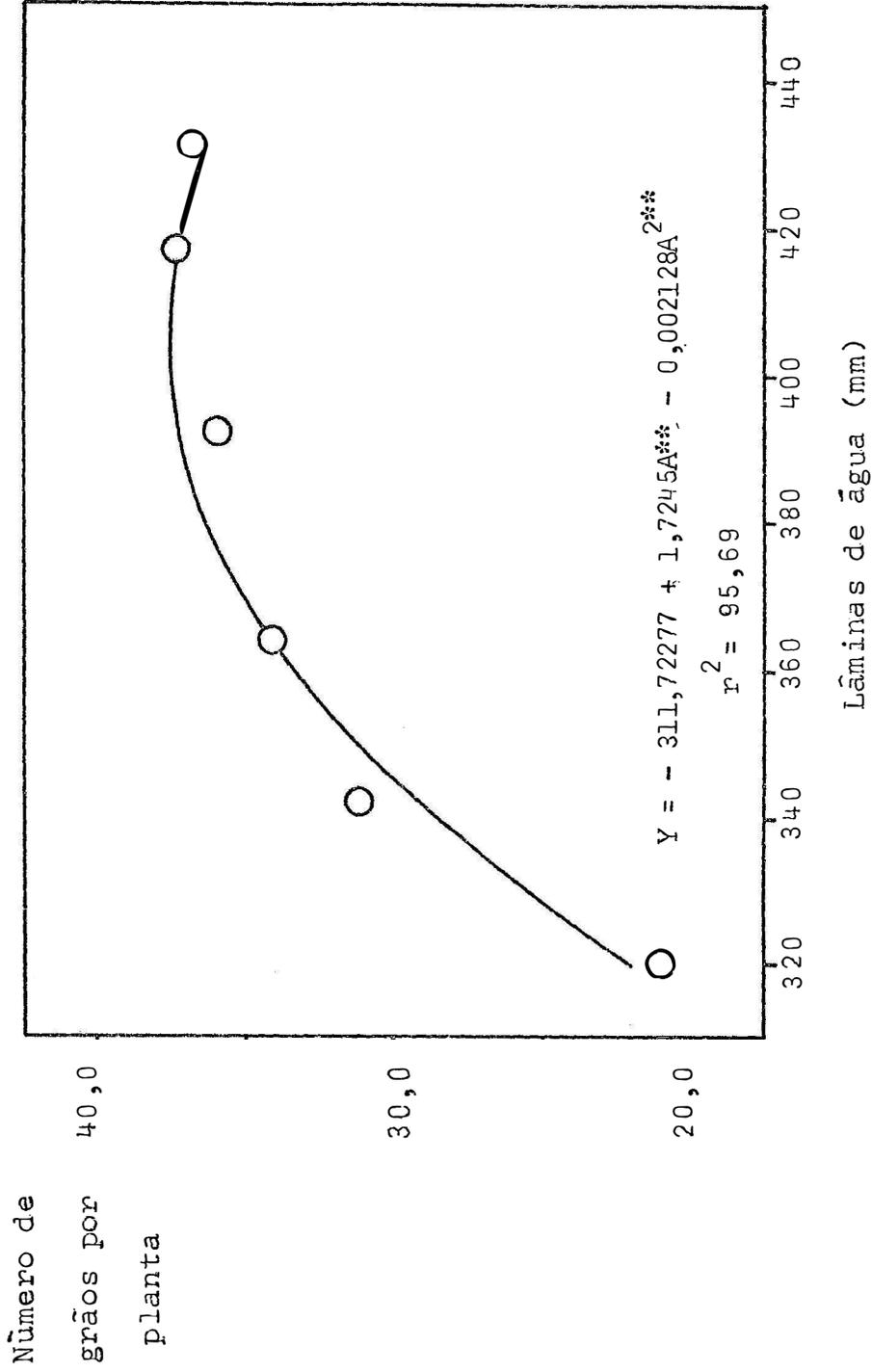


Figura 14 - Número de grãos por planta, obtidas em função das lâminas de água

ção das lâminas de água, verificando-se uma relação quadrática entre as variáveis, tendo o número de grãos por planta atingido um máximo de 37,70 grãos para uma lâmina d'água de 405,23 mm.

