

POTENCIAL MATRICIAL, ADUBAÇÃO E CULTIVARES NA PRODUTIVIDADE
DE MILHO *Zea mays*, L.

JOÃO HÉLIO TORRES, D'ÁVILA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FORTALEZA - 1983

Esta Dissertação foi submetida como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agrícola, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Dissertação é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

João Hélio Torres D'Ávila

DISSERTAÇÃO APROVADA EM _____

Prof. Luís Carlos Uchoa Saunders
Orientador da Dissertação

Prof. Raimundo de Pontes Nunes
Co-Orientador

Prof. Moisés Custódio Saraiva Leão

A meus pais

SALUSTIANO e RAIMUNDIRA

e a meus irmãos

MARIA HELENA, ANA MARIA e FRANCISCO CARLOS

MINHA GRATIDÃO.

À minha esposa

SANDE

e a meu filho

RAFAEL

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir o presente trabalho o autor expressa seus agradecimentos:

Ao Prof. JOSÉ MATIAS FILHO pela amizade, orientação e incentivo, sem os quais não teria sido possível a realização deste trabalho.

Ao Prof. LUIS CARLOS UCHOA SAUNDERS, Orientador, pela sua orientação, amizade e dedicação, essenciais no bom êxito deste trabalho.

Ao Prof. RAIMUNDO DE PONTES NUNES, Co-Orientador, pela dedicada orientação e estímulo dispensados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. MOISÉS CUSTÓDIO SARAIVA LEÃO, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela amizade, empenho e sugestões apresentadas e introduzidas neste trabalho.

Ao Dr. MARCOS AUGUSTO ESTEVES ARARIPE, Administrador da Fazenda Experimental do Vale do Curu, pela colaboração e incentivos oferecidos.

Aos Professores e funcionários do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, pelo auxílio e colaboração.

Ao Convênio CNPq/FCPC/BID - Dessalinização, pela oportunidade que concedeu para a realização do curso.

Ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, na pessoa de seus professores.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela ajuda concedida.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| <u>LISTA DE TABELAS</u> | viii |
| <u>LISTA DE FIGURAS</u> | xiii |
| <u>RESUMO</u> | xviii |
| <u>ABSTRACT</u> | xx |
| 1 - <u>INTRODUÇÃO</u> | 1 |
| 2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u> | 3 |
| 3 - <u>MATERIAL E MÉTODOS</u> | 14 |
| 3.1 - <u>Análises Físicas e Hídricas</u> | 14 |
| 3.1.1 - Densidade aparente | 14 |
| 3.1.2 - Capacidade de Campo | 15 |
| 3.1.3 - Ponto de Murcha Permanente | 15 |
| 3.1.4 - Curva Característica da Água do Solo | 15 |
| 3.2 - <u>Tratamentos e Delineamento Experimental</u> | 18 |
| 3.3 - <u>Atividades de Campo</u> | 23 |
| 3.3.1 - Preparo do solo | 23 |
| 3.3.2 - Plantio | 24 |
| 3.4 - <u>Sistema de Distribuição e Aplicação D'água</u> ... | 24 |
| 3.5 - <u>Tratos Culturais</u> | 28 |
| 3.6 - <u>Colheita</u> | 29 |
| 4 - <u>RESULTADOS</u> | 30 |
| 4.1 - <u>Estimativas dos Parâmetros de Irrigação</u> | 30 |
| 4.2 - <u>Caracteres da Planta e Fatores da Produção</u> ... | 39 |
| 4.2.1 - Efeitos Principais da Variação do Potencial Matricial | 39 |
| 4.2.2 - Efeitos Principais de Variedades | 54 |
| 4.2.3 - Efeitos Principais da Adubação | 54 |
| 4.2.4 - Efeitos de Interações | 62 |

| | Página |
|---|--------|
| 4.2.4.1 - Interação Cultivar vs. Irrigação | 62 |
| 4.2.4.2 - Interação Cultivar vs. Adubação | 64 |
| 5 - <u>DISCUSSÃO</u> | 77 |
| 5.1 - <u>Efeitos dos Parâmetros de Irrigação sobre os</u> <u>Caracteres da Planta e Fatores de Produção</u> | 77 |
| 5.2 - <u>Efeitos da Adubação sobre os Caracteres da Plan</u> <u>ta e Fatores de Produção</u> | 81 |
| 5.3 - <u>Efeitos de Interações sobre os Caracteres</u> <u>da Planta e Fatores de Produção</u> | 99 |
| 5.3.1 - Interação Cultivar vs. Irrigação | 99 |
| 5.3.2 - Interação Cultivar vs. Adubação | 99 |
| 6 - <u>CONCLUSÕES</u> | 121 |
| 7 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> | 124 |
| ANEXO "A" | 130 |
| ANEXO "B" | 137 |

LISTA DE TABELAS

| TABELA | | Página |
|--------|--|--------|
| 1 | Valores médios dos Elementos Básicos de Irrigação dos quatro tratamentos estudados.. | 31 |
| 2 | Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I_1 pelo método edáfico, considerando -se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia $-0,30$ atm. | 34 |
| 3 | Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I_2 pelo método edáfico, considerando -se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia $-0,45$ atm. | 35 |
| 4 | Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I_3 pelo método edáfico, considerando -se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia $-0,60$ atm. | 36 |
| 5 | Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I_4 pelo método edáfico, considerando -se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia $-0,75$ atm. | 37 |
| 6 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) na produção da espiga completa (X_1), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo. | 40 |
| 7 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) na produção de grãos de milho (X_2), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo. | 41 |

TABELA

Página

| | | |
|----|---|----|
| 8 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) na produção de sabugo de milho (X_3), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo. | 42 |
| 9 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) na produção de palha de milho (X_4), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo. | 43 |
| 10 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no peso de 100 sementes (X_5), em g, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo. | 44 |
| 11 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no percentual de grãos na espiga completa (X_6), na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.. | 45 |
| 12 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no percentual de palha na espiga completa (X_7), na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo. | 46 |
| 13 | Comportamento dos cultivares Dentado composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no percentual de sabugo na espiga completa (X_8), na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo. | 47 |
| 14 | Análise da variância. | 48 |
| 15 | Análise da variância da produção da espiga completa (X_1), em (t/ha), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação. | 49 |

| TABELA | | Página |
|--------|--|--------|
| 16 | Análise da variância da produção de grãos (X_2), em (t/ha), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação... | 50 |
| 17 | Análise da variância da produção de sabugo (X_3), em (t/ha), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação... | 51 |
| 18 | Análise da variância da produção de palha (X_4), em (t/ha), de milho com o desdobramento das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para o efeito principal adubação. | 52 |
| 19 | Análise da variância do peso de 100 sementes (X_5), em (g), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação... | 53 |
| 20 | Análise da variância do percentual de grãos na espiga completa (X_6), com o desdobramento das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para o efeito principal adubação. | 55 |
| 21 | Análise da variância do percentual de palha na espiga completa (X_7), com o desdobramento das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para o efeito principal adubação. | 56 |
| 22 | Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 57 |
| 23 | Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 57 |
| 24 | Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 58 |

| TABELA | | Página |
|--------|--|--------|
| 25 | Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 58 |
| 26 | Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 59 |
| 27 | Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 59 |
| 28 | Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 60 |
| 29 | Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 60 |
| 30 | Peso de 100 sementes (X_5), em g, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 61 |
| 31 | Peso de 100 sementes (X_5), em g, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 61 |
| 32 | Percentagem de grãos na espiga completa (X_6) de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 63 |
| 33 | Percentagem de grãos na espiga completa (X_6) de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 64 |
| 34 | Percentagem de palha na espiga completa (X_7), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 65 |

TABELA

Página

| | | |
|----|---|-----|
| 35 | Percentagem de palha na espiga completa (X_7), de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 65 |
| 36 | Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 66 |
| 37 | Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8), de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 67 |
| 38 | Coeficientes de correlação. | 100 |

LISTA DE FIGURAS

| FIGURA | | Página |
|--------|---|--------|
| 1 | Curva característica da água do solo para profundidade de 0 - 0,30 m. | 16 |
| 2 | Curva característica da água do solo para profundidade de 0,30 - 0,60 m. | 17 |
| 3 | Arranjo espacial do delineamento experimental. | 21 |
| 4 | Detalhe da parcela com a irrigação na parcela maior, variedade na sub-parcela e adubação na sub-sub-parcela. | 22 |
| 5 | Instrumento utilizado na abertura das covas. | 22 |
| 6 | Curva de calibração para sifões, de plástico flexível de 1,5" de diâmetro e 2,5 m de comprimento. | 25 |
| 7 | Tensiômetro | 27 |
| 8 | Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_1 (espiga completa), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 67 |
| 9 | Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_1 (espiga completa), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 68 |
| 10 | Comportamento do cultivar Piranão na variável X_1 (espiga completa), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 69 |
| 11 | Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_2 (produção de grãos), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 70 |

| FIGURA | | Página |
|--------|--|--------|
| 12 | Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_2 (produção de grãos), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 71 |
| 13 | Comportamento do cultivar Piranão na variável X_2 (produção de grãos), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 72 |
| 14 | Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_3 (produção de sabugo), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 74 |
| 15 | Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_3 (produção de sabugo), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 75 |
| 16 | Comportamento do cultivar Piranão na variável X_3 (produção de sabugo), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 76 |
| 17 | Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_4 (produção de palha), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 86 |
| 18 | Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_4 (produção de palha), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 87 |
| 19 | Comportamento do cultivar Piranão na variável X_4 (produção de palha), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 88 |
| 20 | Peso de 100 sementes (g) do cultivar Dentado composto em quatro níveis de potencial matricial e quatro níveis de adubação. ... | 89 |
| 21 | Peso de 100 sementes (g) do cultivar Centralmex em quatro níveis de potencial matricial e quatro níveis de adubação. | 90 |
| 22 | Peso de 100 sementes (g) do cultivar Piranão em quatro níveis de potencial matricial e quatro níveis de adubação. | 91 |

| FIGURA | | Página |
|--------|--|--------|
| 23 | Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_6 (percentagem de grãos) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 92 |
| 24 | Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_6 (percentagem de grãos) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 93 |
| 25 | Comportamento do cultivar Piranão na variável X_6 (percentagem de grãos) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 94 |
| 26 | Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_7 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 96 |
| 27 | Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_7 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 97 |
| 28 | Comportamento do cultivar Piranão na variável X_7 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 98 |
| 29 | Composto do cultivar Dentado composto na variável X_8 (percentagem de sabugo) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 101 |
| 30 | Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_8 (percentagem de sabugo) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 102 |
| 31 | Comportamento do cultivar Piranão na variável X_8 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação. | 103 |
| 32 | Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 104 |

| FIGURA | | Página |
|--------|--|--------|
| 33 | Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 105 |
| 34 | Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 106 |
| 35 | Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 107 |
| 36 | Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 108 |
| 37 | Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 109 |
| 38 | Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 110 |
| 39 | Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 111 |
| 40 | Peso de 100 sementes (X_5), em g, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação)... | 112 |
| 41 | Peso de 100 sementes (X_5), em g; de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). ... | 113 |
| 42 | Porcentagem de grãos na espiga completa (X_6), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 114 |

| FIGURA | | Página |
|--------|---|--------|
| 43 | Percentagem de grãos na espiga completa (X_6), de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 115 |
| 44 | Percentagem de palha na espiga completa (X_7), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 116 |
| 45 | Percentagem de palha na espiga completa (X_7) de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 117 |
| 46 | Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação). | 118 |
| 47 | Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8) de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial). | 119 |

RESUMO

A escassez de informações sobre os fatores limitantes da produção e da produtividade do milho sob regime de irrigação, na região, evidencia a necessidade de pesquisas com a finalidade de gerar informações, valiosas aos sistemas de produção, e com isto proporcionar maior rentabilidade aos produtores.

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental do Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará, no período de setembro/81 a janeiro/82, em um solo aluvional, de topografia plana e com precipitação média anual de 700 mm.

O experimento constou de 2 repetições e o delineamento experimental empregado foi o split-split-plot, com a irrigação na parcela maior, variedade na sub-parcela e adubação na sub-sub-parcela.

A aplicação da água ao solo foi realizada através de sulcos que eram alimentados por sifões de plástico com vazão de 1,27 l/s. O espaçamento empregado foi de 1,0 m entre sulcos e 0,20 m entre plantas.

Os tratamentos de irrigação I_1 , I_2 , I_3 e I_4 foram tomados com base nos potenciais matriciais da água do solo de: -0,30 atm, -0,45 atm, -0,60 atm e -0,75 atm, respectivamente. Os cultivares observados foram: Dentado-composto, Centralmex e Piranão. As fórmulas de adubação empregadas foram: A_1 (0-0-0); A_2 (60-80-40); A_3 (120-160-80) e A_4 (180-240-120).

A eficiência de irrigação utilizada (75%) foi subestimada pois a média dos tratamentos atingiu 91%, enquanto a evapotranspiração média dos tratamentos foi 5,3 mm/dia.

Os efeitos irrigação, cultivar e adubação, pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade, apresentaram os seguintes resultados: os cultivares não diferiram estatisticamente entre si enquanto os níveis de irrigação e de adubação foram estatisticamente diferentes para todos os tratamentos. Vale salientar que o cultivar Dentado-composto (V_1) na presença do nível de irrigação I_1 e fórmula de adubação A_4 apresentou uma produtividade média de 6.276 kg/ha.

ABSTRACT

The lack of information about the factors limiting corn production and productivity, under irrigation conditions, shows the need for research studies which generate information on the corn production system.

This experiment was carried out on an alluvial soil of the Federal University of Ceará Experimental farm *Fazenda Experimental do Vale do Curu*, from september 1981 to january 1982. Mean annual precipitation was 700 mm and topography is regular.

The experimental design used was split-split-plot, with two replications. The main plots consisted of irrigation treatments, the sub-plots consisted of varieties, and the fertilization treatments were on the sub-sub-plots.

Water was applied by furrows spaced of 1,0 m, with a flowrate of 1,27 l/s. Plant spacing was about 0,20 m.

Irrigation treatments I_1 , I_2 , I_3 and I_4 were based on the soil water matric potential of -0,30 atm, -0,45 atm, -0,60 atm and -0,75 atm, respectively; the varieties used were *Dentado-composto*, *Centralmex* and *Piranão*; fertilization treatments consisted of the following combinations of NPK: A_1 (0-0-0), A_2 (60-80-40), A_3 (120-160-80) and A_4 (180-240-120).

The irrigation efficiency used (75%) was subestimated since calculated mean efficiency was 91%. The mean evapotranspiration was 5,3 mm/day.

Results, based on a 5% probability Duncan test, showed that:

- varieties did not show statistical significance;

- irrigation and fertilization levels were statistically different for all treatments;

- *Dentado-composto* presented mean productivity of 6,276 t/ha, for the irrigation treatment I_1 and fertilization A_4 .

1 - INTRODUÇÃO

O milho constitui, sem dúvida, uma das maravilhas do reino vegetal. Apesar de exaustivamente estudado ainda hoje desafia a capacidade investigadora do Homem, porquanto a sua origem e o mecanismo de sua evolução continuam sendo problemas a esclarecer.

No panorama mundial, entre os cereais, o milho ocupa o terceiro lugar em área cultivada e em produção global, apenas superado pelo trigo e o arroz. No Brasil o milho ocupa o primeiro lugar em área cultivada, seguido do café, algodão, arroz e feijão. Seu consumo na alimentação humana atinge 33,0 kg/habitante/ano.

Em 1977, a área brasileira cultivada foi de 12 milhões de hectares e a produção alcançou 19,6 milhões de toneladas com rendimento médio de 1,633 t/ha. Em 1964, o Estado do Ceará contava com uma área cultivada de 346 mil hectares produzindo 260 mil toneladas o que corresponde a um rendimento médio de 751 kg/ha. Ao se comparar a produtividade da lavoura de milho com a de outros países, como os Estados Unidos, cujos rendimentos são superiores a 6,0 t/ha, pode-se avaliar o imenso potencial existente para o aumento da produção desta cultura.

É extraordinária a importância econômico-social desta cultura no mundo contemporâneo e especialmente no Nordeste brasileiro, onde a lavoura tem características de subsistência e se emprega uma grande quantidade de mão-de-obra em seu processo produtivo. É cultura tradicional, plantada em consórcio com algodão e feijão, predominantemente de sequei

ro, condição que põe em risco a cultura, por ser altamente vulnerável às estiagens.

Até o presente momento a lavoura do milho no país, embora ocupe a maior área cultivada entre os produtos agrícolas, tem apresentado produtividade muito baixa com índices de evolução muito lentos. Com a implantação dos perímetros de irrigação o milho passou a ser cultivado com mais intensidade, porém devido a uma não utilização de tecnologia de produção, a cultura não tem condição de competir com outras mais rentáveis devido à sua baixa produtividade e aos elevados preços dos insumos e da própria terra.

O conhecimento prévio das características da própria cultura nas regiões agrícolas é básico para o sucesso na implantação de novas áreas, pois a escassez de precipitação ocasiona perdas significativas na produção daí a importância fundamental do estudo do consumo d'água principalmente quando se trata de cultura irrigada para que se possa evitar o estresse hídrico em fases críticas de seu desenvolvimento.

O método tradicional de irrigação é o de infiltração em sulcos abertos, devidamente identificado com a cultura em estudo. A quantidade d'água necessária ao seu desenvolvimento constitui motivo de pesquisa permanente em áreas em que se pretende um aumento na produtividade.

Pretende-se com este trabalho encontrar explicações para a baixa produtividade da cultura e atribui-se tal fato à um manejo deficiente da água de irrigação, a baixa fertilidade do solo e a uma não utilização de cultivares melhorados, agindo isoladamente ou através de interações entre si. Assim, idealizou-se um delineamento estatístico onde se propôs a determinação do potencial mínimo da água e a dose de adubação para os três cultivares de milho (Dentado-composto; Central mex e Piranão) estudados.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Em áreas irrigadas, para um manejo racional e eficiente da água, um dos fatores fundamentais é o conhecimento dos efeitos dos níveis de irrigação sobre o comportamento das culturas. Porém, é de grande importância definir o nível de irrigação mais adequado às condições de operação do produtor, para que este possa, dentro das suas limitações de manejo, obter o máximo rendimento em seus cultivos.

DAVIS (1950) estudando o efeito sobre o crescimento do milho produzido por diferentes níveis de umidade disponível encontrou que a velocidade de crescimento era maior nos tratamentos com altos níveis de umidade disponível e que as plantas tinham mais dificuldade em extrair água do solo à medida que a umidade chegava a valores próximos ao ponto de murcha.

VEIHMEYER & HENDRICKSON (1955) afirmam que a água do solo é igualmente disponível em um intervalo de umidade que vai de um limite superior, capacidade de campo, a um inferior, ponto de murcha; já para RICHARDS & WALDLEIGH (1952) e THORNTWAITE & MATHER (1955) a disponibilidade de água às plantas decresce com a diminuição da umidade do solo e a planta pode sofrer deficiência d'água e redução de crescimento antes de alcançar o ponto de murcha. "Pierce's curve" indica um termo intermediário entre as duas profundidades anteriores. CHANG (1977) salienta que as diferentes conclusões são consequências de diferentes demandas evaporativas e de diferentes transmissibilidades hídricas do solo e planta.

DENMEAD & SHAW (1962) verificaram que plantas com transpiração potencial a razão de 1,4 mm/dia aproveitavam a

água disponível até tensões de 12 atm. Porém, as plantas com transpiração potencial de 6,0 mm/dia, acusavam falta d'água quando a tensão da umidade do solo acusava 0,3 atm. Os mesmos autores (1960) citaram que o milho é particularmente sensível à deficiência hídrica na fase de floração.

FERNANDEZ & LAID (1967) pesquisando sobre a influência de diferentes conteúdos de umidade no solo no cultivo do milho encontraram que os tratamentos com baixos conteúdos de umidade tiveram menores rendimentos e que a polinização foi afetada consideravelmente.

FORSYTHE et alli (1967) consideram como fatores fundamentais para a irrigação das culturas o conhecimento da Curva Característica da água do solo e a tensão máxima de sucção que as plantas cultivadas suportam e apresentam um máximo de produção do ponto de vista econômico. A prática de expressar o conteúdo de umidade do solo necessário às culturas em termos de percentagem de água disponível, usando o ponto de murcha como limite inferior, foi considerada muito arbitrária por estes autores; isto porque as Curvas indicam que uma dada percentagem de umidade disponível pode significar uma lâmina d'água que tem limites diferentes de tensão segundo a curva característica considerada. Portanto, o conteúdo de umidade do solo, expresso desta maneira tem aplicações limitadas em solos diferentes do utilizado no experimento, entretanto expressando-se os resultados em termos de tensão evita-se esta restrição e sua aplicação será mais extensiva.

BERNARDO et alli (1970) trabalhando com feijão *Vigna sinensis* L., encontrou no tratamento -0,50 atm de tensão da água no solo a maior produção.

Kramer, citado por COELHO (1971) diz que a influência da textura no teor de água disponível tem sido muito investigada, e é reconhecido que a água disponível varia com a textura, de tal maneira que os conteúdos de umidade entre a

cação, na maior parte do perfil do solo, com fluxos variando entre 0,33 e 0,66 mm/dia.

O mesmo autor em (1980) comparando a resposta de 12 cultivares de milho *Zea mays* L., ao deficit hídrico indicou que os melhores rendimentos sob irrigação permanente foram obtidos com o cultivar Cargill 111 (6,025 t/ha) ficando a média dos cultivares em torno de 4,557 t/ha. Não houve efeito significativo do regime hídrico nos cultivares, quanto ao número e peso da espiga. A evapotranspiração acumulada do cultivar Cargill 111 atingiu 515 mm.

Com relação ao consumo d'água pelo milho ou uso consuntivo durante o ciclo, alguns autores citados por SHAW (1977) dão diferentes valores: HAISE cita valores entre 420 e 540 mm; DOSS et alli de 450 a 560 mm; VASQUEZ cita 470 mm, valores estes obtidos em Dakota, Alabama e Porto Rico, respectivamente.

ALBUQUERQUE et alli (1978) em estudos realizados em Pelotas-RS, com a finalidade de correlacionar diferentes níveis de umidade do solo com a produção e qualidade de pessegos *Prunus persica* (L) Batsh, em um experimento em blocos ao acaso com 5 tratamentos e 5 repetições sendo o tratamento I₁ - sem irrigação; I₂ - solo com 20% de água disponível; I₃ - solo com 40% de água disponível; I₄ - solo com 60% de água disponível e I₅ - solo com 80% de água disponível; chegaram à conclusão que a irrigação no período crítico proporcionou um aumento na produção e qualidade dos frutos em relação à testemunha, porém só foram significativas estatisticamente as diferenças proporcionadas pelo tratamento I₃.

CHOUDHURY et alli (1978) na estação experimental de Bebedouro, em Petrolina-PE, em pesquisa de irrigação com tomate var. industrial Rossol VFN, chegaram a conclusão que para referida variedade a irrigação pode ser manejada dentro de -0,30 a -2,0 bar de potencial matricial possibilitando um

maior intervalo de irrigação sem que ocorra redução significativa na produção.

Para FISHER & TURNER (1978) a maioria das pesquisas, no passado, tem sido baseada no uso do solo como reservatório de água com reposição periódica, vários dias ou semanas, e as irrigações feitas quando o potencial matricial da água do solo for tal que a água possa ser suprida à planta em quantidades suficientes para satisfazer a demanda da evaporação atmosférica, sem causar um nível de estresse d'água capaz de reduzir a produção. Irrigações muito frequentes não tem sido recomendadas pela maioria dos pesquisadores por aumentarem os custos operacionais e ocorrerem perdas de água por evaporação, que dependendo da cobertura vegetal e das condições de umidade da superfície do solo, podem atingir 50% da evapotranspiração.

Estudos de JENSEN & EIRE (1971), RAWLINS (1973), PHENE (1974), RAWLINS & ROATS (1975), PHENE & SANDERS (1976), PHENE & BEALE (1976), MILLER & AARSTAD (1976), MILLER (1977), citados por RESENDE (1978) indicaram que é possível manter a mesma produção a um nível de evapotranspiração menor que seu valor máximo, quando se usam irrigações com alta frequência e citaram como vantagens: manutenção do potencial matricial relativamente constante, melhor controle da percolação profunda, menor lixiviação de nutrientes e maior controle da salinidade. Entretanto, RESENDE *et alli* (1978) em Davis na Califórnia, estudando frequência de irrigação, desenvolvimento e produção do feijão kidney visando diferentes graus de estresse de água na planta, concluíram que o uso de alta frequência de irrigação não apresentou nenhuma vantagem quando comparado com a irrigação normal. O total d'água aplicada nos diferentes tratamentos variou em função da evapotranspiração.

ARRUDA (1980) trabalhando com 3 cultivares de milho, 3 níveis de irrigação e 3 fórmulas de adubação chegou à conclusão que os cultivares Centralmex e Piranão não diferiram

estatisticamente pelo teste de Duncan a 0,05 de probabilidade. Entretanto considerando a presença de outros fatores, o Centralmex na presença do nível de irrigação I_0 , foi o mais produtivo, alcançando 3,305 t/ha, com um potencial mínimo de -0,50 atm. Este recomenda em pesquisas futuras, que se aumentem as diferenças entre lâminas de irrigação e que se usem mais níveis de adubação de modo a tornar possível uma produção máxima.

SILVA et alli (1981) em Petrolina-PE, em estudos de irrigação e adubação de milho verificaram que a aplicação de água aumentou linearmente a produção de grãos de milho dentro dos limites estudados. A adubação nitrogenada causou efeito linear na produção de grãos, dentro dos limites analisados. A eficiência do uso da água foi maior para aplicações de 561 mm de água e 90 kg/ha de nitrogênio.

De acordo com ISRAELSEN & HANSEN (1962) o comprimento do sulco utilizado, 80 metros, se enquadra perfeitamente dentro dos limites apresentados pelo U.S. Soil Conservation Service, com base na textura, declividade e lâmina d'água aplicada.

Para DAKER (1970) o espaçamento do sulco de irrigação deve ser determinado em função da cultura a ser estudada com condição de se assegurar que o movimento lateral da água seja suficiente para molhar a quase totalidade do sistema radicular; e afirma ainda que a grande vantagem da irrigação por sulco é não molhar toda a superfície do solo, diminuindo assim a perda por evaporação, reduzindo a formação de crostas em solos pesados e tornando possível cultivar o solo mais cedo após as regas, além de se prestar para a irrigação de quase todas as culturas e especialmente aquelas plantadas em fileira.

Segundo ÓLITTA (1970) o método de irrigação por sulco constitui sem dúvida o processo de aplicação d'água mais

conhecido e mais usado em todo o mundo, sendo inclusive um dos poucos métodos tradicionais no Brasil. Em pesquisa conduzida em Piracicaba-SP, sobre irrigação por sulcos de infiltração com *Crotalaria juncea* L., e *Glycine max* (L) Merrill var. Santa Maria I, OLITTA (1970) constatou que no decorrer do crescimento da cultura houve variação nas características hidráulicas dos sulcos de infiltração e concluiu ser conveniente a realização de novos testes de infiltração após dois meses de plantio da cultura.

BARRETO (1971) investigando o avanço d'água e a intensidade de infiltração nos sulcos de irrigação em Ribeirão Preto-SP e Pindorama-SP, concluiu que os sulcos não devem exceder 80 metros de comprimento, sendo preferível 60 metros; e que a vazão e a declividade dos sulcos deverão ser combinadas de maneira a não permitirem intensidades médias de avanço da água de irrigação superiores a 0,30 metros/segundo.

QUEIROZ FILHO & MILLAR (1975) em trabalho realizado na Estação Experimental de Mandacaru, Juazeiro-BA, concluíram que os espaçamentos entre sulcos de irrigação, aproveitando-se ao máximo a infiltração lateral é de 2,5 m para lâminas de irrigação menores que 50 mm, de 1,5 a 2,5 m para lâminas de 50 a 100 mm, e de 1,0 e/ou 1,5 m para lâminas de irrigação maiores que 100 mm.

Para HILLEL (1970) as medições da sucção pela tensiometria estão limitadas a valores inferiores a 1,0 atm, o que pode ser suficiente para a água considerada como "disponível" em um solo arenoso, mas pode não bastar em um solo argiloso. Outra limitação dos tensiômetros é a sua tendência, em virtude da resistência hidráulica da cápsula e do solo circunjacente, ao defasamento em relação às alterações na intensidade da sucção, isto é, respondem atrasadas às ditas alterações.

CRUCIANI (1974) diz que o uso de tensiômetros é um método viável e eficiente para caracterizar o fluxo de água no solo, particularmente a drenagem profunda.

Segundo GUROVICH (1979) o tensiômetro tem hoje em dia uma grande aceitação como instrumento prático para as medições no solo do potencial matricial, da carga hidráulica e dos gradientes hidráulicos.

SAUNDERS et alli (1981) em trabalho de evapotranspiração do feijão de corda *Vigna sinensis* L., utilizou o tensiômetro como instrumento de medição no controle da umidade do solo.

O milho é das culturas que melhor se adapta às diversas condições ecológicas. Seu rápido desenvolvimento faz com que a planta apresente já nas primeiras fases de crescimento uma elevada demanda de nutrientes facilmente aproveitáveis.

BRITO et alli (1969) num ensaio fatorial 3^3 de adubação de milho em São Simão-SP, obteve a mais alta produção com o tratamento correspondente a 120 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 e 60 kg/ha de K_2O . A análise econômica realizada com as produções obtidas não possibilitou o estabelecimento dos níveis ótimos de nitrogênio, fósforo e potássio.

GOMES (1973) em ensaios onde a testemunha produziu menos de 2.000 kg/ha obteve resposta significativa para N, P, K e calcáreo; este aplicado à razão de 2.000 kg/ha. Nos ensaios onde a testemunha produziu pelo menos 2.000 kg/ha somente se comprovou efeito para N e P.

ANDRADE et alli (1976) trabalharam com os cultivares Agrocerec 256, Agrocerec 504, Centralmex, H-7974 e Piranão, no sentido de comparar diferenças no crescimento, produção, acumulação e exportação de nutrientes, concluíram que diferenças entre cultivares na acumulação de matéria seca na parte

vegetativa não se traduzem, necessariamente, por um aumento de peso da matéria seca na espiga. Os cultivares atingem o máximo da quantidade de nutrientes nas seguintes épocas, em dias: N (89-100); P (101-120); K (58-66); Ca (74-94); Mg (100-120); S (93). Verificaram ainda que as quantidades máximas extraídas em mg/planta são: N (3.169 - 3.878); P (541 - 642); K (3.850 - 4.693); Ca (582 - 782); Mg (654 - 943) e S (444 - 799).

Pesquisa realizada por MALAVOLTA et alli (1976) em estudos de nutrição mineral de milho *Zea mays* L., cultivar Piranão chegaram a conclusão que o crescimento em altura foi diminuído pela falta de cálcio e de magnésio mais do que pela omissão de nitrogênio e potássio, que por sua vez, reduziram-no menos que as deficiências de fósforo e enxofre.

MAEDA et alli (1978) colhendo as sementes de um ensaio permanente de adubação mineral NPK de milho em delineamento fatorial 2^3 , procuraram avaliar possíveis efeitos a longo tempo da aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio sobre algumas características de qualidade de semente, e observaram principalmente, um efeito marcante, negativo, do fósforo, tanto isoladamente como em interação com os demais elementos sobre a percentagem de germinação. O teste de vigor (primeira contagem) não foi influenciado marcadamente pela adubação nas diversas épocas de armazenamento. Na maioria dos casos estudados, a produção de grãos e o peso de 100 sementes correlacionaram-se negativamente com características de qualidade da semente.

PONS & GUTTERES (1978) no Rio Grande do Sul em latossolo húmico distrófico trabalhando com híbridos comerciais de milho com 5 níveis de nitrogênio e 6 épocas de aplicação chegaram a conclusão que, em geral, o melhor fracionamento da dose de nitrogênio parece ser de 1/4 na semeadura e 3/4 aos cinquenta dias após a emergência das plantas.

SOUZA et alli (1978) em Jaboticabal-SP, trabalhando com 3 ensaios fatoriais 3^3 e com o objetivo de determinar quais as doses de nutrientes NPK que proporcionam as maiores produções fisiológicas de milho, em grãos, chegaram a conclusão que: (a) nos 3 ensaios todas as interações foram não significativas; (b) um ensaio apresentou resposta significativa com efeito linear para P e outro com efeito quadrático para P e linear para K. As doses testadas foram 00-30-60 kg/ha de N ou de P_2O_5 e 00-15-30 kg/ha de K_2O .

De acordo com PONS (1980), no milho, a absorção de N está intimamente associada à curva de produção de matéria seca; a planta começa a absorver nitrogênio no estágio inicial de crescimento e o conteúdo total de N aumenta até o final do estado pastoso do grão. Por ocasião da formação dos grãos o teor de N dos mesmos aumenta rapidamente, diminuindo em outras partes, como: folhas, colmos e palhas das espigas. Isto se deve à translocação do nitrogênio para o grão, onde vai formar reservas na forma de proteínas e aminoácidos (zeína, triptófano, leucina, etc...). O nitrogênio constitui cerca de 1,4% do grão do milho.

MENEZES (1959) em um ensaio experimental realizado em Pernambuco, com milho numa densidade populacional de 83.000 plantas/ha, obteve produção de 2,037 t/ha, passando a 2,942 t/ha quando se utilizou uma densidade de plantio de 41.500 plantas/ha, correspondendo a um espaçamento de 1,20 m x 0,20 m.

YAO & SHAW (1964) e ALESSI & POWER (1975) verificaram que elevadas densidades de plantio permitem maior interceptação de energia radiante e possibilitam a chegada de menor quantidade de energia à superfície do solo, evitando assim, perdas por evaporação. ALESSI & POWER (1975) citam que na região centro-oeste dos Estados Unidos, sob condições semi-áridas, os melhores rendimentos foram obtidos com plantios de 30.000 até 40.000 plantas/ha.

DALE & SHAW (1965) não observaram efeitos de densidade de plantio de 20.000 até 40.000 plantas/ha, sobre o rendimento do milho, em condições de déficit hídrico induzido.

Resultados obtidos nos ensaios de espaçamento de milho realizado pelo INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (1973) mostraram que os melhores resultados foram observados quando o espaçamento entre plantas foi de 0,20 m com uma planta por cova.

MOLL & KAMPRATH (1977) afirmam que, sob condições em que a água do solo não é um fator limitante, um aumento na densidade de plantio até 50.000 plantas/ha, resulta em maiores rendimentos.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no plano B-A₂ da Fazenda Experimental do Vale do Curu pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Pentecoste-CE, entre os paralelos 3°45' e 4°00' e os meridianos 39°15' e 39°30' a oeste de Greenwich, e situada a uma altitude de 47 metros acima do nível do mar.

A topografia da área é plana, com declividade não superior a 0,1% e possuindo um solo que, segundo COELHO (1971) é constituído de material originário de sedimentos aluvionais de decomposição recente e de classificação aluvional eutrófica de textura indiscriminada.

O clima da região de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo AW' (quente tropical chuvoso), isto é, clima quente e úmido, com chuvas no verão e precipitação máxima no outono, apresentando temperaturas médias mensais acima de 18°C. A temperatura média do mês mais quente é de 27,9°C e do mês mais frio de 25,6°C.

A precipitação média anual da região é de 700 mm, apresentando a média do período chuvoso de 629 mm e a média do período seco de 81 mm. Nas TABELAS A1 a A5 do ANEXO, apresentam-se os dados meteorológicos referentes aos meses setembro/81 a janeiro/82.

3.1 - Análises Físicas e Hídricas

3.1.1 - Densidade aparente

A massa específica aparente foi determinada com o au

xílio do cilindro de Uhland, sendo feitas 4 repetições às profundidades de 0 - 0,30 m e 0,30 - 0,60 m apresentando um valor médio de $1,64 \text{ g/cm}^3$ e $1,57 \text{ g/cm}^3$ respectivamente.

3.1.2 - Capacidade de Campo

A capacidade máxima de retenção da água do solo aqui referida como Capacidade de Campo (Cc) foi determinada nas condições locais de campo. A umidade média foi determinada gravimetricamente durante 6 dias consecutivos às profundidades de 0 - 0,30 m e 0,30 - 0,60 m, alcançando valores de $0,345 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ e $0,350 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, respectivamente.

3.1.3 - Ponto de Murcha Permanente

O Ponto de Murcha Permanente foi determinado com auxílio da membrana de Richards utilizando-se amostras de solo saturado submetidas a uma tensão de 15 atm, com a umidade sendo determinada gravimetricamente e apresentando valores de $0,182 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ e $0,198 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ para profundidades de 0 - 0,30 m e 0,30 - 0,60 m, respectivamente.

3.1.4 - Curva Característica da Água do Solo

As curvas características da água do solo para as profundidades de 0 - 0,30 m e 0,30 - 0,60 m encontram-se nas FIGURAS 1 e 2, e foram determinadas com auxílio da membrana de Richards para tensões de 1 a 15 atm, panela de pressão para tensões de 0,1 a 1,0 atm e funil de placa porosa (de Buchner) para tensões inferiores a 0,1 atm.

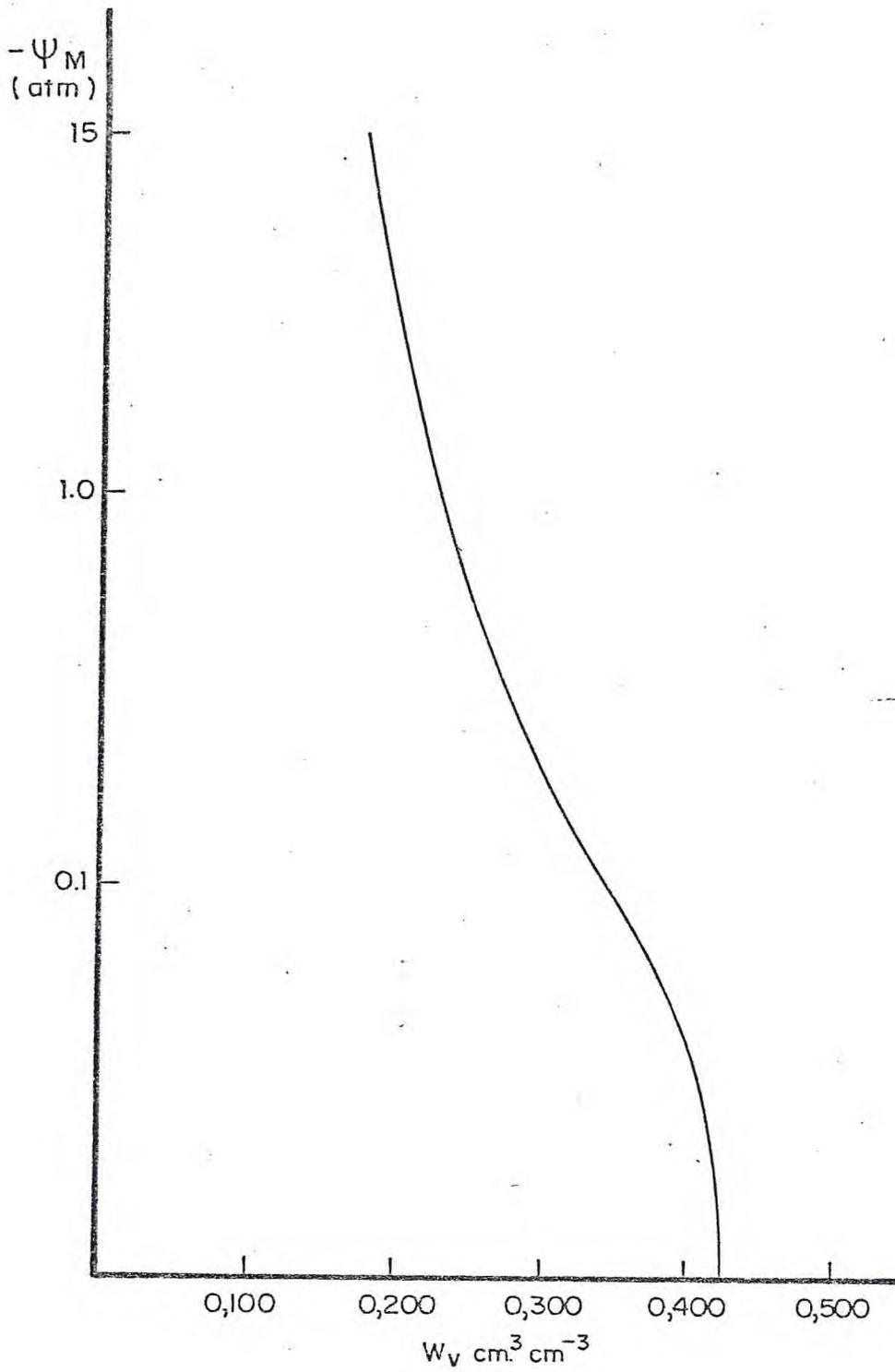


FIGURA 1 - Curva característica da água do solo para profundidade de 0 - 0,30 m.

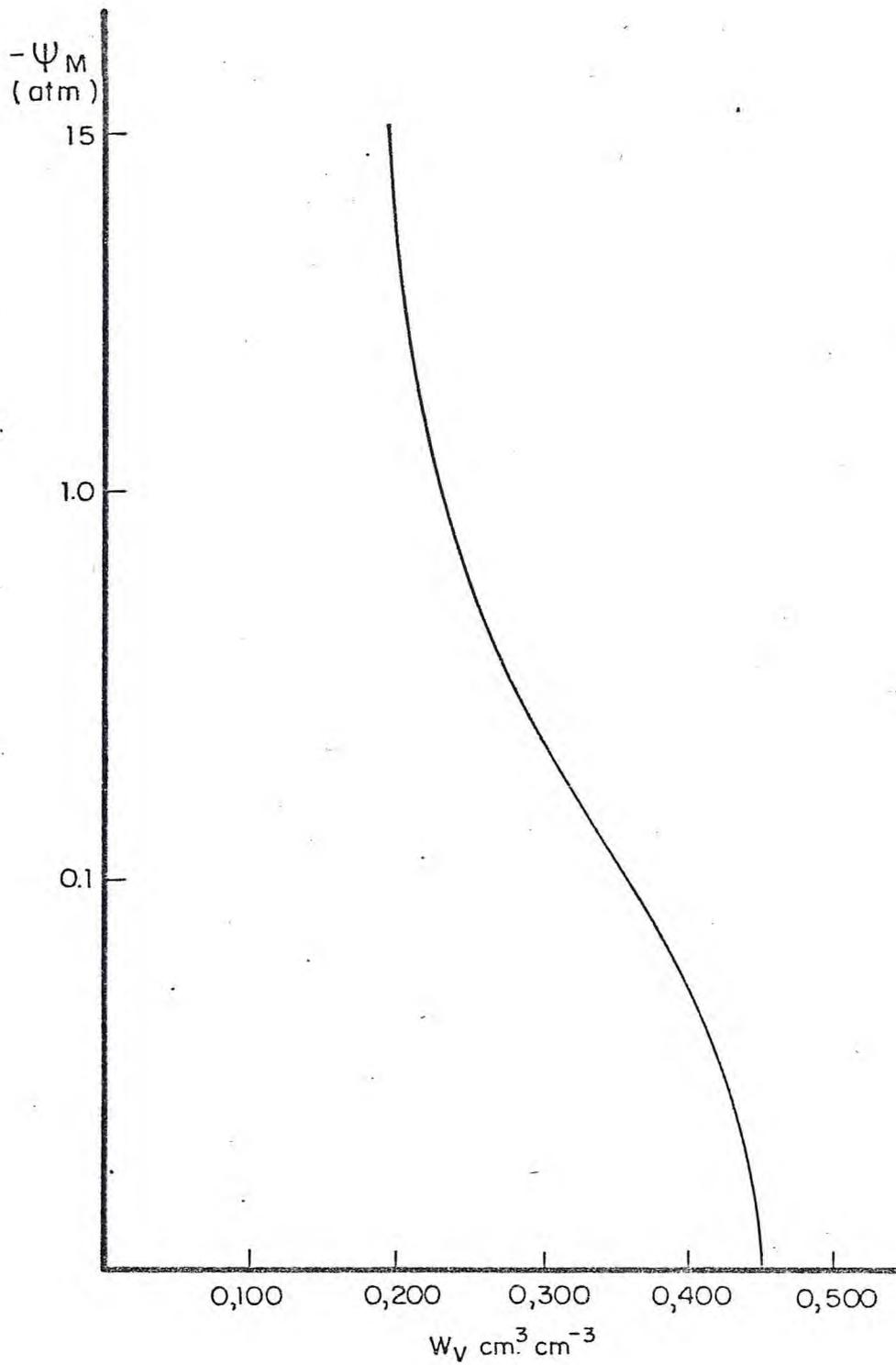


FIGURA 2 - Curva característica da água do solo para profundidade de 0,30 - 0,60 m.