4.8. Número de grãos por vagem

Na tabela 15 são apresentados os resultados médios do número de grãos por vagem, obtidos em função das lâminas totais de água e doses de nitrogênio.

Tabela 15 - Número médio de grãos por vagem, obtidos em função das lâminas totais de água e dos níveis de irrigação.

Lâminas totais de água (mm)	DOSES DE NITROGÊNIO (kg/ha)				Média
	0	30	60	90	
320	2,192	1,737	1,925	2,758	2,153
342	3,452	3,128	3,822	2,700	3,276
364	3,345	3,762	3,712	3,742	3,641
392	3,807	3,522	3,612	3,977	3,730
417	4,178	3,582	3,962	4,675	4,099
431	3,927	4,210	3,897	4,040	4,019
Média	3,484	3,324	3,489	3,649	

No resumo da análise de variância do número de grãos por vagem, apresentada na tabela 16, observa-se um efeito significativo para as lâminas totais de água e para a inte-

ração lâmina d'água X doses de nitrogênio. Não se observou efeito significativo para as doses de nitrogênio.

Tabela 16 - Resumo da análise de variância do número de grãos por vagem, com desdobramento das interações lâminas de água dentro das doses de nitrogênio.

Causas de variação	G.L.	Q.M.
Blocos	3	0,6780
Água	5	8,2058**
Resíduo a	15	0,6642
Nitrogênio	3	0,4226
A X N	15	0,5023*
ADN ₁	5	1,9765**
ADN ₂	5	2,9113**
ADN ₃	5	2,4109**
ADN ₄	5	2,4141**
Resíduo b	54	0,2594
Total	95	