3.2 - Tratamentos e Delineamento Experimental

O Experimento constou de 48 tratamentos, representados pela combinação dos fatores variedades (V) em 3 níveis, irrigação (I) em 4 níveis e adubação (A) em 4 níveis, abaixo definidos:

Variedades

V_1 = Cultivar Dentado composto: variedade desenvolvida no Nordeste desde 1972, caracterizando-se por apresentar porte alto e colmo fino.

V_2 = Cultivar Centralmex: variedade que se caracteriza por ser de porte alto, colmo fino, não resistente a acamamento, raízes adventícias e grãos largo/médio.

V_3 = Cultivar Piranão: variedade que se caracteriza por apresentar porte baixo, colmo grosso, resistente a acamamento, grãos largo/grande.

Irrigação: potencial matricial

I_1 = Tratamento em que a umidade crítica foi tomada com base no potencial de $-0,30$ atm o que corresponde a um conteúdo d'água de $0,296 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ e 76% de umidade disponível, na curva característica da água do solo de $0 - 0,30$ m.

I_2 = Tratamento em que a umidade crítica foi tomada com base no potencial matricial de $-0,45$ atm o que corresponde a um conteúdo d'água de $0,272 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ e 64% de umidade disponível, na curva característica da água do solo de $0 - 0,30$ m.

I_3 = Tratamento em que a umidade crítica foi tomada com base no potencial matricial de $-0,60$ atm o que corresponde a

um conteúdo d'água de $0,257 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ e 56% de umidade disponível, na curva característica da água do solo de 0 - 0,30 m.

I_4 = Tratamento em que a umidade crítica foi tomada com base no potencial matricial de $-0,75 \text{ atm}$ o que corresponde a um conteúdo d'água de $0,237 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ e 47% de umidade disponível, na curva característica da água do solo de 0 - 0,30 m.

Adubação: fórmulas e níveis

$A_1 = 0 - 0 - 0$ (testemunha);

$A_2 = 60 - 80 - 40$, de NPK em kg/ha, como usual;

$A_3 = 120 - 160 - 80$, de NPK em kg/ha, como usual;

$A_4 = 180 - 240 - 120$, de NPK em kg/ha, como usual.

As 48 combinações fatoriais resultantes são:

| | | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $V_1 A_1 I_1$ | $V_3 A_1 I_1$ | $V_2 A_1 I_2$ | $V_1 A_1 I_3$ | $V_3 A_1 I_3$ | $V_2 A_1 I_4$ |
| $V_1 A_2 I_1$ | $V_3 A_2 I_1$ | $V_2 A_2 I_2$ | $V_1 A_2 I_3$ | $V_3 A_2 I_3$ | $V_2 A_2 I_4$ |
| $V_1 A_3 I_1$ | $V_3 A_3 I_1$ | $V_2 A_3 I_2$ | $V_1 A_3 I_3$ | $V_3 A_3 I_3$ | $V_2 A_3 I_4$ |
| $V_1 A_4 I_1$ | $V_3 A_4 I_1$ | $V_2 A_4 I_2$ | $V_1 A_4 I_3$ | $V_3 A_4 I_3$ | $V_2 A_4 I_4$ |
| $V_2 A_1 I_1$ | $V_1 A_1 I_2$ | $V_3 A_1 I_2$ | $V_2 A_1 I_3$ | $V_1 A_1 I_4$ | $V_3 A_1 I_4$ |
| $V_2 A_2 I_1$ | $V_1 A_2 I_2$ | $V_3 A_2 I_2$ | $V_2 A_2 I_3$ | $V_1 A_2 I_4$ | $V_3 A_2 I_4$ |
| $V_2 A_3 I_1$ | $V_1 A_3 I_2$ | $V_3 A_3 I_2$ | $V_2 A_3 I_3$ | $V_1 A_3 I_4$ | $V_3 A_3 I_4$ |
| $V_2 A_4 I_1$ | $V_1 A_4 I_2$ | $V_3 A_4 I_2$ | $V_2 A_4 I_3$ | $V_1 A_4 I_4$ | $V_3 A_4 I_4$ |

O delineamento experimental utilizado foi o split-split-plot ou parcelas sub-sub-divididas, com a irrigação na parcela maior, variedade na sub-parcela e adubação na sub-sub-parcela, com duas repetições. As FIGURAS 3 e 4 apresentam as disposições e dimensões das parcelas experimentais.

A área total do experimento foi de 3.456 m^2 , 1.728 m^2 para cada repetição. Cada tratamento de irrigação ocupou 432 m^2 divididos em 12 sub-parcelas de 36 m^2 . A sub-sub-parcela tinha comprimento de 12,0 m e largura de 3,0 m, fazendo com que tivesse 3 sulcos de 12,0 m de comprimento. A área útil da sub-sub-parcela foi de $10,0 \text{ m}^2$, formada pela linha central do plantio menos 1 metro em cada extremidade, o que corresponde a uma única fileira de plantas com 10,0 m de comprimento.

A área total irrigada foi de 3.840 m^2 já que o experimento compunha-se de 48 m de largura x 80 m de comprimento, que é o tamanho de cada sulco, incluindo a separação de 8 metros entre uma repetição e outra, no sentido do comprimento do sulco.

A rigor cada tratamento de irrigação, incluindo as duas repetições e a área entre elas, ocupou uma área de 960 m^2 para efeito do cálculo da lâmina de irrigação.

O espaçamento da cultura entre linhas, que correspondeu ao do sulco de irrigação, foi de 1,0 m e o espaçamento entre plantas de 0,20 m. Utilizou-se uma planta por cova, visando-se a obtenção de uma densidade populacional de 50.000 plantas por hectare.

C A N A L

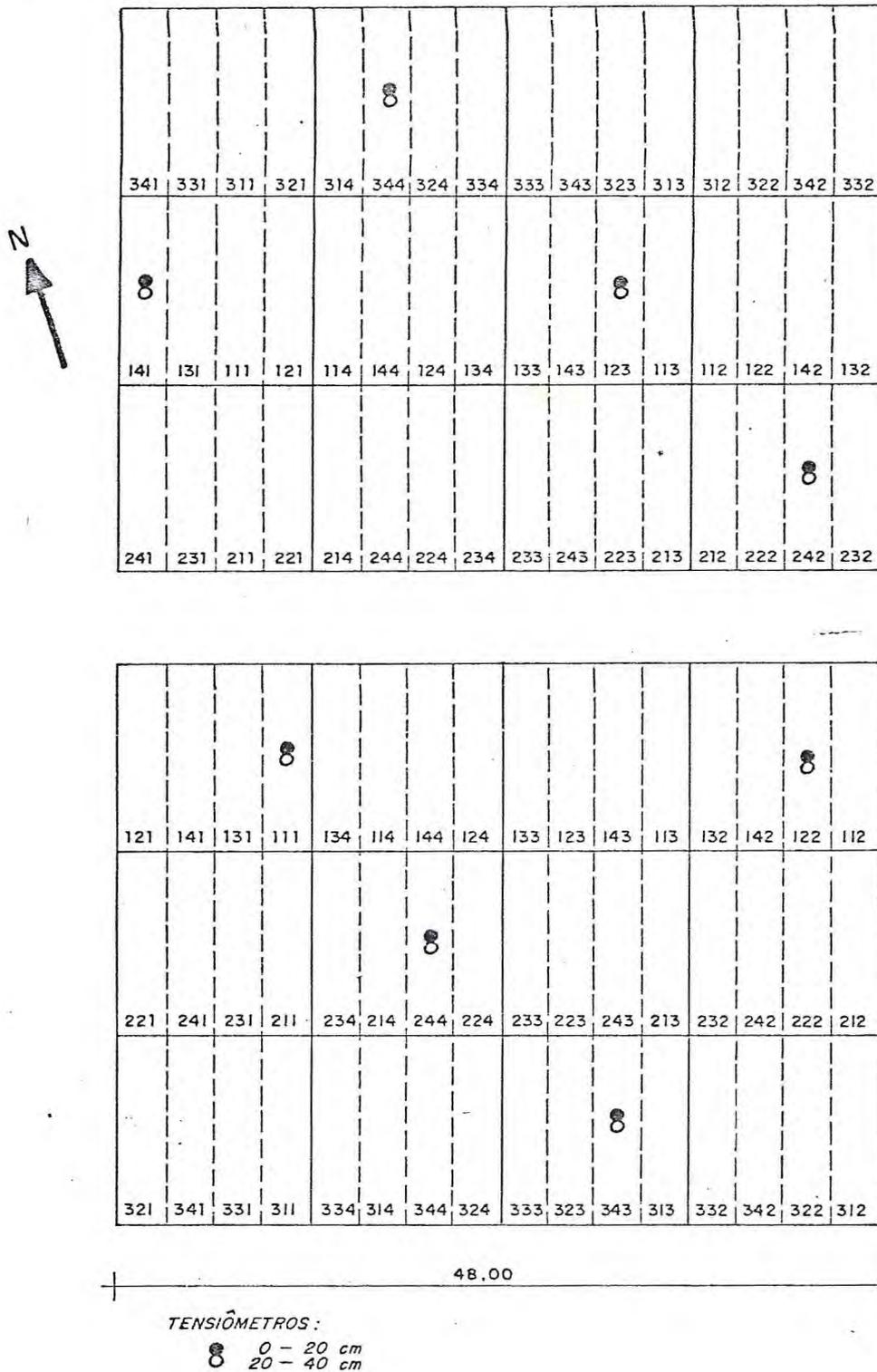


FIGURA 3 - Arranjo espacial do delineamento experimental.

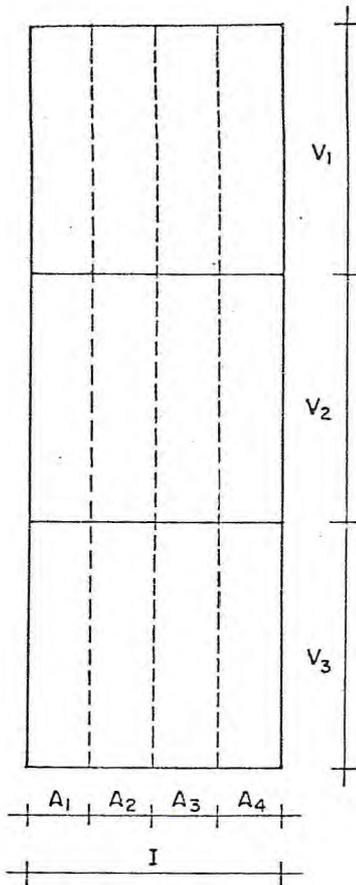


FIGURA 4 - Detalhe da parcela com a irrigação na parcela maior, variedade na sub-parcela e adubação na sub-sub-parcela.

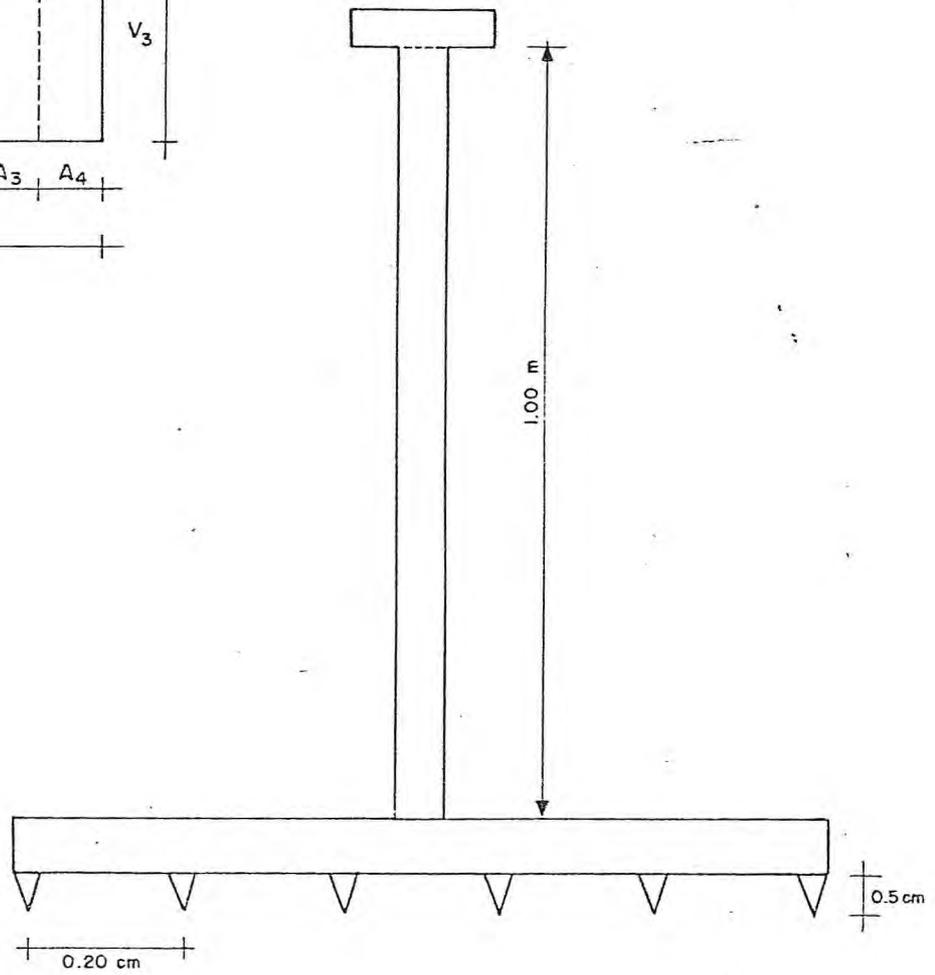


FIGURA 5 - Instrumento utilizado na abertura das covas.

A produção foi o principal elemento de avaliação dos tratamentos empregados, porém não foi o único, visto que outros parâmetros foram incluídos na metodologia da pesquisa, tais como: quantidade total de água aplicada durante o ciclo da cultura, bem como frequência de irrigação, turno de rega, evapotranspiração e eficiência de irrigação.

3.3 - Atividades de campo

3.3.1 - Preparo do solo

O preparo da área aconteceu depois de coletadas as amostras de solo indeformadas para construção da curva característica da água do solo, tensões inferiores a 0,1 atm, massa específica aparente e amostras deformadas para as demais determinações físico-hídricas. Consta das seguintes atividades: roçagem mecanizada, aração profunda ($\pm 0,50$ m), gradagem cruzada, sistematização com declividade nula e sulcamento do terreno. Inicialmente foram abertos sulcos estreitos e baixos, sendo feita adubação na parte superior dos camalhões. Posteriormente os sulcos foram alargados cobrindo-se, desta maneira, os fertilizantes aí depositados. Após a adubação foi feito o acabamento manual, de modo que a água colocada dentro do sulco não passava de um para outro.

A adubação de fundação consta da aplicação total de fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) e 1/3 de nitrogênio (NH_4^+) a partir dos seguintes produtos industrializados: superfosfato triplo, cloreto de potássio e uréia. Os 2/3 restantes da adubação nitrogenada foram aplicados em cobertura, quando a cultura atingiu 0,50 m de altura, o que correspondeu a 28 dias após o plantio. A distribuição da uréia por ocasião da adubação em cobertura aconteceu dentro de pequenos sulcos nos dois

lados da planta, nos taludes dos sulcos de plantio, e depois cobertos por uma fina camada de solo.

3.3.2 - Plantio

Para realização do plantio no dia 11/09/81, procedeu-se com as seguintes atividades: as covas foram abertas, com o auxílio de um instrumento confeccionado de madeira, de modo a ficarem regularmente espaçadas de 0,20 m e a uma profundidade de 0,05 m, vide FIGURA 5. O plantio foi realizado manualmente, e colocou-se duas sementes por cova para posteriormente realizar-se o desbaste, que aconteceu 15 dias após o plantio. O uso de 2 sementes por cova visava a obtenção de um estande elevado aproximando-se da densidade de plantio planejada, 50.000 plantas/ha.

3.4 - Sistema de Distribuição e Aplicação D'água

A água de irrigação foi proveniente do açude General Sampaio e conduzida através do canal P₁ do projeto de irrigação Curu-recuperação de responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS. Dados sobre a qualidade da água de irrigação se encontram na TABELA A6.

A distribuição da água de irrigação na cabeça de cada sulco foi feita de maneira simples e eficiente. Um canal de alimentação situado na parte superior do terreno com declividade de 0,1% e vazão de 80 l/s foi suficiente para suprir toda a demanda d'água do experimento. Na distribuição desta água utilizou-se sifões plásticos corrugados de 1.1/2" de diâmetro e vazão média de 1,27 l/s para uma carga constante de 0,23 m (vide FIGURA 6). Esta carga foi conseguida nive

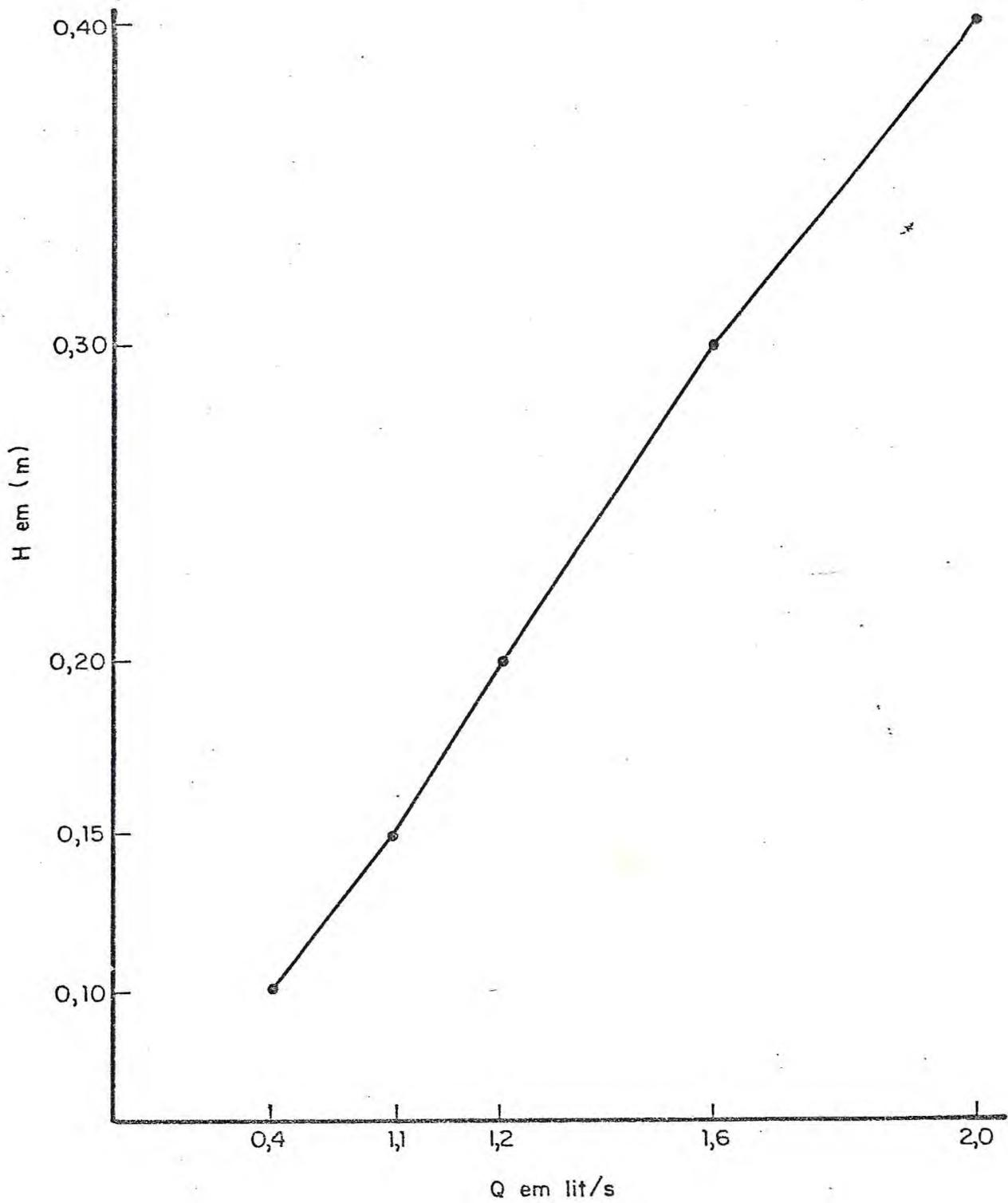


FIGURA 6 - Curva de calibração para sifões, de plástico flexível de 1,5" de diâmetro e 2,5 m de comprimento.

lando-se para cada sulco uma plaqueta de madeira em forma de T sobre a qual se apoiava a ponta do sifão. Ao lado de cada plaqueta colocou-se uma telha de barro de formato semi-circular para evitar erosão na base da plaqueta. A linha de plaquetas apresentou a mesma declividade do canal de alimentação. A escolha do sifão plástico deve-se à sua facilidade na colocação e mudança de uma posição para outra. A carga no canal de alimentação se manteve constante devido ao uso de uma retenção.

O controle da irrigação foi feito por meio de tensiômetros, instalados aleatoriamente dentro das parcelas de irrigação. Este controle se baseia em leituras diárias que dão indicação indireta da umidade em determinada camada do solo.

O tensiômetro é um aparelho que serve para medir o potencial matricial da água do solo ou sucção mátrica. Neste trabalho os tensiômetros empregados foram construídos com o seguinte material (FIGURA 7):

- tubos de pvc rígido de 1/2"
- rolha de borracha nº 3
- tubos plásticos flexível de diâmetro interno inferior a 2 mm
- cuba para mercúrio
- cápsula porosa
- mercúrio metálico

Uma semana antes do plantio, estes instrumentais foram instalados no solo às profundidades de 0,20 m e 0,40 m com a finalidade de permitir uma maior aderência da cápsula com o solo e daí se realizar leituras consistentes. Os tensiômetros instalados à 0,20 m tinham o objetivo de definir o dia da irrigação bem como se prestar para o cálculo da dose de irrigação a ser aplicada. Já os tensiômetros instalados a

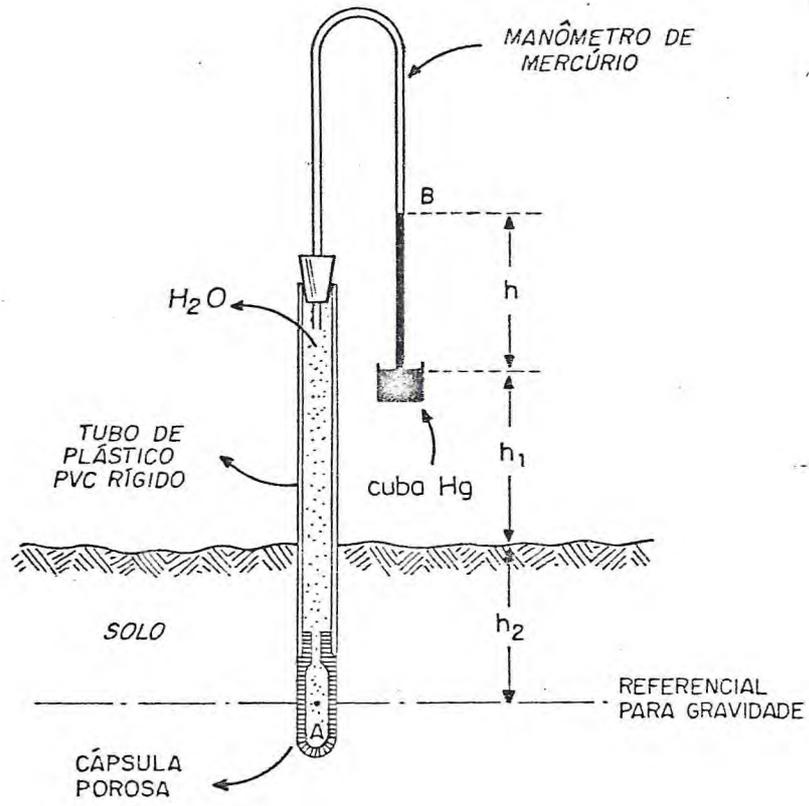


FIGURA 7 - Tensiômetro.

0,40 m se prestavam somente para o cálculo da dose de rega.

Para o tratamento I_1 a irrigação era iniciada quando a média das leituras dos tensiômetros de 0,20 m atingia 0,266 m na coluna de mercúrio o que corresponde de acordo com o planejado a um potencial matricial de -0,30 atm.

Para o tratamento I_2 a irrigação era iniciada quando a média das leituras dos tensiômetros de 0,20 m atingia 0,385 m na coluna de mercúrio o que corresponde de acordo com o planejado a um potencial matricial de -0,45 atm.

Para o tratamento I_3 a irrigação era iniciada quando a média das leituras dos tensiômetros de 0,20 m atingia 0,504 m na coluna de mercúrio o que corresponde de acordo com o planejado a um potencial matricial de -0,60 atm.

Para o tratamento I_4 a irrigação era iniciada quando a média das leituras dos tensiômetros de 0,20 m atingia 0,623 m na coluna de mercúrio o que corresponde de acordo com o planejado a um potencial matricial de -0,75 atm.

3.5 - Tratos Culturais

Os tratos culturais foram iniciados tão logo apareceram as necessidades, como pulverização com DIAZINON 60-E na razão de 25 ml/20 litros d'água, assim que apareceram as primeiras folhas estragadas. Durante o experimento foram efetuadas capinas manuais para o controle de ervas daninhas tendo-se o cuidado de não deixá-las se desenvolver para não concorrerem com as plantas de milho em água e nutrientes, causando graves problemas para a cultura. Por ocasião da capina realizou-se a amontoa, que consiste em chegar terra junto da planta com a finalidade de fixar melhor a planta ao solo e evitar com isto a ação maléfica dos ventos fortes que normal

mente provocam acamamento.

3.6 - Colheita

A colheita foi parcelada, colhendo-se primeiro as plantas da área útil da sub-sub-parcela e posteriormente a sub-parcela.

Foram os seguintes os dados (variáveis) observados (X_i), para cada tratamento:

X_1 = Produção de espiga completa em t/ha, compreendendo os pesos de: grão + sabugo + palha, para cada variedade e tratamentos empregados.

X_2 = Produção de grãos, em t/ha, para cada variedade e tratamentos empregados.

X_3 = Produção de sabugo, em t/ha, para cada variedade e tratamentos empregados.

X_4 = Produção de palha, em t/ha, para cada variedade e tratamentos empregados.

X_5 = Peso de 100 sementes, em g, para cada variedade e tratamentos empregados.

X_6 = Percentual de grãos na espiga completa, calculado a partir dos dados de X_2 e X_1 .

X_7 = Percentual de palha na espiga completa, calculado a partir dos dados de X_4 e X_1 .

X_8 = Percentual de sabugo na espiga completa, calculado a partir dos dados de X_3 e X_1 .

4 - RESULTADOS

4.1 - Estimativas dos Parâmetros de Irrigação

O ciclo da cultura foi de 120 dias, desde a semeadura até a colheita. Neste período cada tratamento de irrigação recebeu diferentes quantidades d'água, em diferentes turnos de rega. Parâmetros relativos aos tratamentos irrigados estão registrados na TABELA 1.

Observa-se que o nível de irrigação I_2 , correspondente a um potencial matricial da água do solo de $-0,45$ atm recebeu 437 m^3 d'água, quantidade inferior ao nível I_3 correspondente a $-0,60$ atm, que recebeu 458 m^3 , embora este tratamento apresentasse uma menor frequência de irrigação. Uma possível explicação para tal ocorrência, evidentemente não esperada, pode se encontrar na curva característica da água do solo, determinada de modo a representar a média da área experimental. Possivelmente esta média não foi representativa das parcelas do tratamento I_2 , daí o menor volume d'água aplicado. Este fato é comprovado pelos dados da TABELA 3, onde se observa que a maioria (2/3) das irrigações sã aconteceram para a profundidade de $0,30$ m o que caracteriza uma camada de solo a $0,40$ m de profundidade com elevada capacidade de retenção de umidade, fato este não observado inicialmente em virtude de se estar tomando como verdadeira para toda a área experimental a curva característica, e a faixa isolada do tratamento I_2 foge das características gerais da área.

Nota-se que no referido tratamento a variação do conteúdo d'água é menor que a variação do potencial matricial, isto é, são observadas pequenas variações no conteúdo d'água mesmo sendo relativamente grandes as variações no potencial matricial, o que justifica o fato da pouca água aplicada na parcela.

TABELA 1 - Valores médios dos Elementos Básicos de Irrigação dos quatro tratamentos estudados.

| Nível de Conteúdo de Irrigação -atm | umidade (θ) $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ | Volume aplicado na parcela m^3 | Turno de rega | Frequência | Vol/ha m^3 | Dotação Diária mm | ETP/Dia mm | Eficiência de Irrigação % |
|--|--|--|---------------|------------|------------------------|----------------------|---------------|------------------------------|
| $\Psi_m = 0,30$ | 0,296 | 491 | 09 | 14 | 5.115 | 6,8 | 6,6 | 96,5 |
| $\Psi_m = 0,45$ | 0,272 | 437 | 10 | 12 | 4.554 | 6,0 | 5,0 | 82,3 |
| $\Psi_m = 0,60$ | 0,257 | 458 | 11 | 11 | 4.773 | 5,8 | 5,6 | 95,1 |
| $\Psi_m = 0,75$ | 0,237 | 394 | 14 | 09 | 4.106 | 4,7 | 4,3 | 90,7 |

Durante o ciclo da cultura ocorreram precipitações da ordem de 60,4 mm acumulados, irrelevantes na sensibilidade dos resultados dos tratamentos empregados, já que aconteceram depois de suspensas as irrigações, quando o milho já se encontrava virado, mantendo-se assim os valores pré estabelecidos dos potenciais matriciais da água do solo.

Para se assegurar o estado da cultura, os tratamentos de irrigação receberam a mesma quantidade d'água, 100 m^3 , distribuídos em 3 irrigações, fazendo com que a diferenciação dos tratamentos empregados somente acontecesse após o 21º dia do ciclo da cultura.

O nível de irrigação I_1 , caracterizado por um estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-0,30 \text{ atm}$, que corresponde a uma umidade crítica de $0,296 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, possibilitou a aplicação de um total d'água de 511 mm. Recebeu 14 irrigações controladas para atender a reposição da umidade do solo à capacidade de campo ($0,345 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) na profundidade de 0 a 0,30 m correspondendo a um turno de rega de 9 dias e uma dotação diária de 6,83 mm durante o período em que a cultura permaneceu irrigada.

O nível de irrigação I_2 , caracterizado por um estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-0,45 \text{ atm}$, que corresponde a uma umidade crítica de $0,272 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, possibilitou a aplicação de um total d'água de 455 mm. Recebeu 12 irrigações controladas para atender à reposição da umidade do solo à capacidade de campo ($0,345 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) na profundidade de 0 a 0,30 m correspondendo a um turno de rega de 10 dias e uma dotação diária de 6,0 mm durante o período em que a cultura permaneceu irrigada.

O nível de irrigação I_3 , caracterizado por um estado de energia da água do solo correspondente a um potencial ma

tricial de $-0,60$ atm, que corresponde a uma umidade crítica de $0,257 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, possibilitou a aplicação de um total d' água de 477 mm. Recebeu 11 irrigações controladas para atender à reposição da umidade do solo à capacidade de campo ($0,345 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) na profundidade de 0 a 0,30 m correspondendo a um turno de rega de 11 dias e uma dotação diária de 5,8 mm durante o período em que a cultura permaneceu irrigada.

O nível de irrigação I_4 , caracterizado por um estado de energia da água do solo correspondente a um potencial matricial de $-0,75$ atm, que corresponde a uma umidade crítica de $0,237 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, possibilitou a aplicação de um total d' água de 410 mm. Recebeu 9 irrigações controladas para atender à reposição da umidade do solo à capacidade de campo ($0,345 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$) na profundidade de 0 a 0,30 m correspondendo a um turno de rega de 14 dias e uma dotação diária de 4,7 mm durante o período em que a cultura permaneceu irrigada.

Os resultados de dotação diária obtidos na pesquisa não combinam perfeitamente com os obtidos por ARRUDA (1980), porém se encontram dentro dos valores esperados, já que DAKER (1970) cita valores de 6,0 a 7,0 mm/dia e o tratamento com irrigações mais frequentes apresentou valor de 6,83 mm/dia. Observa-se também que de acordo com RICHARDS & WALDLEIGH (1952) e DENMEAD & SHAW (1960) a cultura consumiu maior volume d' água no tratamento de potencial matricial de $-0,30$ atm, onde a água se encontra na faixa de facilmente disponível, caracterizando o baixo estado de energia da água do solo deste tratamento.

Mesmo não se tendo levado em consideração a percolação profunda, estimou-se a evapotranspiração e os resultados se encontram nas TABELAS 2, 3, 4 e 5, e FIGURAS B1 a B4 (ANEXO).

TABELA 2 - Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I_1 pelo método edáfico, considerando-se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia $-0,30$ atm.

| Data | Período dias | Profundidade cm | θ 48 h antes $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ | θ Dia Irrigação $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ | ETP mm | ETP/Dia mm |
|-----------|--------------|-----------------|--|---|--------|------------|
| 07/10/81 | 11 | 20 | 0,365 | 0,290 | 32,9 | 3,0 |
| | | 40 | 0,378 | 0,345 | | |
| 16/10/81 | 07 | 20 | 0,360 | 0,265 | 44,1 | 6,3 |
| | | 40 | 0,380 | 0,328 | | |
| 22/10/81 | 04 | 20 | 0,354 | 0,278 | 30,0 | 7,5 |
| | | 40 | 0,380 | 0,338 | | |
| 26/10/81 | 02 | 20 | 0,345 | 0,295 | 20,7 | 10,3 |
| | | 40 | 0,365 | 0,346 | | |
| 02/11/81 | 05 | 20 | 0,355 | 0,240 | 54,0 | 10,2 |
| | | 40 | 0,365 | 0,310 | | |
| 09/11/81 | 05 | 20 | 0,355 | 0,240 | 34,5 | 6,9 |
| 15/11/81 | 04 | 20 | 0,359 | 0,292 | 20,1 | 5,0 |
| 21/11/81 | 05 | 20 | 0,359 | 0,292 | 32,7 | 6,6 |
| | | 40 | 0,370 | 0,328 | | |
| 28/11/81 | 07 | 20 | 0,357 | 0,256 | 48,3 | 6,9 |
| | | 40 | 0,370 | 0,310 | | |
| 06/12/81 | 08 | 20 | 0,360 | 0,290 | 32,1 | 4,0 |
| | | 40 | 0,365 | 0,328 | | |
| 15/12/81 | 07 | 20 | 0,358 | 0,267 | 42,3 | 6,0 |
| | | 40 | 0,365 | 0,315 | | |
| M é d i a | | | | | | 6,6 |

TABELA 3 - Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I₂ pelo método edáfico, considerando-se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia -0,45 atm.

| Data | Período dias | Profundidade cm | θ 48 h antes $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ | θ Dia Irrigação $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ | ETP mm | ETP/Dia mm |
|-----------|--------------|-----------------|--|---|--------|------------|
| 06/10/81 | 10 | 20 | 0,358 | 0,270 | 26,4 | 2,6 |
| 13/10/81 | 05 | 20 | 0,355 | 0,265 | 27,0 | 5,4 |
| 19/10/81 | 04 | 20 | 0,330 | 0,250 | 24,0 | 6,0 |
| 26/10/81 | 05 | 20 | 0,340 | 0,245 | 56,7 | 11,3 |
| | | 40 | 0,349 | 0,255 | | |
| 04/11/81 | 07 | 20 | 0,360 | 0,270 | 27,0 | 3,8 |
| 12/11/81 | 06 | 20 | 0,352 | 0,275 | 23,1 | 3,8 |
| 21/11/81 | 07 | 20 | 0,355 | 0,262 | 27,9 | 3,9 |
| 30/11/81 | 07 | 20 | 0,352 | 0,266 | 35,7 | 5,1 |
| | | 40 | 0,365 | 0,332 | | |
| 13/12/81 | 11 | 20 | 0,358 | 0,268 | 37,2 | 3,3 |
| | | 40 | 0,362 | 0,328 | | |
| M é d i a | | | | | | 5,0 |

TABELA 4 - Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I₃ pelo método edáfico, considerando-se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia -0,60 atm.

| Data | Período dias | Profundidade cm | θ 48 h antes $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ | θ Dia Irrigação $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ | ETP mm | ETP/Dia mm |
|-----------|--------------|-----------------|--|---|--------|------------|
| 06/10/81 | 10 | 20 | 0,362 | 0,250 | 43,2 | 4,3 |
| | | 40 | 0,372 | 0,340 | | |
| 18/10/81 | 10 | 20 | 0,356 | 0,246 | 35,1 | 3,5 |
| | | 40 | 0,352 | 0,345 | | |
| 26/10/81 | 06 | 20 | 0,350 | 0,250 | 36,6 | 6,1 |
| | | 40 | 0,368 | 0,346 | | |
| 04/11/81 | 07 | 20 | 0,360 | 0,234 | 46,2 | 6,6 |
| | | 40 | 0,374 | 0,346 | | |
| 13/11/81 | 07 | 20 | 0,355 | 0,239 | 49,8 | 7,1 |
| | | 40 | 0,378 | 0,328 | | |
| 23/11/81 | 08 | 20 | 0,348 | 0,235 | 51,9 | 6,4 |
| | | 40 | 0,375 | 0,315 | | |
| 01/12/81 | 06 | 20 | 0,360 | 0,256 | 42,9 | 7,1 |
| | | 40 | 0,374 | 0,335 | | |
| 15/12/81 | 12 | 20 | 0,365 | 0,235 | 49,5 | 4,1 |
| | | 40 | 0,370 | 0,335 | | |
| M é d i a | | | | | | 5,6 |

TABELA 5 - Estimativa da Evapotranspiração do tratamento I₄ pelo método edáfico, considerando-se o limite superior de umidade o valor existente no solo após 48 h da irrigação e inferior a umidade existente quando o potencial matricial atingia -0,75 atm.

| Data | Período dias | Profundidade cm | θ 48 h antes $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ | θ Dia Irrigação $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ | ETP mm | ETP/Dia mm |
|-----------|--------------|-----------------|--|---|--------|------------|
| 11/10/81 | 15 | 20 | 0,374 | 0,230 | 49,2 | 3,2 |
| | | 40 | 0,360 | 0,340 | | |
| 23/10/81 | 10 | 20 | 0,365 | 0,236 | 51,0 | 5,1 |
| | | 40 | 0,370 | 0,329 | | |
| 02/11/81 | 08 | 20 | 0,372 | 0,279 | 33,9 | 4,2 |
| | | 40 | 0,360 | 0,340 | | |
| 15/11/81 | 11 | 20 | 0,363 | 0,230 | 48,9 | 4,4 |
| | | 40 | 0,365 | 0,335 | | |
| 26/11/81 | 09 | 20 | 0,363 | 0,240 | 51,4 | 5,7 |
| | | 40 | 0,374 | 0,335 | | |
| 10/12/81 | 12 | 20 | 0,345 | 0,240 | 43,5 | 3,6 |
| | | 40 | 0,358 | 0,318 | | |
| M é d i a | | | | | | 4,3 |

A evapotranspiração encontrada para o nível I_1 , em média, foi de 6,6 mm/dia o que implica dizer que ainda há água a percolar, pois de acordo com REICHARDT (1978) e CASTRO (1979), que levaram em consideração em seus trabalhos a percolação profunda, este resultado está um tanto elevado, o que permite inferir que o tratamento I_1 permitiu à cultura praticamente uma evapotranspiração potencial, enquanto os demais permitiram uma evapotranspiração real.

Comparando-se os resultados da TABELA 1 de evapotranspiração e dose de rega nos tratamentos empregados constata-se que estes são praticamente iguais, o que possibilitou uma eficiência de irrigação média de 91% ao método empregado.

Este resultado é por demais importante no que diz respeito à eficiência do uso de água, pois apresenta um valor que pode ser considerado excelente mesmo se tratando de uma média dos tratamentos empregados.

Este processo de determinação da evapotranspiração, mesmo sem levar em consideração a percolação profunda, é de fundamental importância para a irrigação, não só por definir dotação de água a ser aplicada ao solo para as culturas mas também por possibilitar com mais precisão a determinação da eficiência de irrigação, um índice que neste trabalho foi estimado em 75% para fins de cálculo de dotação de rega e que na prática atingiu mais de 90%, mostrando que houve uma subestimação do valor.

A determinação precisa da evapotranspiração é pois de uma magnitude ímpar na conservação da água e do solo, daí a importância de se determinar com precisão a componente percolação profunda, fato este que não foi observado neste trabalho e o autor sugere que em pesquisas futuras, esta componente do balanço hídrico seja considerada.

4.2 - Caracteres da Planta e Fatores da Produção

Os dados relativos aos caracteres da planta e aos fatores da produção são apresentados para cada combinação fatorial nas TABELAS 6 a 13 e as respectivas análises de variâncias na TABELA 14.

4.2.1 - Efeitos Principais da Variação do Potencial Matricial

Responderam significativamente, ao nível de 0,05 de probabilidade, aos diversos níveis de irrigação as variáveis X_1 (produção da espiga completa), X_2 (produção de grãos), X_3 (peso do sabugo) e X_5 (peso de 100 sementes).

Sendo os níveis de irrigação tratamentos quantitativos é de interesse proceder-se ao desdobramento dos três graus de liberdade para irrigação (I) e respectiva soma de quadrados, nos seus componentes linear, quadrático e cúbico.

Para a espiga completa (X_1), produção de grãos (X_2) e peso do sabugo (X_3) os resultados do desdobramento são apresentados nas TABELAS 15, 16 e 17 respectivamente. Observa-se que somente os componentes quadrático e cúbico foram significativos. A não significância do componente linear e significância dos componentes quadrático e cúbico não é usualmente, um resultado esperado em estudos desta natureza, e pode indicar erro de amostragem ou acidentes na aplicação dos tratamentos ou coleta dos dados. Na discussão algumas hipóteses são sugeridas como explicação.

No que concerne ao peso de 100 sementes (X_5) somente o componente linear foi significativo, conforme se observa na TABELA 19.

TABELA 6 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) na produção da espiga completa (X_1), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| F. Adub. | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-------------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | V_1 | V_2 | V_3 |
| 0- 0- 0 | 3,086 | 3,385 | 3,253 | 2,937 | 1,831 | 4,469 | 2,599 | 3,434 | 4,337 | 4,314 | 4,293 | 2,304 |
| 60- 80- 40 | 4,872 | 5,724 | 5,437 | 3,410 | 2,426 | 5,417 | 4,478 | 3,379 | 6,352 | 5,290 | 4,933 | 5,118 |
| 120-160- 80 | 6,843 | 6,310 | 5,927 | 5,392 | 3,775 | 4,792 | 6,100 | 5,989 | 5,832 | 6,737 | 4,842 | 4,052 |
| 180-240-120 | 9,065 | 6,695 | 7,496 | 7,122 | 6,304 | 5,992 | 7,358 | 6,065 | 7,406 | 8,479 | 7,766 | 4,680 |
| Média (I) | 5,966 | 5,528 | 5,528 | 4,715 | 3,584 | 5,167 | 5,133 | 4,716 | 5,981 | 6,205 | 5,458 | 4,038 |

TABELA 7 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmenx (V_2) e Piranão (V_3) na produção de grãos de milho (X_2), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| Ψ_m | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-------------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| F. Adub. | V_1 | V_2 | V_3 |
| 0- 0- 0 | 1,574 | 1,789 | 1,538 | 1,419 | 0,806 | 2,434 | 1,327 | 1,383 | 2,328 | 2,378 | 2,270 | 0,813 |
| 60- 80- 40 | 2,423 | 3,749 | 3,367 | 1,966 | 1,262 | 3,471 | 2,802 | 2,027 | 3,937 | 3,591 | 3,035 | 2,883 |
| 120-160- 80 | 4,550 | 4,160 | 3,813 | 3,537 | 2,398 | 2,916 | 4,677 | 3,863 | 3,748 | 3,874 | 2,926 | 2,235 |
| 180-240-120 | 6,276 | 4,693 | 4,867 | 4,477 | 3,415 | 3,929 | 5,009 | 3,756 | 5,003 | 5,695 | 4,968 | 2,780 |
| Média (I) | 3,705 | 3,597 | 3,396 | 2,849 | 1,970 | 3,187 | 3,453 | 2,757 | 3,754 | 3,884 | 3,299 | 2,177 |

TABELA 8 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) na produção de sabugo de milho (X_3), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| - Ψ_m | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-------------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | V_1 | V_2 | V_3 |
| 0- 0- 0 | 0,558 | 0,481 | 0,476 | 0,444 | 0,276 | 0,668 | 0,459 | 0,541 | 0,639 | 0,644 | 0,675 | 0,417 |
| 60- 80- 40 | 0,708 | 0,824 | 0,818 | 0,552 | 0,350 | 0,671 | 0,665 | 0,527 | 0,980 | 0,762 | 0,699 | 0,779 |
| 120-160- 80 | 1,003 | 0,936 | 0,860 | 0,848 | 0,655 | 0,700 | 0,953 | 0,929 | 0,840 | 1,037 | 0,836 | 0,766 |
| 180-240-120 | 1,275 | 0,945 | 1,105 | 1,001 | 1,021 | 0,921 | 1,001 | 0,886 | 1,019 | 1,255 | 1,111 | 0,776 |
| Média (I) | 0,886 | 0,796 | 0,814 | 0,711 | 0,575 | 0,740 | 0,769 | 0,720 | 0,869 | 0,924 | 0,830 | 0,684 |

TABELA 9 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) na produção de palha de milho (X_4), em t/ha, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| - Ψ_m | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-------------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | F. Adub. | V_1 | V_2 | V_3 | V_1 | V_2 | V_3 | V_1 | V_2 | V_3 | V_1 | V_2 |
| 0- 0- 0 | 0,953 | 1,115 | 1,238 | 1,073 | 0,748 | 1,366 | 0,812 | 1,510 | 1,369 | 1,292 | 1,348 | 1,074 |
| 60- 80- 40 | 1,740 | 1,151 | 1,251 | 0,891 | 0,814 | 1,275 | 1,011 | 0,824 | 1,434 | 0,936 | 1,195 | 1,456 |
| 120-160- 80 | 1,289 | 1,213 | 1,254 | 1,202 | 0,722 | 1,176 | 0,470 | 1,196 | 1,244 | 1,826 | 1,079 | 1,051 |
| 160-240-120 | 1,514 | 1,057 | 1,523 | 1,643 | 1,867 | 1,141 | 1,348 | 1,423 | 1,384 | 1,529 | 1,686 | 1,123 |
| Média (I) | 1,374 | 1,134 | 1,316 | 1,202 | 1,037 | 1,239 | 0,910 | 1,238 | 1,357 | 1,395 | 1,327 | 1,176 |

TABELA 10 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no peso de 100 sementes (X_5), em g, na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| F. Adub. | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-------------|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|----------------|--------|--------|
| | V_1 | V_2 | V_3 |
| 0- 0- 0 | 30,475 | 32,780 | 31,570 | 30,030 | 26,085 | 29,665 | 28,615 | 25,355 | 30,090 | 27,925 | 29,100 | 29,310 |
| 60- 80- 40 | 30,960 | 32,190 | 33,135 | 30,770 | 26,985 | 31,825 | 26,425 | 30,345 | 31,335 | 28,335 | 29,210 | 32,285 |
| 120-160- 80 | 32,525 | 33,745 | 32,005 | 29,895 | 27,855 | 31,210 | 33,025 | 31,535 | 29,830 | 28,050 | 30,275 | 29,980 |
| 180-240-120 | 31,565 | 34,655 | 34,195 | 30,255 | 30,365 | 31,560 | 35,160 | 29,810 | 30,395 | 30,465 | 31,755 | 30,775 |
| Média (I) | 31,381 | 33,342 | 32,726 | 30,237 | 27,822 | 31,065 | 30,806 | 29,261 | 30,412 | 28,693 | 30,085 | 30,587 |

TABELA 11 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no percentual de grãos na espiga completa (X_6), na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| F. Adub. | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-------------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | V_1 | V_2 | V_3 |
| 0- 0- 0 | 50,34 | 53,18 | 47,33 | 39,31 | 44,05 | 52,41 | 46,89 | 40,09 | 48,92 | 55,23 | 53,27 | 32,48 |
| 60- 80- 40 | 48,36 | 65,83 | 60,48 | 47,45 | 51,25 | 64,16 | 62,59 | 60,20 | 61,05 | 67,94 | 61,56 | 56,59 |
| 120-160- 80 | 66,48 | 65,90 | 63,98 | 65,33 | 63,36 | 60,62 | 76,18 | 64,53 | 64,33 | 57,94 | 58,90 | 55,77 |
| 180-240-120 | 69,24 | 70,34 | 64,84 | 62,25 | 54,75 | 65,63 | 63,04 | 62,18 | 67,66 | 67,08 | 63,97 | 61,52 |
| Média (I) | 58,60 | 63,81 | 59,15 | 53,58 | 53,35 | 60,70 | 62,17 | 56,75 | 43,57 | 62,04 | 59,42 | 51,59 |

TABELA 12 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no percentual de palha na espiga completa (X_7), na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| Ψ_m | | | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-----------|------|-----|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| F. Adub. | | | V_1 | V_2 | V_3 |
| 0- | 0- | 0 | 31,44 | 31,61 | 38,04 | 45,29 | 40,86 | 32,44 | 33,89 | 44,45 | 35,02 | 29,83 | 30,63 | 44,01 |
| 60- | 80- | 40 | 36,94 | 19,73 | 24,11 | 34,08 | 34,46 | 23,67 | 22,55 | 24,07 | 23,30 | 17,66 | 24,35 | 27,69 |
| 120- | 160- | 80 | 18,75 | 19,23 | 21,44 | 22,32 | 19,33 | 24,79 | 8,12 | 19,97 | 21,31 | 26,59 | 23,70 | 25,66 |
| 180- | 240- | 120 | 16,69 | 15,43 | 20,41 | 23,75 | 29,11 | 18,97 | 18,34 | 23,15 | 18,52 | 18,09 | 21,71 | 21,23 |
| Média (I) | | | 25,95 | 21,50 | 26,00 | 31,36 | 30,94 | 24,96 | 20,72 | 27,91 | 24,53 | 23,04 | 25,09 | 29,64 |

TABELA 13 - Comportamento dos cultivares Dentado-Composto (V_1), Centralmex (V_2) e Piranão (V_3) no percentual de sabugona espiga completa (X_8), na presença de diferentes fórmulas de adubação e diferentes níveis de potenciais matriciais da água do solo.

| - Ψ_m | 0,30 (I_1) | | | 0,45 (I_2) | | | 0,60 (I_3) | | | 0,75 (I_4) | | |
|-------------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | V_1 | V_2 | V_3 |
| 0- 0- 0 | 18,21 | 15,20 | 14,63 | 15,39 | 15,09 | 15,15 | 19,22 | 15,45 | 16,05 | 14,93 | 16,09 | 18,50 |
| 60- 80- 40 | 14,69 | 14,43 | 15,41 | 18,46 | 14,28 | 12,16 | 14,86 | 15,72 | 15,65 | 14,39 | 14,08 | 15,72 |
| 120-160- 80 | 14,76 | 14,87 | 14,57 | 15,72 | 17,31 | 14,59 | 15,69 | 15,49 | 14,35 | 15,47 | 17,40 | 18,56 |
| 180-240-120 | 14,07 | 14,22 | 14,75 | 14,00 | 16,31 | 15,40 | 13,62 | 14,66 | 13,82 | 14,82 | 14,31 | 17,24 |
| Média (I) | 15,43 | 14,68 | 14,84 | 15,89 | 15,74 | 14,32 | 15,84 | 15,33 | 14,96 | 14,90 | 15,47 | 17,50 |

TABELA 14 - Análise da variância.

| Causas da Variação | V a r i â n c i a s | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | X ₁ Esp. Comp. | X ₂ Grão | X ₃ Sabugo | X ₄ Palha | X ₅ 100 Sement | X ₆ % Grão | X ₇ % Palha | X ₈ % Sabugo |
| R | 33,23** | 12,06* | 0,43** | 2,54 | 15,91 | 76,61 | 8,64 | 42,28* |
| I | 5,87* | 3,46* | 0,11* | 0,12 | 40,63* | 116,51 | 116,15 | 3,98 |
| RI (a) | 0,25 | 0,14 | 0,07 | 0,48 | 3,20 | 165,53 | 169,66 | 3,04 |
| TOTAL PARCELA | - | - | - | - | - | - | - | - |
| V | 3,73 | 2,61* | 0,06 | 0,06 | 10,97 | 17,81 | 16,12 | 0,39 |
| RV | 0,32 | 0,03 | 0,02 | 0,14 | 9,80 | 89,36 | 93,94 | 2,42 |
| VI | 5,03 | 2,95 | 0,05 | 0,22 | 10,71* | 171,22 | 125,30 | 7,75* |
| RVI (b) | 3,62 | 2,12 | 0,07 | 0,14 | 2,40 | 121,44 | 121,69 | 1,45 |
| TOTAL SUB-PARCELA | - | - | - | - | - | - | - | - |
| A | 56,9** | 35,59** | 1,12** | 0,47* | 26,53* | 1.592,61* | 1.397,86* | 10,19 |
| AI | 0,88 | 0,76 | 0,02 | 0,10 | 2,25 | 57,95 | 40,80 | 3,04 |
| RA(I) | 0,71 | 0,42 | 0,02 | 0,10 | 4,76 | 61,86 | 40,48 | 4,22 |
| VA | 3,38* | 1,75* | 0,05* | 0,15 | 5,69 | 40,46 | 30,04 | 3,60 |
| VAI | 0,76 | 0,32 | 0,02 | 0,16 | 4,63 | 46,87 | 48,73 | 3,18 |
| RVA(I) | 0,63 | 0,44 | 0,01 | 0,10 | 3,35 | 52,58 | 44,53 | 2,88 |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | - | - | - | - | - | - | - | - |



TABELA 15 - Análise da variância da produção da espiga completa (X_1), em (t/ha), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação.

| Causas da Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F |
|-----------------------|------|------------------|----------------|----------|
| R | 1 | 33,2385 | - | - |
| I linear | 1 | 0,34080 | 0,34080 | 1,34 |
| I quadrático | 1 | 7,83183 | 7,83183 | 30,82* |
| I cúbico | 1 | 9,4500 | 9,4500 | 37,19** |
| R x I | 3 | 0,7623 | 0,2541 | - |
| TOTAL PARCELA | 7 | 51,6201 | - | - |
| V | 2 | 7,4724 | 3,7362 | 11,55 |
| R x V | 2 | 0,6473 | 0,3237 | - |
| V x I | 6 | 30,2239 | 5,0374 | 1,39 |
| R x V x I | 6 | 21,7574 | 3,6263 | - |
| TOTAL SUB-PARCELA | (23) | 60,1010 | - | - |
| A linear | 1 | 168,775 | 168,775 | 236,04** |
| A quadrático | 1 | 0,063 | 0,063 | 0,08 |
| A cúbico | 1 | 1,862 | 1,862 | 2,60 |
| A x I | 9 | 7,9424 | 0,8825 | 1,23 |
| R x A(I) | 12 | 8,5794 | 0,7150 | - |
| V x A | 6 | 20,3145 | 3,3858 | 5,33** |
| V x A x I | 18 | 13,6786 | 0,76 | 1,20 |
| R x V x A(I) | 24 | 15,2495 | 0,6354 | - |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | (95) | 236,4646 | - | - |
| TOTAL | (95) | 348,1857 | - | - |

TABELA 16 - Análise da variância da produção de grãos (X_2), em (t/ha), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação.

| Causas da Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F |
|-----------------------|------|------------------|----------------|----------|
| R | 1 | 12,062926 | - | - |
| I linear | 1 | 0,564029 | 0,564029 | 3,86 |
| I quadrático | 1 | 2,990977 | 2,990977 | 20,47* |
| I cúbico | 1 | 6,930732 | 6,930732 | 47,44** |
| R x I | 3 | 0,438207 | 0,146069 | - |
| TOTAL PARCELA | (7) | 22,905872 | - | - |
| V | 2 | 5,228106 | 2,614053 | 83,09* |
| R x V | 2 | 0,058725 | 0,029362 | - |
| V x I | 6 | 17,709271 | 2,951545 | 1,39 |
| R x V x I | 6 | 12,762918 | 2,127153 | - |
| TOTAL SUB-PARCELA | (23) | 35,759021 | - | - |
| A linear | 1 | 105,676 | 105,676 | 250,41** |
| A quadrático | 1 | 0,217 | 0,217 | 0,51 |
| A cúbico | 1 | 0,877 | 0,877 | 2,07 |
| A x I | 9 | 6,846996 | 0,760956 | 1,80 |
| R x A(I) | 12 | 5,073042 | 0,422753 | - |
| V x A | 6 | 10,547946 | 1,757991 | 3,96** |
| V x A x I | 18 | 5,835856 | 0,324214 | 0,73 |
| R x V x A(I) | 24 | 10,648504 | 0,443687 | - |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | (95) | 145,722512 | - | - |
| TOTAL | (95) | 204,387406 | - | - |

TABELA 17 - Análise da variância da produção de sabugo (X_3), em (t/ha), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação.

| Causas da Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F |
|-----------------------|------|------------------|----------------|----------|
| R | 1 | 0,432420 | - | - |
| I linear | 1 | 0,003386 | 0,003386 | 0,52 |
| I quadrático | 1 | 0,201575 | 0,201575 | 31,14* |
| I cúbico | 1 | 0,149285 | 0,149285 | 23,06* |
| R x I | 3 | 0,019419 | 0,006473 | - |
| TOTAL PARCELA | (7) | 0,806085 | - | - |
| V | 2 | 0,135519 | 0,067760 | 2,86 |
| R x V | 2 | 0,047397 | 0,023699 | - |
| V x I | 6 | 0,349379 | 0,058230 | 0,78 |
| R x V x I | 6 | 0,448368 | 0,074728 | - |
| TOTAL SUB-PARCELA | (23) | 0,980663 | - | - |
| A linear | 1 | 3,382 | 3,382 | 187,88** |
| A quadrático | 1 | 0,0004 | 0,0004 | 0,02 |
| A cúbico | 1 | 0,0006 | 0,0006 | 0,03 |
| A x I | 9 | 0,152401 | 0,016934 | 0,94 |
| R x A(I) | 12 | 0,216830 | 0,018070 | - |
| V x A | 6 | 0,326834 | 0,054473 | 4,95** |
| V x A x I | 18 | 0,345606 | 0,019200 | 1,74 |
| R x V x A(I) | 24 | 0,264129 | 0,011005 | - |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | (95) | 4,688626 | - | - |
| TOTAL | (95) | 6,475374 | - | - |

TABELA 18 - Análise da variância da produção de palha (X_4), em (t/ha), de milho com o desdobramento das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para o efeito principal adubação.

| Causas da Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F |
|-----------------------|------|------------------|----------------|-------|
| R | 1 | 2,542806 | - | - |
| I | 3 | 0,372154 | 0,124052 | 0,26 |
| R x I | 3 | 1,451412 | 0,483804 | - |
| TOTAL PARCELA | (7) | 4,366372 | - | - |
| V | 2 | 0,125155 | 0,062578 | 0,44 |
| R x V | 2 | 0,287163 | 0,143582 | - |
| V x I | 6 | 1,372064 | 0,228679 | 1,56 |
| R x V x I | 6 | 0,880715 | 0,146786 | - |
| TOTAL SUB-PARCELA | (23) | 2,665097 | - | - |
| A linear | 1 | 0,794 | 0,794 | 7,78* |
| A quadrático | 1 | 0,491 | 0,491 | 4,81* |
| A cúbico | 1 | 0,14 | 0,14 | 1,37 |
| A x I | 9 | 0,902513 | 0,100280 | 0,98 |
| R x A(I) | 12 | 1,231477 | 0,102623 | - |
| V x A | 6 | 0,953623 | 0,158938 | 1,58 |
| V x A x I | 18 | 2,944919 | 0,163607 | 1,63 |
| R x V x A(I) | 24 | 2,410667 | 0,100445 | - |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | (95) | 9,868415 | - | - |
| TOTAL | (95) | 16,899884 | - | - |

TABELA 19 - Análise da variância do peso de 100 sementes (X_5), em (g), de milho com os desdobramentos das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para os efeitos principais irrigação e adubação.

| Causas da Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F |
|-----------------------|------|------------------|----------------|---------|
| R | 1 | 15,916960 | - | - |
| I linear | 1 | 69,898435 | 69,898435 | 21,80* |
| I quadrático | 1 | 23,021916 | 23,021916 | 7,18 |
| I cúbico | 1 | 28,998489 | 28,998489 | 9,04 |
| R x I | 3 | 9,615629 | 3,205210 | - |
| TOTAL PARCELA | (7) | 147,451434 | - | - |
| V | 2 | 21,946059 | 10,97303 | 1,12 |
| R x V | 2 | 19,615825 | 9,807913 | - |
| V x I | 6 | 64,273984 | 10,712331 | 4,46* |
| R x V x I | 6 | 14,402100 | 2,40035 | - |
| TOTAL SUB-PARCELA | (23) | 120,23797 | - | - |
| A linear | 1 | 76,792 | 76,792 | 16,13** |
| A quadrático | 1 | 0,131 | 0,131 | 0,02 |
| A cúbico | 1 | 2,668 | 2,668 | 0,56 |
| A x I | 9 | 20,291752 | 2,254639 | 0,47 |
| R x A(I) | 12 | 57,126163 | 4,760514 | - |
| V x A | 6 | 34,185125 | 5,697521 | 1,70 |
| V x A x I | 18 | 83,359633 | 4,631090 | 1,38 |
| R x V x A(I) | 24 | 80,497675 | 3,354070 | - |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | (95) | 355,05158 | - | - |
| TOTAL | (95) | 622,74098 | - | - |

As demais variáveis estudadas, X_4 (peso da palha), X_6 (percentagem de grãos), X_7 (percentagem de palha) e X_8 (percentagem de sabugo) não foram influenciadas pelos diversos níveis de irrigação.

4.2.2 - Efeitos Principais de Variedades

A única variável para a qual o efeito principal de variedade (cultivar) foi significativo foi a produção de grãos (X_2), conforme se observa na TABELA 14. Esta análise representa o comportamento médio dos cultivares sobre todos os níveis dos fatores irrigação e adubação. Efeitos de combinações específicas de cultivares, irrigação e adubação serão mais adiante (seção 4.2.4) apresentados.

4.2.3 - Efeitos Principais da Adubação

Todas as variáveis estudadas, à exceção de X_8 (percentagem de sabugo) apresentaram-se significativas nas análises de variância da TABELA 14.

As análises de variâncias com o desdobramento dos três graus de liberdade para adubação apresentadas nas TABELAS 15, 16, 17 e 19 mostram que somente o efeito linear dos fertilizantes foi significativo, para X_1 (espiga completa), X_2 (produção de grãos), X_3 (produção de sabugo) e X_5 (peso de 100 sementes) respectivamente.

Os dados das TABELAS 23, 25, 27 e 31, ilustrados pelas FIGURAS 33, 35, 37 e 41 comprovam estes resultados.

Para a variável X_4 (produção de palha) o desdobramento dos graus de liberdade para adubação é apresentado na TABELA 18 e mostra efeitos significativos para os componentes

TABELA 20 - Análise da variância do percentual de grãos na espiga completa (X_6), com o desdobramento das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para o efeito principal adubação.

| Causas da Variação | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F |
|-----------------------|------|------------------|----------------|---------|
| R | 1 | 76,6116 | 76,6116 | 0,46 |
| I | 3 | 349,5332 | 116,5110 | 0,70 |
| R x I | 3 | 496,5900 | 165,53 | - |
| TOTAL PARCELA | (7) | 922,7348 | - | - |
| V | 2 | 35,6209 | 17,8104 | 0,20 |
| R x V | 2 | 178,7317 | 89,3658 | - |
| V x I | 6 | 1027,3470 | 171,2245 | 1,41 |
| R x V x I | 6 | 728,6256 | 121,4426 | - |
| TOTAL SUB-PARCELA | (23) | 1970,3252 | - | - |
| A linear | 1 | 3551,00 | 3551,00 | 57,40** |
| A quadrático | 1 | 873,386 | 873,386 | 14,11** |
| A cúbico | 1 | 353,452 | 353,452 | 5,71* |
| A x I | 9 | 521,6317 | 57,9590 | 0,94 |
| R x A(I) | 12 | 742,3335 | 61,8611 | - |
| V x A | 6 | 242,7858 | 40,4643 | 0,77 |
| V x A x I | 18 | 843,8148 | 46,8786 | 0,89 |
| R x V x A(I) | 24 | 1262,0304 | 52,5846 | - |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | (95) | 8930,4346 | - | - |
| TOTAL | (95) | 11283,494 | - | - |

TABELA 21 - Análise da variância do percentual de palha na espiga completa (X_7), com o desdobramento das Somas de Quadrado nos componentes linear, quadrático e cúbico para o efeito principal adubação.

| Causas da Variação | | G.L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F |
|-----------------------|--------------|------|------------------|----------------|---------|
| | R | 1 | 8,6413 | 8,6413 | 0,05 |
| I | | 3 | 348,4656 | 116,1552 | 0,68 |
| | R x I | 3 | 509,0077 | 169,66925 | - |
| TOTAL PARCELA | | (7) | 866,1146 | - | - |
| | V | 2 | 32,2477 | 16,1238 | 0,17 |
| | R x V | 2 | 187,8824 | 93,9412 | - |
| | V x I | 6 | 751,8101 | 125,3016 | 1,03 |
| | R x V x I | 6 | 730,1812 | 121,6968 | - |
| TOTAL SUB-PARCELA | | (23) | 1702,1216 | - | - |
| | A linear | 1 | 3389,162 | 3389,162 | 83,71** |
| | A quadrático | 1 | 590,934 | 590,934 | 14,59** |
| | A cúbico | 1 | 213,499 | 213,499 | 5,27* |
| | A x I | 9 | 367,2114 | 40,8012 | 1,01 |
| | R x A(I) | 12 | 485,8280 | 40,4856 | - |
| | V x A | 6 | 180,2986 | 30,0497 | 0,67 |
| | V x A x I | 18 | 877,1426 | 48,7301 | 1,09 |
| | R x V x A(I) | 24 | 1068,8619 | 44,5359 | - |
| TOTAL SUB-SUB-PARCELA | | (95) | 7172,9386 | - | - |
| TOTAL | | (95) | 9741,1749 | - | - |

TABELA 22 - Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| V \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 5,966 | 4,715 | 5,133 | 6,205 | 5,505 |
| 2 | 5,528 | 3,584 | 4,717 | 5,458 | 4,822 |
| 3 | 5,528 | 5,167 | 5,982 | 4,038 | 5,179 |
| \bar{I} | 5,674 | 4,489 | 5,277 | 5,234 | - |

TABELA 23 - Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| V \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 3,234 | 4,512 | 6,268 | 8,006 | 5,505 |
| 2 | 3,236 | 4,115 | 5,229 | 6,707 | 4,822 |
| 3 | 3,590 | 5,581 | 5,151 | 6,393 | 5,179 |
| \bar{A} | 3,353 | 4,736 | 5,549 | 7,035 | - |

TABELA 24 - Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| V \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 3,706 | 2,850 | 3,457 | 3,884 | 3,473 |
| 2 | 3,597 | 1,970 | 2,757 | 3,300 | 2,906 |
| 3 | 3,396 | 3,187 | 3,754 | 2,177 | 3,129 |
| \bar{I} | 3,566 | 2,669 | 3,321 | 3,120 | - |

TABELA 25 - Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| V \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 1,674 | 2,695 | 4,159 | 5,364 | 3,473 |
| 2 | 1,562 | 2,518 | 3,336 | 4,208 | 2,906 |
| 3 | 1,778 | 3,414 | 3,178 | 4,145 | 3,129 |
| \bar{A} | 1,671 | 2,876 | 3,558 | 4,572 | - |

TABELA 26 - Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| V \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 0,886 | 0,711 | 0,769 | 0,924 | 0,823 |
| 2 | 0,796 | 0,575 | 0,721 | 0,830 | 0,731 |
| 3 | 0,814 | 0,740 | 0,869 | 0,684 | 0,777 |
| \bar{I} | 0,832 | 0,675 | 0,786 | 0,813 | - |

TABELA 27 - Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| V \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 0,526 | 0,672 | 0,960 | 1,113 | 0,823 |
| 2 | 0,493 | 0,600 | 0,839 | 0,991 | 0,731 |
| 3 | 0,550 | 0,812 | 0,791 | 0,955 | 0,777 |
| \bar{A} | 0,523 | 0,694 | 0,863 | 1,026 | - |

TABELA 28 - Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| \bar{V} \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 1,374 | 1,202 | 0,910 | 1,395 | 1,220 |
| 2 | 1,134 | 1,038 | 1,238 | 1,327 | 1,184 |
| 3 | 1,317 | 1,239 | 1,357 | 1,176 | 1,272 |
| \bar{I} | 1,275 | 1,160 | 1,168 | 1,300 | - |

TABELA 29 - Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| \bar{V} \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 1,032 | 1,144 | 1,196 | 1,508 | 1,220 |
| 2 | 1,180 | 0,996 | 1,052 | 1,508 | 1,184 |
| 3 | 1,262 | 1,354 | 1,181 | 1,293 | 1,272 |
| \bar{A} | 1,158 | 1,165 | 1,143 | 1,436 | - |

TABELA 30 - Peso de 100 sementes (X_5), em g, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| V \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 31,38 | 30,23 | 30,80 | 28,69 | 30,27 |
| 2 | 33,34 | 27,82 | 29,26 | 30,08 | 30,10 |
| 3 | 32,72 | 31,06 | 30,41 | 30,58 | 31,19 |
| \bar{I} | 32,45 | 29,70 | 30,16 | 29,78 | - |

TABELA 31 - Peso de 100 sementes (X_5), em g, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| V \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 29,26 | 29,12 | 30,87 | 31,86 | 30,27 |
| 2 | 28,33 | 29,68 | 30,85 | 31,64 | 30,10 |
| 3 | 30,15 | 32,14 | 30,75 | 31,73 | 31,19 |
| \bar{A} | 29,22 | 30,31 | 30,82 | 31,74 | - |

linear e quadrático. A TABELA 29 mostra a produção de palha, de cada uma dos três cultivares nos quatro níveis de adubação, valores que são ilustrados na FIGURA 39.

No que respeita a variável X_6 (percentagem de grãos) o desdobramento apresentado na TABELA 20 mostra significância ao nível 0,01 para os componentes linear e quadrático e de 0,05 para o componente cúbico. A TABELA 32 apresenta as percentagens de grão para cada cultivar em cada um dos quatro níveis de adubação.

Resultados semelhante a X_6 foram os obtidos para X_7 (percentagem de palha), apresentados na TABELA 21. Na TABELA 35 são mostradas as percentagens de palha para cada cultivar em cada um dos quatro níveis de adubação.

Finalmente, a variável X_8 (percentagem de sabugo) não apresentou resultado significativo. Não há, portanto, conveniência e proceder a análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade para adubação.

4.2.4 - Efeitos de Interações

4.2.4.1 - Interação Cultivar vs. Irrigação

Dentre as características estudadas apenas o peso de 100 sementes (X_5) e a percentagem de sabugo (X_8) apresentaram significância estatística para a interação cultivar vs. irrigação (VI, na TABELA 14).

A TABELA 30 apresenta os valores médios sobre os quatro níveis de adubação para o peso de 100 sementes, para cada uma das 12 combinações de três cultivares em quatro níveis de irrigação. Uma ilustração destes resultados é apresentada na FIGURA 40. Já as FIGURAS 20, 21 e 22, construídas a par

TABELA 32 - Percentagem de grãos na espiga completa (X_6) de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| V \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 58,60 | 53,58 | 63,41 | 62,04 | 59,41 |
| 2 | 63,81 | 53,34 | 56,74 | 59,41 | 58,33 |
| 3 | 59,15 | 60,69 | 60,48 | 51,58 | 57,98 |
| \bar{I} | 60,52 | 55,87 | 60,21 | 57,68 | - |

TABELA 33 - Percentagem de grãos na espiga completa (X_6) de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| V \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 47,93 | 56,58 | 66,47 | 66,64 | 59,41 |
| 2 | 47,64 | 59,70 | 63,16 | 62,80 | 58,33 |
| 3 | 45,28 | 60,56 | 61,17 | 64,90 | 57,98 |
| \bar{A} | 46,95 | 58,95 | 63,60 | 64,78 | - |

tir da TABELA 10, mostram o comportamento de cada cultivar para cada nível de adubação e potencial matricial.

Para a percentagem de sabugo na espiga completa (X_8) os valores são apresentados na TABELA 36. A FIGURA 46 ilustra o comportamento dos cultivares em relação aos níveis de potencial matricial em termos médios relativos aos quatro níveis de adubação. As FIGURAS 29, 30 e 31 apresentam as produções dos três cultivares nos quatro níveis de potencial matricial, separadamente, para cada nível de adubação.

4.2.4.2 - Interação Cultivar vs. Adubação

Produção de espiga completa (X_1), produção de grãos (X_2) e produção de sabugo (X_3) foram as características para as quais a interação cultivar vs. adubação (VA na TABELA 14) apresentou-se significativa ao nível de 0,05 de probabilidade.

A TABELA 23 apresenta os valores (médios, sobre os quatro níveis de potencial matricial) da produção da espiga completa dos três cultivares nos quatro níveis de adubação. O comportamento das variedades é ilustrado na FIGURA 33, e nas FIGURAS 8, 9 e 10. Nas três últimas figuras, construídas a partir da TABELA 6, a produção de espigas de cada um dos cultivares, nos quatro níveis de potencial matricial, é mostrada separadamente, para cada nível de adubação.

Na TABELA 25 a produção de grãos é mostrada para cada combinação variedade vs. nível de adubação. Também aqui os valores representam médias sobre os quatro níveis de potencial matricial. A ilustração desta tabela está na FIGURA 35. As FIGURAS 11, 12 e 13 ilustram o comportamento de cada um dos cultivares com respeito a produção de grãos nos quatro níveis de potencial matricial, separadamente, para cada nível de adubação.

TABELA 34 - Percentagem de palha na espiga completa (X_7), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| V \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 25,95 | 31,36 | 20,73 | 23,04 | 25,27 |
| 2 | 21,50 | 30,94 | 27,91 | 25,10 | 26,36 |
| 3 | 26,00 | 24,97 | 24,54 | 30,90 | 26,60 |
| \bar{I} | 24,48 | 29,09 | 24,39 | 26,34 | - |

TABELA 35 - Percentagem de palha na espiga completa (X_7), de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| V \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 35,11 | 27,81 | 18,94 | 19,22 | 25,27 |
| 2 | 36,89 | 25,65 | 20,56 | 22,35 | 26,36 |
| 3 | 38,63 | 24,69 | 23,32 | 19,78 | 26,60 |
| \bar{A} | 36,87 | 26,05 | 20,94 | 20,45 | - |

TABELA 36 - Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

| V \ I | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 15,43 | 15,89 | 15,85 | 14,91 | 15,51 |
| 2 | 14,68 | 15,61 | 15,33 | 15,47 | 15,29 |
| 3 | 14,83 | 14,43 | 14,96 | 17,50 | 15,43 |
| \bar{I} | 14,98 | 15,31 | 15,38 | 15,96 | - |

TABELA 37 - Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8), de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

| V \ A | 1 | 2 | 3 | 4 | \bar{V} |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| 1 | 16,94 | 15,60 | 15,41 | 14,13 | 15,51 |
| 2 | 15,46 | 14,63 | 16,27 | 14,83 | 15,29 |
| 3 | 16,08 | 14,74 | 15,51 | 15,29 | 15,43 |
| \bar{A} | 16,16 | 14,99 | 15,73 | 14,75 | - |

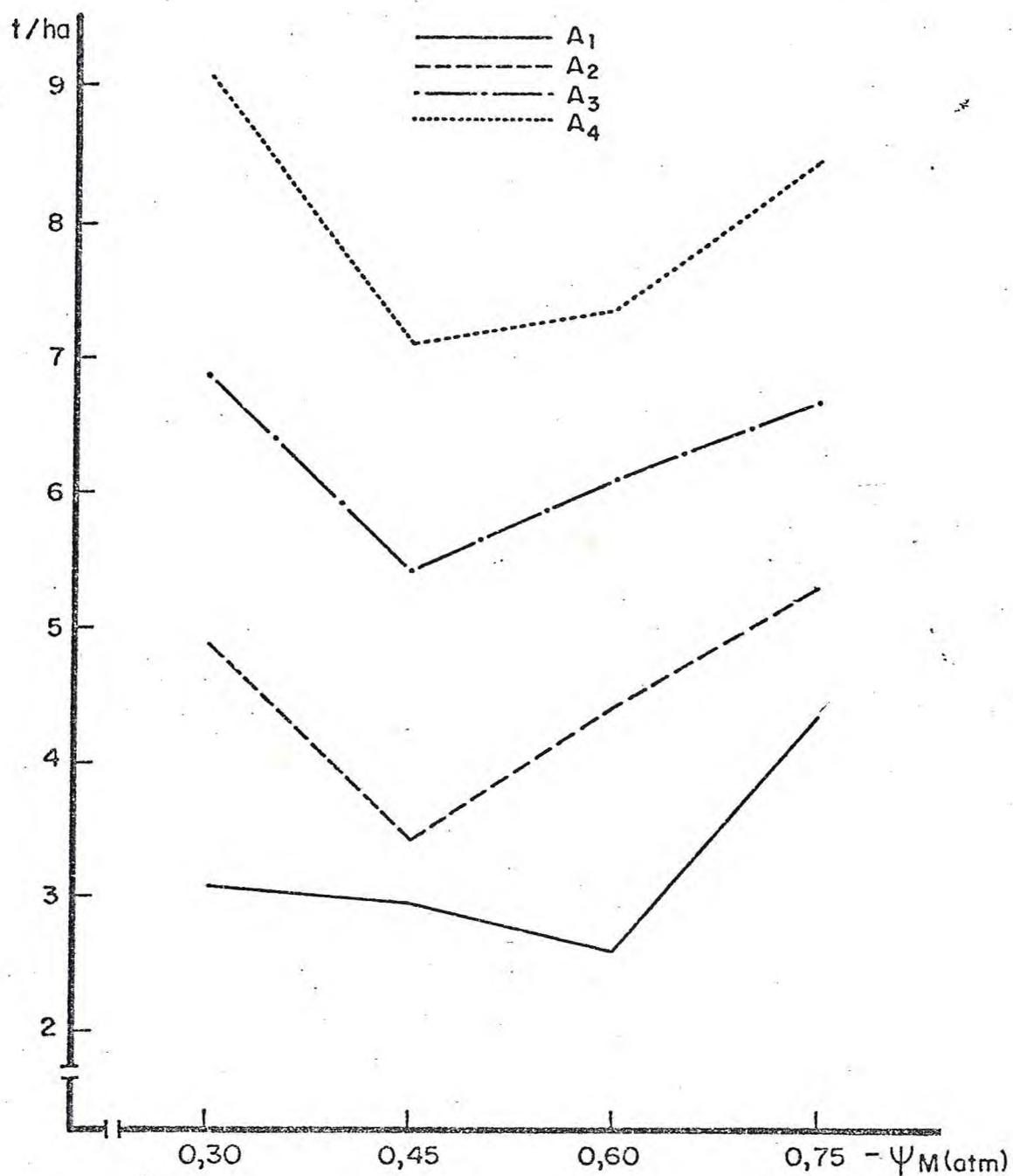


FIGURA 8 - Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_1 (espiga completa), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

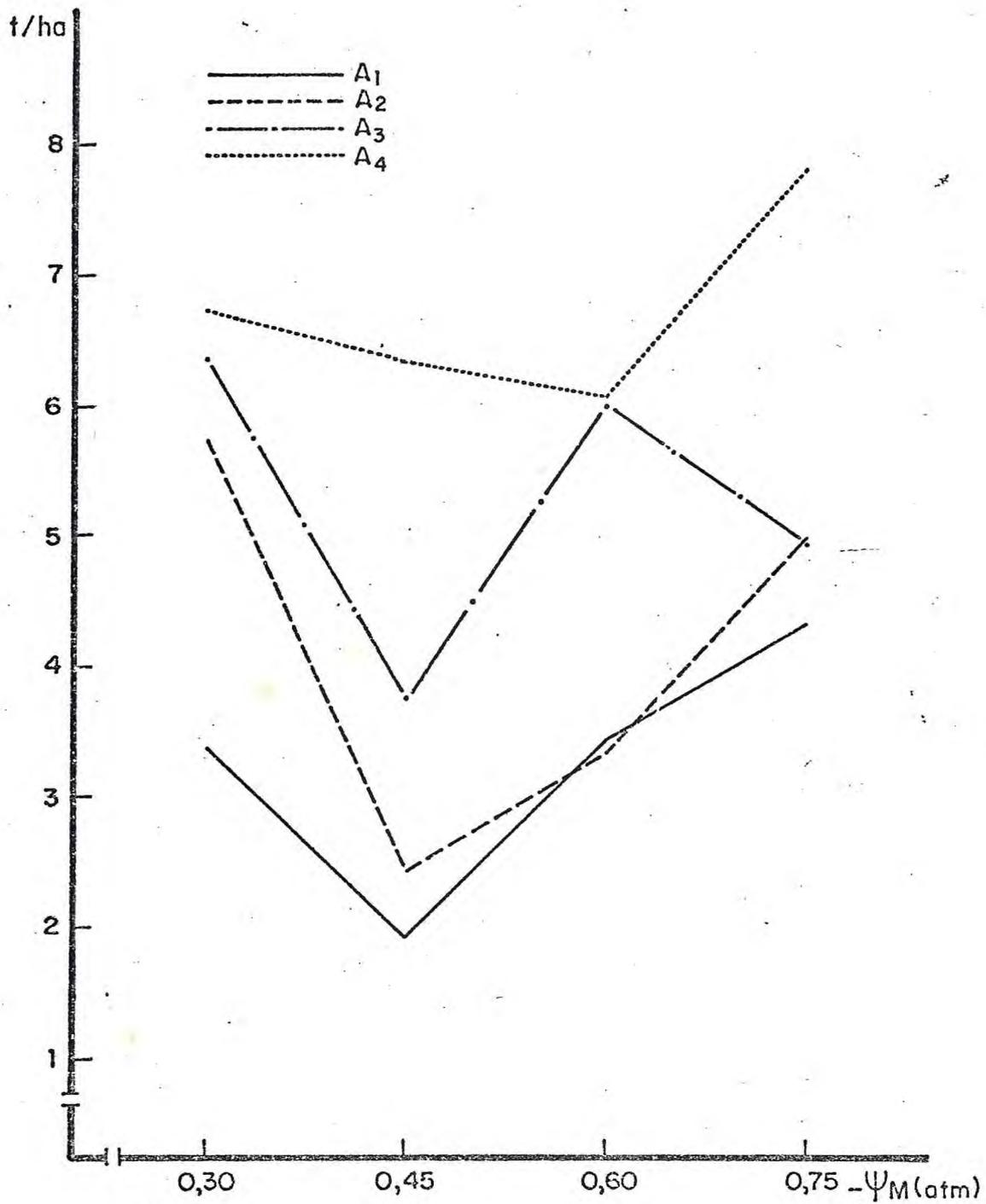


FIGURA 9 - Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_1 (espiga completa), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

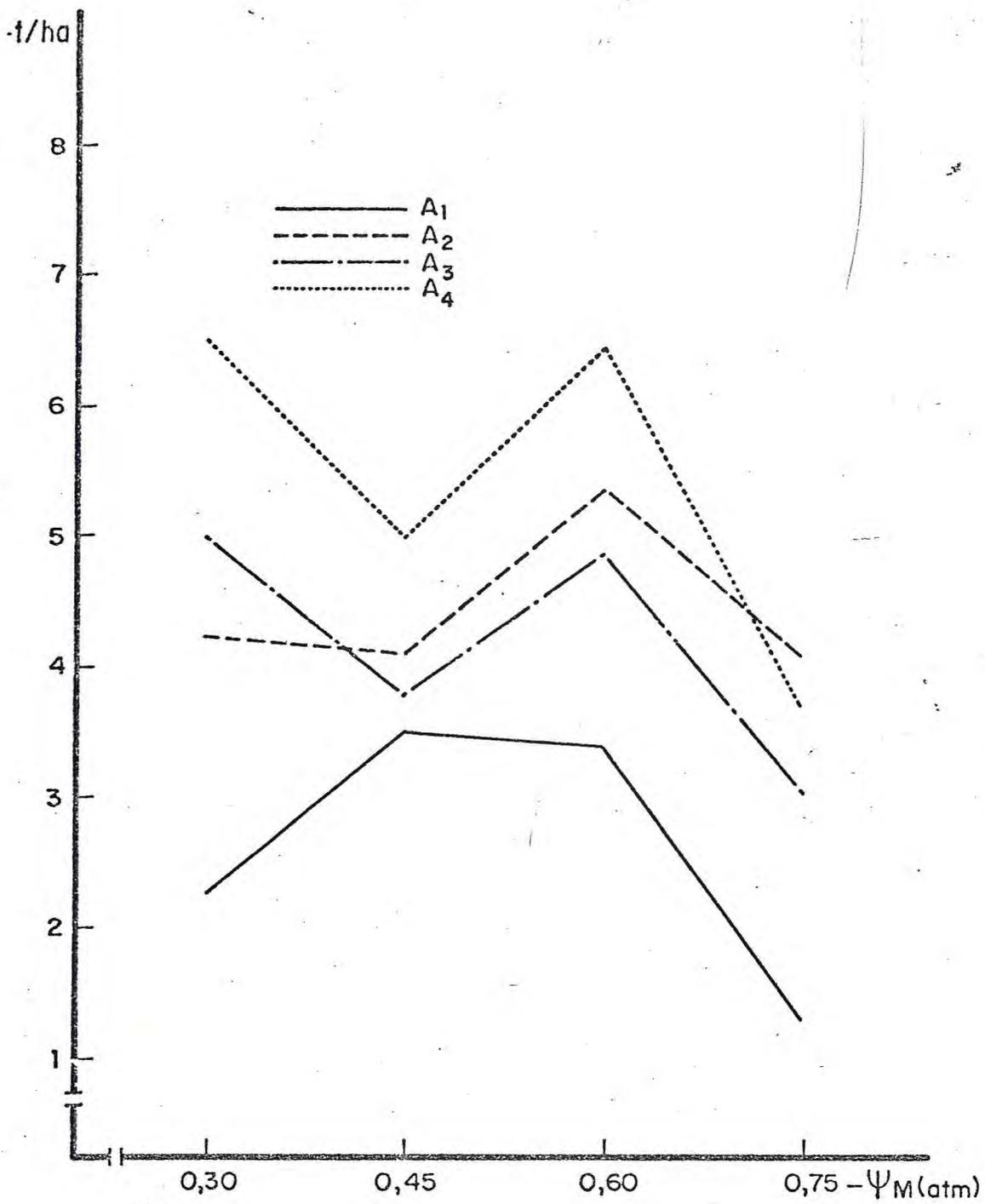


FIGURA 10 - Comportamento do cultivar Piranão na variável X_1 (espiga completa), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