C.V. = 23,38 (%) correspondente ao resíduo a

C.V. = 14,61 (%) correspondente ao resíduo b

* = significativo ao nível de 5%

** = significativo ao nível de 1%

Na figura 15 é representado graficamente, as e-

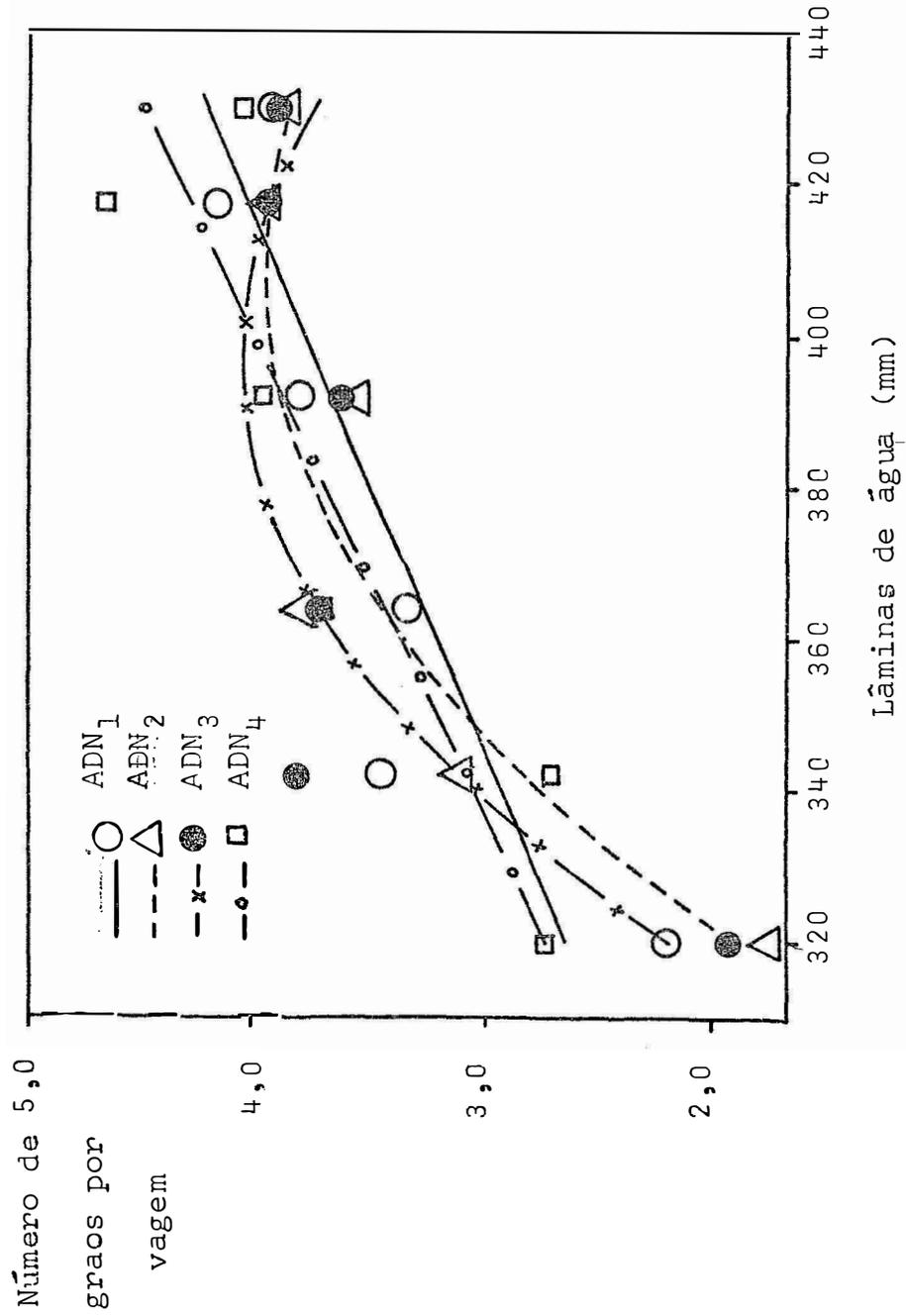


Figura 15 - Número de grãos por vagem, obtidas em função das lâminas de água

quações de regressões ajustadas aos dados do número de grãos por vagem, em função das lâminas totais de água, para os quatro níveis de nitrogênio, que deferiram significativamente.

Observa-se pela figura 15 o efeito linear para o número de grãos por vagem, nos níveis 0 e 90 kg/ha de nitrogênio em relação as lâminas totais de água, indicando que o número máximo de grãos por vagem não foi alcançado. Para os níveis 30 e 60 kg/ha de nitrogênio, as lâminas totais de água apresentaram efeito quadrático sobre o número de grãos por vagem, que tiveram valores máximos de 3,96 e 4,07 grãos para as lâminas de água de 409,57 e 397,59 mm respectivamente.

A seguir são apresentadas as equações de regressões ajustadas aos dados do número de grãos por vagem em função das lâminas totais de água para os níveis de nitrogênio 0, 30, 60 e 90 kg/ha respectivamente.

$$Y = 1,8732 + 0,01418 A^{**} \quad (N_1)$$

$$r^2 = 76,40$$

$$Y = 37,1879 + 0,2009 A^{**} - 0,0002453 A^{2**} \quad (N_2)$$

$$r^2 = 82,43$$

$$Y = - 42,5696 + 0,2346A^{**} - 0,0002950 A^{2**} \quad (N_3)$$

$$r^2 = 73,34$$

$$Y = - 2,3857 + 0,01599 A^{**} \quad (N_4)$$

$$r^2 = 79,37$$

5- CONCLUSÕES

Baseado nas análises dos resultados obtidos pode-se concluir que:

a) A irrigação possibilitou um aumento de 76,7% de produtividade em relação a testemunha. A produtividade máxima foi de 905 kg/ha para uma lâmina d'água de 394 mm.

b) Comprovou-se a possibilidade de produções satisfatórias (821 kg/ha) nos tratamentos que receberam lâminas de irrigação menores (22 a 72 mm), desde que realizados nos períodos de floração e formação de vagens.

c) Comprovou-se um acréscimo de produtividade de 80 % nos tratamentos que receberam lâminas d'água menores, evidenciando que o período crítico do feijoeiro está na época de floração e início de formação de vagens.

d) O peso de grãos por vagem e o peso de 1000 se mentes foram influenciados pelo déficit hídrico ocorrido na floração e formação de vagens.

6- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASCUR, B.G. e F.N. FRITSCH, 1975. Efeitos de métodos y frecuencia de riego sobre componentes de rendimento en frijol (Phaseolus Vulgaris L.). Agricultura Técnica. Chile, 35(3): 147-152.
- BENAVIDES, J.G., 1969. Zonificación de Phaseolus Vulgaris en función de su régimen hídrico. Agronomía Tropical. Maracay, 19(8): 197-203.
- BERNARDO, S., J.D. GALVÃO, H. GUERINI e J.B. CARVALHO 1970. Efeito dos níveis de água no solo sobre a produção do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). Seiva, Brasil, 30(71): 7-13.
- BLACK, T.A.; C.A. TANNER e W.R. GARDNER, 1970b. Evapotranspiration from a snap bean crop. Agronomy Journal. 62: 66-69.
- BLACK, T.A.; W.R. GARDNER e C.B. TANNER, 1970a. Water storage

and drainage under a row crop on Sandy Soil. Agronomy Journal. 62: 48-51.

BLACKWALL, C.L.F. 1969. Effects of weather irrigation and pod removal on the setting of pods and the marketable yield of runner beans. J. Hort. Sci. 44: 371-384.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1977. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 38: 1-848.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1978. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 39: 1-900.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1979. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 40: 1-856.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1980. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 41: 1-840.

BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1982. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 42: 1-904.

- BURMAN, R.D. e D.W. BOHMONT, 1961. Evaluating the growth rate of great Northern beans as influenced by soil moisture level under greenhouse conditions. Agronomy Journal. 53: 354 - 355.
- CAIXETA, T.J.; R. MARINATO; M.S. FRANÇA-DANTES, 1978. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e três níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro comum (Phaseolus Vulgaris L.) I. EPAMIG, Projeto Feijão. Relatório 73/75 , Belo Horizonte.
- CAROULUS, R.L. e P.E. SCHELEUSENER, 1950. Effect of irrigation on the yield of snap beans, sweet corn and tomatoes as influenced by certain cultural practices. Michigan Quaterly Bulletin. 32: 465-478.
- CASTRO, P.T., 1979. Evapotranspiração atual e potencial de uma cultura de milho (Zea mays L.). Piracicaba, ESALQ/USP , 61p (Tese de Mestrado).
- DOORENBOS, J. e W.O. PRUITT , 1976. Las necesidades de água de los cultivos. Roma, FAO 193p. (Riego y Drenaje nº 24).
- DOSS, B. D.; C.E. EVANS; J. TURNER, 1977. Irrigation and applied nitrogen effects on snap beans and picking cucumbers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102: 654-657.

- DUBETZ, S. e P.S. MAHALLE, 1969. Effect o soil water stress on bush beans Phaseoulus vulgaris L. at threë Stages of growth. J. Amer Soc. Hort Sci. 102(5): 654-657.
- EL NADI, A.H., 1975. Water relations of beans III Pod and seed yied of haricot beans under different irrigation in the Sudan. Experimental Agriculture. 11(2): 155-158.
- ENCARNAÇÃO, C.R.F., 1980. Estudo da demanda de água do feijoeiro (Phaseclus vulgaris L.) var. goiano precoce. Piracicaba, ESALQ/USP, 62p. (Tese de Mestrado).
- FARIA, R.T., 1981. Estudo da lâmina de irrigação na cultura do trigo (Triticum aestivum, L.) utilizando o sistema de "aspersão em linha". Piracicaba, ESALQ/USP, 71p. (Tese de Mestrado).
- GABELMAN, W.H. e D.D.F. WILLIANS, 1960. Developmental studies with irrigated snap beans. Wisconsin. 57p. (Research Bulletin nº 221)..
- GALLO, J.R. e S. MIYASAKA, 1961. Composição química do feijoeiro e absorção de elementos nutritivos do florescimento à maturação. Bragantia. Campinas, 20: 867-884.
- GARRRIDO, M.A.T. e H.A. TEIXEIRA, 1978a. Efeito de diferentes

níveis de umidade do solo sobre o rendimento do feijoeiro comum na região Sul de Minas Gerais. EPAMIG, Projeto Feijão, relatório 75/76, Belo Horizonte.

GARRIDO, M.A.T. e H.A. TEIXEIRA, 1978b. Efeito de diferentes níveis de umidade do solo sobre o rendimento do feijoeiro comum na região sul de Minas Gerais. EPAMIG, Projeto Feijão, relatório 76/77, Belo Horizonte.