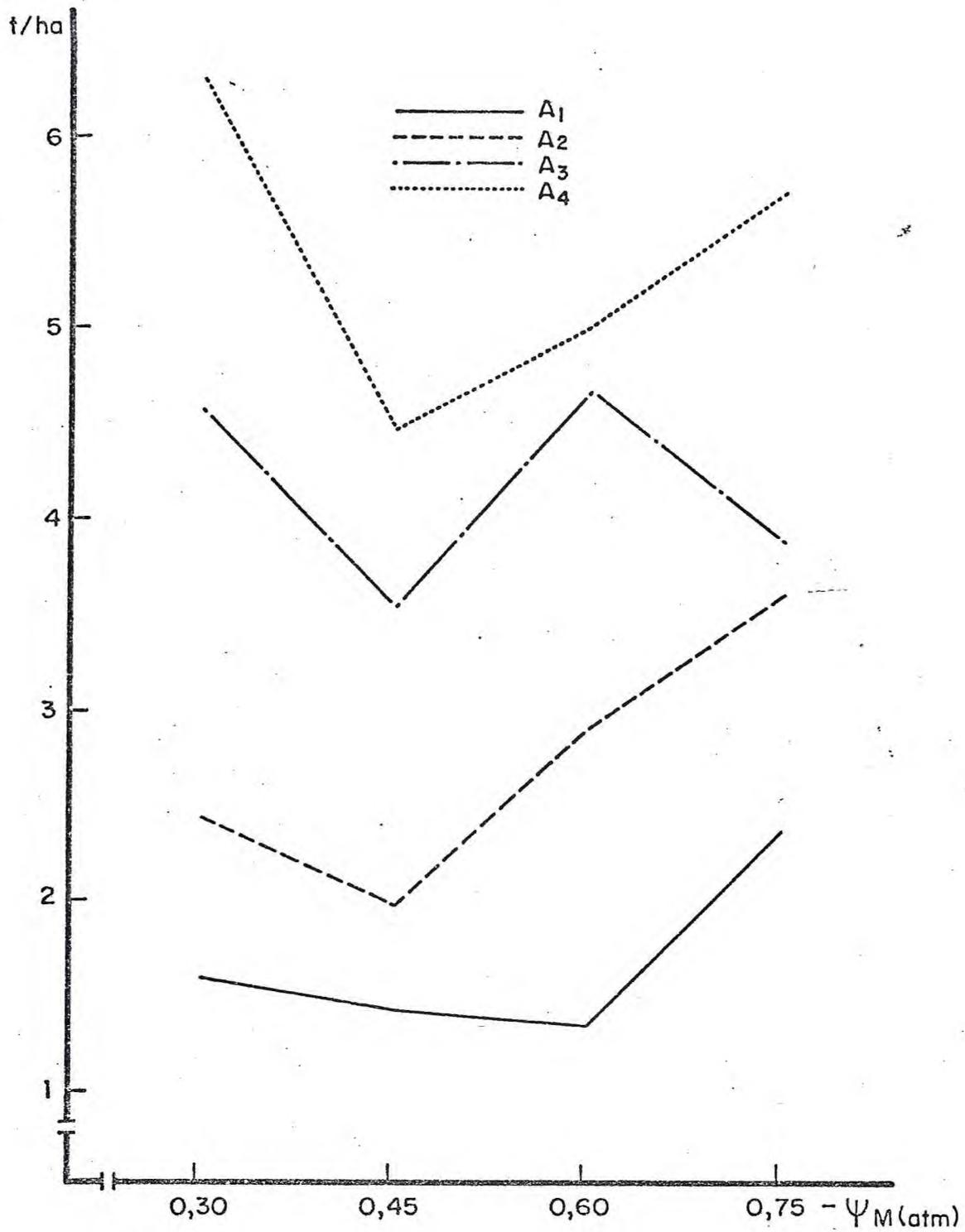


FIGURA 11 - Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_2 (produção de grãos), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

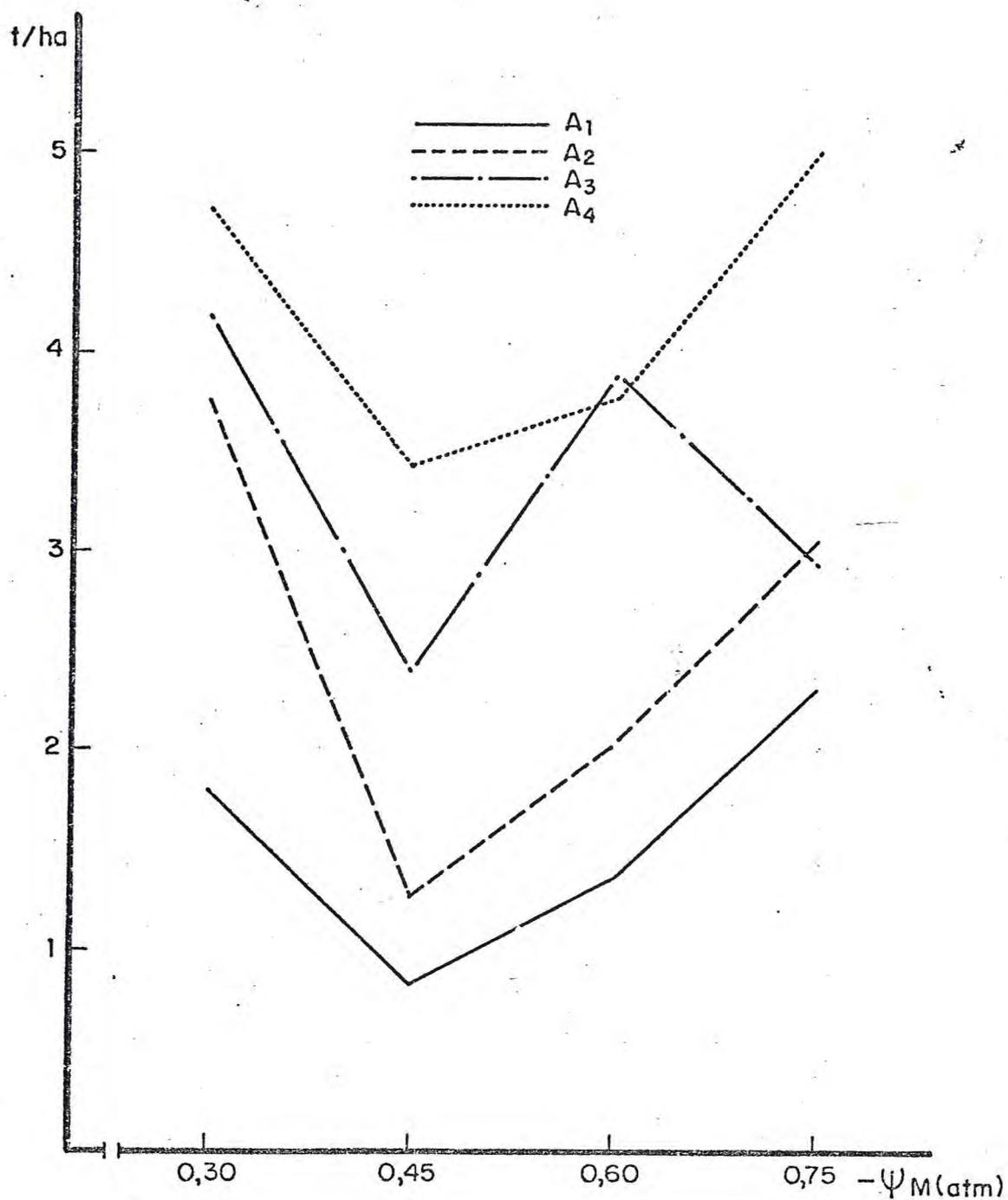


FIGURA 12 - Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_2 (produção de grãos), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

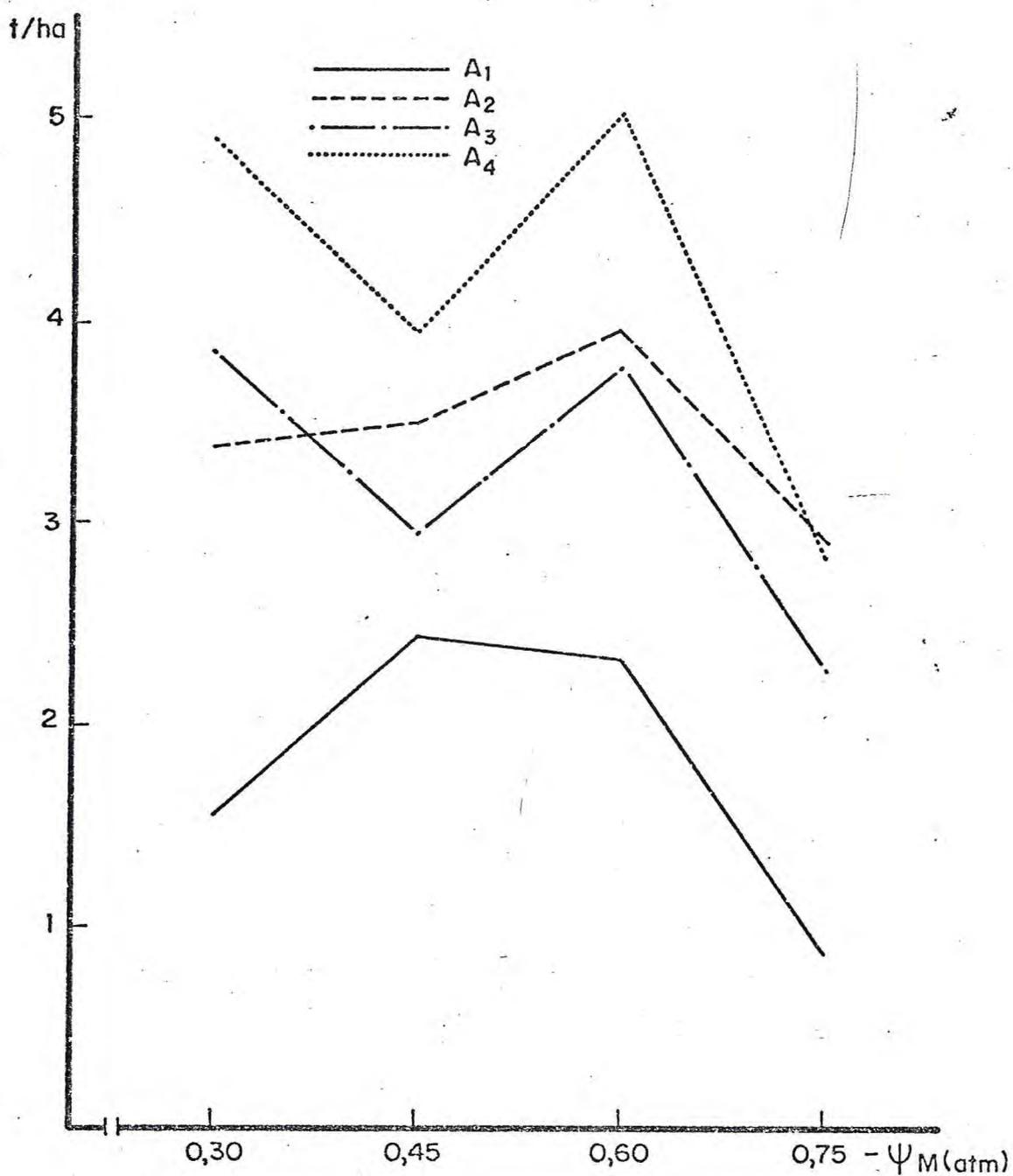


FIGURA 13 - Comportamento do cultivar Piranão na variável X_2 (produção de grãos), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

Os valores da produção de sabugo das 12 combinações de cultivares vs. níveis de adubação são mostradas na TABELA 27 com ilustração na FIGURA 37. Cada valor representa, como nos casos de X_1 e X_2 , médias sobre os quatro níveis de potencial matricial. Nas FIGURAS 14, 15 e 16, construídas a partir da TABELA 8 as produções das três variedades nos quatro níveis de potencial matricial são mostradas separadamente para cada nível de adubação.

Conforme pode-se observar na TABELA 14 nenhuma outra interação, além das apresentadas em 4.2.4.1 e 4.2.4.2, foi significativa.

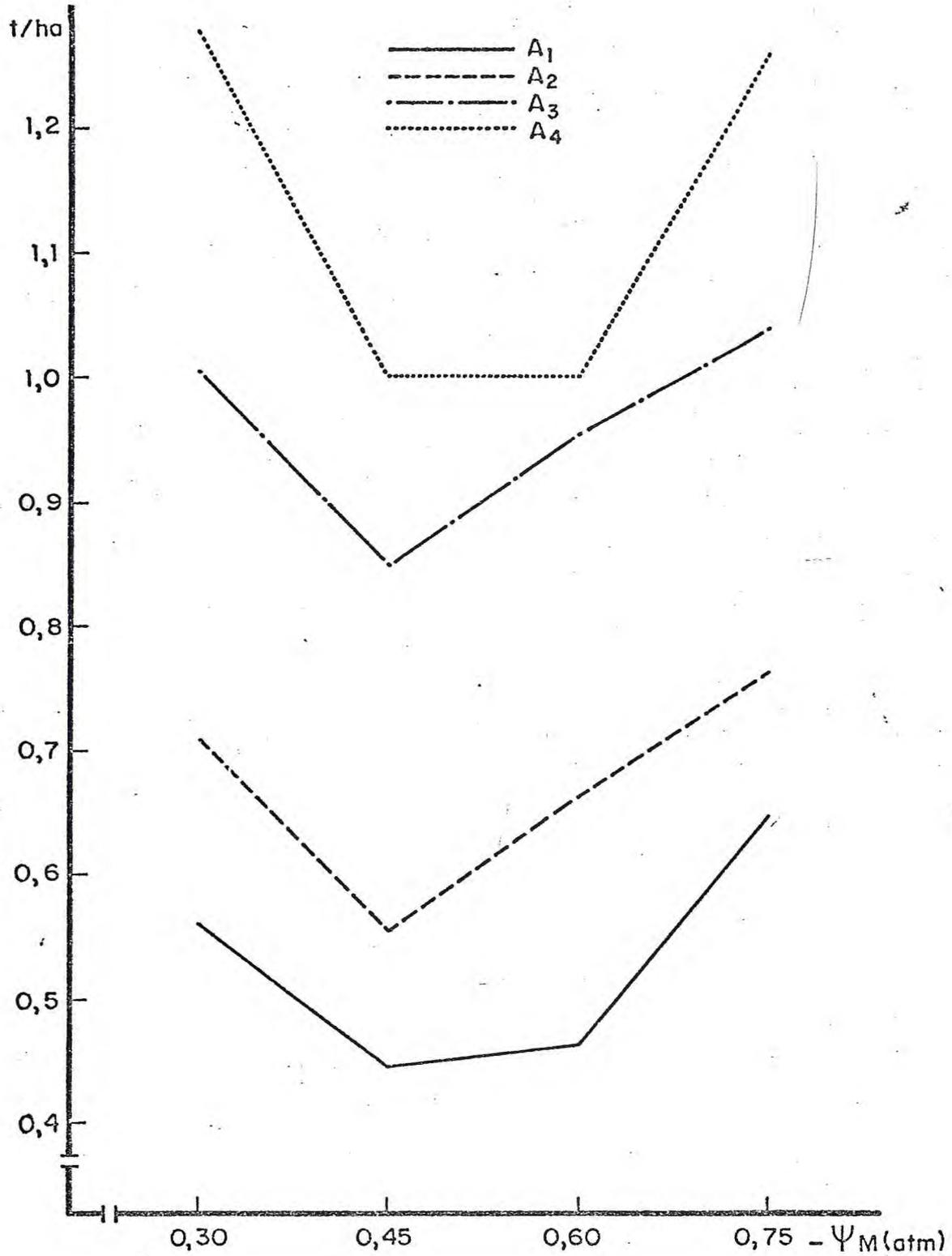


FIGURA 14 - Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_3 (produção de sabugo), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

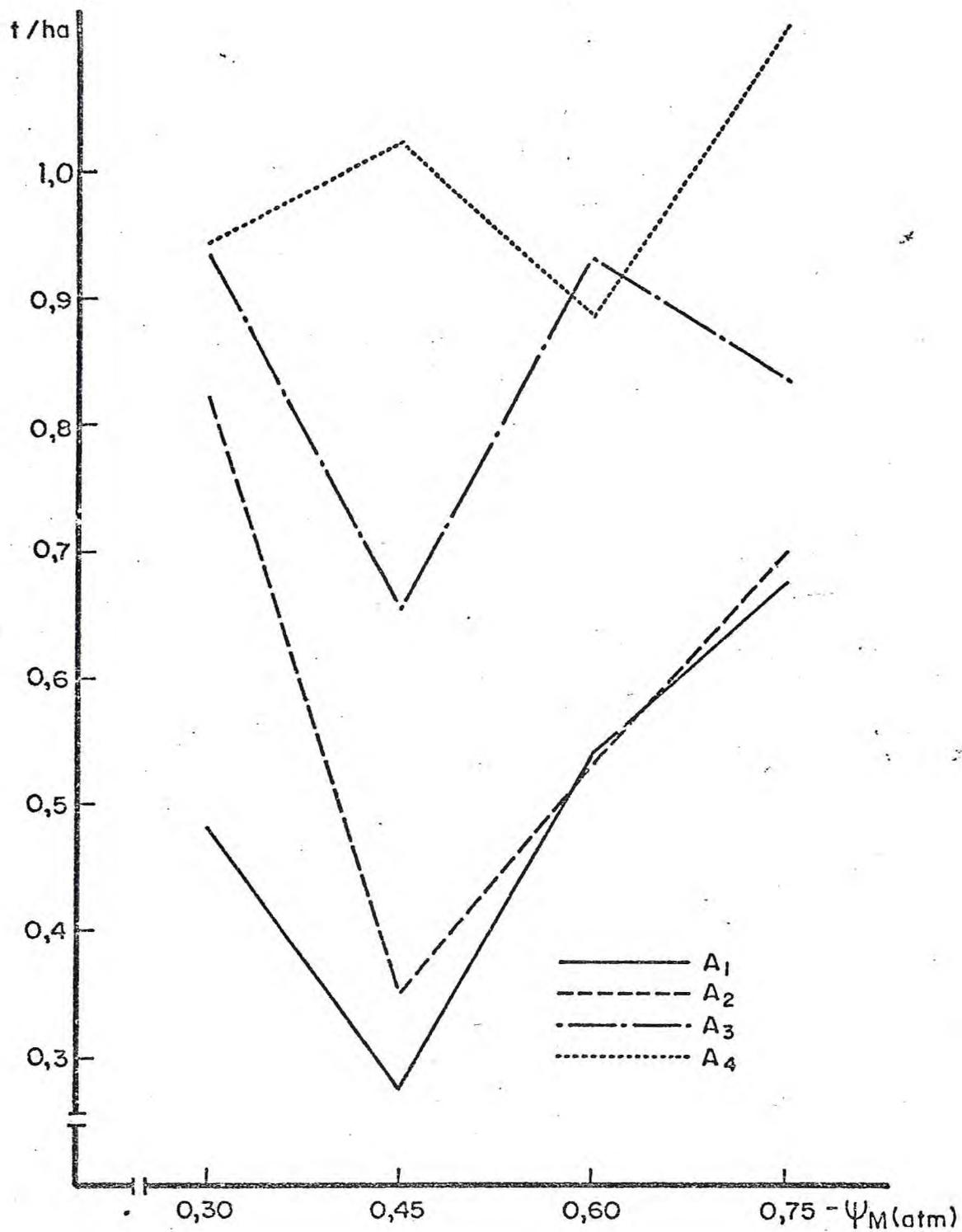


FIGURA 15 - Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_3 (produção de sabugo), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

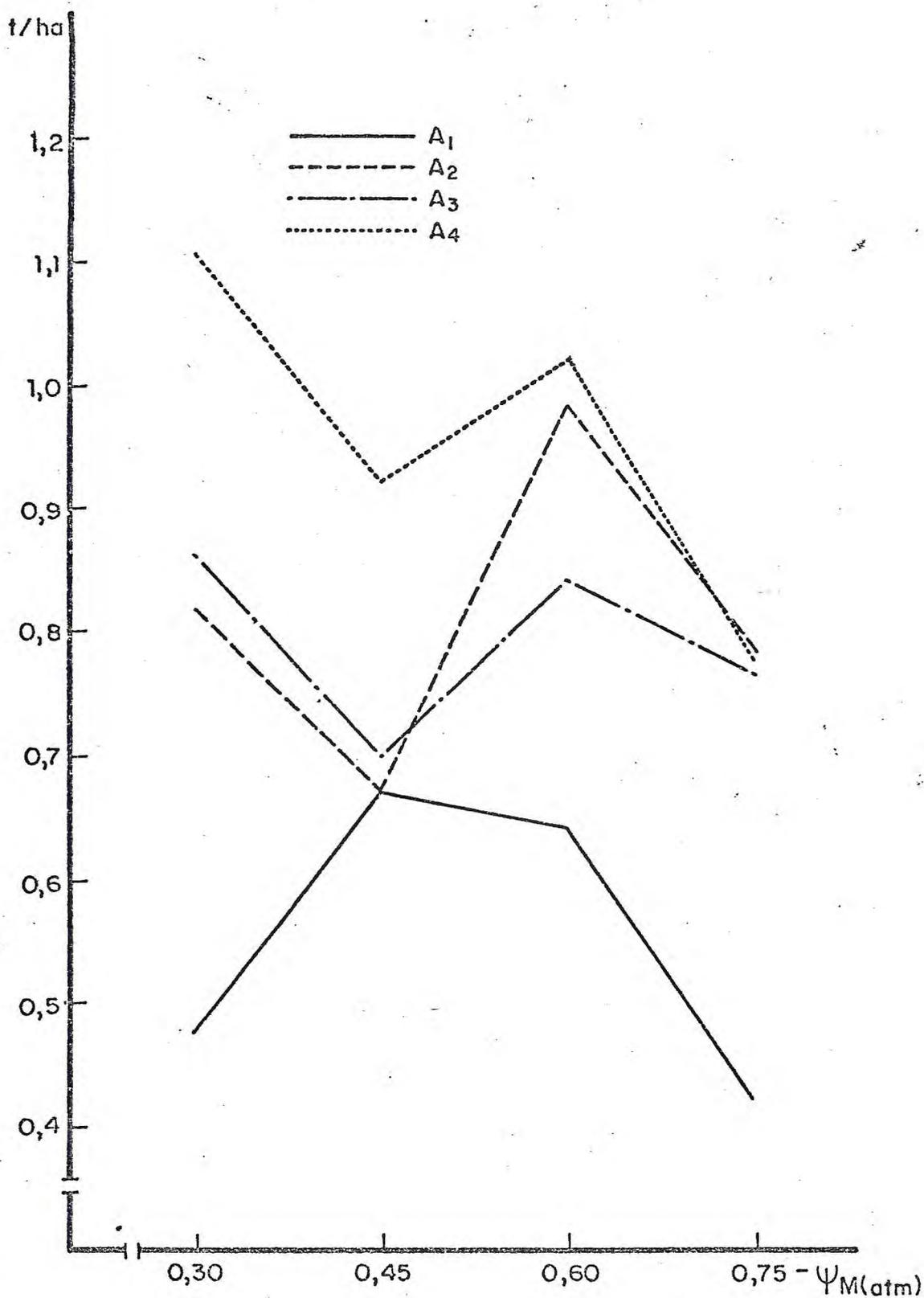


FIGURA 16 - Comportamento do cultivar Pirañão na variável X_3 (produção de sabugo), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

5 - DISCUSSÃO

5.1 - Efeitos dos Parâmetros de Irrigação sobre os Caracteres da Planta e Fatores de Produção

Em 4.2.1 foram apresentados os resultados relativos aos efeitos do potencial matricial da água do solo sobre os caracteres da planta e fatores da produção. Foram afetados significativamente pela variação dos níveis de disponibilidade de água no solo a produção de espigas completas (palha + sabugo + grão), (X_1), produção de grãos (X_2), a produção de sabugo, (X_3) e o peso de 100 sementes, (X_5). Para as três primeiras características, o desdobramento dos 3 graus de liberdade para Irrigação revelou significância apenas para os componentes quadrático e cúbico, (TABELAS 15, 16 e 17) resultado pouco usual em casos como estes, em que o resultado mais provável, seria a significância para o componente linear. Menos frequentemente se esperaria significância para os componentes linear e quadrático e ainda menos frequentemente, a significância para linear, quadrático e cúbico.

Os resultados apresentados nas TABELAS 22, 24 e 26 e FIGURAS 32, 34 e 36, para X_1 , X_2 e X_3 respectivamente, mostram que, para estas três variáveis, a queda na produtividade, esperadas em consequência da menor disponibilidade de água no solo à medida que diminui o potencial matricial, não se deu de forma linear. Para X_1 houve uma queda brusca entre I_1 e I_2 , entretanto, entre I_2 e I_3 a produção voltou a crescer para todas as três cultivares. Entre I_3 e I_4 a produção continuou a crescer nos cultivares V_1 e V_2 e caiu acentuadamente no cultivar V_3 . O mesmo padrão de comportamento se observou para X_2 e X_3 conforme se pode ver nas TABELAS 24 e 26 e FIGURAS 34 e 36.

Sendo a produção de grãos (X_2), o objetivo econômico da cultura, vale proceder uma análise mais detalhada dos efeitos dos tratamentos irrigados sobre a sua produtividade nos diversos cultivares.

A TABELA 24 mostra a produção, média sobre os quatro níveis de adubação, para cada cultivar e nível de irrigação. Observa-se que o cultivar V_1 teve sua produtividade reduzida de 3,780 t/ha para 2,850 t/ha entre I_1 e I_2 , passando a crescer a partir de I_2 para alcançar 3,457 t/ha e 3,884 t/ha em I_3 e I_4 , respectivamente.

O Cultivar Centralmex (V_2) caiu de 3,597 t/ha em I_1 , para 1,970 t/ha em I_2 , subindo para 2,757 t/ha e 3,300 t/ha em I_3 e I_4 , respectivamente.

O Cultivar Piranão (V_3) reduziu sua produtividade de 3,396 t/ha em I_1 , para 3,187 t/ha em I_2 passando para 3,754 t/ha em I_3 e 2,177 t/ha em I_4 .

Estes resultados são perfeitamente coerentes com as análises de variância das TABELAS 15, 16 e 17, mostrando a natureza não linear dos efeitos da irrigação sobre os três cultivares. A semelhança de Comportamento observado nos três cultivares explica, ainda, o efeito não significativo para a interação cultivar vs. irrigação (VI, TABELA 14).

Ressaltam, por outro lado, os resultados acima, uma evidente anormalidade ocorrida com respeito ao tratamento I_2 que, pela evidência dos dados, deve ter provocado estresse hídrico não planejado nas parcelas onde foi aplicado.

A FIGURA 34 ilustra os comentários acima mostrando como os três cultivares reagiram aos tratamentos irrigados, sendo importante notar que os dados representados são médias dos quatro níveis de adubação.

Todos os cultivares tiveram suas produções sensível-

mente reduzidas de I_1 para I_2 . V_1 e V_2 , a partir de I_2 , cresceram de produção linearmente até I_4 , com V_1 chegando a produzir mais em I_4 do que em I_1 (TABELA 24).

O cultivar Piranão (V_3) foi o que menos produziu em I_1 (3,396 t/ha). Entretanto foi o que mais produziu em I_2 (3,187 t/ha). Assim, o estresse hídrico determinado pelo tratamento I_2 teve importantes consequências para V_1 e V_2 , determinando redução na produção de grãos de 0,910 t/ha e 1,627 t/ha respectivamente. Para o cultivar V_3 , entretanto estas consequências foram menos graves e a redução na produção de grãos foi de apenas 0,209 t/ha. Em que pese um certo equilíbrio na produtividade de V_3 entre os potenciais matriciais da água do solo de -0,30 atm e -0,60 atm, ao nível de -0,75 atm este cultivar foi o que menos produziu (2,177 t/ha).

O cultivar V_1 foi o que mais produziu em I_1 , foi intermediário em I_2 e superior em I_4 . O cultivar V_2 intermediário em I_1 , muito inferior aos demais em I_2 e intermediário em I_4 .

Considerando-se a média dos três cultivares sobre todos os níveis de potencial matricial da água do solo e níveis de fertilização o cultivar Dentado Composto (V_1) foi superior, com 3,473 t/ha. O cultivar Piranão (V_3) ficou em segundo lugar com 3,129 t/ha e finalmente o Centralmex (V_2) foi o que menos produziu com uma média de 2,906 t/ha.

Descartando-se a possibilidade de erros na tomada dos dados observacionais, a hipótese mais provável para explicar esses resultados é a de que, no tratamento I_2 , a água repostada pela irrigação foi muito inferior a que seria necessária quando o potencial matricial indicava -0,45 atm, isto devido, como sugerido em 4.1, a não representatividade da curva característica da água do solo, no que respeita a faixa de terra em que foi aplicado o tratamento I_2 .

Assim ao que parece, os resultados obtidos se devem

ao fato dos tratamentos irrigados terem sido aplicados em faixas contínuas que se propagaram da primeira para a segunda repetição (vide FIGURA 3) como é comum em experimentos de irrigação, pelas facilidades físicas que proporcionam na condução e manejo da água de irrigação. Tivessem os tratamentos irrigados sido aplicados em parcelas casualizadas provavelmente os resultados teriam sido mais coerentes com as expectativas.

Na TABELA 1, que mostra, entre outros valores, o volume de água aplicada em cada tratamento irrigado, observa-se que I_2 recebeu menos água (347 m^3) do que I_3 (458 m^3) quando o normal seria o contrário. Este fato deve ter provocado estresse d'água na cultura e a resposta lógica, foi a queda na produção, que de fato se observou para X_1 , X_2 e X_3 .

No caso de X_5 (peso de 100 sementes) os resultados foram apresentados na TABELA 30 e FIGURA 40. Para esta característica cada cultivar respondeu diferentemente aos tratamentos irrigados, o que explica a presença de interação significativa na TABELA 14.

O cultivar Dentado Composto (V_1) teve o peso de 100 sementes reduzido de $31,38 \text{ g}$ para $30,23 \text{ g}$ entre I_1 e I_2 , passando a $30,80 \text{ g}$ em I_3 e finalmente caiu para $28,69 \text{ g}$ em I_4 .

O cultivar Centralmex (V_2) passou de $33,34 \text{ g}$ em I_1 para $27,82 \text{ g}$ em I_2 , $29,26 \text{ g}$ em I_3 e $30,08 \text{ g}$ em I_4 .

O cultivar Piranão (V_3) passou de $32,72 \text{ g}$ no tratamento I_1 para $31,06 \text{ g}$ em I_2 , caindo mais lentamente, a partir de I_2 , para $30,41 \text{ g}$ em I_3 e recuperando um pouco, para $30,58 \text{ g}$ em I_4 .

Estes resultados, vistos assim em detalhe, reforçam a hipótese de estresse hídrico provocado pelo tratamento I_2 . Todos os cultivares responderam a este estresse reduzindo o peso de 100 sementes entre I_1 e I_2 . Dois cultivares, V_1 e V_2 ,

recuperam o peso em I_3 , tratamento que, segundo o plano experimental, deveria induzir maior estresse hídrico do que I_2 . As evidências experimentais mostram que isto, entretanto, não aconteceu. Ainda na TABELA 30, a menor média sobre os três cultivares foi a do tratamento I_2 .

A TABELA 30 e FIGURA 40 sugerem, ainda, que, com relação ao peso de 100 sementes, o cultivar mais sensível ao estresse hídrico foi o Centralmex (V_2) e o menos sensível o Piranão (V_3). O Cultivar Dentado Composto (V_1) teve comportamento intermediário. As FIGURAS 20, 21 e 22 mostram que, em todos os cultivares, a menor disponibilidade de água no solo é geralmente mais prejudicial ao peso de 100 sementes, nos níveis de adubação mais baixos. A FIGURA 40 ilustra ainda, de modo claro, que os cultivares, tiveram respostas diferentes para um mesmo nível de estresse, possivelmente, devido a pequenas diferenças no estado fisiológico da semente no momento do estresse.

5.2 - Efeitos da Adubação sobre os caracteres da Planta e Fatores de Produção

Em 4.2.3 foram apresentados os resultados relativos aos efeitos dos níveis de adubação sobre os diversos caracteres da planta e fatores de produção.

Vimos que somente a percentagem de sabugo (V_8) não foi significativamente afetada pela variação nas doses de adubação. A TABELA 13 e as FIGURAS 29, 30 e 31 comprovam e ilustram estes resultados. Pode-se facilmente verificar que nos três cultivares a percentagem de sabugo mostrou-se independente tanto da adubação como do potencial matricial da água do solo e, conseqüentemente dos níveis de irrigação. Somente para o cultivar Dentado Composto (V_1) observou-se uma tendência para menores percentuais de sabugo no maior nível de adu

bação o que parece ter beneficiado a percentagem de grãos (FIGURA 23).

Todas as demais variáveis estudadas foram significativamente afetadas pelos diferentes níveis de fertilização.

Para X_1 (produção de espigas completas), X_2 (produção de grãos), X_3 (produção de sabugo) e X_5 (peso de 100 sementes) o efeito foi nitidamente linear, os valores crescem linearmente a partir do tratamento não adubado para o tratamento com maior nível de adubação. As TABELAS 23, 25, 27 e 31 e FIGURAS 33, 35, 37 e 41 mostram o comportamento dos cultivares face aos níveis de adubação para os caracteres considerados, valores médios sobre os quatro níveis de irrigação.

A TABELA 6 permite avaliar isoladamente os efeitos da adubação, sobre a produção de espigas completas por cultivar e nível de irrigação. Os elementos desta tabela são ilustrados nas FIGURAS 8, 9 e 10.

É importante notar a diferença entre a FIGURA 8 representativa do Dentado Composto e as FIGURAS 9 e 10 representativas do Centralmex e Piranão, respectivamente. Na FIGURA 8 os gráficos (linhas) representativos de cada um dos quatro níveis de adubação guardam maior distância vertical entre si e não se interceptam. Nas FIGURAS 9 e 10 a distância vertical entre estes gráficos é bem menor e por vezes se interceptam. A distância vertical entre os gráficos (linhas) representativos de cada nível de adubação indica claramente um uso mais eficiente dos fertilizantes pelo cultivar Dentado Composto (V_1). A não intercessão destas linhas indica consistência ou seguridade de resposta, independentemente do nível de irrigação.

É importante notar que houve redução considerável na produção de espigas completas, em todos os níveis de adubação, entre os níveis I_1 e I_2 de irrigação para todos os cultivares. A única exceção a esta regra refere-se ao cultivar

Piranão no nível A_1 de adubação. Esta observação vem reforçar a hipótese discutida em 5.1, de anormalidade no tratamento I_2 , no que respeita a reposição da água no solo e ocorrência de estresse hídrico nesse nível de irrigação.

O cultivar Dentado Composto (V_1) recuperou a produção de espigas (t/ha) a partir de I_2 até I_4 , chegando, neste nível, a produzir mais do que no nível I_1 quando os níveis de adubação foram A_1 e A_2 (TABELA 7).

O cultivar Centralmex (V_2) apresentou essencialmente o mesmo padrão de comportamento do Dentado Composto exceto pelo fato de ter se mostrado menos eficiente na resposta aos fertilizantes e menos consistente nos níveis de irrigação.

O cultivar Piranão (V_3) foi o que deu menor resposta aos fertilizantes e apresentou-se menos regular na resposta aos níveis de irrigação, portanto o mais sensível às variações do potencial matricial da água do solo, com respeito a produção de espigas completas (t/ha).

A TABELA 7 permite avaliar isoladamente os efeitos da adubação sobre a produção de grãos, por cultivar e nível de irrigação. Os elementos desta tabela são graficamente apresentados nas FIGURAS 11, 12 e 13.

É notável a semelhança entre os elementos da TABELA 7 e FIGURAS 11, 12 e 13 com os da TABELA 6 e FIGURAS 8, 9 e 10. Entretanto, sendo produção de grãos o principal objetivo econômico da cultura do milho é conveniente uma apreciação detalhada dos resultados.

A FIGURA 11 ilustra os efeitos da adubação e irrigação sobre o cultivar Dentado Composto. Note-se a redução de produção entre os níveis de irrigação I_1 e I_2 observada em todos os níveis de adubação. Para o nível de adubação A_1 a produção de grãos caiu lentamente de I_1 (1,574 t/ha) a I_3 (1,327 t/ha) recuperando para 2,378 t/ha em I_4 . Em A_3 a pro-

dução caiu de 4,550 t/ha em I_1 para 3,537 t/ha em I_2 , cresceu em I_3 para 4,677 t/ha, caindo novamente para 3,874 t/ha em I_4 . Em A_2 a produção desceu de 2,423 t/ha em I_1 para 1,966 t/ha em I_2 , subindo a partir daí até 3,591 em I_4 . Finalmente, no nível de adubação A_4 (180-240-120) a produção de grãos do cultivar Dentado Composto alcançou 6,276 t/ha no nível de irrigação I_1 para cair para 4,477 t/ha no nível I_2 representando uma diferença de 1,799 t/ha. A partir de I_2 a produção subiu consistentemente até alcançar 5,695 t/ha em I_4 .

Estes resultados reforçam ainda mais a hipótese de grave estresse hídrico provocado pelo tratamento I_2 .

As FIGURAS 12 e 13 ilustram os resultados para os cultivares Centralmex (V_2) e Piranão (V_3). Os resultados são semelhantes. A diferença reside na observação de que as produções de grãos do cultivar Piranão cresceram um pouco entre os níveis de irrigação I_1 e I_2 para os níveis de adubação A_1 e A_2 ao contrário do que aconteceu nos demais cultivares e níveis de adubação. Com relação ao cultivar Dentado Composto (FIGURA 11) estes dois cultivares diferem por menor produtividade geral e maior variação na resposta aos níveis de irrigação.

Assim, a partir da discussão acima verifica-se que o cultivar Dentado Composto é superior ao Centralmex e Piranão para a produção, seja em virtude de sua produtividade superior (até 6,276 t/ha contra 4,968 t/ha para Centralmex e até 5,003 t/ha para o Piranão), seja em virtude de sua menor sensibilidade a variações na disponibilidade de água no solo.

A produção de palha (X_4) teve resposta significativa para os componentes linear e quadrático. O cultivar V_2 teve sensível redução entre os níveis A_1 (0-0-0) e A_2 (60-80-40) conforme TABELA 29. A partir de A_2 a produção de palha cresceu até o nível mais elevado de adubação que foi de 180-240-120 (FIGURA 39).

O cultivar V_3 cresceu de produção entre A_1 e A_2 , caiu entre A_2 e A_3 crescendo novamente entre A_3 e A_4 . Este comportamento mostra a instabilidade do cultivar V_3 no que respeita a produção de palha nos diversos níveis de adubação, provavelmente devido a variabilidade genética do cultivar.

O cultivar Dentado Composto (V_1) por outro lado teve um comportamento quase linear no que respeita ao crescimento da produção de palha, que cresceu consistentemente do nível A_1 para o A_4 mostrando eficiente resposta aos fertilizantes.

A discussão acima, acerca da produção de palha baseia-se na produção média dos cultivares sobre todos os níveis de irrigação. A TABELA 9 e as FIGURAS 17, 18 e 19 permitem analisar separadamente, por cultivar, os efeitos de adubação e irrigação. As FIGURAS 17, 18 e 19 referentes aos cultivares V_1 , V_2 e V_3 , respectivamente, permitem inferir que, independentemente do nível de adubação, o caráter produção de palha (t/ha) é altamente sensível a variação da disponibilidade de água no solo, em todos os cultivares.

Do ponto de vista estatístico, os resultados discutidos são perfeitamente coerentes com a análise de variância apresentada na TABELA 18, que mostrou significância para os componentes linear e quadrático.

Para percentagem de grãos na espiga (X_6) a TABELA 33 mostra o efeito da adubação para cada cultivar em termos médios sobre os quatro níveis de irrigação. Os valores da TABELA 33 são ilustrados pela FIGURA 43. A TABELA 11 e as FIGURAS 23, 24 e 25 permitem observar o comportamento de cada cultivar por nível de adubação e irrigação. Nos cultivares Dentado Composto e Centralmex a maior percentagem de grão foi alcançada no nível A_3 de adubação. No cultivar Piranão a melhor percentagem de grãos foi alcançada no nível A_4 . Em todos os cultivares a mais baixa percentagem de grãos foi alcançada pelo nível A_1 (0-0-0). A percentagem de grãos, a semelhan

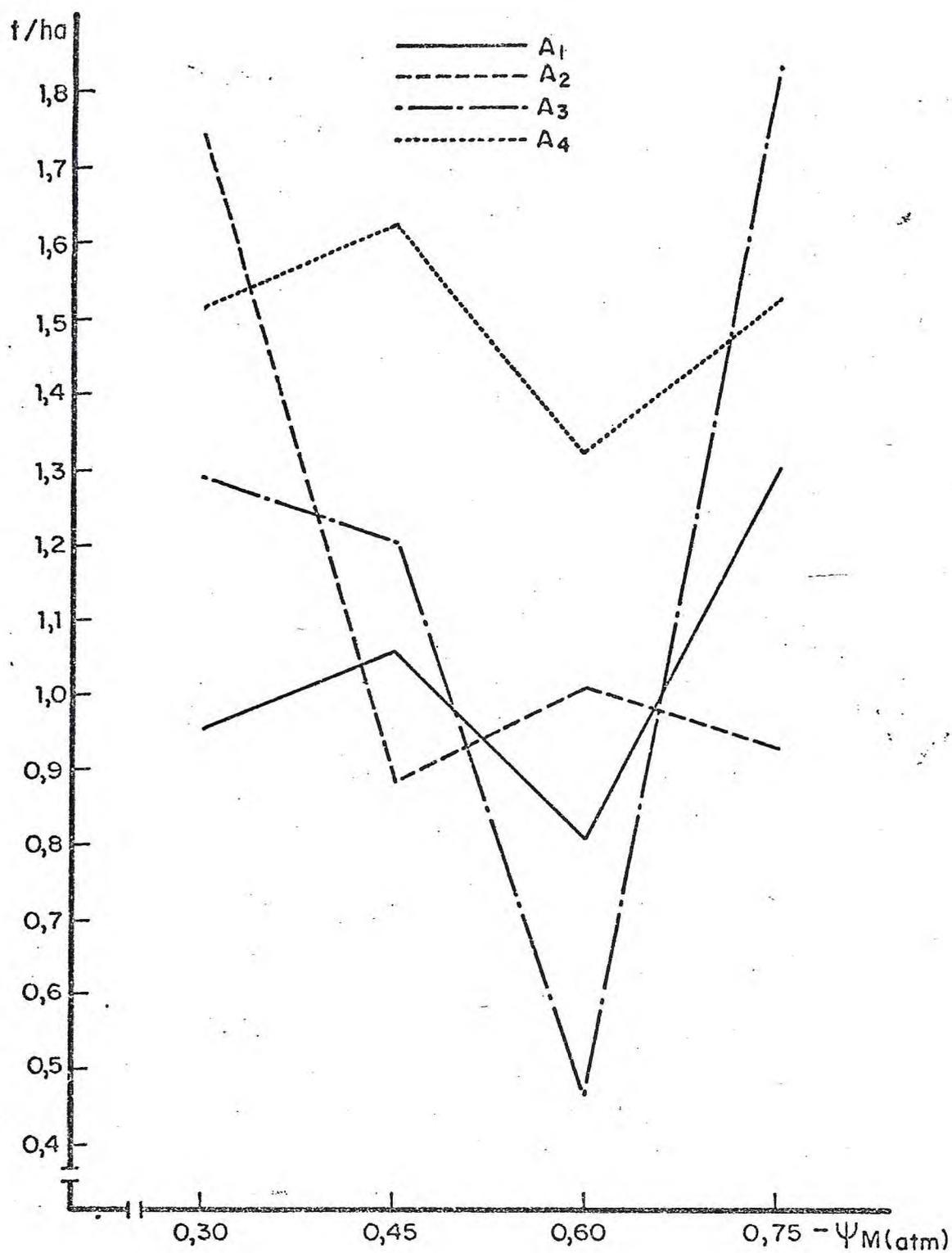


FIGURA 17 - Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_4 (produção de palha), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

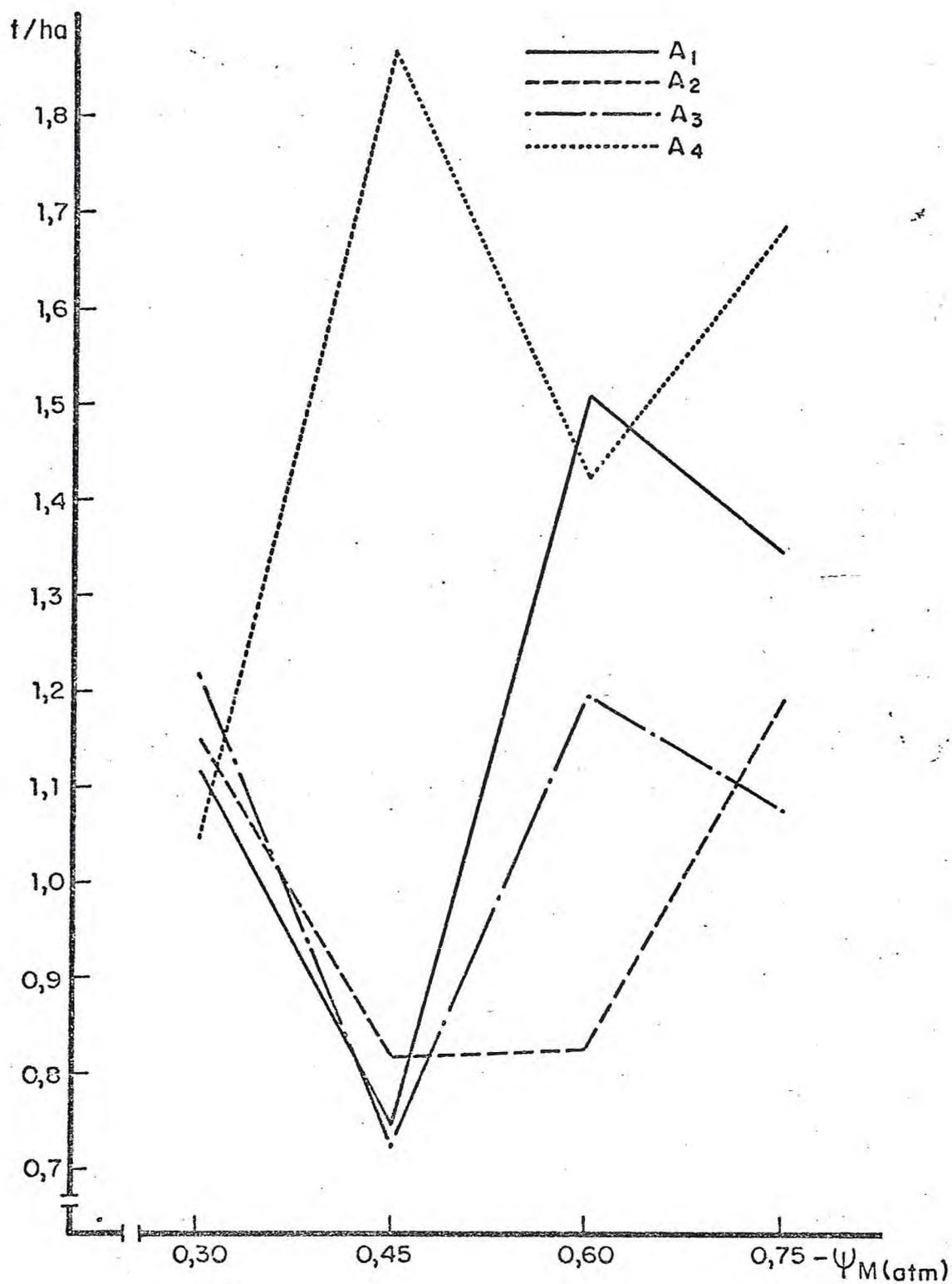


FIGURA 18 - Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_4 (produção de palha), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

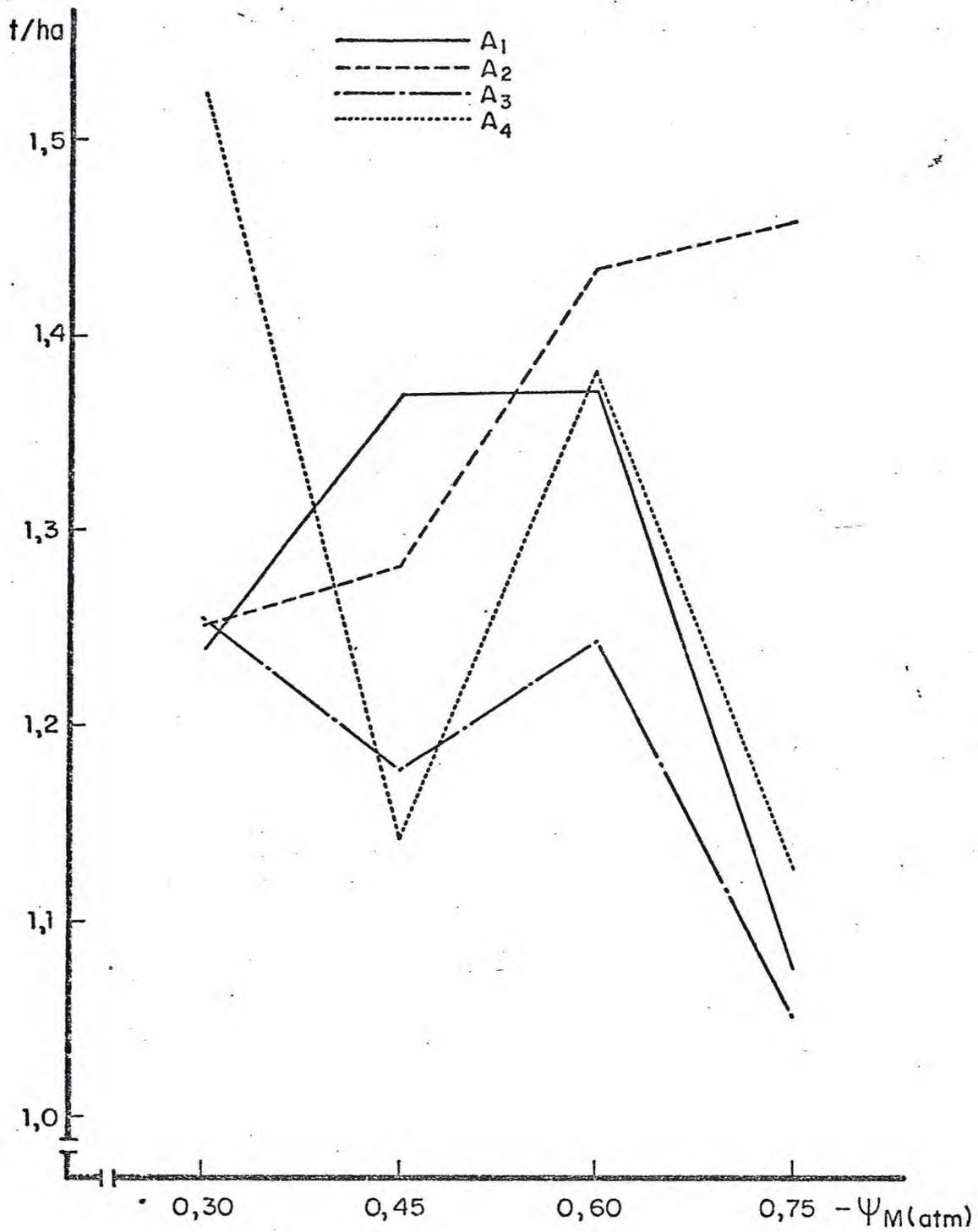


FIGURA 19 - Comportamento do cultivar Piranão na variável X_4 (produção de palha), em t/ha, na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

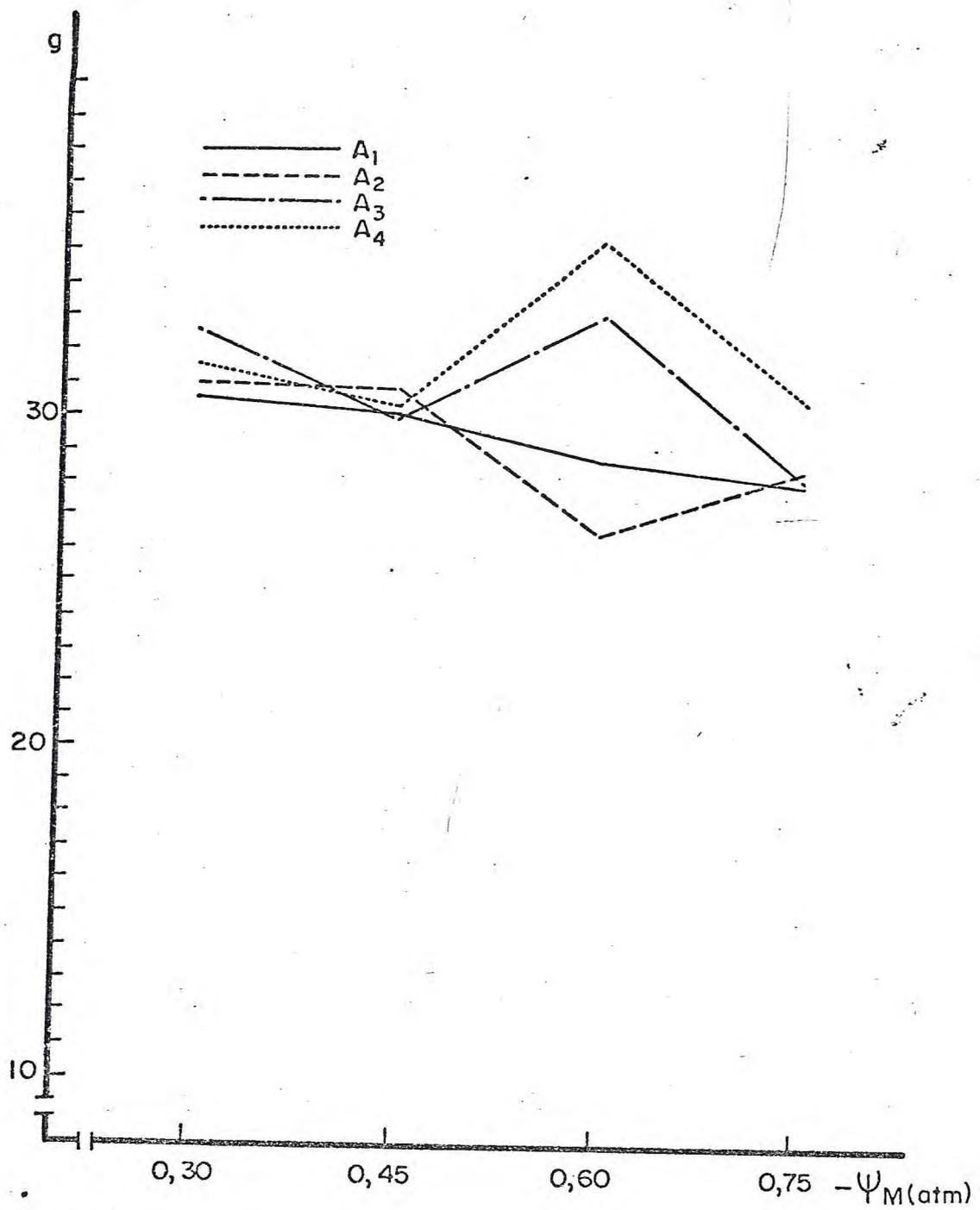


FIGURA 20 - Peso de 100 sementes (g) do cultivar Denta do composto em quatro níveis de potencial matricial e quatro níveis de adubação.

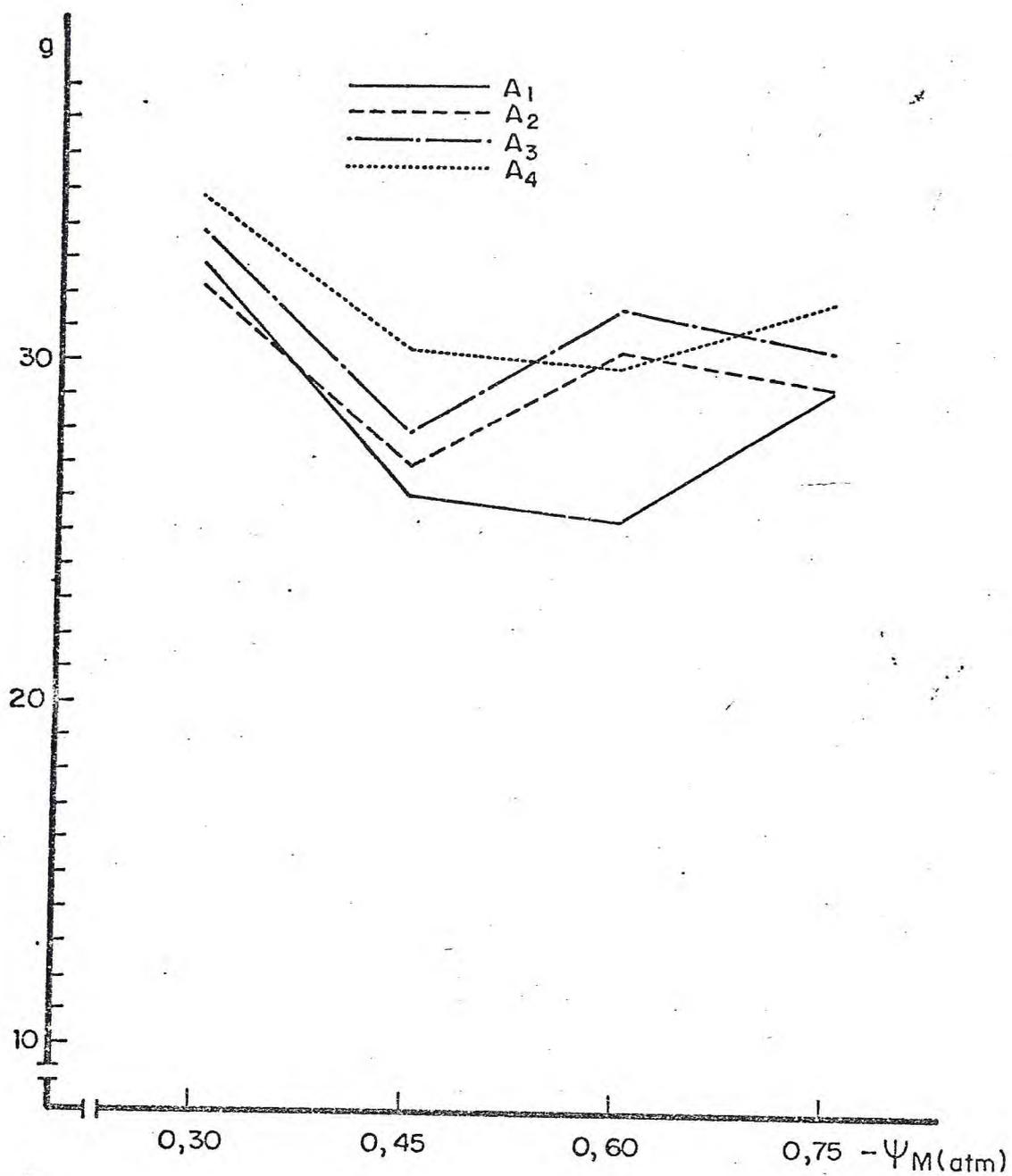


FIGURA 21 - Peso de 100 sementes (g) do cultivar Central mex em quatro níveis de potencial matricial e quatro níveis de adubação.

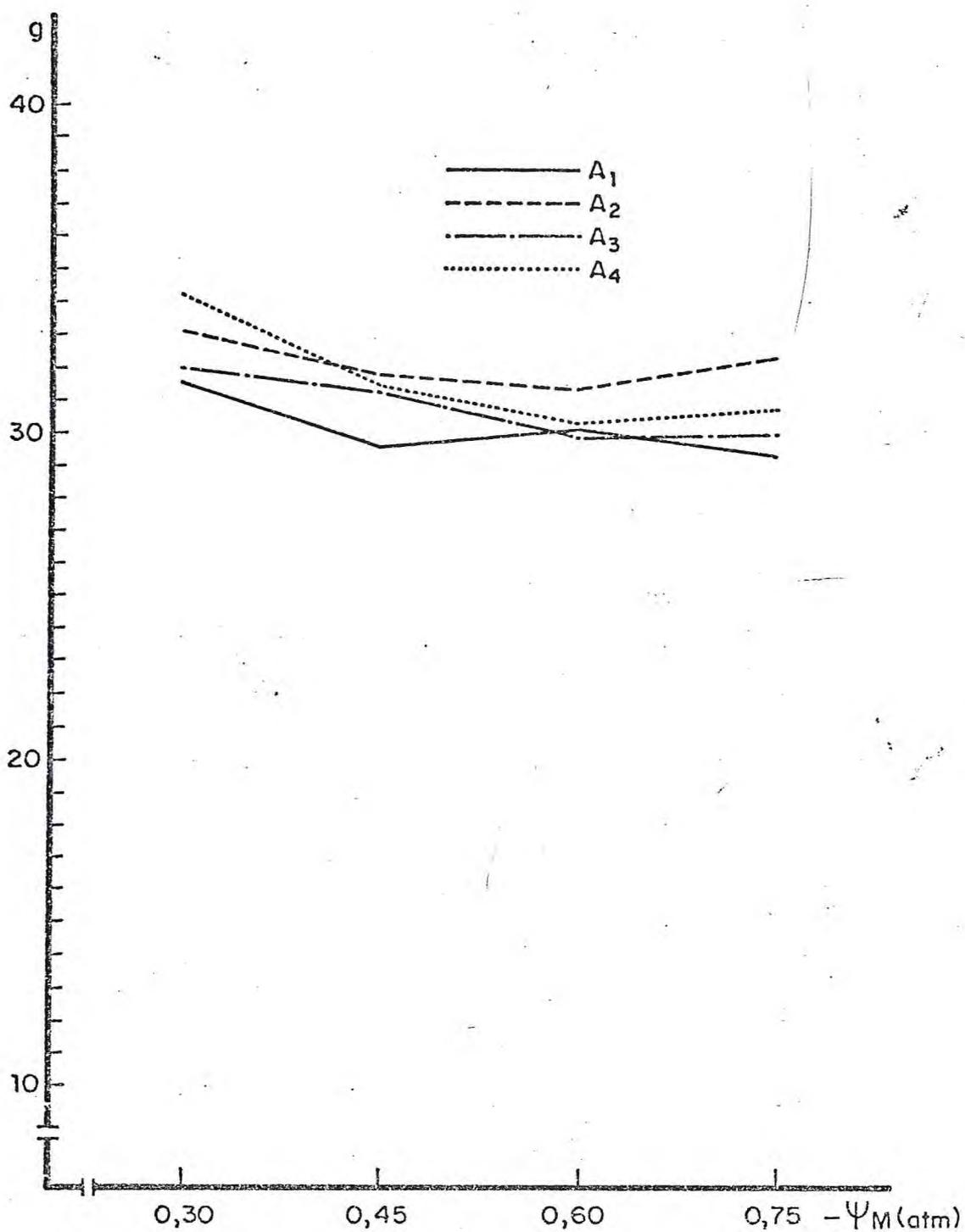


FIGURA 22 - Peso de 100 sementes (g) do cultivar Piratã em quatro níveis de potencial matricial e quatro níveis de adubação.

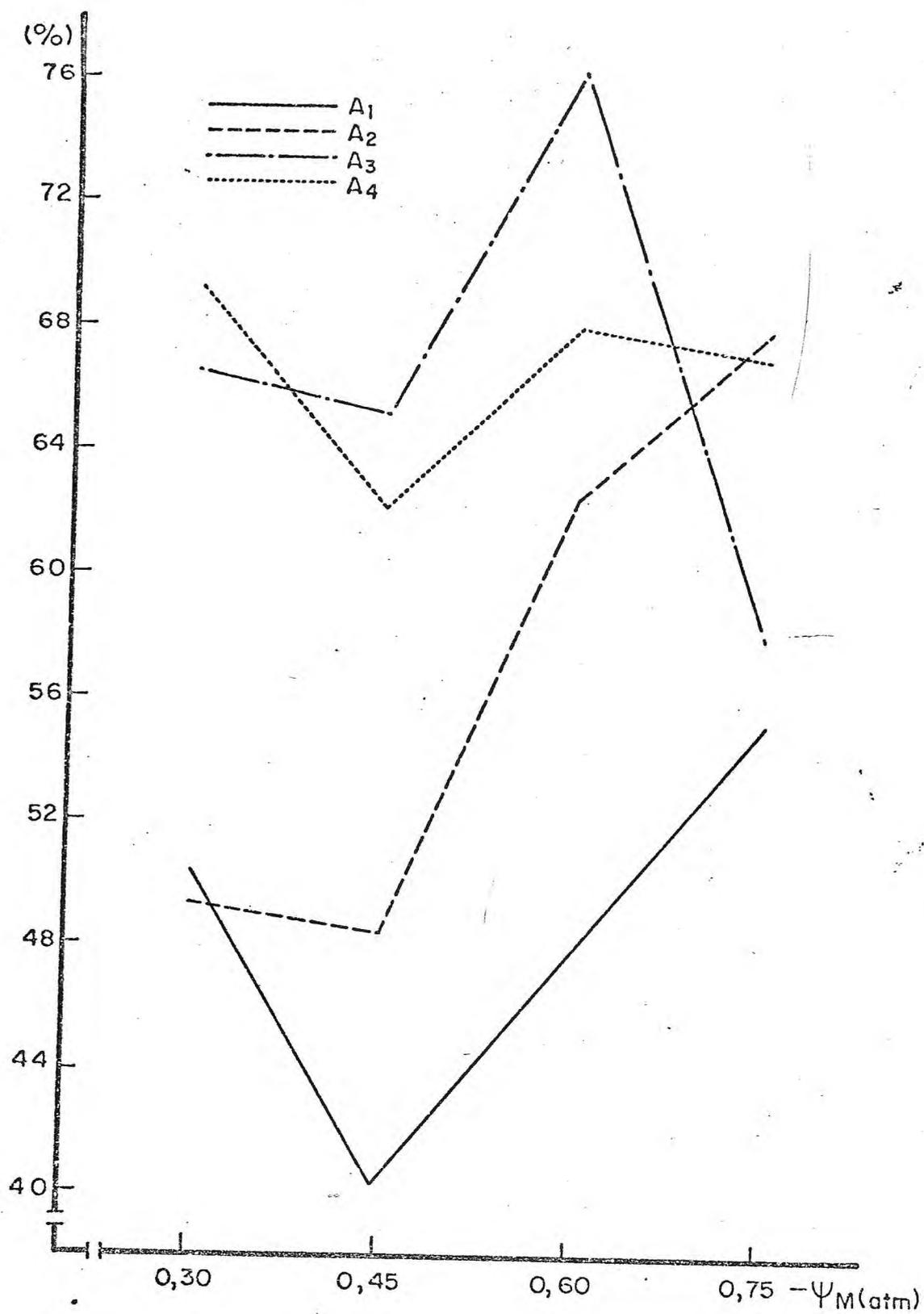


FIGURA 23 - Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_6 (percentagem de grãos) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

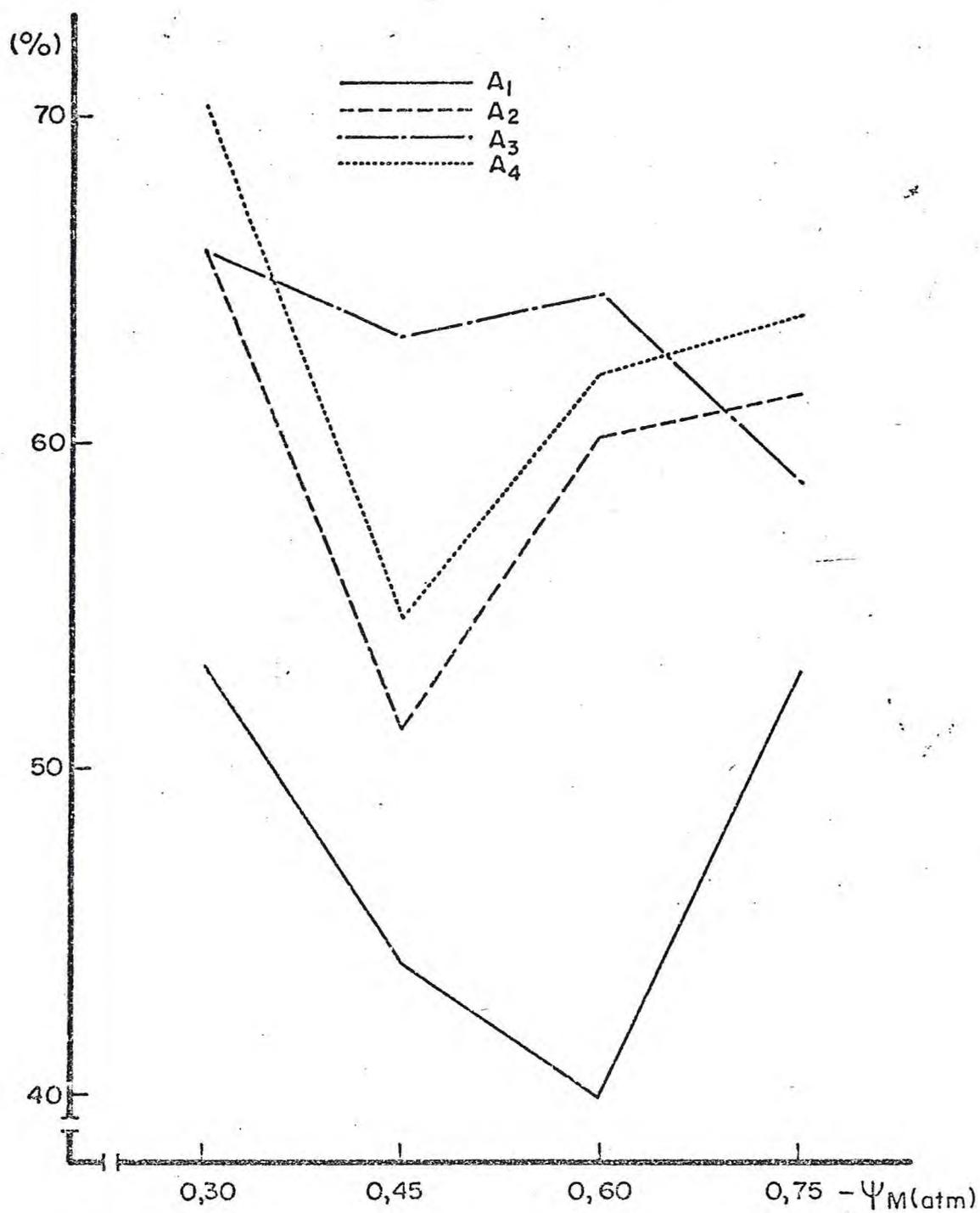


FIGURA 24 - Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_6 (percentagem de grãos) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

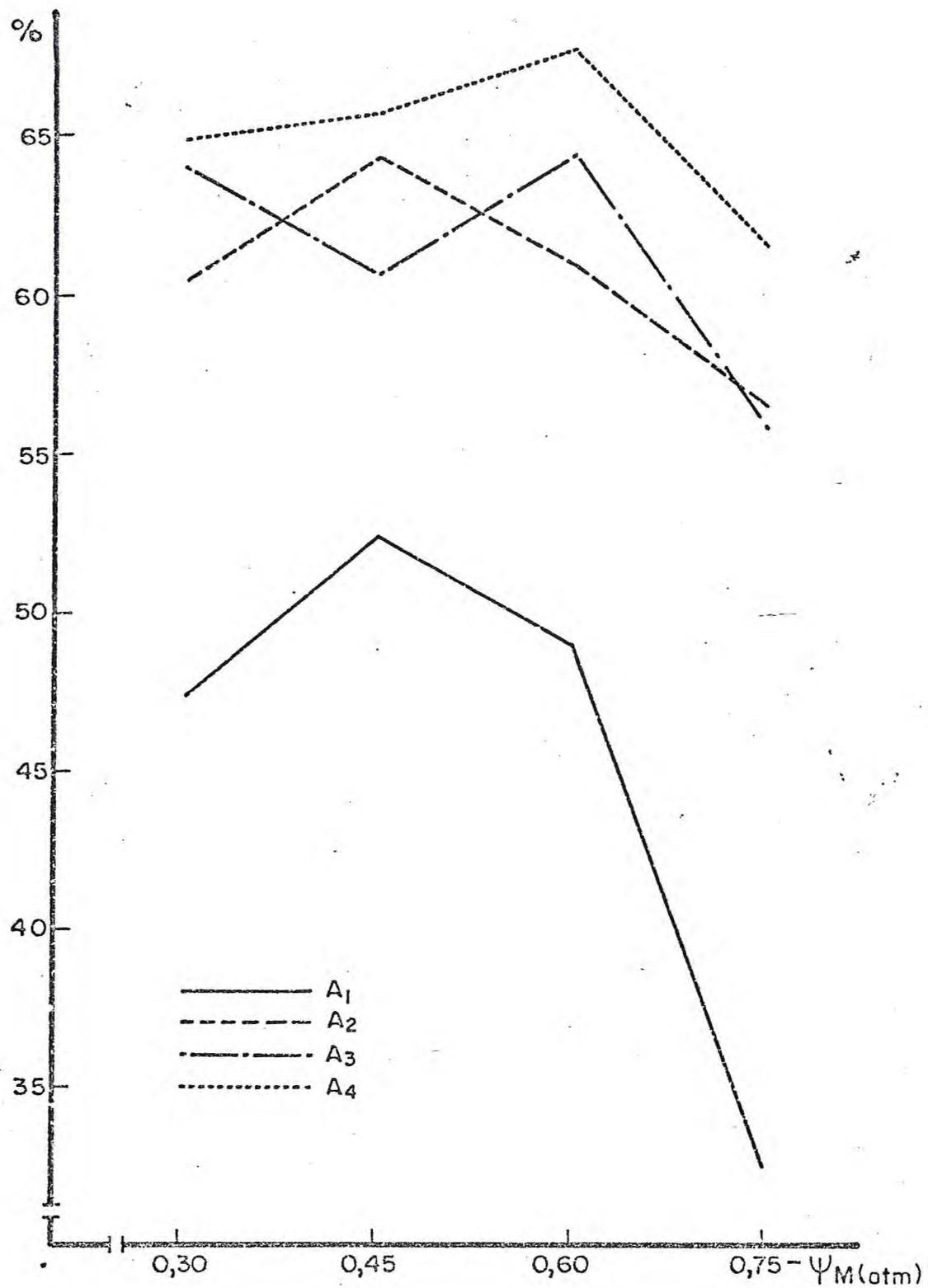


FIGURA 25 - Comportamento do cultivar Piranão na variável X_6 (percentagem de grãos) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

ça da produção de palha, mostrou-se altamente sensível à variações na disponibilidade de água no solo. Com exceção do cultivar Piranão, os demais cultivares mostraram sensível redução na percentagem de grãos entre os níveis de irrigação I_1 e I_2 em todos os níveis de adubação, o que mais uma vez evidencia anormalidade do tratamento I_2 .

A percentagem de palha para os três cultivares nos quatro níveis de adubação, apresentada em termos de média sobre os quatro níveis de adubação, é apresentada na TABELA 35 e ilustrada na FIGURA 45. Em todos os cultivares a maior percentagem foi obtida no nível A_1 (0-0-0) de adubação com notável tendência para redução nos níveis de adubação mais pesados. A média dos três cultivares (TABELA 35) reflete claramente esta tendência, mostrando uma redução de 10,82 % entre o nível A_1 e o nível A_2 , e de 5,94 % entre A_2 e A_3 estabilizando-se até A_4 .

Considerando-se os cultivares individualmente, a maior redução na percentagem de palha entre o tratamento não adubado (A_1) e o que recebeu menos adubo (A_2) foi observada no cultivar V_3 (13,94 %) seguido de V_2 (11,24 %) e V_1 (7,30 %).

A partir destes resultados é lícito inferir que a adubação reduz significativamente a percentagem de palha na espiga.

A TABELA 12 e as FIGURAS 26, 27 e 28 mostram o comportamento dos três cultivares isoladamente por nível de adubação e potencial matricial. Pode-se verificar que a percentagem de palha na espiga, qualquer que seja o nível de adubação ou cultivar é altamente influenciado pela disponibilidade de água no solo.

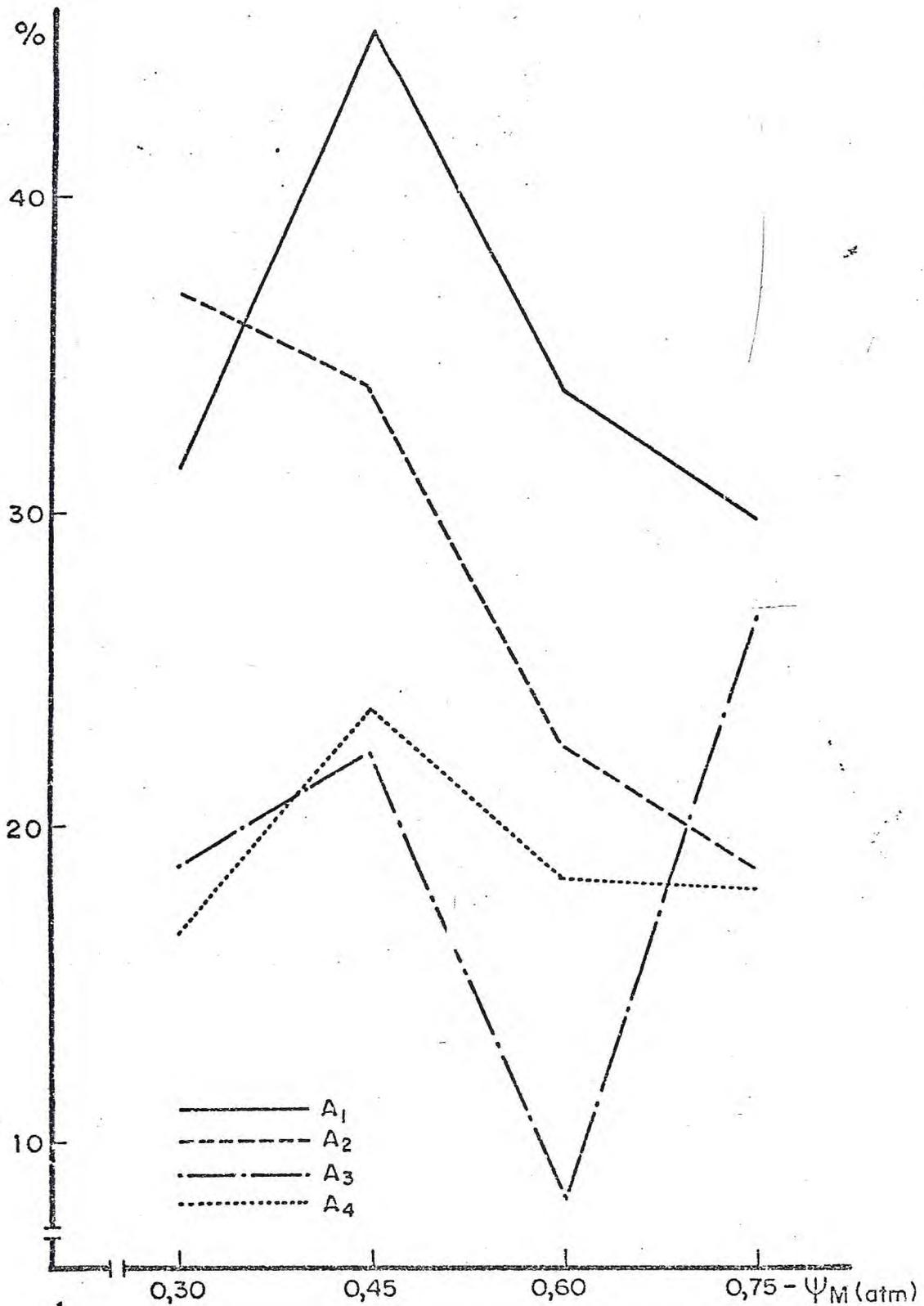


FIGURA 26 - Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_7 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

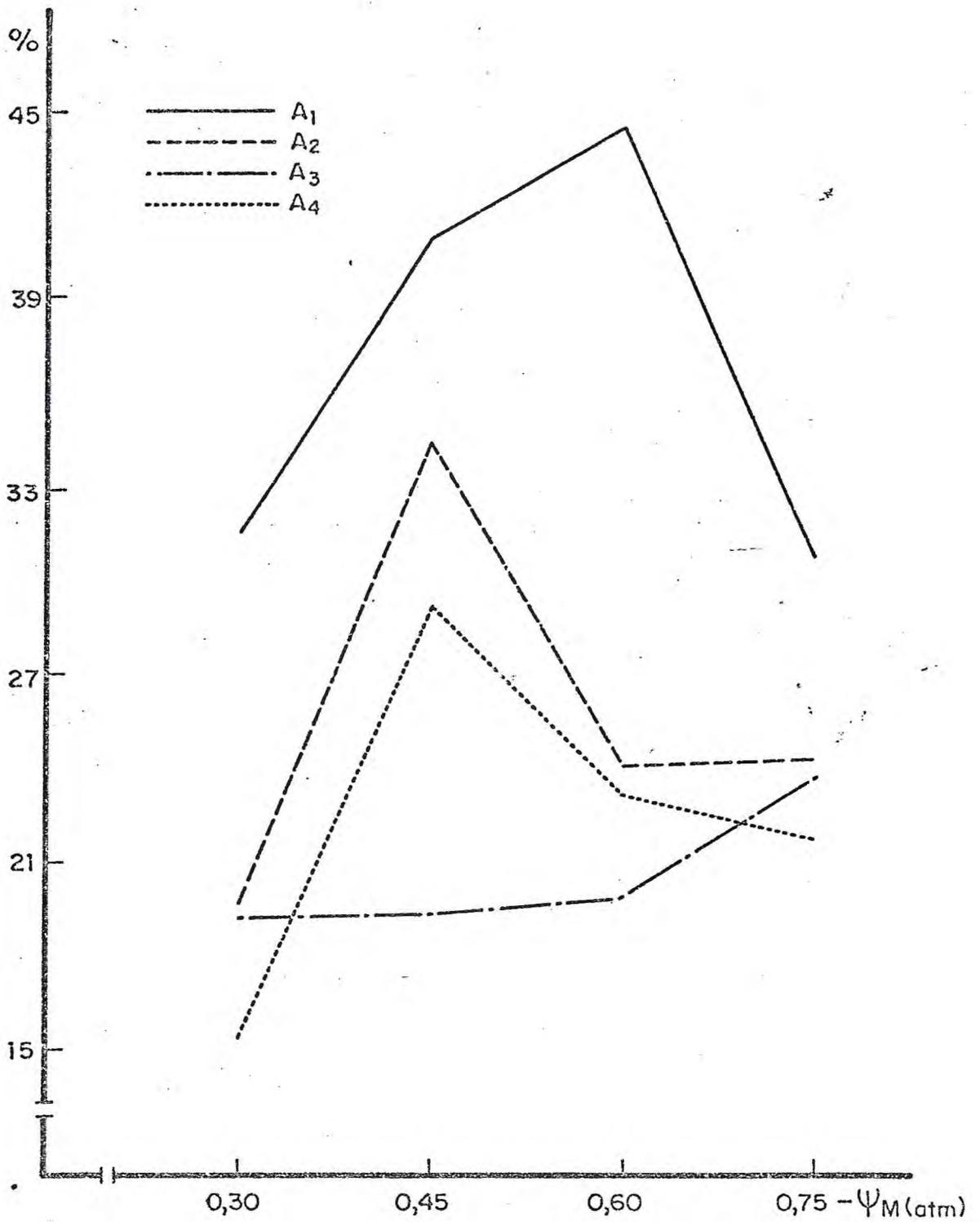


FIGURA 27 - Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_7 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

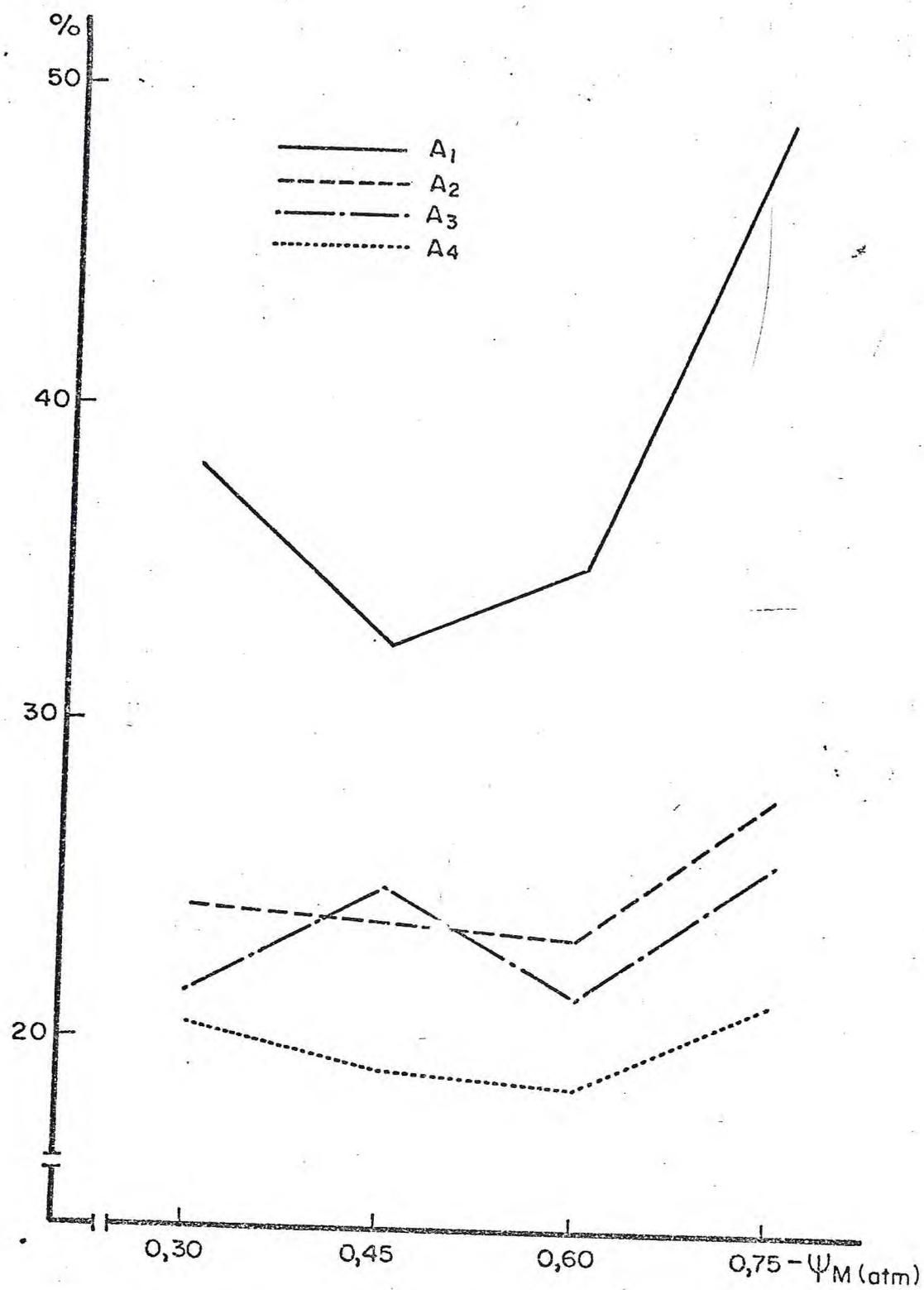


FIGURA 28 - Comportamento do cultivar Piranão na variável X_7 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

5.3 - Efeitos de Interações sobre os Caracteres da Planta e Fatores de Produção

5.3.1 - Interação Cultivar vs. Irrigação

Os efeitos de interações cultivar vs. irrigação foram apresentados em 4.2.4. Em 4.2.4.1 vimos que apenas o peso de 100 sementes (X_5) e a percentagem de sabugo (X_8) foram significativos. A TABELA 30 e a FIGURA 40 mostram que o maior peso de 100 sementes (33,34 g) foi o alcançado pelo cultivar V_2 no nível de irrigação I_1 . A TABELA 10 mostra, entretanto, que no caso presente o maior peso de 100 sementes (34,655 g) foi alcançado pelo cultivar Centralmex (V_2) adubado com 180-240-120 kg/ha de NPK, no nível de irrigação I_1 equivalente a um potencial matricial de $-0,30$ atm, o que sugere que a adubação é também um importante fator na determinação desse caráter, embora a interação tripla, VAI na TABELA 14 não tenha sido significativa.