GARRIDO, M.A.T.; J.R.C. PURCINO e C.A.S. LIMA, 1979a. Efeito do déficit de água em alguns períodos de ciclo de crescimento sobre o rendimento do feijoeiro comum. EPAMIG, Projeto Feijão, relatório 77/78, Belo Horizonte.

GARRIDO, M.A.T.; J.R.C. PURCINO e C.A.S. LIMA, 1979b. Efeito de diferentes regimes de irrigação sobre o rendimento do feijoeiro na região norte de Minas Gerais. EPAMIG, Projeto Feijão, relatório 77/78, Belo Horizonte.

GUTIERRES M.O. e G.P.J. RODRIGUES, 1971. Requerimentos de riego de la caraota (Phaseolus vulgaris L.) Cagua, Fundacion Shell. 19p.

HANKS, R.J.; J. KELLER; V.P. RASMUSSEN; e G.D. WILSON, 1976. Line source sprinkler for continuous variable irrigation crop production studies. Soil Sci. Soc. Am. J. 40: 426-429.

- HORNER, G.M. e M. MOJTEREDI, 1970. Yield of grain legumes as affected by irrigation and fertilizer regimes. Agronomy Journal. 62: 449-450.
- INFORZATO, R. e S. MIYASAKA, 1963. Sistema radicular do feijoeiro em dois tipos do solo do Estado de São Paulo. Bragantia. 22: 477-481.
- JANES, E.B., 1948. The effect of varying amount of irrigation on the composition of two varieties of snap beans. Proceeding of the American Society for Horticultural Science. 51: 457-462.
- KATTAN, A.A. e J.W FLEMING, 1956. Effect of irrigation at specific stages of development on yield, quality, growth and composition of snap beans. Proceeding of the American Society for Horticultural Science. 68: 329-392.
- LEGARDA, B.L.E., 1972. Influencia de la succion máxima del agua y del espacio aereo del suelo sobre la produccion de la variedad 27R de frijol. Turrialba. Costa Rica, IICA, 120p. (Tese de Mestrado).
- LIBARDI, P.L., 1978. Condutividade hidráulica do solo em condições de campo. Piracicaba, ESALQ/USP, 113p (Tese de Doutorado).

- LIMA, C.A.S., R. MARINATO, T.J. CAIXETA e M.S. FRANÇA DANTAS ,
1978. Campo de observação de feijão irrigado II. EPAMIG ,
Projeto Feijão, relatório anual 75/76, Belo Horizonte.
- LUCHIARI, A.J., 1978. Determinação do coeficiente de cultura
(Kc) para feijão (Phaseolus vulgaris L.) pelo método do ba-
lanço hídrico. Piracicaba, ESALQ/USP, 59p. (Tese de Mes-
trado).
- MACK, H.J.; L.L. BOERMA; J.W. WOLFE; W.A. SISTRUNK e D.D. E-
VANS, 1966. Effects of soil moisture and nitrogen fertili-
zer on pole beans. Oregon, Agricultural Experiment Station,
27p. (Bulletin, 97).
- MACK, H.J. e A.R. BONANNO, 1981. Water stress reduces bush be
ans and sweet corn yields. Oregon Vegetable Digest. 30(4):
1-2.
- MAGALHÃES, A.A. e MILLAR, A.A., 1978. Efeito do déficit de á-
gua no período reprodutivo sobre a produção do feijão. Pes-
quisa Agropecuária Brasileira. Brasília, 13(2): 55-60.
- MAURER, A.R.; D.P. ORMROD e N.J. SCOTT, 1969. Effect of five
soil water regimes on growth and composition of snap beans.
Canadian Journal of Plant Science. 49(3): 271-278.