Com respeito a percentagem de sabugo verifica-se que ela cresce a partir do potencial matricial mais alto ($-0,30$ atm) para o mais baixo (TABELA 36). Assim, a maior disponibilidade de água no solo favorece uma baixa percentagem de sabugo. Isto se verificou para os três cultivares, com pequenas discrepâncias à regra. Note-se entretanto, pelo exame da TABELA 13 e FIGURAS 29, 30 e 31 que os níveis de adubação mais elevados tendem a diminuir o valor percentual do sabugo no peso da espiga completa. Ressalte-se que a percentagem de sabugo correlaciona-se negativamente com a produção de grãos (TABELA 38).

5.3.2 - Interação Cultivar vs. Adubação

Conforme apresentação feita em 4.2.4.2, foram signi-

TABELA 38 - Coeficientes de correlação.

| VARIÁVEIS | Produção espiga completa (X ₁) | Produção grãos (X ₂) | Produção sabugo (X ₃) | Produção palha (X ₄) | Peso 100 sementes (X ₅) | Percentagem grãos (X ₆) | Percentagem palha (X ₇) | Percentagem sabugo (X ₈) |
|---|---|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|--|--|---|
| Produção espiga completa (X ₁) | 1,0 | | | | | | | |
| Produção de grãos (X ₂) | 0,971 | 1,0 | | | | | | |
| Produção de sabugo (X ₃) | 0,964 | 0,933 | 1,0 | | | | | |
| Produção de palha (X ₄) | 0,566 | 0,360 | 0,515 | 1,0 | | | | |
| Peso 100 sementes (X ₅) | 0,447 | 0,457 | 0,438 | 0,173 | 1,0 | | | |
| Percentagem de grãos (X ₆) | 0,688 | 0,805 | 0,666 | -0,078 | 0,285 | 1,0 | | |
| Percentagem de palha (X ₇) | -0,636 | -0,763 | -0,653 | 0,165 | -0,280 | -0,982 | 1,0 | |
| Percentagem de sabugo (X ₈) | -0,515 | -0,502 | -0,303 | -0,403 | -0,128 | -0,439 | 0,276 | 1,0 |

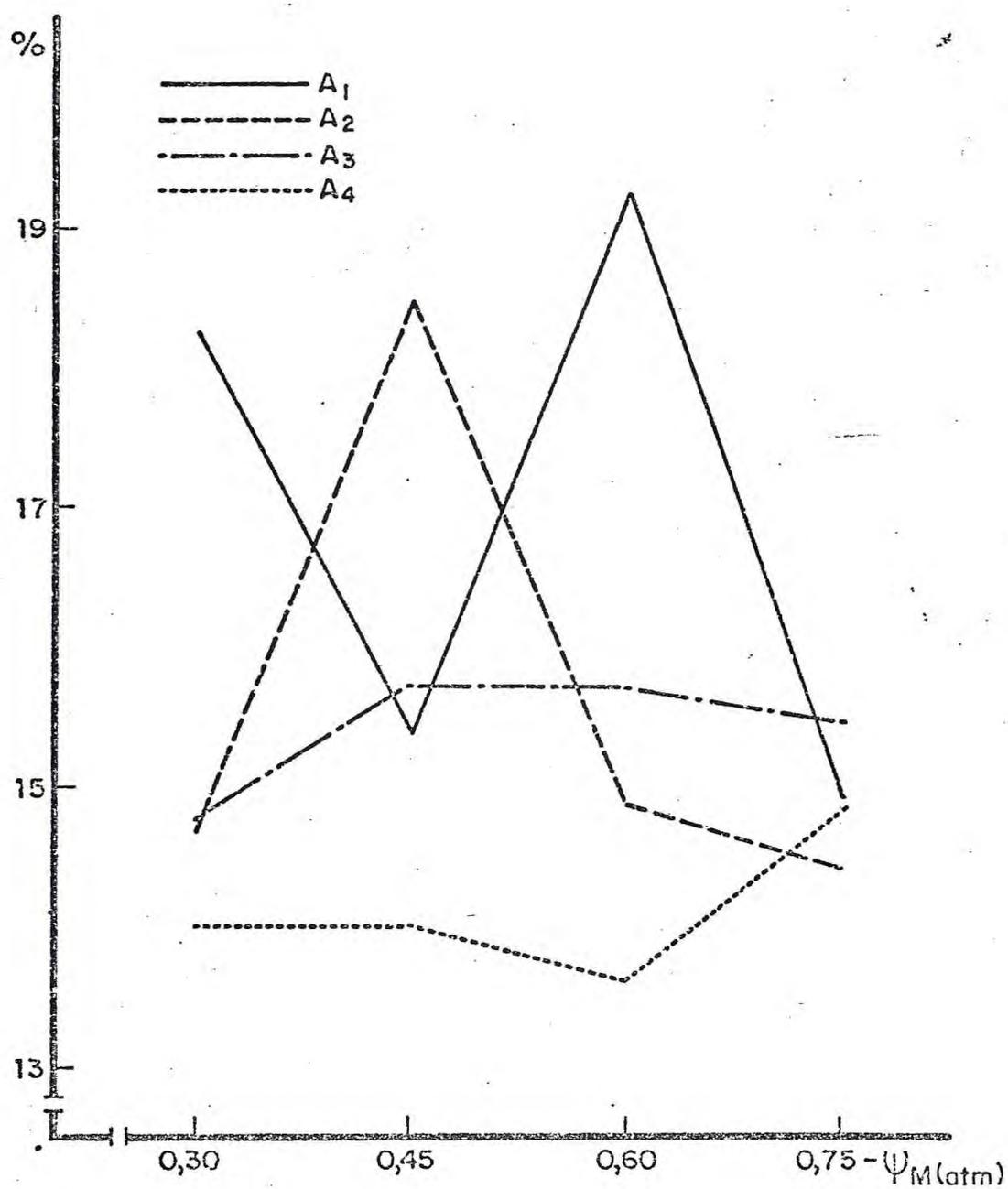


FIGURA 29 - Comportamento do cultivar Dentado composto na variável X_8 (percentagem de sabugo) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

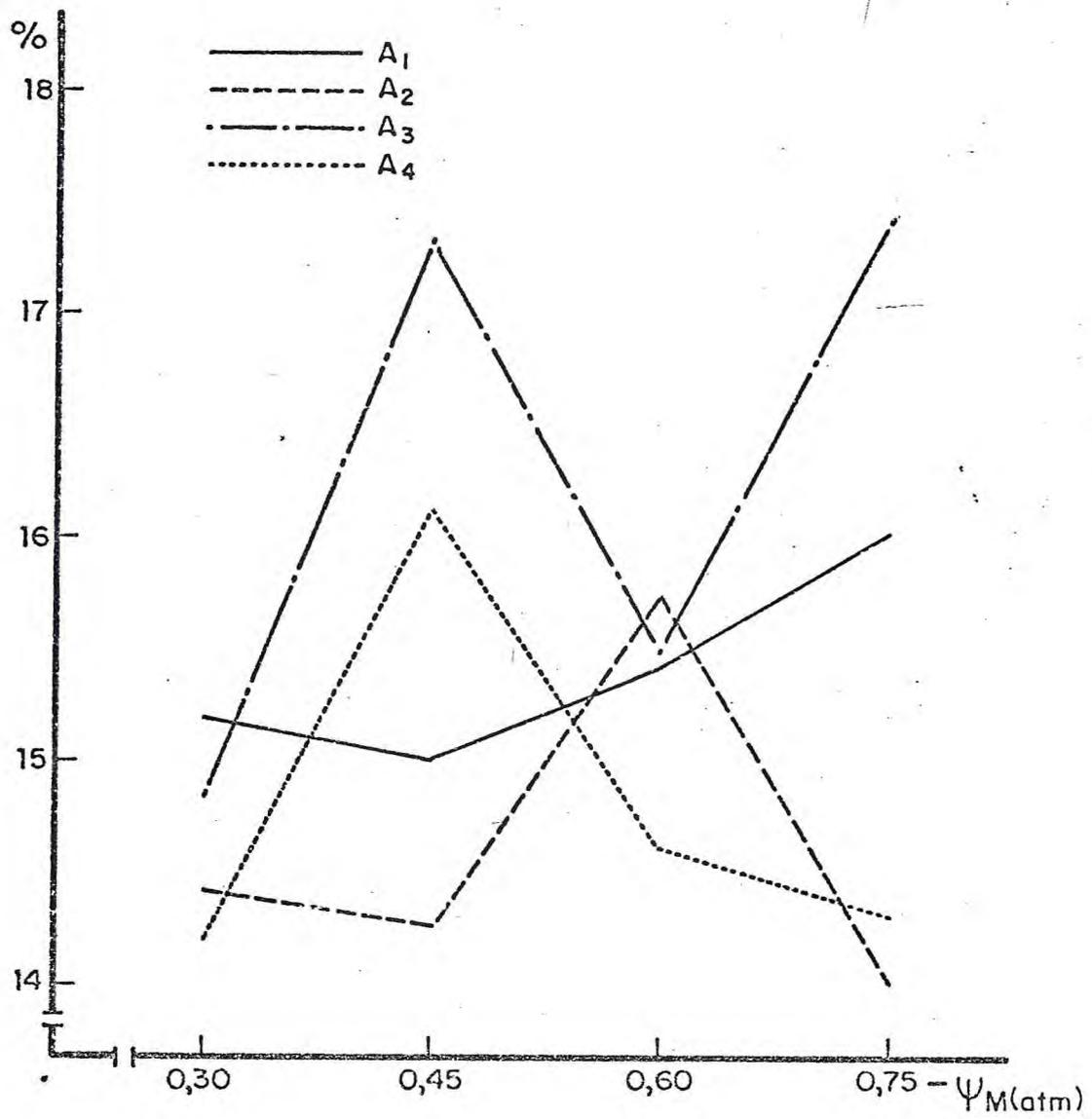


FIGURA 30 - Comportamento do cultivar Centralmex na variável X_8 (percentagem de sabugo) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

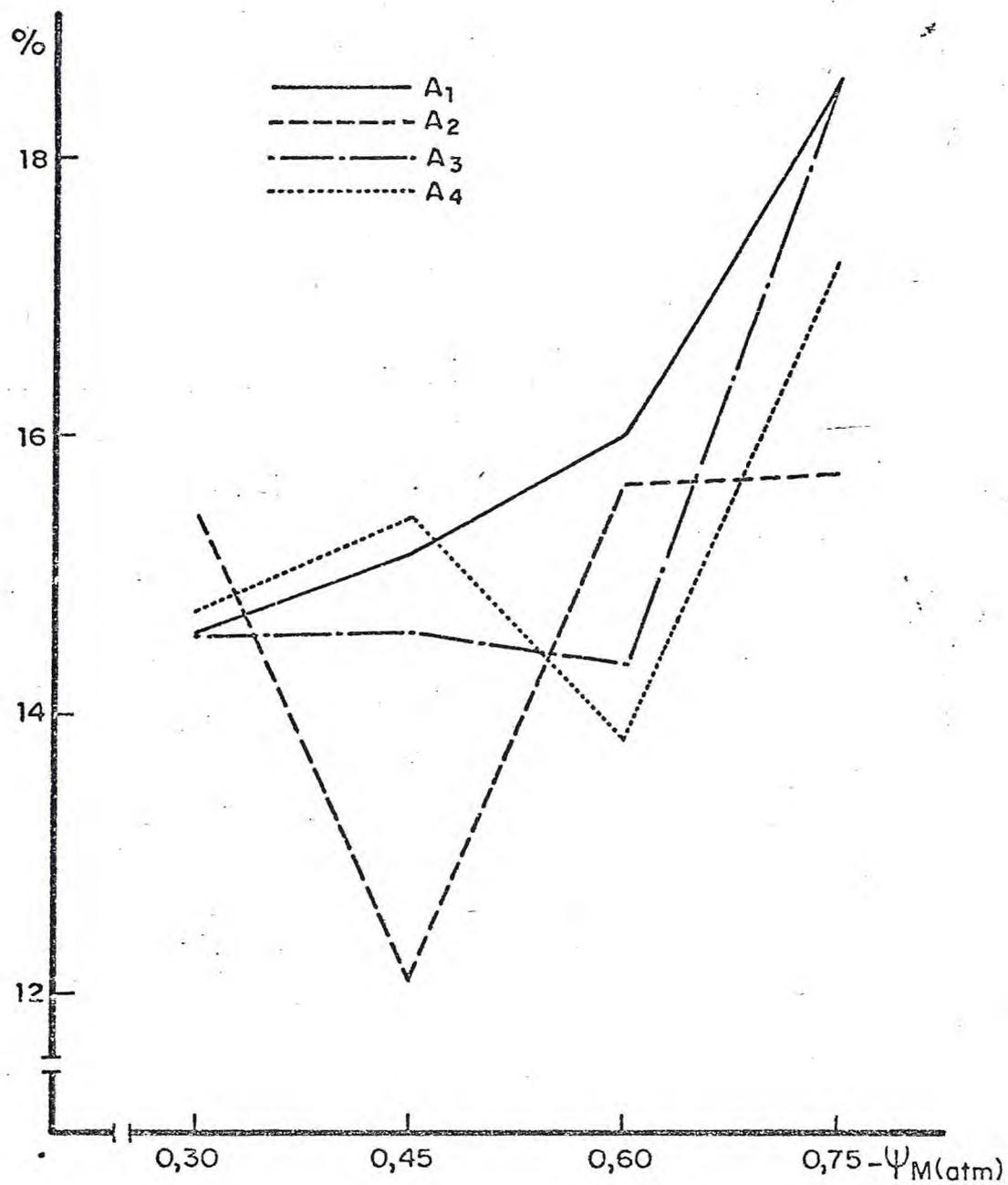


FIGURA 31 - Comportamento do cultivar Piranão na variável X_8 (percentagem de palha) na presença de diferentes níveis de irrigação e fórmulas de adubação.

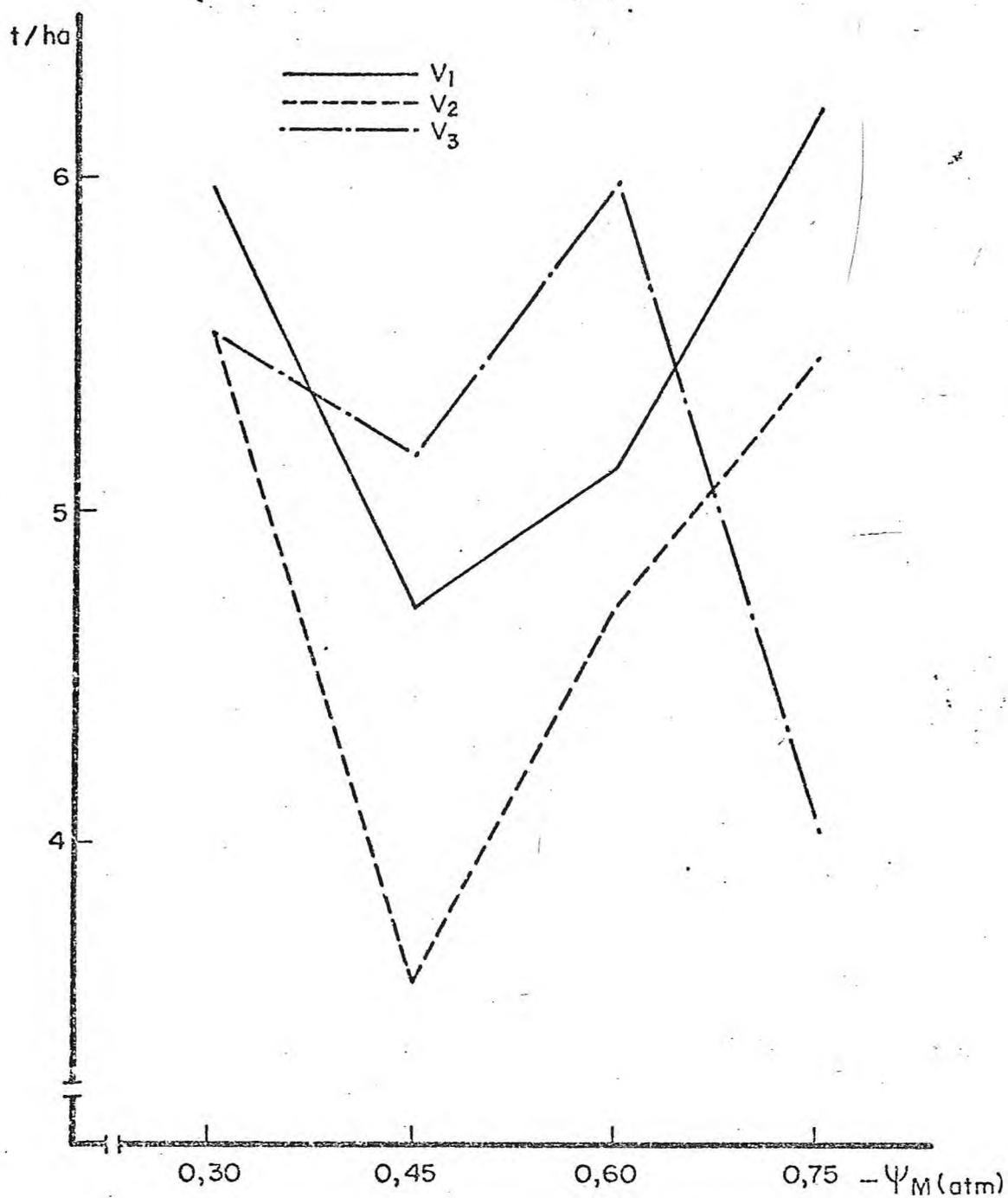


FIGURA 32 - Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

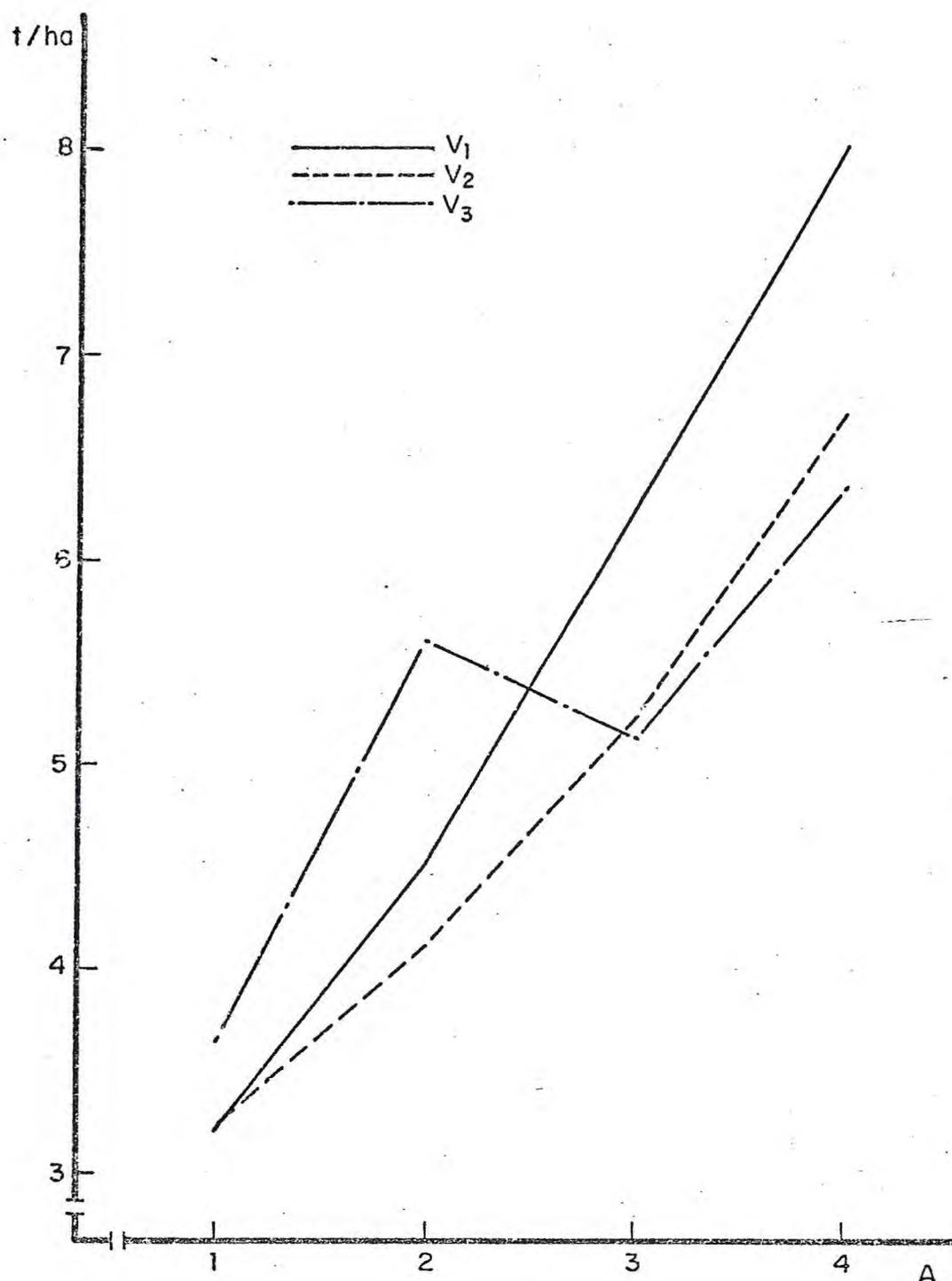


FIGURA 33 - Produção da espiga completa (X_1), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

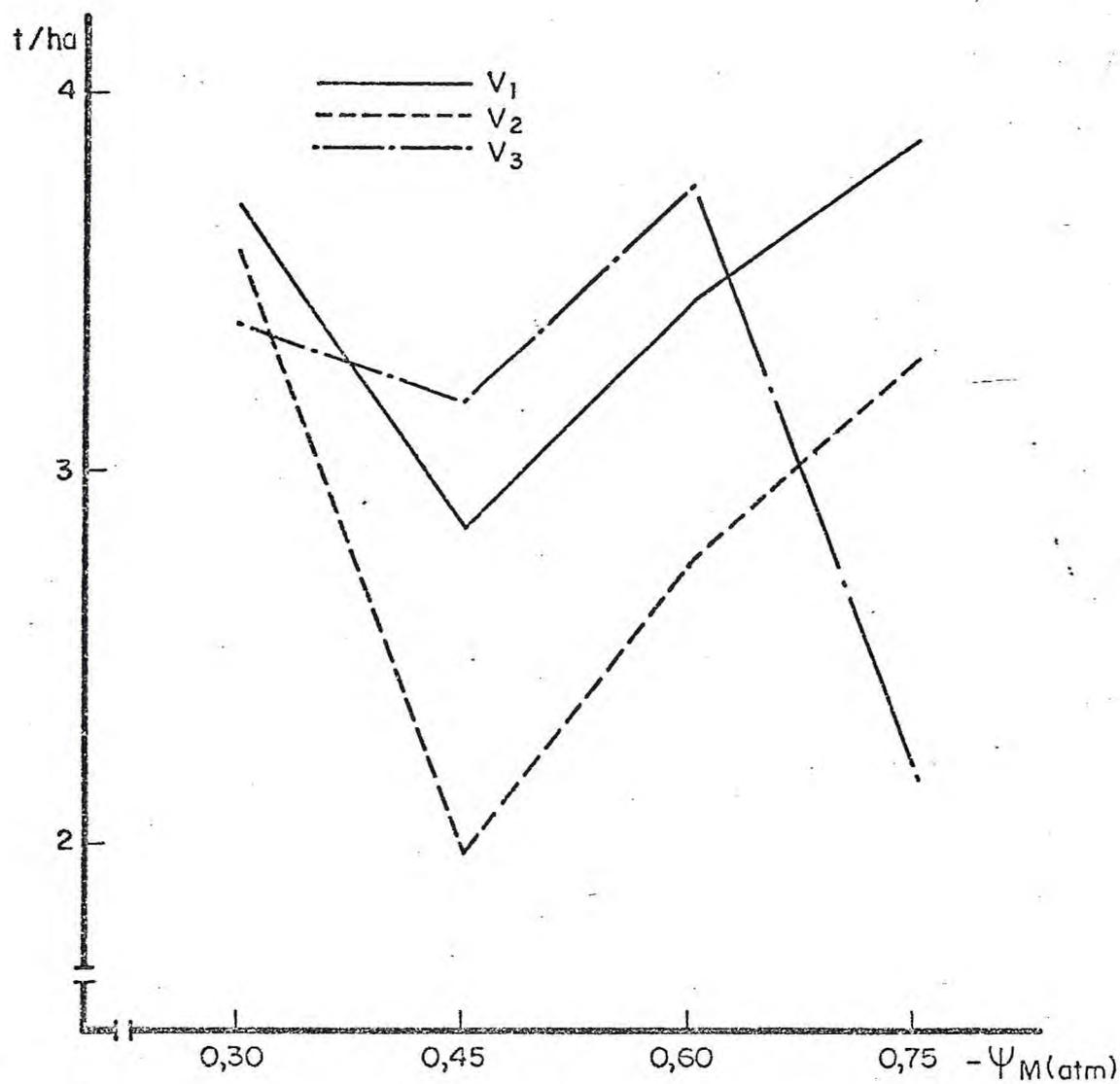


FIGURA 34 - Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

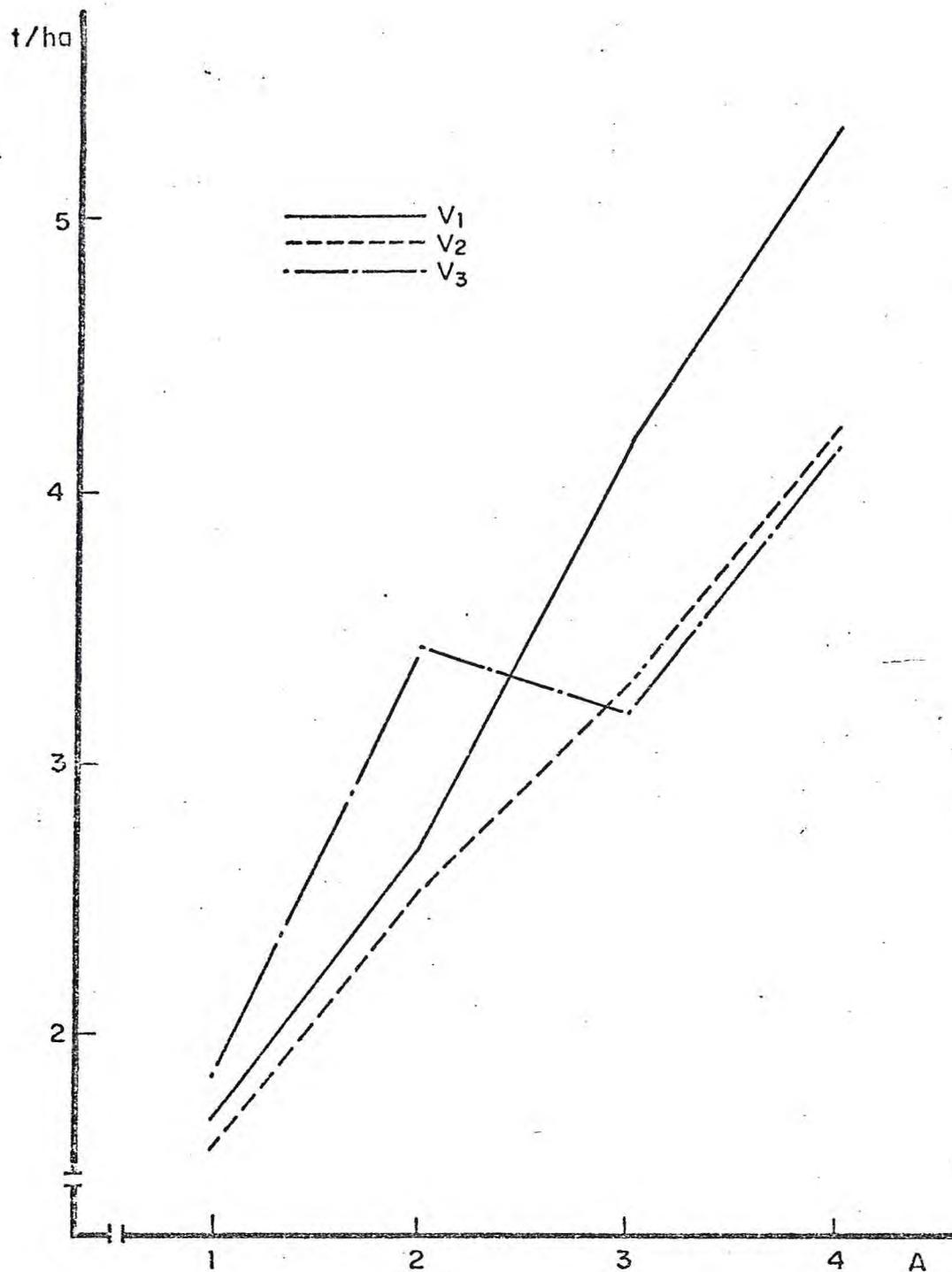


FIGURA 35 - Produção de grãos (X_2), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

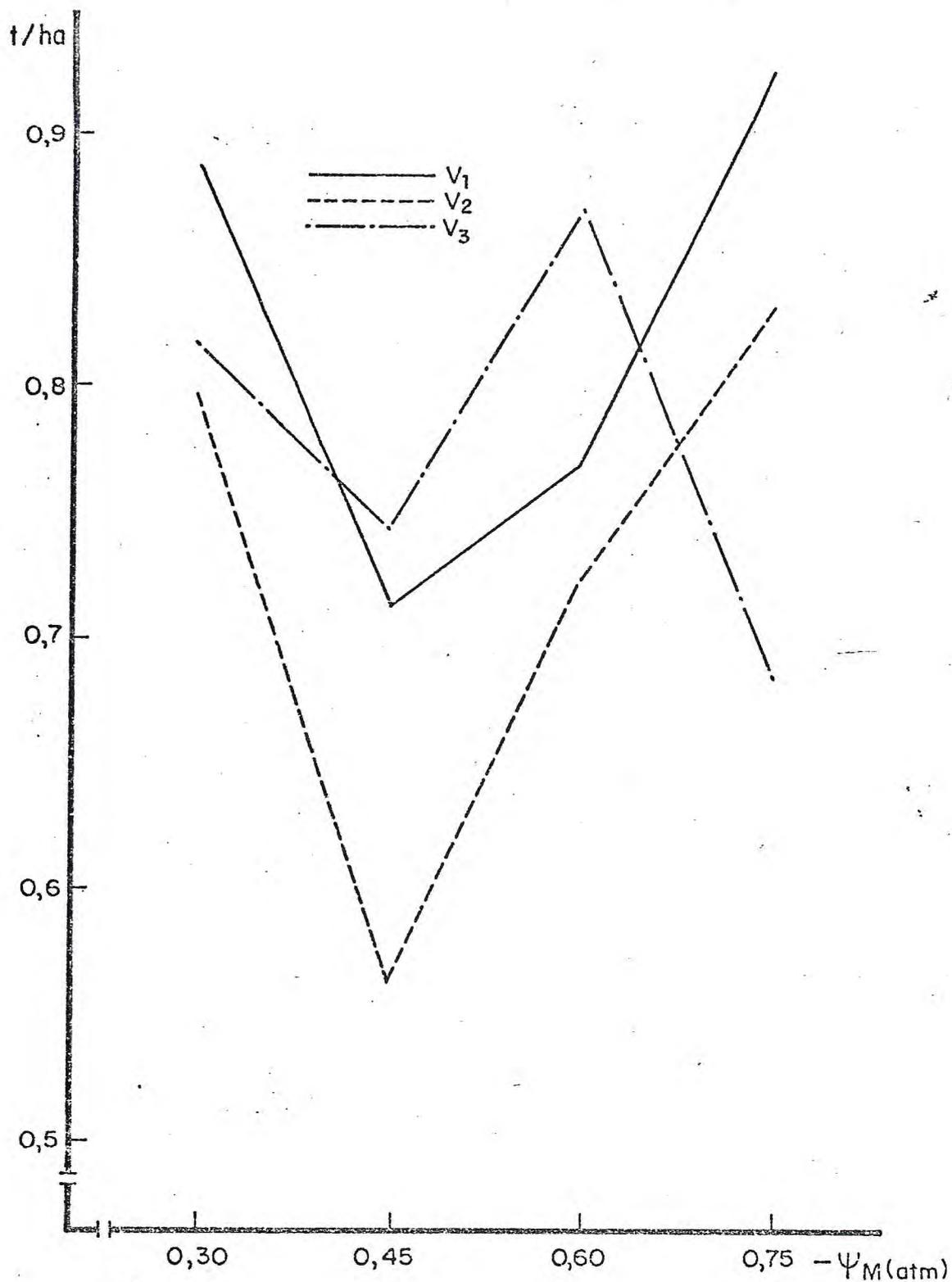


FIGURA 36 - Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

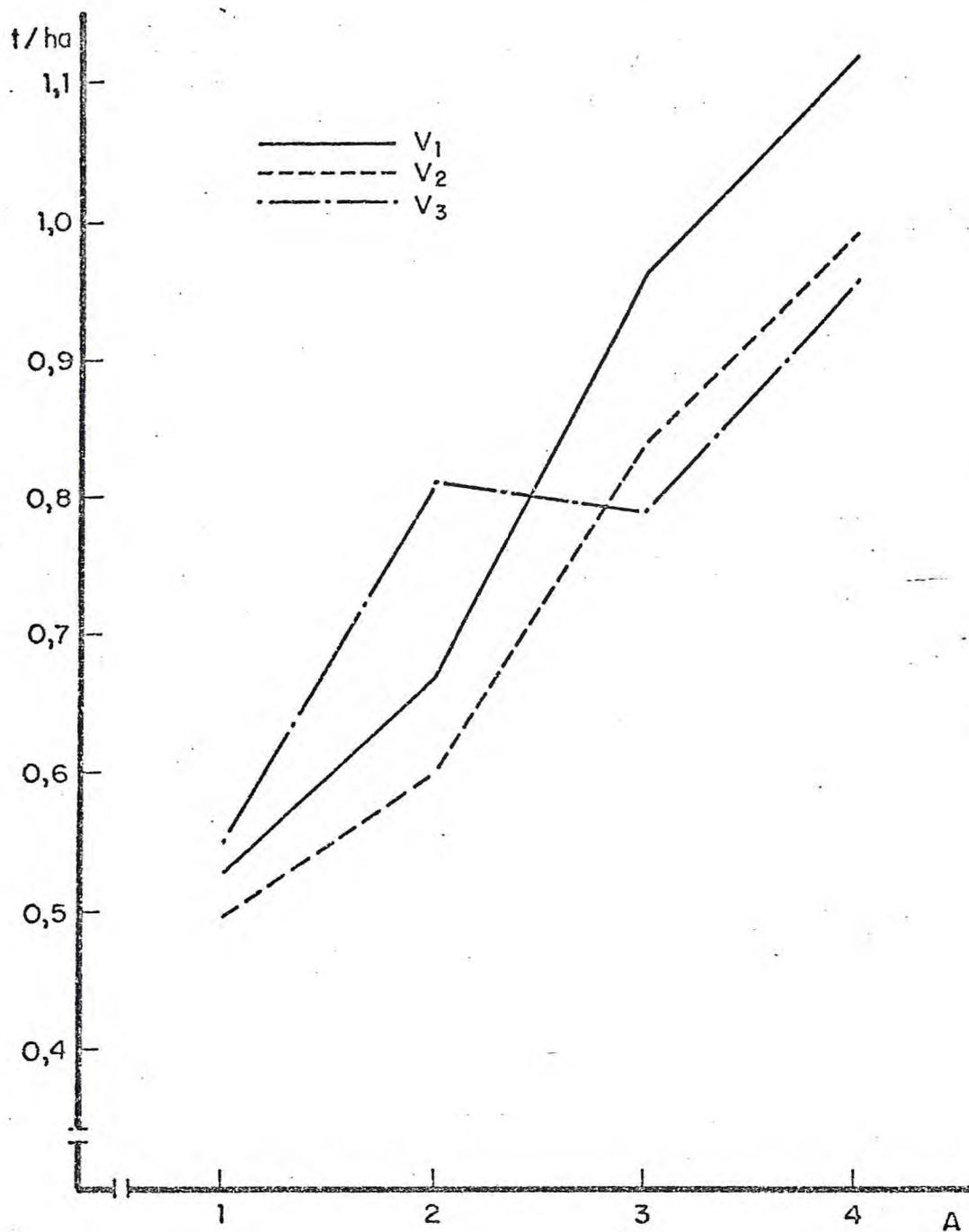


FIGURA 37 - Produção de sabugo (X_3), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

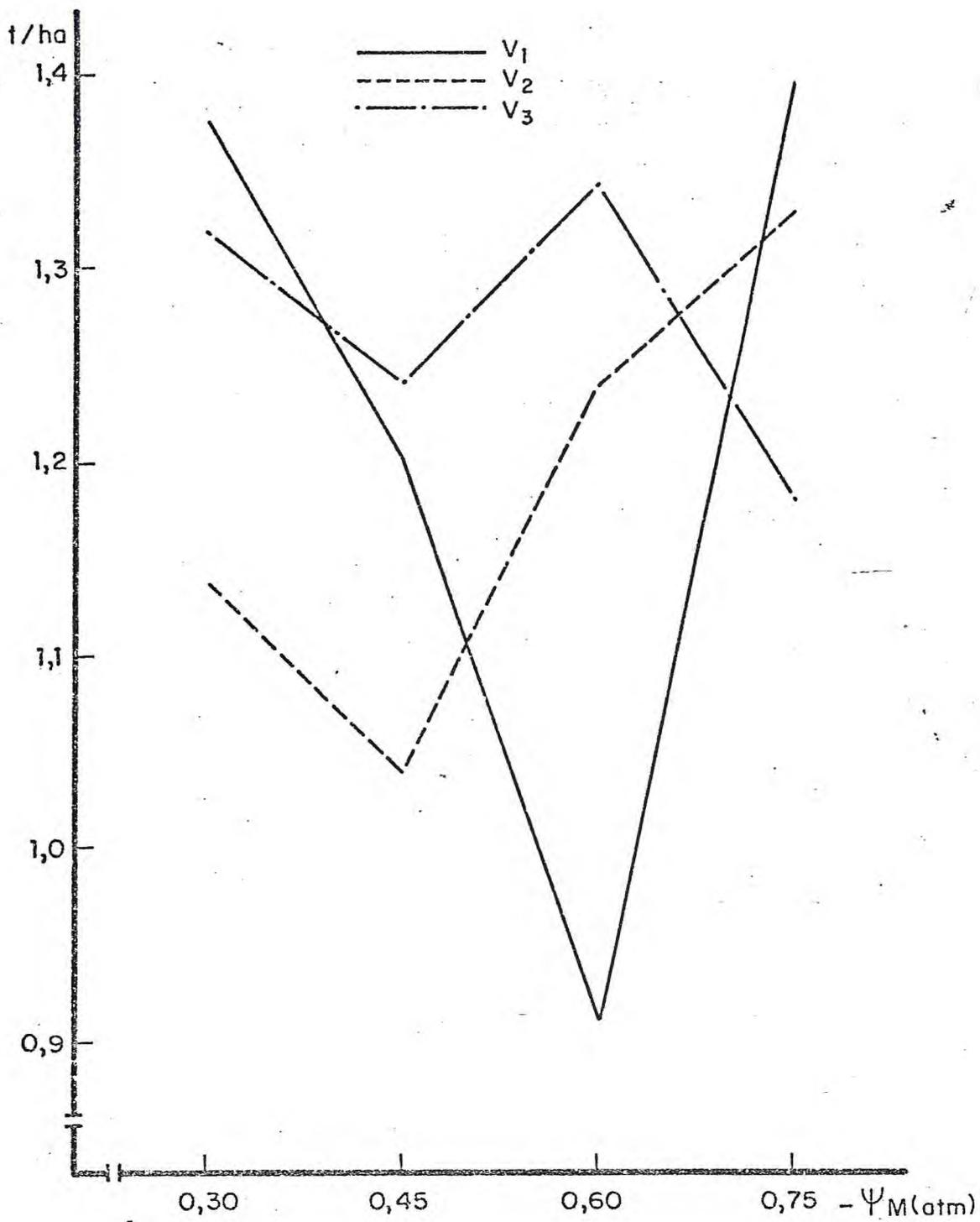


FIGURA 38 - Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

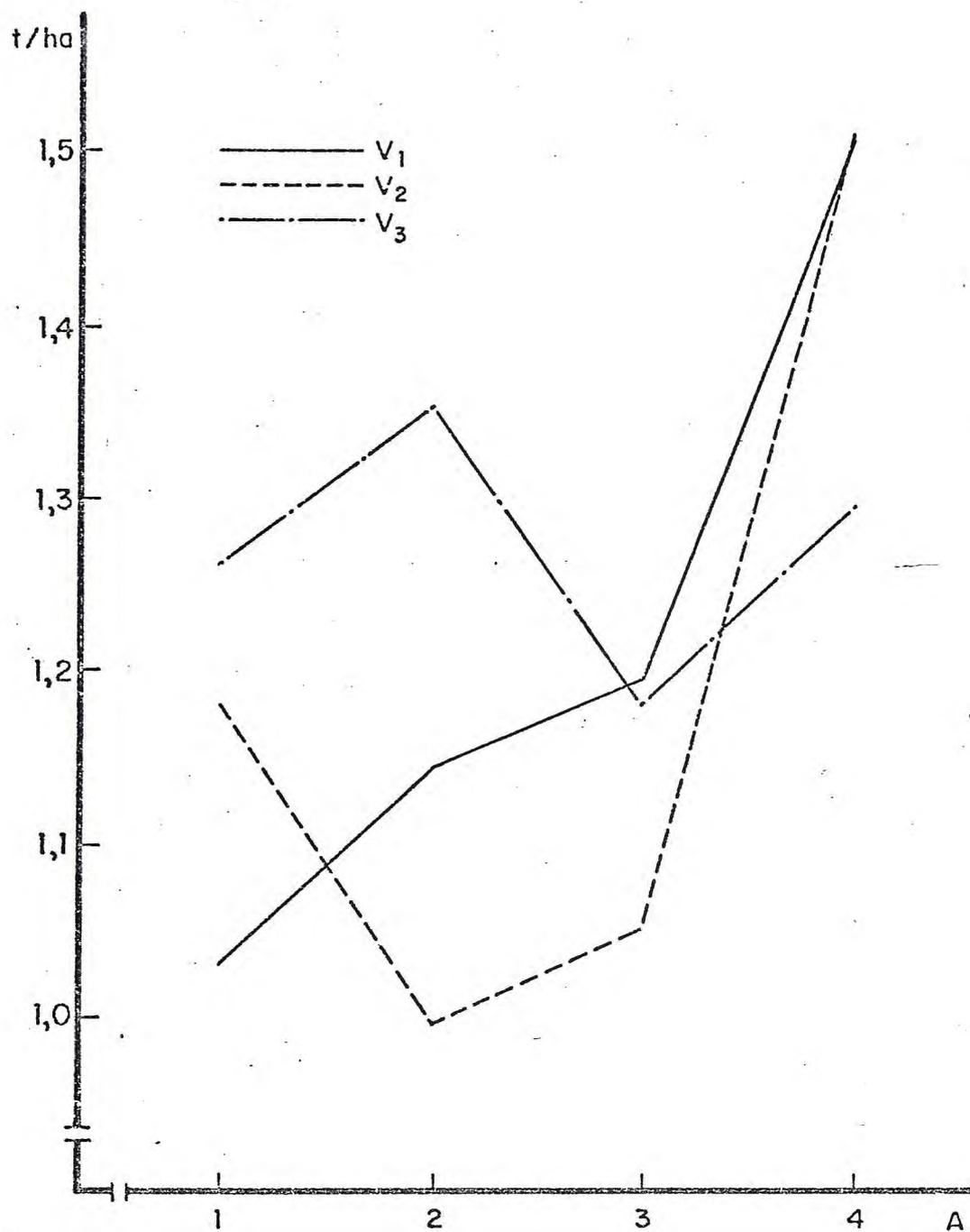


FIGURA 39 - Produção de palha (X_4), em t/ha, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