- MIDDLETON, J.E.; W.O. PRUITT; P.C. GRANDALL e M.C. JENSEN , 1967. Consumptive use and evaporation data, 1954-62. Washington Agricultural Experiment Station (Bulletin nº 681).
- MILLAR, A.A. e E.N. CHOUDHURY, 1980. A model to define operation irrigation frequency for maximum yield of crop. Turri alba. 30(4): 391-398.
- MIRANDA, O.; C. BELMAR, 1977. Déficit hídrico y frecuencia de riego en frejol (Phaseolus vulgaris, L.). Agricultura Técnica. Chile, 37: 111-117.
- NEPTUNE, A.M.L. e T. MURAOKA, 1978. Aplicação de uréia ¹⁵N em feijoeiro (Phaseolus vulgaris, L.) cultivar carioca. R. Bras. Ci. Solo. 2: 51-55.
- NETTLES, F.V., 1948. Two years results of the effect of several irrigation treatments on the yield of cabbage and snap beans American Society for Horticultural Science. 51: 463-467.
- PURCINO, J.R.C.; T.V. CAIXETA e M.A.R. GARRIDO, 1978a. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e tres níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris, L.) II EPAMIG, Projeto Feijão, relatório 73/75, Belo Horizonte.

PURCINO, J.R.C.; T.J. CAIXETA; M.A.T. GARRIDO; C.A.S. LIMA e M.S. FRANÇA-DANTAS, 1978b. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e três níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro comum. (Phaseolus vulgaris, L.) I. EPAMIG, Projeto Feijão, relatório 75/76, Belo Horizonte.

PURCINO, J.R.C.; T.J. CAIXETA e M.A.T. GARRIDO, 1978c. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e três níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro comum. (Phaseolus vulgaris, L.) II. EPAMIG, Projeto feijão, relatório 75/76, Belo Horizonte.

PURCINO, J.R.C.; T.J. CAIXETA e M.A.T. GARRIDO, 1978d. Efeito da aplicação de quatro lâminas totais de água e três níveis de fertilizantes no rendimento do feijoeiro comum. EPAMIG, Projeto Feijão, relatório 76/77, Belo Horizonte.

RAGGI, L.A.; S. BERNARDO e J.D. GALVÃO, 1976. Efeito do turno no de rega em três fases do ciclo feijoeiro. Seiva. 32: 34-43.

RANZANI, G.O.; O. FREIRE e T. KINJO, 1966. Cartas de solos do município de Piracicaba. ESALQ/Centro de estudos de solos. 85p.

REICHARDT, K. e P.L. LIBARDI, 1974. An analysis of soil-water

movement in the field: I. Hidrological field site characterization. Piracicaba, CENA (Boletim Científico, nº 21).

REICHARDT, K; P.L. LIBARDI, J.M. SANTOS, 1974. An analysis of soil-water movement in the field. II water balance in a snap bean crop. Piracicaba, CENA (Boletim Científico, nº 22).

ROBERT, S., W.H. WEAVER e J.P. PHELPS, 1971. Effects of nitrogen and rate and method of phosphorus fertilization on yield and nutrient content of dry beans. Washington Agricultural Experiment Station. 5p. (Bulletin 762).

ROBINS, J.S. e C.E. DOMINGOS, 1956. Moisture deficits in relation to the growth and development of dry beans. Agronomy Journal. 48: 67-70.

SALTER, P.J. e J.C. GOODE, 1967. Crop responses to water at different stage of growth. Bucks, Commonwealth Agricultural Bureaux p.52-57 (Review, 2).

SCOTTI, C.A., 1974. Vigor e produção de sementes de diferentes peneiras comerciais em cultivares de milho (Zea mais, L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 61p. (Tese de Mestrado).

SETZER, J., 1946. Contribuição para o estudo do clima do estado de São Paulo. DER São Paulo IX à XI: separata 237p.

- SILVA, J.C.A., 1982. Movimento e perdas por lixiviação de nitrogênio CO ($^{15}\text{NH}_2$)₂ - em um alfissol cultivado com milho (Zea mays L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 68p. (Tese de Mestrado).
- SILVA, M.A., 1978. Efeito da lâmina de água e da adubação nitrogenada sobre a produção de feijão-de-corda (Vigna sinensis, L. Sevi), utilizando o sistema de irrigação por "aspersão em linha". Viçosa, UFV. 49p. (Tese de Mestrado).
- SILVEIRA, P.M. da; J.R. FONSECA e C.M. GUIMARÃES, 1981. Consumo de água pelo feijão de 3a. época irrigado por aspersão. Goiania, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão 15p. (Comunicado Técnico 9).
- SMITTLE, D.A., 1976. Response of snap bean to irrigation, nitrogen fertilization, and plant population. Journal of the American Society for Horticultural Science. 101(1): 37-40.
- STANSEL, J.R. e D.A. SMITTLE, 1980. Effects of irrigation regimes on yield and water use of snap bean (Phaseolus vulgaris, L.). Journal American Society for Horticultural Science. Genova, 105: 869-873.
- TAVARES, F.C.A., 1972. Componentes da produção relacionadas a heterose em híbridos intervarietais de milho (Zea mays, L.).