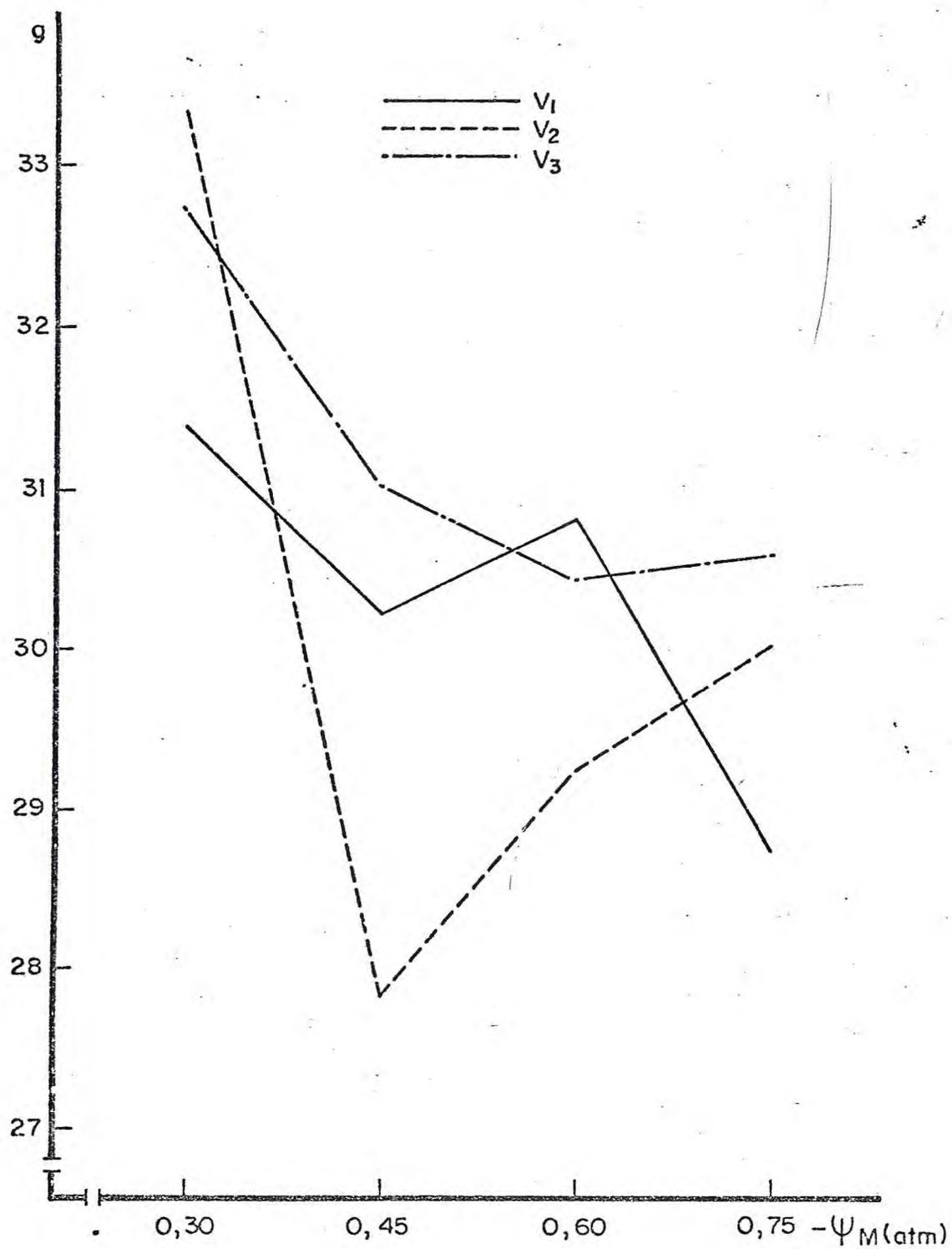


FIGURA 40 - Peso de 100 sementes (X_5), em g, de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

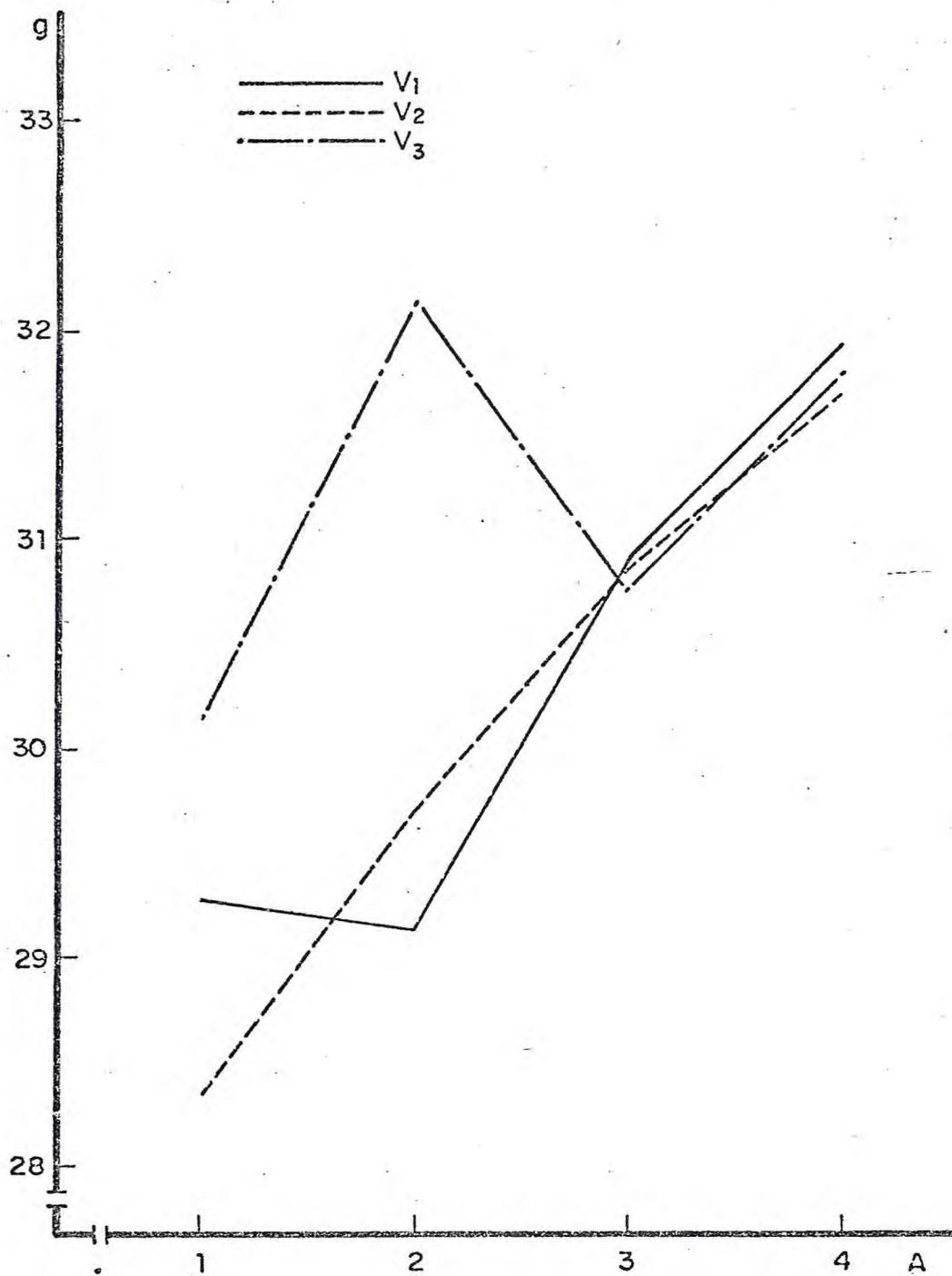


FIGURA 41 - Peso de 100 sementes (X_5), em g, de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

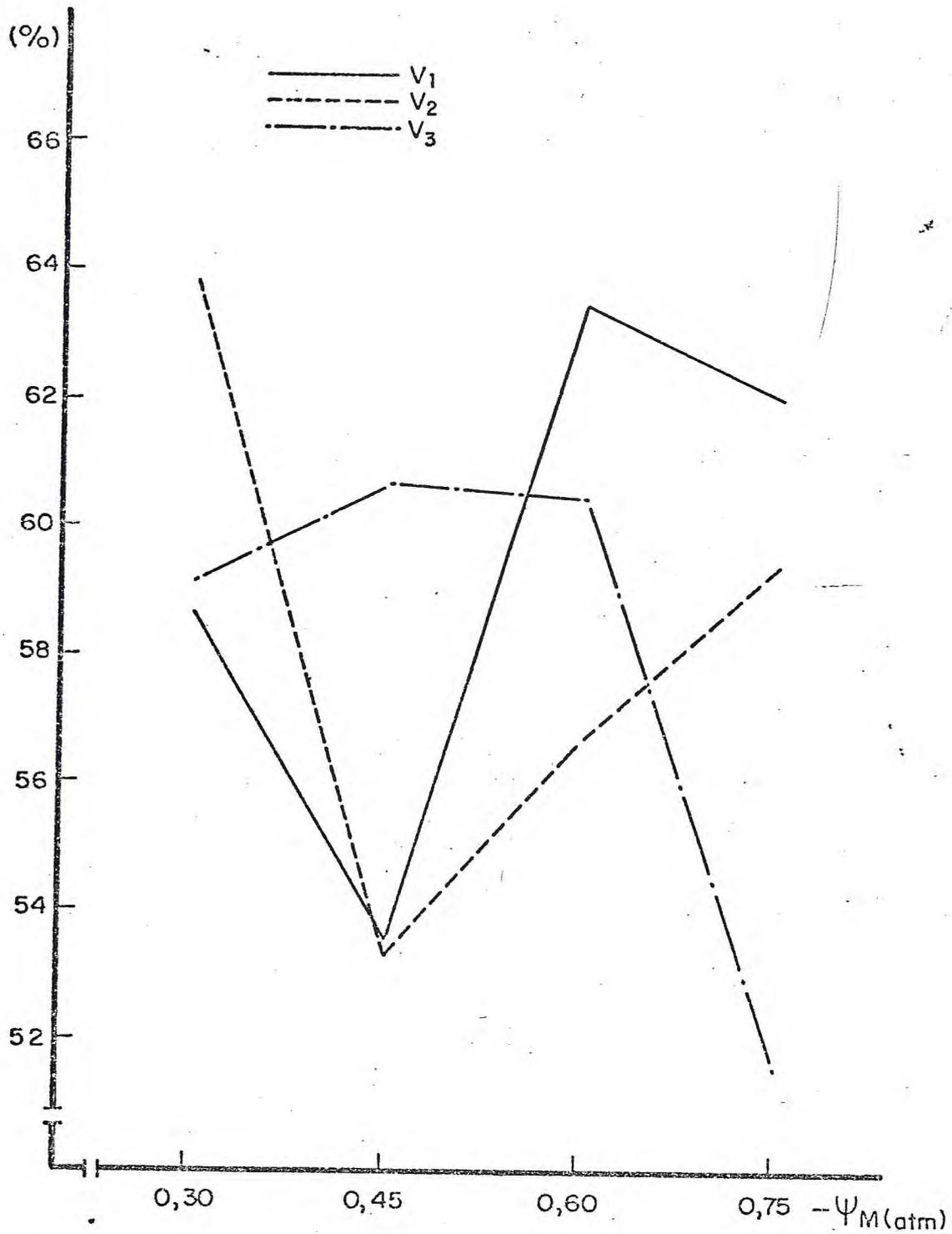


FIGURA 42 - Percentagem de grãos na espiga completa (X_6), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

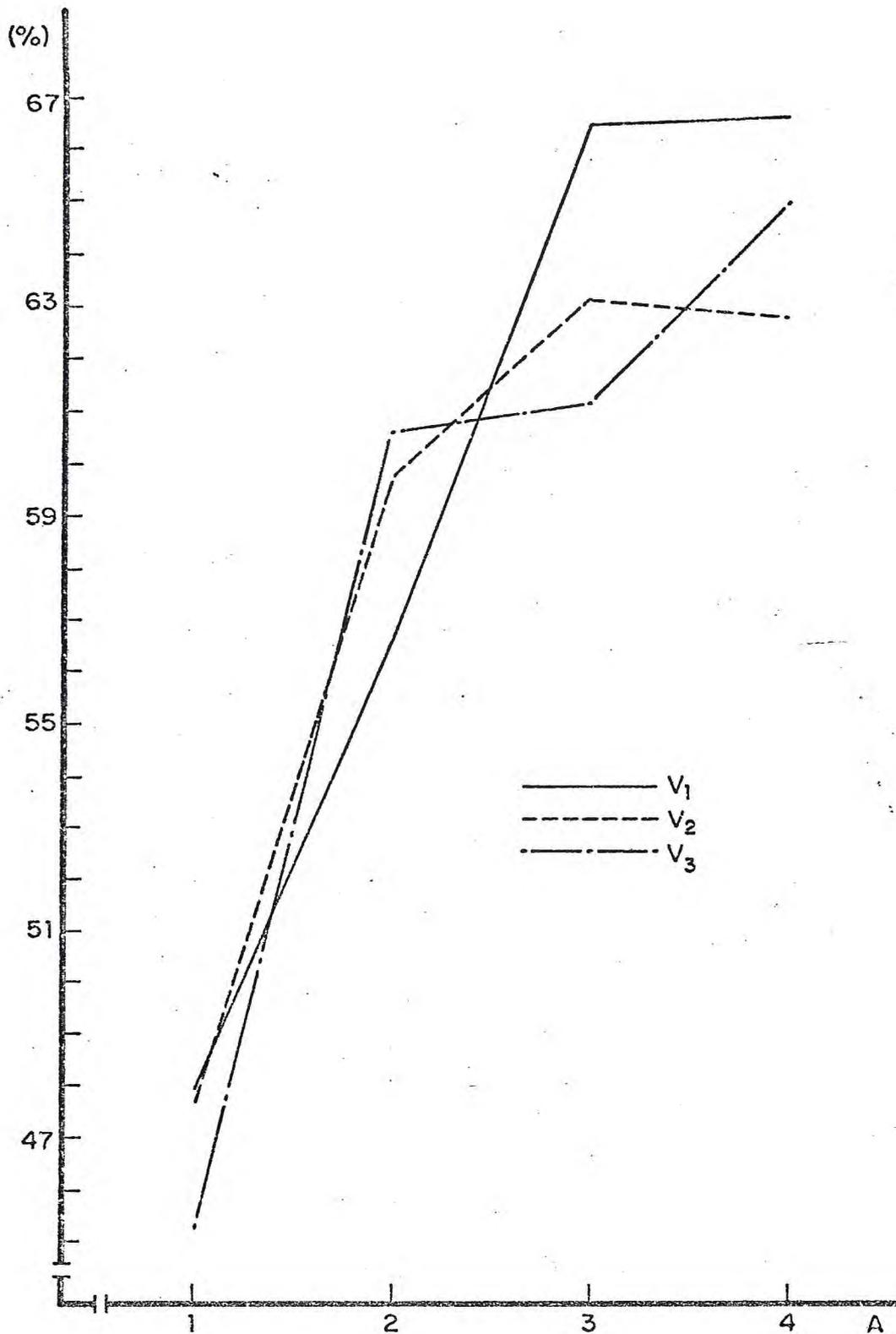


FIGURA 43 - Percentagem de grãos na espiga completa (X_6), de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

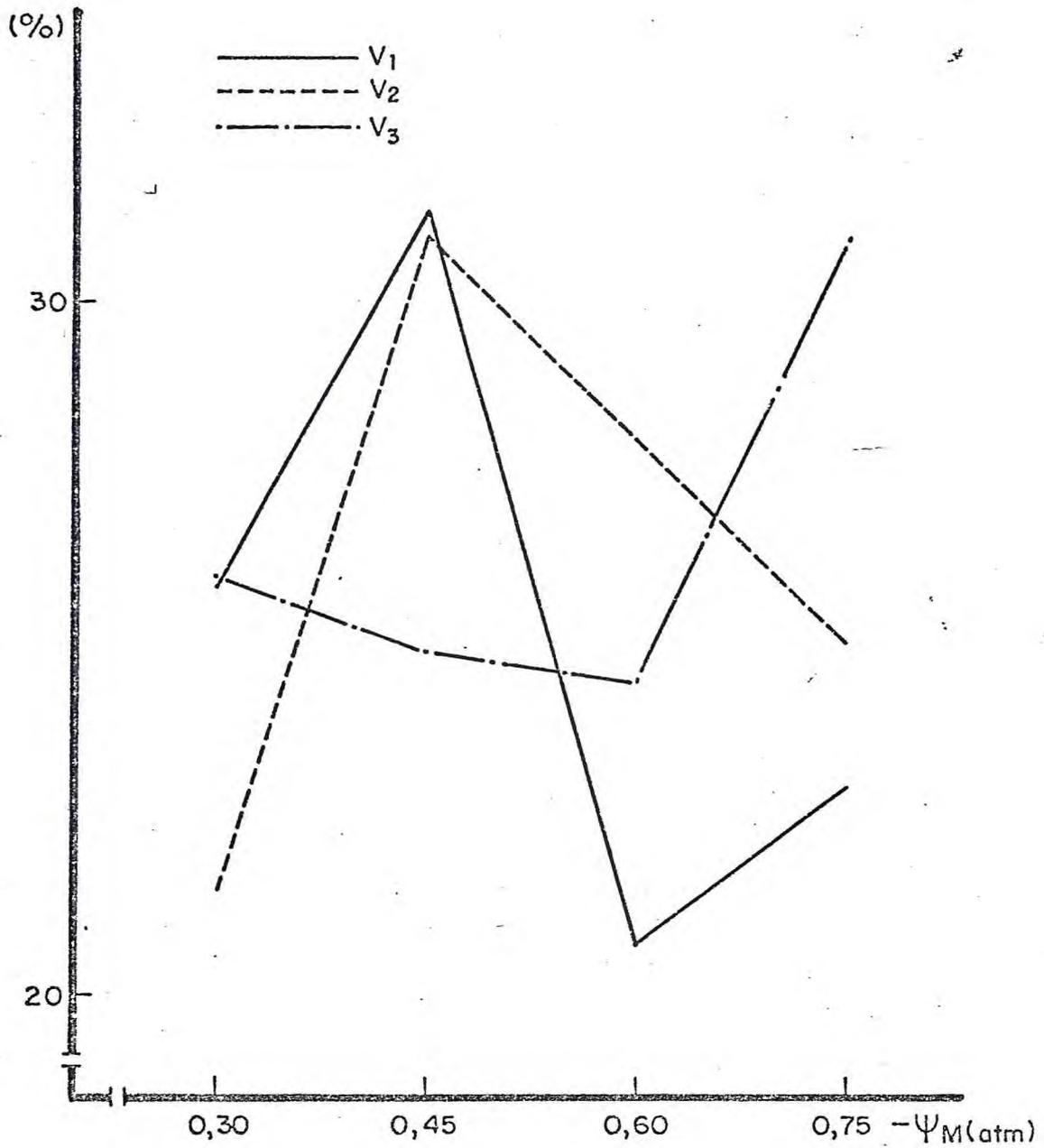


FIGURA 44 - Percentagem de palha na espiga completa (X_7), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

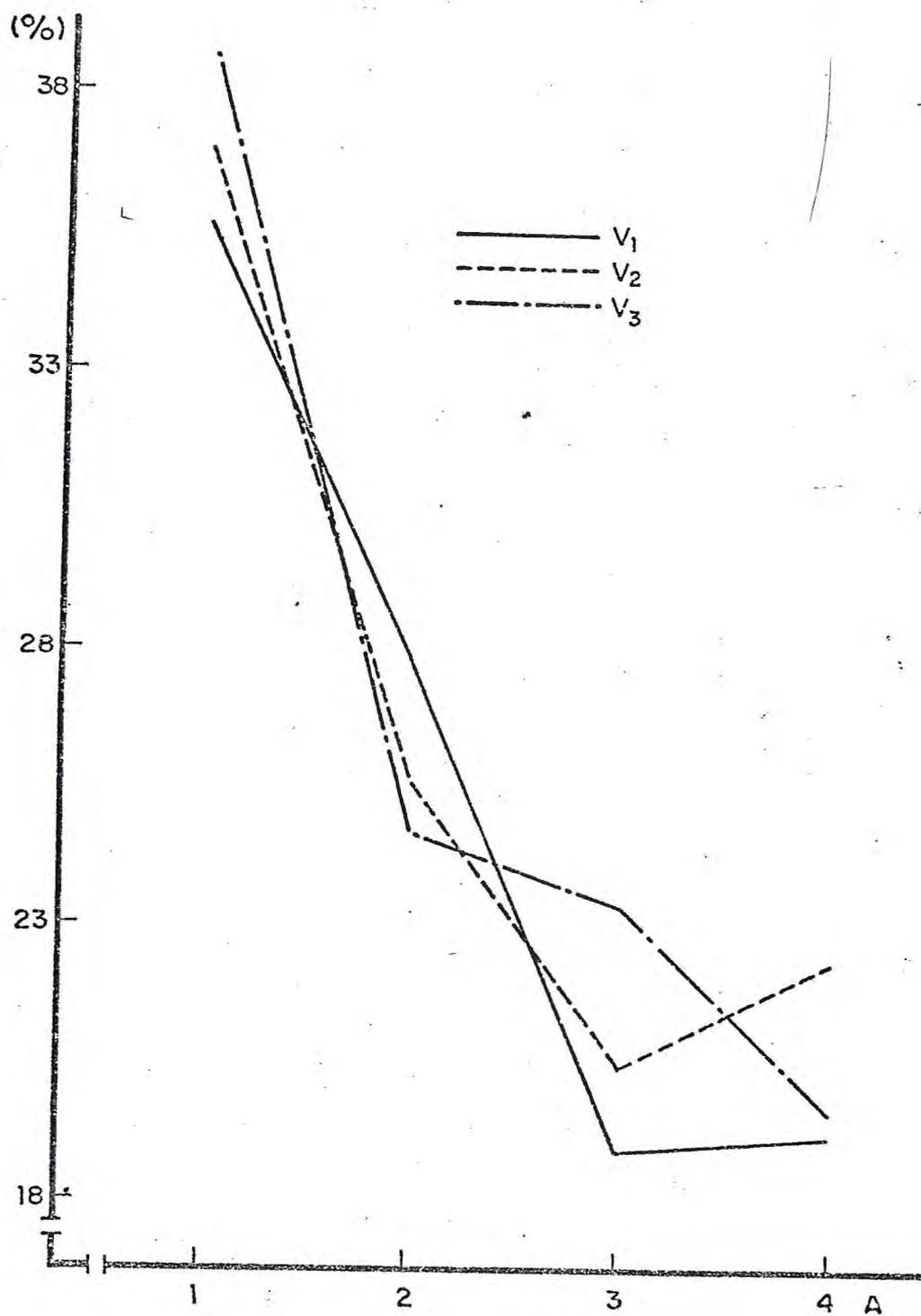


FIGURA 45 - Percentagem de palha na espiga completa (X_7) de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

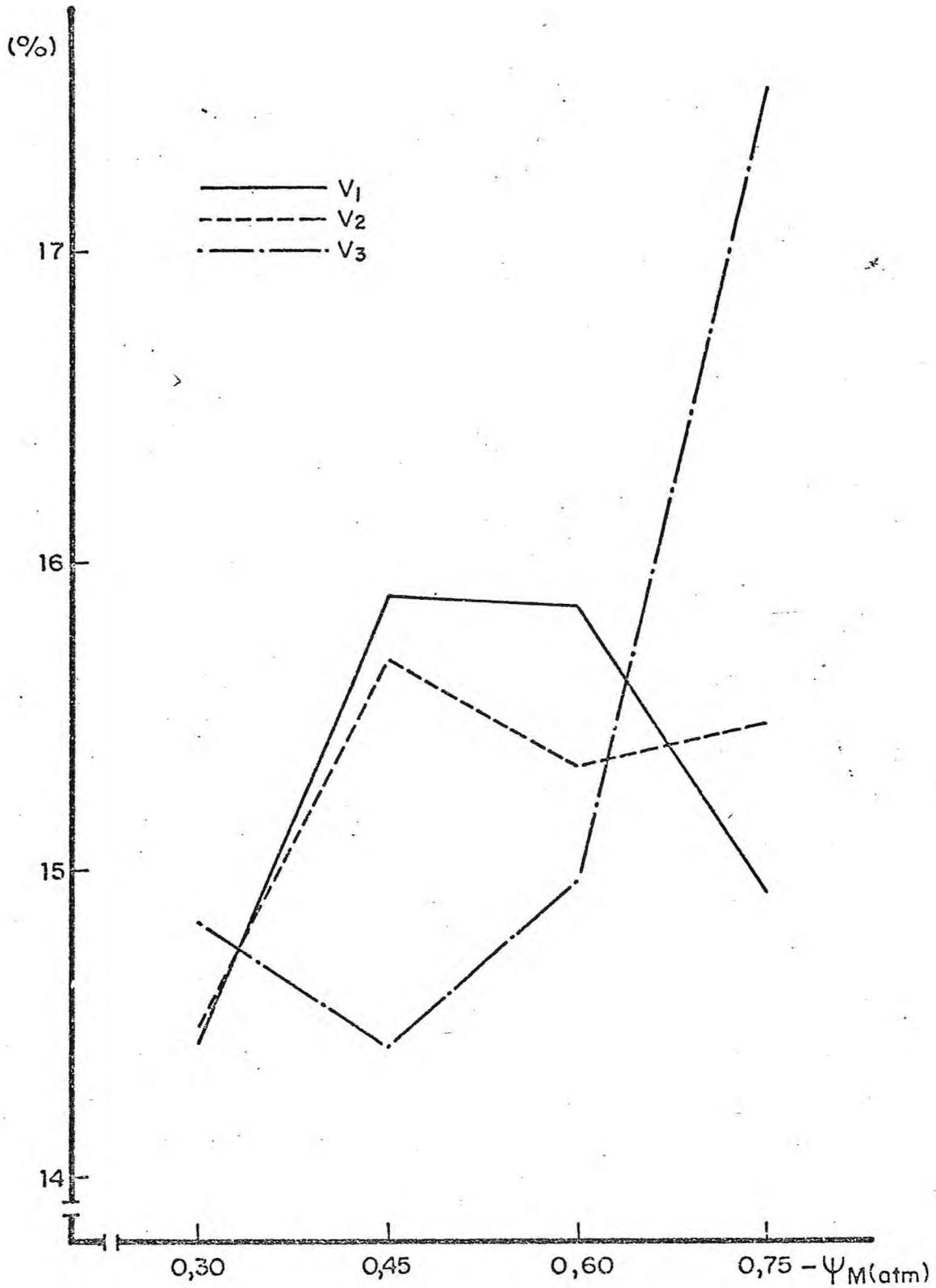


FIGURA 46 - Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8), de três cultivares de milho na presença de quatro níveis de potencial matricial (valores médios sobre quatro fórmulas de adubação).

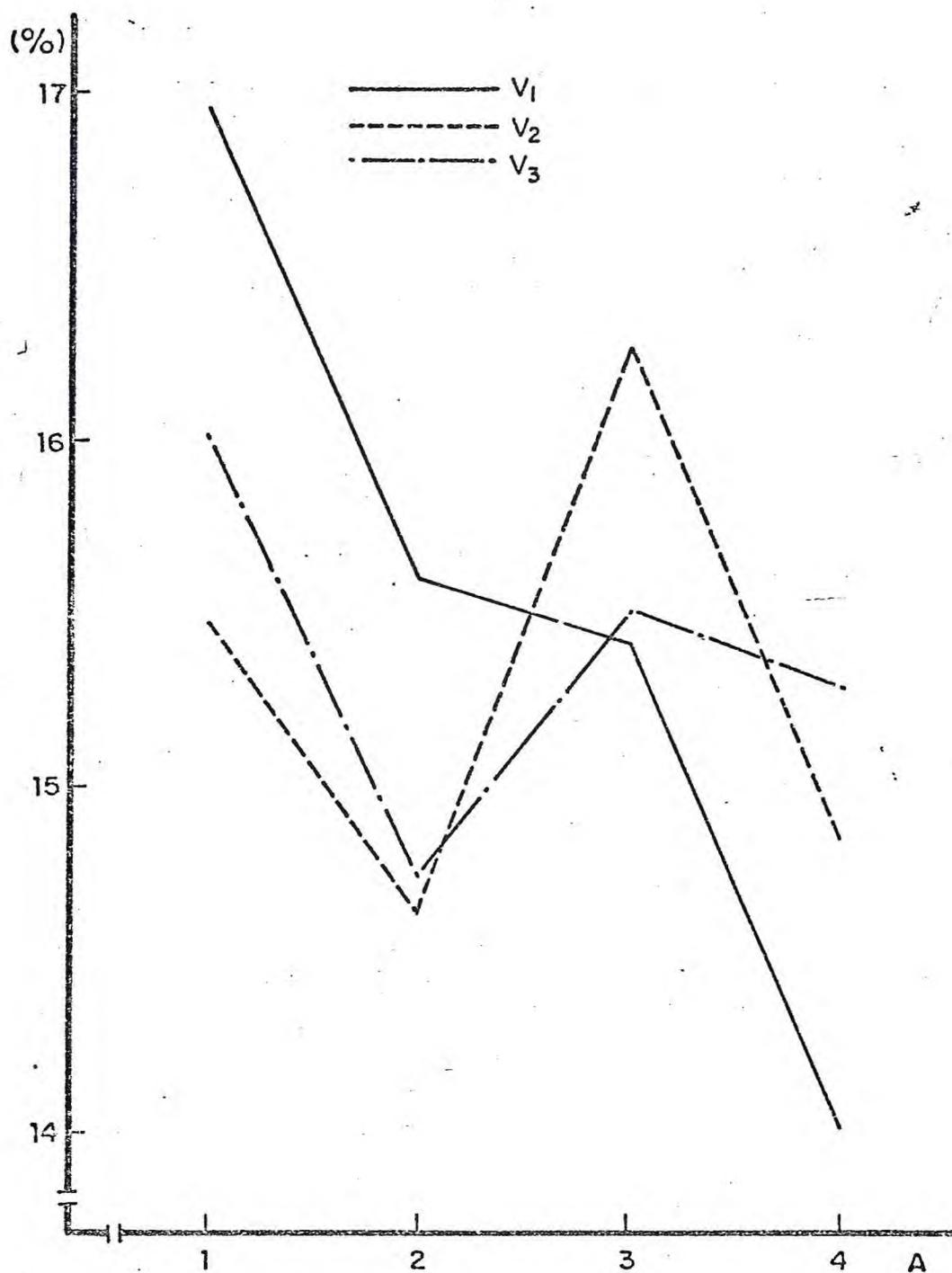


FIGURA 47 - Percentagem de sabugo na espiga completa (X_8) de três cultivares de milho na presença de quatro fórmulas de adubação (valores médios sobre quatro níveis de potencial matricial).

ficativas para a interação cultivar vs. adubação as variáveis X_1 (produção de espigas), X_2 (produção de grãos) e X_3 (produção de sabugo). A TABELA 23 e FIGURA 33 mostram que a maior produção de espigas completas (8,006 t/ha) foi alcançada pelo cultivar Dentado Composto (V_1) adubado com 180-240-120 kg/ha de NPK. A segunda combinação mais produtiva a do cultivar Centralmex (V_2) no mesmo nível de adubação (6,707 t/ha). Estes valores representam as médias sobre os quatro níveis de irrigação. Na TABELA 6 e FIGURAS 8, 9 e 10 verifica-se que, considerados os níveis de irrigação a maior produção foi o do cultivar V_1 em A_4 (9,065 t/ha).

Para produção de grãos, a melhor combinação foi V_1 em A_4 com 5,364 t/ha, média sobre os quatro níveis de irrigação (TABELA 25 e FIGURA 35). Contudo, considerando-se os níveis de irrigação separadamente, a melhor produção de grãos foi de 6,276 t/ha obtida pelo cultivar V_1 no nível A_4 de adubação e nível I_1 de irrigação (TABELA 7 e FIGURA 11).

A menor média de produção de sabugo foi o do cultivar V_2 sobre todos os níveis de irrigação (0,493 t/ha), conforme TABELA 27 e FIGURA 37, no nível de adubação A_4 . Considerados isoladamente os níveis de irrigação a combinação que menos produziu sabugo foi V_2 no nível A_1 (0-0-0) e I_2 de irrigação. Entretanto, esta combinação foi a que menos produziu grãos e espigas, não sendo portanto recomendável.

6 - CONCLUSÕES

Ao produtor de milho irrigado interessa a maximização da produção de grãos embora a palha possa ser também de interesse em se tratando da alimentação de animais.

Interessa, assim conhecer a combinação de fatores capazes de produzir o máximo de grãos pelo menor custo. No presente estudo não foi feita análise econômica daí por que a produção máxima pode não representar aquela que proporcione o maior retorno ao capital empregado.

Os resultados experimentais anteriormente discutidos permitem concluir que os fatores de produção (variedade, adubação e irrigação) são críticos no que diz respeito à produtividade do milho em regime de irrigação.

A aplicação dos tratamentos irrigados em faixas e a determinação da curva característica da água do solo através da amostragem por pontos dispersos por toda a área experimental, causou sérios transtornos com respeito ao tratamento irrigado I_2 , possivelmente devido ao fato de a curva característica determinada não ser representativa da faixa em que I_2 foi aplicado. Seria recomendável a determinação de uma curva característica para cada faixa.

O conteúdo de água do solo, após 48 horas, apresentou uma flutuação de 0,330 a 0,374 $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, que pode ser tomado como a capacidade de campo.

A metodologia utilizada neste trabalho permitiu, mesmo sem se levar em consideração a percolação profunda, uma estimativa da evapotranspiração, ficando a média dos tratamentos empregados em 5,3 mm/dia.

A eficiência de irrigação utilizada durante o trabalho (75%) foi subestimada pois a média dos tratamentos empregados atingiu 91%. Com respeito a frequência e o turno de irrigação obteve-se valores médios de 14, 12, 11, 09 e 09, 10, 11, 14 dias para os níveis de irrigação I_1 , I_2 , I_3 e I_4 , respectivamente.

Para a cultura irrigada de milho é indispensável o uso de cultivares de alto potencial genético de produção. Dos três cultivares testados o Dentado Composto foi o que se mostrou de maior potencial de produção e maior estabilidade de produção sobre os diversos níveis de irrigação e adubação.

Identificado o cultivar é necessário estabelecer os níveis de irrigação e adubação capazes de maximizar a produção. No presente estudo a melhor produtividade (6,276 t/ha) de grãos foi alcançada pelo cultivar Dentado Composto, adubada com 180-240-120 kg/ha de NPK (A_4), mantendo-se o potencial matricial da água do solo em -0,30 atm sendo aplicados para isto 5.115 m³/ha de água em 14 irrigações espaçadas de 09 dias, em média.

O cultivar Centralmex alcançou o máximo de produção de 4,968 t/ha com a mesma dose de fertilizante (A_4) acima, porém com apenas 4.106 m³/ha de água aplicados em 09 irrigações e turno de rega de 14 dias.

O cultivar Piranão alcançou o máximo de produção de 5,003 t/ha de grãos com a mesma dose 180-240-120 kg/ha de NPK, mantendo-se o potencial matricial da água do solo em torno de -0,60 atm, aplicando-se para isto 4.773 m³/ha de água em 11 irrigações e turno de rega de 11 dias.

Cabe finalmente chamar a atenção para o fato de que os resultados experimentais discutidos são válidos apenas para os três cultivares usados no experimento. Assim sendo, o fator variedade deve ser considerado fixo, de sorte que, in-

ferências para um diferente universo de variedades não são cabíveis. Por outro lado sugere-se a continuidade deste trabalho, envolvendo outras variedades e esmerando os níveis de irrigação e adubação, para se atingir a condição ótima de produtividade da cultura.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ALBUQUERQUE, T.C.S. de; ALBUQUERQUE, J.A.S. de; GOMES, A. da SILVA. Efeito da irrigação no rendimento e qualidade do pessego no Rio Grande do Sul. *Pesq. Agrop. Bras.* Brasília-DF, 16(4):557-559. Julho/agosto. 1978.
02. ALESSI, J. & POWER, J.G. Effect of plant spacing on phenological development or early and midseason corn hybrids in a semiarid region. *Crop. Sci.* 15:179-181. 1975.
03. ANDRADE, A.G. de; HAAG, H.P. OLIVEIRA, G.D. de; SARRUGE, J.R. Acumulação diferencial de nutrientes por cinco cultivares de milho. I - Acumulação de macronutrientes. Anais da XI reunião brasileira de milho e sorgo. Piracicaba-SP. 1976.
04. ARRUDA, M.A. Influência do potencial matricial da água do solo e da adubação em cultivares de milho *Zea mays*, L. Fortaleza-Ce. Universidade Federal do Ceará. 1980. Tese.
05. BARRETO, G.B. Avanço da água e intensidade de infiltração em sulcos de irrigação. Campinas. ESALQ/USP. 96p. 1971. Tese.
06. BERNARDO, S.; GALVÃO, J.D.; GUERINI, H.; CARVALHO, J.B. de; Efeitos dos níveis de água no solo sobre a produção do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Anais do II Seminário Nacional de Irrigação. Porto Alegre-RS. 1970.
07. BRITO, D.P.P. de SOUSA; CASTRO, A.F.; NERY, C.; COSTA, F.A.; Ensaio de adubação de milho em latossolo vermelho amarelo sob vegetação de cerrado. *Pesq. agrop. bras.* Ser. Agron. 6:203-7. 1971.

08. CASTRO, P.T. Evapotranspiração atual e potencial de uma cultura de milho. Piracicaba-SP. 1979. Tese.
09. CHANG, Jen-Hu. Climate and agriculture; an ecological survey Chicago. Aldine Publishing Company. 1977.
10. CHOUDHURY, E.N.; MILLAR, A.A.; CHOUDHURY, M.M.; * ABREU, T.A. dos SANTOS. Efeito de diferentes níveis de irrigação na produção do tomate industrial. Mimeografado. 22 p.
11. COELHO, M.A. Características de umidade de alguns solos de aluvião Normais, Sódicos, Sódicos-salinos. Rio de Janeiro. Universidade Federal Rural. 1971. Tese.
12. CRUCIANI, D.E. Perdas de água por drenagem profunda em cultura de milho irrigado (*Zea mays*, L.). O solo. Piracicaba-SP. 72(2):10-18, julho-dezembro. 1980.
13. DALE, R.F. & SHAW, R.H. Effect on corn yields of moisture stress and stand at two fertility levels. Agron. J. 57:475-479. 1965.
14. DAKER, A. Água na Agricultura. 3^a ed. Rio de Janeiro. Freitas Bastos. Vol. 3. 1970.
15. DAVIS, CH.H. Absorption of soil moisture by mayze roots. Botanical Gazette. 101-179. 1950.
16. DENMEAD, O.J. & SHAW, R.H. The effects of soil moisture stress at different stages of growth on the development and yields of corn. Agron. J. 52:272-4, 1960.
17. ————. Availability of soil water to plants as affected by moisture content meteorological conditions. Agron. J. 54(5):385-90, 1962.
18. ESPINOZA, W. Extração de água pelo milho em latossolo da região dos cerrados. Pesq. agrop. bras. Brasília-DF, 15(1):69-78, 1980.
19. ————. Respostas de 12 cultivares de milho ao déficit hídrico. Pesq. Agrop. bras. Brasília-DF, 17(6):905-15. 1982.

20. FERNANDEZ, G. & LAID, R.J. Riegue el maíz espigando. México. Sec. Agricultura e Ganaderia. Boletim técnico, nº 4. 1967.
21. FISHER, R.A. & TURNER, N.C. Plant productivity in the arid and semiarid zones. Ann. Rev. Olan^t physiol. 29:277-317, 1978.
22. FLINN, J.C. The simulation of crop irrigation systems. In: DENT, J.B. & ANDERSON, J.R.; ed. System analysis in agricultural management. Austrália, John Wiley and Sons. Austrália Pty. Ltd. 1971.
23. FORSYTHE, W.M. Uso de medida Físicas de suelos arenosos para avaluar en ellos el manejo del complejo água-aire-planta. Fitotecnia Latino Americano. La Molina. 1967. p. 81-94.
24. GALVÃO, J.D. & PATERNIANI, E. Comportamento comparativo entre o milho Piranão e milhos normais em diferentes densidades de sementeira e níveis de nitrogênio. Anais da X reunião brasileira de milho e sorgo. Sete La^goas-Mg.
25. GOMES, F.P. Curso de Estatística Experimental. Piracicaba-SP. Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz. 1973.
26. ————. A adubação do milho em Lavras. Anais da XI reunião brasileira de milho e sorgo. Piracicaba-SP. 1976.
27. GUROVICH, L.A. Uso de tensiômetro como método de determinacion de frecuencias y laminas de irrigacion. IICA-EMBRAPA-CPATSA, 1979.
28. HILLEL, D. Solo e Água - Fenômenos e princípios físicos. Porto Alegre-RS, EMMA, 1970.
29. ISRAELSEN, O.W. & HANSEN, V.E. Irrigation principles and practices. 3^a ed. New York, Wiley & Sons, 1962.

30. KOEPPEN, W. Climatologia - Fondo de cultura econômica. México-Buenos Aires. 1948.
31. MAEDA, J.A.; SAWAZAKI, E.; POMMER, C.V. Influencia da adubação mineral NPK sobre a qualidade da semente de milho. Anais da XII reunião brasileira de milho e sorgo. Goiania-GO. 1978.
32. MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do milho. I - Deficiências de macronutrientes em variedade Pi ranão. Anais da XI reunião brasileira de milho e sor go. Piracicaba-SP. 1976.
33. MENEZES, O.B. O milho híbrido. Ministério da Agricultura. SIA nº 777. Rio de Janeiro. 1959.
34. MOLL, R.H. & KAMPRATH, E.J. Effects of population den sity upon agronomic traits associated with genetic increases in yield of *Zea mays*, L. Agron. J. 69 : 81-4. 1977.
35. MONTEIRO, D.C. Efeitos de níveis de umidade do solo em cultivares de feijão-de-corda (*Vigna sinensis*, L.). Porto Alegre-RS. Universidade Federal. 1974. Tese.
36. OLITTA, A.F.L. Estudo da infiltração da água em sulcos de irrigação: variação das características hidráulicas com o crescimento das plantas. Piracicaba-SP, ESALQ/USP. 1970. Tese.
37. ———. Os métodos de irrigação. 1.^a ed. São Paulo. Nobel, 1978.
38. PASSOS, S.M.G. & CANÉCHIO FILHO, V. Principais culturas. 2.^a ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrí cola, Vol. 2. 1973.
39. PONS, A.L. Adubação para o milho. IPAGRO nº 23, Agosto. 1980.
40. ———. Efeitos e uso do nitrogênio na cultura do mi lho. IPAGRO nº 23. Agosto, 1980.

41. PONS, A.L. & GUTTERES, J.F. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio, em milho. Anais da XII reunião brasileira de milho e sorgo. Goiania-GO. 1978.
42. QUEIROZ FILHO, S.C. & MILLAR, A.A. Parâmetros para irrigação por sulcos dos vertissolos do sub-médio São Francisco. Anais do III Sem. Nac. de Irrigação e Drenagem. Vol. 4, Fortaleza-CE, 1975.
43. REICHARDT, K. Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera. Piracicaba-SP, CENA. 1975.
44. REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; SAUNDERS, L.C.U.; CADIMA, A. Dinâmica da água em solo cultivado com milho. Rev. bras. Cienc. solo, Campinas-SP, 3(1):1-5. Jan/abril, 1978.
45. RESENDE, M.; HERDERSON, D.W. & FERERES, E. Frequência de irrigação, desenvolvimento e produção do feijão kidney. Pesq. agrop. bras. Brasília-DF, 16(3):363-70. Maio/junho. 1981.
46. RICHARDS, L.A. Pressure membrane apparatus, Construction and use. Agric. Eng. St. Joseph, 28:451-4. 1947.
47. RICHARDS, L.A. & WALDLEIGH, C.H. Soil water and plant growth. In "Soil Physical Conditions and Plant Growth" Amer. Soc. Agron. Monograph 2. p.13. 1952.
48. SAUNDERS, L.C.U. Disponibilidade de água e classificação com fins de irrigação de três solos da estação experimental agronômica. Porto Alegre-RS. Centro de hidrologia aplicada do Instituto de pesquisas hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1971. Tese.
49. ———. Métodos de determinação e variabilidade espacial da condutividade hidráulica sob condições de campo. Piracicaba-SP, ESALQ/USP, 1978. Tese.

50. SAUNDERS, L.C.U.; LIBARDI, P.L. & REICHARDT, K. Condutividade hidráulica de terra roxa estruturada em condições de campo. Piracicaba-SP, ESALQ/USP. 1978.
51. SAUNDERS, L.C.U.; CASTRO, P.T.; BARBOSA, C.E.; MATIAS FILHO, J. Dinâmica da água no solo com a cultura do feijão-de-corda *Vigna sinensis*, (L.) Savi, em aluvião eutrófico. (No Prelo Ciênc. Agrônômica) 1981.
52. SHAW, R.H. Climatic requirement. In: CORN and corn improvement. Madison, American Society Agronomy, 1977.
53. SILVA, M.A. da; MILLAR, A.A.; OLIVEIRA, C.A.V.; MARTINS, C.E.; BANDEIRA, R.E. & NASCIMENTO, T. Efeito da lâmina de irrigação e da adubação nitrogenada na produção de grão de milho. Petrolina-PE, EMBRAPA/CPATSA, 1981. 13 p. (EMBRAPA/CPATSA. Boletim de Pesquisa, 4).
54. SOUSA, J.A.C. Efeito da tensão da água do solo na cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum* spp). Universidade Estadual de Campinas. 1976. Tese.
55. SOUZA, E.A. Ensaio fatoriais de adubação NPK na cultura do milho, na região de Jaboticabal-SP. Anais da XII reunião brasileira de milho e sorgo. Goiania-GO, 1978.
56. THORNTWAITE, C.W. & MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. In: U.S. Department of Agriculture Yearbook, 1955.
57. VEIHMEYER, F.J. & HENDRICKSON, A.A. Does transpiration decrease as the soil moisture decreases? Transaction, American geophysical Union, 36(5):435-48, 1955.
58. VIOLA, E.A. considerações sobre a cultura do milho. IPAGRO nº 23, agosto. 1980.
59. YAO, A.Y.M. & SHAW, R.H. Effect of plant population and planting pattern of corn on the distribution of net radiation. Agron. J.; 56:165-9, 1964.

ANEXO "A"
TABELAS

TABELA A1 - Dados meteorológicos da área experimental, mês:
setembro, ano: 1981.

| Dia | Temperatura | | | UR | Vento | | RS | I | E | P |
|-----|-------------|--------|--------|------|-------|-----|----|------|-----|-----|
| | Média | Máxima | Mínima | | D | V | | | | |
| 1 | 27,8 | 34,6 | 23,2 | 55,0 | NE | 4,7 | - | 9,8 | 6,8 | 0,0 |
| 2 | 28,1 | 34,5 | 23,6 | 53,0 | NE | 3,6 | - | 4,7 | 6,4 | 0,0 |
| 3 | 27,5 | 35,5 | 22,5 | 60,0 | NNE | 4,7 | - | 10,0 | 6,6 | 0,0 |
| 4 | 27,3 | 34,5 | 21,8 | 63,0 | N | 3,6 | - | 9,9 | 6,4 | 0,0 |
| 5 | 27,0 | 34,6 | 21,8 | 62,0 | NNE | 4,4 | - | 6,5 | 7,3 | 0,0 |
| 6 | 27,4 | 35,0 | 22,0 | 64,0 | NE | 4,7 | - | 8,0 | 5,0 | 0,0 |
| 7 | 27,6 | 35,3 | 23,6 | 62,0 | ESE | 3,6 | - | 9,7 | 6,4 | 0,0 |
| 8 | 27,4 | 35,1 | 22,7 | 57,0 | ESE | 4,1 | - | 9,9 | 5,7 | 0,0 |
| 9 | 27,3 | 35,4 | 22,0 | 51,0 | E | 4,4 | - | 10,0 | 7,0 | 0,0 |
| 10 | 27,3 | 33,3 | 22,7 | 59,0 | E | 4,7 | - | 8,3 | 7,3 | 0,0 |
| 11 | 27,1 | 33,5 | 23,5 | 51,0 | ENE | 5,5 | - | 7,8 | 6,1 | 0,0 |
| 12 | 28,1 | 34,6 | 23,7 | 53,0 | ESE | 6,1 | - | 9,2 | 7,0 | 0,0 |
| 13 | 28,0 | 35,9 | 22,7 | 55,0 | ESE | 5,0 | - | 10,0 | 8,4 | 0,0 |
| 14 | 27,7 | 35,7 | 22,9 | 57,0 | NNE | 5,0 | - | 10,0 | 7,9 | 0,0 |
| 15 | 27,7 | 34,7 | 21,6 | 64,0 | ESE | 5,2 | - | 9,7 | 7,4 | 0,0 |
| 16 | 28,0 | 35,8 | 23,2 | 57,0 | ENE | 6,3 | - | 9,6 | 7,2 | 0,0 |
| 17 | 27,5 | 34,0 | 22,9 | 58,0 | ESE | 6,1 | - | 9,6 | 8,2 | 0,0 |
| 18 | 27,0 | 34,6 | 23,3 | 56,0 | ENE | 5,5 | - | 7,8 | 7,7 | 0,0 |
| 19 | 28,4 | 35,1 | 24,5 | 56,0 | ENE | 5,5 | - | 7,5 | 8,0 | 0,0 |
| 20 | 28,6 | 36,0 | 24,8 | 55,0 | NE | 6,4 | - | 9,2 | 8,7 | 0,0 |
| 21 | 28,2 | 35,2 | 24,2 | 57,0 | SE | 4,1 | - | 9,5 | 7,7 | 0,0 |
| 22 | 28,6 | 35,4 | 23,8 | 56,0 | E | 5,5 | - | 9,0 | 8,5 | 0,0 |
| 23 | 28,4 | 36,3 | 22,9 | 56,0 | ESE | 5,8 | - | 8,9 | 8,3 | 0,0 |
| 24 | 28,1 | 35,7 | 23,3 | 57,0 | SE | 3,7 | - | 9,2 | 8,0 | 0,0 |
| 25 | 28,4 | 36,3 | 22,9 | 55,0 | ESE | 3,3 | - | 8,4 | 6,8 | 0,0 |
| 26 | 28,4 | 36,2 | 24,0 | 56,0 | NE | 5,5 | - | 9,0 | 6,8 | 0,0 |
| 27 | 27,0 | 34,5 | 21,8 | 64,0 | E | 5,8 | - | 8,6 | 6,7 | 0,0 |
| 28 | 27,0 | 34,4 | 22,8 | 65,0 | NE | 5,6 | - | 8,2 | 8,0 | 0,0 |
| 29 | 27,4 | 34,8 | 23,0 | 61,0 | NE | 5,0 | - | 9,1 | 7,0 | 0,0 |
| 30 | 27,9 | 35,0 | 22,0 | 57,0 | ENE | 5,2 | - | 9,0 | 6,8 | 0,0 |

UR - Umidade Relativa
D - Direção
V - Velocidade
RS - Radiação Solar
I - Insolação
E - Evaporação
P - Precipitação

TABELA A2 - Dados meteorológicos da área experimental, mês:
outubro, ano: 1981.

| Dia | Temperatura | | | UR | Vento | | RS | I | E | P |
|-----|-------------|--------|--------|------|-------|-----|----|------|-----|-----|
| | Média | Máxima | Mínima | | D | V | | | | |
| 1 | 27,3 | 35,2 | 22,0 | 71,0 | N | 5,2 | - | 9,2 | 7,1 | 0,0 |
| 2 | 26,6 | 34,5 | 22,5 | 72,0 | N | 5,2 | - | 7,3 | 6,7 | 0,0 |
| 3 | 27,4 | 34,9 | 23,0 | 65,0 | N | 6,1 | - | 7,6 | 5,7 | 0,0 |
| 4 | 27,3 | 35,2 | 22,1 | 62,0 | NE | 5,0 | - | 9,0 | 6,2 | 0,0 |
| 5 | 27,9 | 35,0 | 23,6 | 66,0 | NE | 5,8 | - | 9,8 | 6,6 | 0,0 |
| 6 | 27,9 | 35,3 | 23,5 | 64,0 | NNE | 5,2 | - | 8,5 | 6,0 | 0,0 |
| 7 | 27,8 | 36,5 | 22,4 | 64,0 | NNE | 3,9 | - | 10,0 | 6,6 | 0,0 |
| 8 | 27,7 | 35,9 | 23,3 | 69,0 | NNE | 6,6 | - | 9,6 | 6,6 | 0,0 |
| 9 | 27,0 | 34,2 | 22,4 | 68,0 | NNE | 5,0 | - | 5,8 | 5,1 | 0,0 |
| 10 | 26,9 | 34,0 | 21,8 | 69,0 | NNE | 4,4 | - | 6,9 | 5,8 | 0,0 |
| 11 | 27,3 | 34,5 | 22,5 | 66,0 | NE | 5,5 | - | 8,2 | 5,5 | 0,0 |
| 12 | 27,0 | 34,5 | 20,8 | 68,0 | NE | 5,5 | - | 7,7 | 5,9 | 0,0 |
| 13 | 26,7 | 34,7 | 21,7 | 68,0 | NE | 5,0 | - | 9,4 | 5,0 | 0,0 |
| 14 | 26,5 | 35,2 | 20,5 | 67,0 | N | 5,0 | - | 10,0 | 4,5 | 0,0 |
| 15 | 27,6 | 35,9 | 21,2 | 64,0 | NE | 5,8 | - | 9,7 | 6,8 | 0,0 |
| 16 | 28,2 | 36,0 | 24,7 | 66,0 | NE | 5,8 | - | 7,6 | 7,2 | 0,0 |
| 17 | 27,6 | 36,2 | 22,6 | 63,0 | NE | 5,7 | - | 10,6 | 6,5 | 0,0 |
| 18 | 27,3 | 35,2 | 22,3 | 66,0 | NE | 5,5 | - | 10,5 | 7,6 | 0,0 |
| 19 | 28,0 | 35,5 | 22,5 | 58,0 | ENE | 5,8 | - | 10,4 | 6,8 | 0,0 |
| 20 | 28,1 | 35,0 | 24,6 | 61,0 | NE | 5,2 | - | 10,8 | 7,7 | 0,0 |
| 21 | 27,8 | 36,1 | 23,0 | 65,0 | NNE | 5,5 | - | 10,7 | 6,7 | 0,0 |
| 22 | 28,1 | 36,2 | 23,4 | 67,0 | NE | 5,0 | - | 9,5 | 5,7 | 0,0 |
| 23 | 27,8 | 35,1 | 22,5 | 63,0 | ENE | 5,5 | - | 10,7 | 5,6 | 0,0 |
| 24 | 27,8 | 35,5 | 23,2 | 62,0 | E | 7,2 | - | 10,5 | 6,6 | 0,0 |
| 25 | 29,0 | 36,0 | 24,2 | 52,0 | E | 6,6 | - | 10,7 | 8,0 | 0,0 |
| 26 | 29,0 | 37,6 | 25,0 | 57,0 | NNE | 5,8 | - | 10,8 | 7,8 | 0,0 |
| 27 | 28,6 | 36,0 | 23,2 | 66,0 | NE | 6,4 | - | 9,9 | 7,4 | 0,0 |
| 28 | 28,0 | 35,0 | 23,7 | 67,0 | NE | 4,8 | - | 9,5 | 7,0 | 0,0 |
| 29 | 28,1 | 35,6 | 23,3 | 65,0 | NE | 5,8 | - | 10,2 | 6,4 | 0,0 |
| 30 | 28,5 | 36,0 | 23,2 | 65,0 | ENE | 4,4 | - | 9,9 | 6,2 | 0,0 |
| 31 | 28,1 | 36,0 | 23,3 | 60,0 | ENE | 6,1 | - | 10,4 | 6,7 | 0,0 |

UR - Umidade Relativa
D - Direção
V - Velocidade
RS - Radiação Solar
I - Insolação
E - Evaporação
P - Precipitação

TABELA A3 - Dados meteorológicos da área experimental, mês:
novembro, ano: 1981.

| Dia | Temperatura | | | UR | Vento | | RS | I | E | P |
|-----|-------------|--------|--------|------|-------|-----|----|------|-----|-----|
| | Média | Máxima | Mínima | | D | V | | | | |
| 1 | 27,2 | 34,4 | 23,7 | 66,0 | NE | 6,1 | - | 8,4 | 6,5 | 0,0 |
| 2 | 27,9 | 35,6 | 22,3 | 60,0 | NE | 3,9 | - | 9,8 | 5,9 | 0,0 |
| 3 | 28,3 | 35,9 | 22,9 | 62,0 | NE | 6,1 | - | 4,8 | 5,8 | 0,0 |
| 4 | 28,2 | 35,2 | 23,5 | 66,0 | NE | 5,5 | - | 9,2 | 5,4 | 0,0 |
| 5 | 27,6 | 35,8 | 22,8 | 65,0 | NNE | 4,7 | - | 8,6 | 7,2 | 0,0 |
| 6 | 27,3 | 34,6 | 22,2 | 68,0 | NE | 5,0 | - | 7,8 | 6,2 | 0,0 |
| 7 | 27,7 | 33,6 | 22,7 | 68,0 | NE | 5,0 | - | 4,1 | 5,3 | 0,0 |
| 8 | 28,5 | 34,8 | 25,3 | 62,0 | ENE | 5,3 | - | 4,0 | 5,1 | 0,0 |
| 9 | 27,4 | 33,6 | 23,3 | 68,0 | NE | 4,1 | - | 3,5 | 5,8 | 0,2 |
| 10 | 27,8 | 33,4 | 23,6 | 65,0 | ENE | 5,8 | - | 4,7 | 4,9 | 0,2 |
| 11 | 27,9 | 35,6 | 21,9 | 61,0 | ENE | 4,4 | - | 10,8 | 4,9 | 0,0 |
| 12 | 28,2 | 35,5 | 23,1 | 59,0 | ENE | 5,1 | - | 9,2 | 6,2 | 0,0 |
| 13 | 28,3 | 36,3 | 22,7 | 64,0 | ENE | 4,8 | - | 10,7 | 5,7 | 0,0 |
| 14 | 28,1 | 35,4 | 23,9 | 66,0 | NE | 5,0 | - | 9,4 | 7,4 | 0,0 |
| 15 | 28,2 | 35,0 | 22,7 | 61,0 | NE | 5,0 | - | 9,4 | 6,6 | 0,0 |
| 16 | 28,0 | 34,8 | 23,1 | 65,0 | NE | 5,0 | - | 8,2 | 6,1 | 0,0 |
| 17 | 28,1 | 35,2 | 23,2 | 60,0 | NNE | 4,1 | - | 9,5 | 7,2 | 0,0 |
| 18 | 27,9 | 34,6 | 22,9 | 64,0 | NE | 4,4 | - | 7,5 | 6,5 | 0,0 |
| 19 | 28,4 | 36,6 | 22,9 | 62,0 | NNE | 5,0 | - | 8,7 | 5,6 | 0,0 |
| 20 | 28,1 | 35,8 | 23,3 | 65,0 | NE | 4,5 | - | 9,3 | 5,8 | 0,0 |
| 21 | 28,2 | 35,5 | 23,6 | 65,0 | NE | 4,8 | - | 9,8 | 5,4 | 0,0 |
| 22 | 28,1 | 34,6 | 24,1 | 63,0 | ENE | 5,8 | - | 6,2 | 5,5 | 0,0 |
| 23 | 27,8 | 35,5 | 22,2 | 64,0 | NE | 5,0 | - | 10,5 | 5,5 | 0,0 |
| 24 | 28,1 | 35,6 | 23,3 | 64,0 | NE | 5,5 | - | 9,5 | 5,1 | 0,0 |
| 25 | 28,4 | 36,0 | 23,9 | 64,0 | NE | 5,2 | - | 9,1 | 5,0 | 0,0 |
| 26 | 28,0 | 34,6 | 23,2 | 63,0 | N | 5,2 | - | 9,5 | 5,1 | 0,0 |
| 27 | 27,7 | 34,7 | 21,4 | 62,0 | NE | 5,5 | - | 10,1 | 5,0 | 0,0 |
| 28 | 28,0 | 35,0 | 23,2 | 64,0 | NE | 5,4 | - | 9,3 | 4,8 | 0,0 |
| 29 | 27,8 | 34,3 | 22,5 | 63,0 | NE | 5,0 | - | 8,8 | 4,9 | 0,0 |
| 30 | 28,6 | 35,4 | 24,7 | 59,0 | E | 4,7 | - | 10,6 | 4,9 | 0,0 |

UR - Umidade Relativa
D - Direção
V - Velocidade
RS - Radiação Solar
I - Insolação
E - Evaporação
P - Precipitação

TABELA A4 - Dados meteorológicos da área experimental, mês: dezembro, ano: 1981.

| Dia | Temperatura | | | UR | Vento | | RS | I | E | P |
|-----|-------------|--------|--------|------|-------|-----|----|------|-----|------|
| | Média | Máxima | Mínima | | D | V | | | | |
| 1 | 28,6 | 35,1 | 23,4 | 64,0 | NNE | 4,7 | - | 7,9 | 7,2 | 0,0 |
| 2 | 28,0 | 35,2 | 22,3 | 64,0 | NNE | 4,4 | - | 9,7 | 6,2 | 0,0 |
| 3 | 27,4 | 32,6 | 23,6 | 71,0 | ENE | 6,1 | - | 0,9 | 5,1 | 0,0 |
| 4 | 27,4 | 31,8 | 24,3 | 71,0 | ENE | 4,7 | - | 2,2 | 3,9 | 0,0 |
| 5 | 27,9 | 32,4 | 24,4 | 65,0 | ESE | 5,5 | - | 0,1 | 4,7 | 0,0 |
| 6 | 28,8 | 35,2 | 24,0 | 53,0 | ENE | 5,8 | - | 9,0 | 4,8 | 0,0 |
| 7 | 28,2 | 35,4 | 24,7 | 65,0 | NE | 5,8 | - | 6,3 | 6,7 | 0,0 |
| 8 | 28,4 | 36,0 | 22,4 | 65,0 | NE | 5,0 | - | 9,6 | 5,1 | 0,0 |
| 9 | 28,2 | 35,2 | 23,6 | 62,0 | NE | 5,0 | - | 10,1 | 5,1 | 0,0 |
| 10 | 28,7 | 35,6 | 23,5 | 60,0 | ENE | 6,6 | - | 9,4 | 5,5 | 0,0 |
| 11 | 28,4 | 35,1 | 23,1 | 63,0 | ENE | 5,8 | - | 8,4 | 5,5 | 0,0 |
| 12 | 28,8 | 35,0 | 24,9 | 59,0 | NE | 5,5 | - | 5,5 | 5,8 | 0,0 |
| 13 | 28,8 | 37,2 | 23,0 | 61,0 | NE | 6,5 | - | 10,0 | 5,0 | 0,0 |
| 14 | 28,6 | 35,8 | 24,0 | 64,0 | ENE | 5,8 | - | 10,3 | 8,5 | 0,0 |
| 15 | 28,4 | 35,2 | 23,2 | 64,0 | E | 5,2 | - | 9,6 | 6,9 | 0,0 |
| 16 | 28,4 | 35,2 | 25,0 | 62,0 | NE | 6,6 | - | 8,8 | 5,8 | 0,0 |
| 17 | 29,1 | 35,4 | 24,7 | 63,0 | NE | 6,1 | - | 8,2 | 7,6 | 0,0 |
| 18 | 29,0 | 35,6 | 25,0 | 64,0 | ENE | 7,2 | - | 8,9 | 7,1 | 0,0 |
| 19 | 28,8 | 34,2 | 25,6 | 62,0 | ENE | 5,8 | - | 9,5 | 7,7 | 0,0 |
| 20 | 28,9 | 35,6 | 24,5 | 66,0 | NE | 5,0 | - | 5,1 | 7,5 | 0,0 |
| 21 | 23,7 | 27,3 | 20,7 | 90,0 | W | 1,6 | - | 0,0 | 4,2 | 48,0 |
| 22 | 27,1 | 33,0 | 23,1 | 76,0 | E | 2,1 | - | 6,8 | 0,8 | 0,0 |
| 23 | 27,4 | 33,3 | 22,8 | 73,0 | NE | 4,4 | - | 8,5 | 3,8 | 0,0 |
| 24 | 25,2 | 28,0 | 22,5 | 84,0 | NNE | 2,5 | - | 0,0 | 3,6 | 8,0 |
| 25 | 27,9 | 33,0 | 24,5 | 71,0 | NE | 3,9 | - | 7,9 | 1,7 | 0,0 |
| 26 | 27,6 | 32,9 | 24,0 | 76,0 | NNE | 4,4 | - | 8,6 | 4,4 | 4,4 |
| 27 | 28,0 | 34,1 | 23,9 | 73,0 | NNE | 3,3 | - | 7,3 | 3,8 | 0,0 |
| 28 | 27,9 | 34,2 | 23,6 | 73,0 | NNE | 3,3 | - | 10,3 | 3,5 | 0,0 |
| 29 | 27,9 | 34,4 | 23,0 | 77,0 | NE | 4,1 | - | 8,5 | 3,7 | 0,0 |
| 30 | 27,5 | 34,2 | 23,5 | 74,0 | ENE | 3,3 | - | 8,3 | 3,9 | 0,0 |
| 31 | 28,0 | 34,4 | 23,0 | 63,0 | ENE | 5,2 | - | 10,9 | 4,4 | 0,0 |

UR - Umidade Relativa
D - Direção
V - Velocidade
RS - Radiação Solar
I - Insolação
E - Evaporação
P - Precipitação

TABELA A5- Dados meteorológicos da área experimental, mês:
janeiro, ano: 1982.

| Dia | Temperatura | | | UR | Vento | | RS | I | E | P |
|-----|-------------|--------|--------|------|-------|-----|----|------|-----|------|
| | Média | Máxima | Mínima | | D | V | | | | |
| 1 | 28,2 | 34,5 | 23,5 | 64,0 | N | 5,5 | - | 10,6 | 6,4 | 0,0 |
| 2 | 28,0 | 34,4 | 23,3 | 68,0 | NNE | 3,9 | - | 9,9 | 5,8 | 0,0 |
| 3 | 28,1 | 35,5 | 22,8 | 69,0 | NNE | 3,9 | - | 9,2 | 4,6 | 0,0 |
| 4 | 27,5 | 33,5 | 23,5 | 69,0 | ENE | 3,9 | - | 5,7 | 4,1 | 0,0 |
| 5 | 27,8 | 34,4 | 23,4 | 72,0 | NNE | 4,7 | - | 8,9 | 4,3 | 0,0 |
| 6 | 27,5 | 33,4 | 22,9 | 71,0 | ENE | 4,4 | - | 10,2 | 3,1 | 0,0 |
| 7 | 27,6 | 33,6 | 23,0 | 76,0 | N | 3,4 | - | 5,5 | 4,0 | 0,0 |
| 8 | 26,9 | 32,0 | 24,3 | 73,0 | NE | 4,2 | - | 3,2 | 4,4 | 0,0 |
| 9 | 27,4 | 34,4 | 22,4 | 70,0 | NNE | 4,4 | - | 7,3 | 4,0 | 0,0 |
| 10 | 27,9 | 34,7 | 23,6 | 69,0 | NNE | 3,8 | - | 8,0 | 4,8 | 0,0 |
| 11 | 27,3 | 33,4 | 24,5 | 75,0 | N | 4,4 | - | 3,9 | 4,7 | 2,0 |
| 12 | 27,1 | 34,5 | 22,2 | 73,0 | NNE | 3,0 | - | 8,5 | 3,0 | 0,0 |
| 13 | 27,4 | 34,7 | 22,0 | 73,0 | N | 4,7 | - | 9,3 | 4,1 | 0,0 |
| 14 | 27,6 | 35,0 | 22,6 | 70,0 | NNE | 4,5 | - | 6,0 | 4,7 | 0,0 |
| 15 | 27,4 | 34,3 | 24,5 | 68,0 | NE | 5,2 | - | 7,6 | 4,9 | 0,2 |
| 16 | 26,9 | 34,8 | 20,4 | 73,0 | NE | 4,4 | - | 6,6 | 5,4 | 0,0 |
| 17 | 27,3 | 35,2 | 21,9 | 69,0 | NE | 3,9 | - | 9,9 | 4,5 | 0,0 |
| 18 | 27,8 | 35,0 | 22,7 | 68,0 | N | 4,1 | - | 7,5 | 5,7 | 0,0 |
| 19 | 27,1 | 33,3 | 22,4 | 71,0 | N | 3,3 | - | 2,5 | 6,4 | 0,0 |
| 20 | 27,2 | 34,6 | 22,4 | 70,0 | NE | 3,6 | - | 9,0 | 4,6 | 0,0 |
| 21 | 27,1 | 33,5 | 22,2 | 75,0 | NE | 4,1 | - | 8,6 | 5,3 | 2,8 |
| 22 | 27,0 | 32,2 | 23,4 | 78,0 | NE | 3,9 | - | 5,1 | 4,4 | 0,0 |
| 23 | 25,5 | 30,0 | 22,8 | 84,0 | E | 2,2 | - | 0,2 | 3,2 | 7,6 |
| 24 | 26,7 | 32,6 | 22,7 | 78,0 | NNE | 4,1 | - | 4,0 | 2,3 | 2,2 |
| 25 | 27,7 | 32,5 | 23,8 | 67,0 | NNE | 5,0 | - | 0,3 | 4,0 | 0,0 |
| 26 | 27,0 | 32,0 | 24,4 | 89,0 | NNE | 2,2 | - | 2,0 | 4,2 | 3,0 |
| 27 | 25,9 | 30,5 | 22,2 | 87,0 | N | 2,1 | - | 1,0 | 1,9 | 12,4 |
| 28 | 26,0 | 32,0 | 23,0 | 82,0 | NNE | 3,3 | - | 4,4 | 1,3 | 6,0 |
| 29 | 25,2 | 30,1 | 23,0 | 89,0 | NNE | 3,8 | - | 1,5 | 2,1 | 11,8 |
| 30 | 27,0 | 32,2 | 22,6 | 74,0 | NNE | 4,1 | - | 9,1 | 1,2 | 0,0 |
| 31 | 26,8 | 32,2 | 23,1 | 77,0 | NNE | 4,4 | - | 9,0 | 2,8 | 1,8 |

UR - Umidade Relativa
D - Direção
V - Velocidade
RS - Radiação Solar
I - Insolação
E - Evaporação
P - Precipitação

TABELA A6 - Análise química da água de irrigação.

| Mês e Ano | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | CO ₃ ⁼ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁼ | CE mmho cm ⁻¹ | pH | %Na | RAS | Soma de Cations | Totais de sais solúveis (kg/m ³) | (me/l) | Classe |
|---------------|------------------|------------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------------|--------------------------------|------|-------|------|-----------------------|--|--------|-------------------------------|
| Setembro/1981 | 1,92 | 2,04 | 0,27 | 3,99 | 0,36 | 2,14 | 4,20 | 1,52 | 0,75 | 8,50 | 48,54 | 2,84 | 8,22 | 0,58 | 10,44 | C ₃ S ₁ |
| Outubro/1981 | 2,06 | 2,32 | 0,29 | 4,04 | 0,54 | 2,00 | 4,10 | 2,07 | 0,76 | 8,40 | 46,38 | 2,73 | 8,71 | 0,61 | 17,42 | C ₃ S ₁ |
| Novembro/1981 | 2,00 | 2,04 | 0,27 | 3,67 | 0,24 | 2,24 | 4,30 | 1,20 | 0,74 | 8,20 | 45,99 | 2,58 | 7,98 | 0,57 | 15,96 | C ₂ S ₁ |
| Dezembro/1981 | 1,82 | 1,82 | - | - | 0,56 | 1,94 | 4,30 | - | 0,82 | 8,40 | - | - | - | - | - | - |
| Janeiro/1982 | 1,52 | 1,80 | 0,24 | 4,72 | 0,24 | 1,82 | 4,70 | 1,57 | 0,80 | 8,20 | 56,66 | 3,66 | 8,33 | 0,54 | 16,66 | C ₃ S ₁ |

ANEXO "B"
FIGURAS

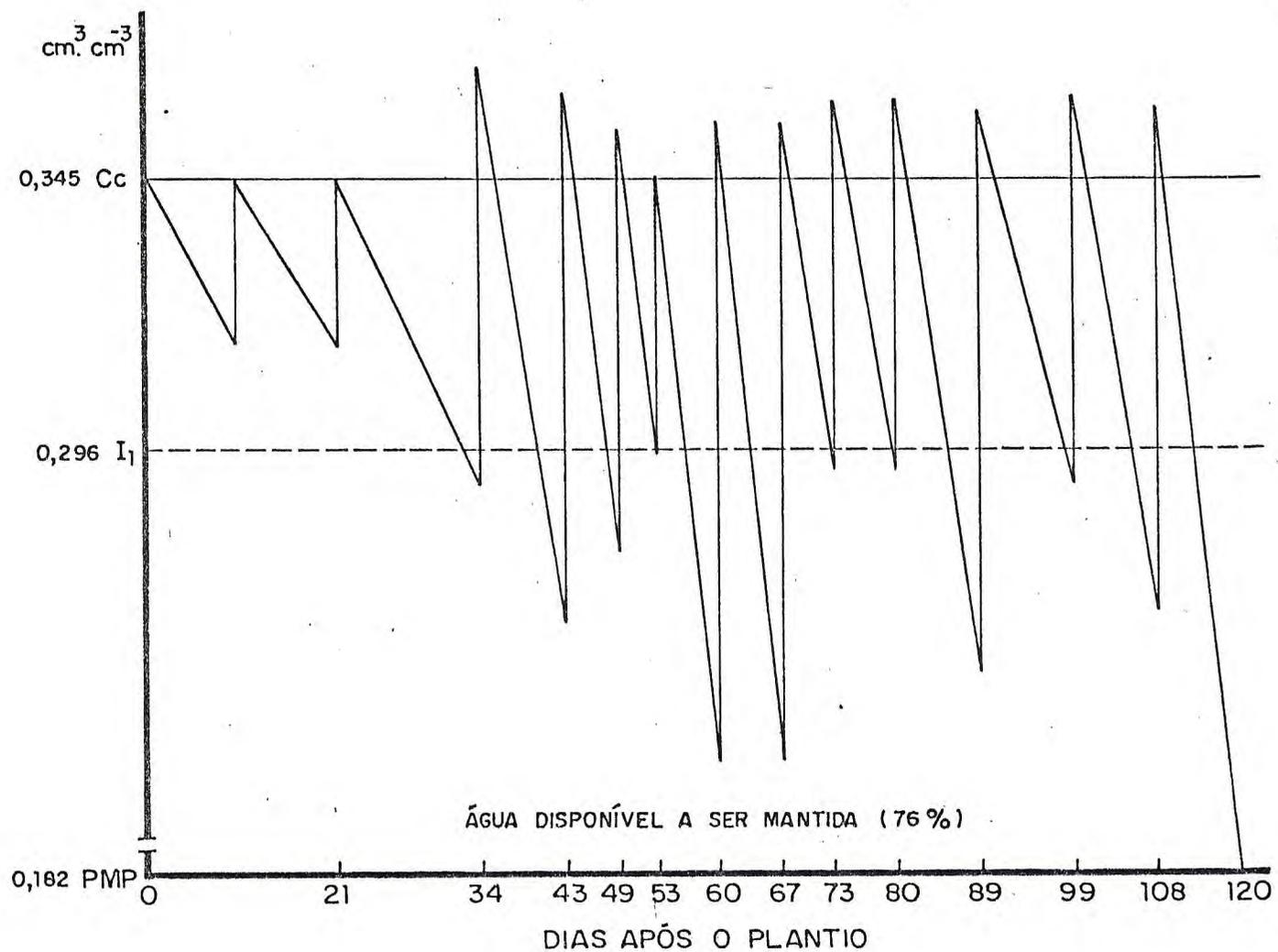


FIGURA B1 - Variação do teor de umidade do solo no tratamento I₁ durante o período de irrigação da cultura do milho.

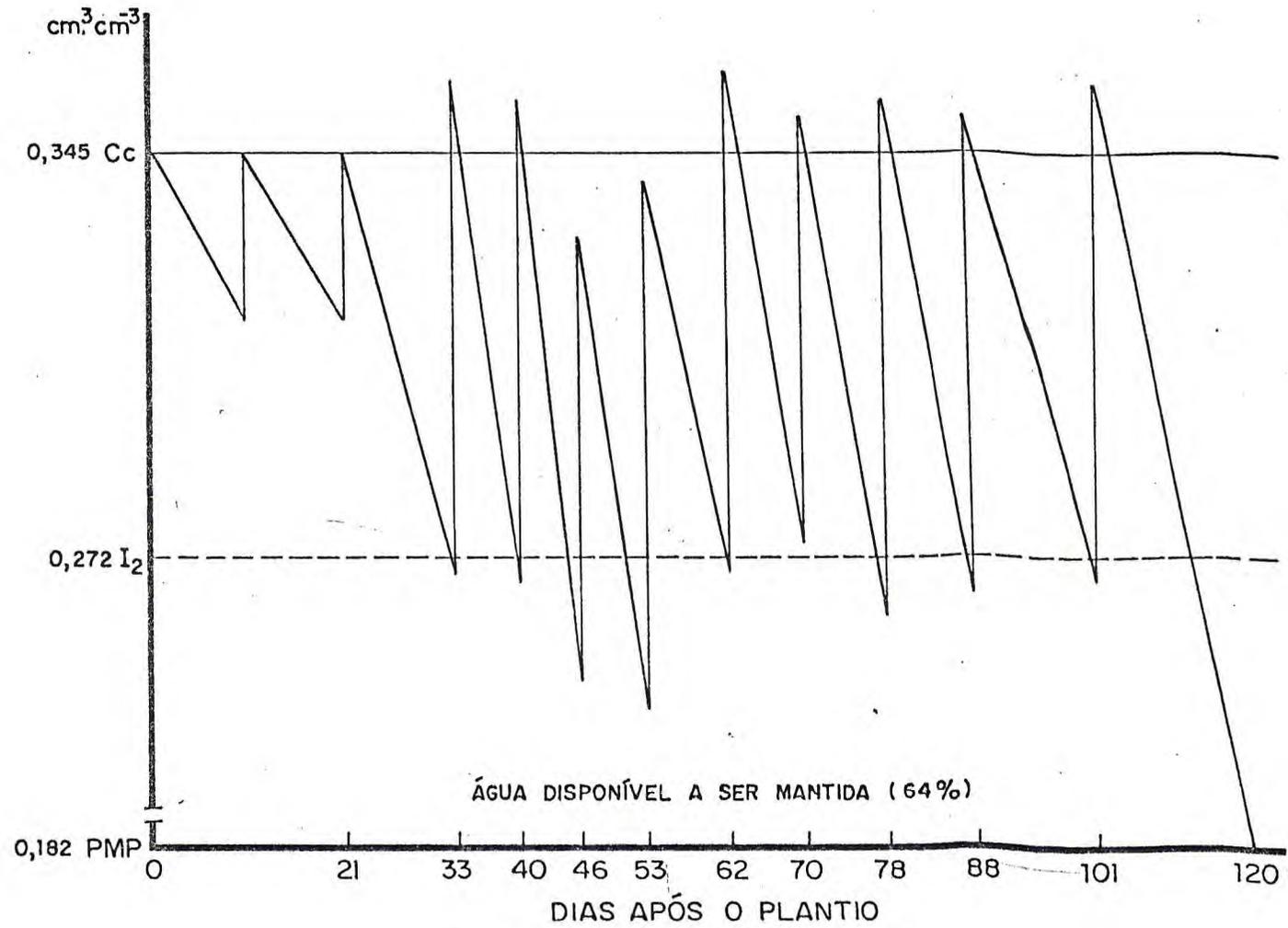


FIGURA B2 - Variação do teor de umidade do solo no tratamento I₂ durante o período de irrigação da cultura do milho.²

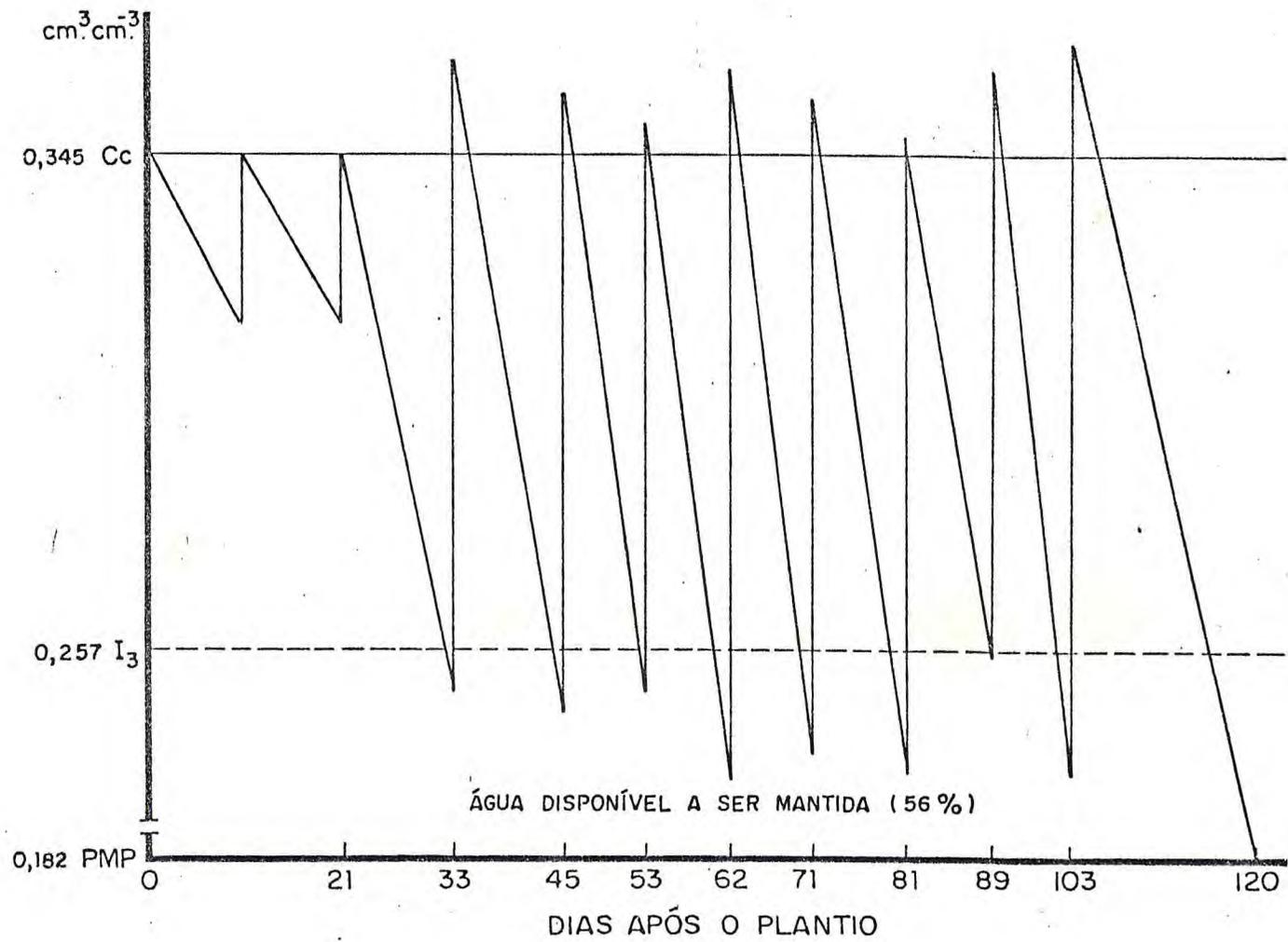


FIGURA B3 - Variação do teor de umidade do solo no tratamento I₃ durante o período de irrigação da cultura do milho.

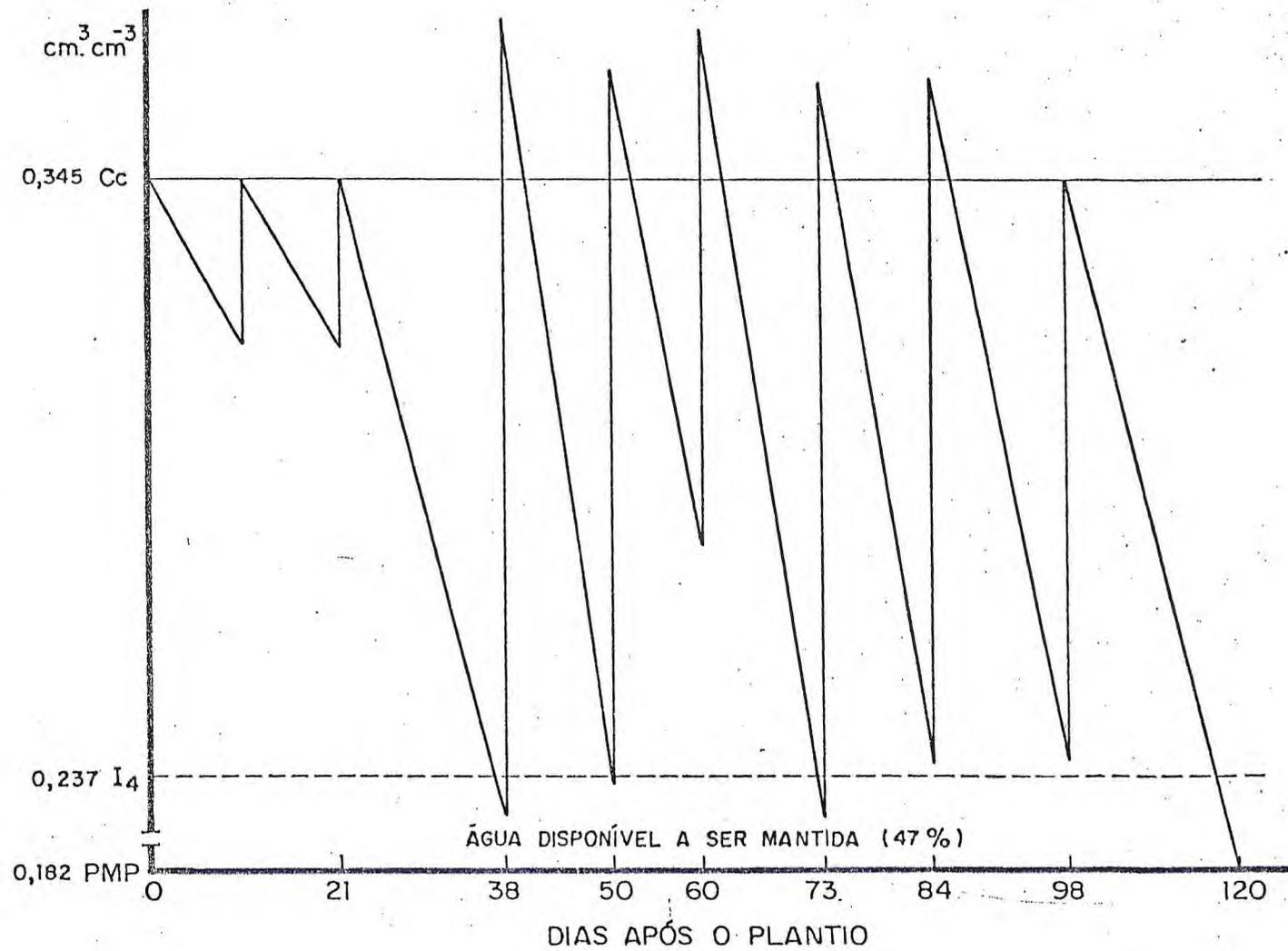


FIGURA B4 - Variação do teor de umidade do solo no tratamento I_4 durante o período de irrigação da cultura do milho.