Piracicaba, ESALQ/USP, 106p. (Tese de Mestrado).

VIEIRA, C., 1978. Cultura do feijão. Viçosa, Mg, Imprensa Universitária, UVS. .145p.

APÉNDICE

Apêndice 1 - Dotação de água para os tratamentos
 A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , A_4 , A_5 e as precipi-
tações durante o ciclo da cultura.

Dias após o Plantio	Data	Precipi- tação (mm)	T r a t a m e n t o s					
			Água aplicada pela irrigação (mm)					
			A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5
02	03/09	1,1	-	-	-	-	-	-
03	04/09	8,0	-	-	-	-	-	-
09	10/09	1,8	-	-	-	-	-	-
10	11/09	16,1	-	-	-	-	-	-
12	13/09	9,5	-	-	-	-	-	-
13	14/09	10,0	-	-	-	-	-	-
14	15/09	10,2	-	-	-	-	-	-
15	16/09	0,3	-	-	-	-	-	-
16	17/09	18,6	-	-	-	-	-	-
21	22/09	22,6	-	-	-	-	-	-
22	23/09	0,4	-	-	-	-	-	-
26	27/09	-	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
27	28/09	-	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
29	30/09	-	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200	4,200
30	01/10	21,0	-	-	-	-	-	-
33	04/10	6,5	-	-	-	-	-	-
35	06/10	21,1	-	-	-	-	-	-
36	07/10	7,4	-	-	-	-	-	-
37	08/10	11,8	-	-	-	-	-	-
42	13/10	6,3	-	-	-	-	-	-
43	14/10	10,9	-	-	-	-	-	-
49	20/10	-	-	1,105	2,690	5,530	8,100	8,040
50	21/10	-	-	3,620	8,110	11,420	14,540	18,870
52	23/10	-	-	2,760	6,575	11,950	18,050	22,000
55	26/10	7,6	-	1,275	2,625	4,300	5,370	6,600
59	29/10	0,2	-	3,540	7,020	10,750	15,030	17,760
59	30/10	8,6	-	4,400	6,500	8,950	12,100	14,200
61	01/11	0,4	-	-	-	-	-	-
62	02/11	11,2	-	-	-	-	-	-
63	03/11	8,3	-	-	-	-	-	-
67	07/11	-	-	3,450	6,870	11,350	14,250	14,700
68	08/11	9,3	-	-	-	-	-	-
69	09/11	2,3	-	-	-	-	-	-
70	10/11	26,0	-	-	-	-	-	-
71	11/11	3,6	-	-	-	-	-	-
74	14/11	12,5	-	-	-	-	-	-
81	21/11	-	-	1,100	3,370	6,100	7,650	6,700
83	23/11	3,0	-	-	-	-	-	-
84	24/11	17,8	-	0,900	1,180	1,550	2,210	2,400
85	25/11	8,7	-	-	-	-	-	-
92	02/12	1,3	-	-	-	-	-	-
93	03/12	2,3	-	-	-	-	-	-
Total		305,4	13,2	35,350	58,140	85,100	110,500	124,470
94	04/12	15,8	-	-	-	-	-	-
100	10/12	0,5	-	-	-	-	-	-
101	11/12	1,0	-	-	-	-	-	-
103	13/12	2,9	-	-	-	-	-	-
104	14/12	1,2	-	-	-	-	-	-
105	15/12	25,6	-	-	-	-	-	-
106	16/12	28,0	-	-	-	-	-	-
110	20/12	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal		75,0	*13,2					

* O tratamento A_0 apresentou um atraso de 17 dias na maturação de grãos em relação aos tratamentos irrigados que estavam com as vagens totalmente secas aos 93 dias após o plantio.