

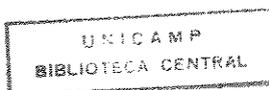


JOSÉ ARMANDO JÚNIOR

FLORAÇÃO EM AMENDOIM (Arachis hypogaea L.)

CAMPINAS

1990



Este exemplar corresponde à redação final  
da tese defendida pelo candidato José  
Armando Júnior e aprovada pela Comissão  
Julgadora. *mf Fatima & Pereira*  
22/03/90

JOSÉ ARMANDO JÚNIOR

*peanuts*

FLORACÃO EM AMENDOIM (Arachis hypogaea L.)

Tese apresentada ao Instituto  
de Biologia da Universidade  
Estadual de Campinas para a  
obtenção do título de Mestre  
em Ciências Biológicas na  
área de Biologia Vegetal.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> MARIA DE FÁTIMA D.A. PEREIRA

CAMPINAS

1990



À minha mãe ILDA ARMANDO,  
por tudo.

Ao meu pai JOSÉ ARMANDO  
(in memoriam),  
onde estiver.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Dra. Maria de Fátima D. A. Pereira, meu agradecimento especial, pelo incentivo, exemplo de profissionalismo e sobretudo pela paciente orientação, durante todas as fases deste trabalho.

Ao Dr. Ivany F. M. Válio pelos conhecimentos transmitidos e pelas valiosas sugestões dadas por ocasião da pré-banca.

À Dra. Ana Maria M. A. Lagôa, pelas sugestões dadas por ocasião da pré-banca, pelo estímulo e amizade sincera.

Ao Dr. Ângelo Luiz Cortellazo, pelo auxílio nas preparações histológicas, pelas sugestões dadas por ocasião da pré-banca e pelo incentivo.

À Dra. Ana Maria B. Monteiro e à Prof<sup>a</sup> Marlene A. Schiavinatto, pelo convívio amigo.

Ao meu irmão Ricardo A. Armando, pelo incentivo deste o início deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas do Departamento de Fisiologia Vegetal, pela colaboração e amizade.

Aos funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal pelo apoio, em especial o sr. João H. Guimarães e Sra Dulce R. G. Joaquim

À Sra. Anna Gagliardi, diretora técnica da biblioteca do Instituto de Biologia, pelo auxílio nas normas de referências bibliográficas.

À Srta. Josênia Lima de Oliveira, secretária da Pós-Graduação (Biologia Vegetal), pela colaboração e amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	página
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	11
Material.....	11
Métodos.....	11
1. Cultivo.....	11
2. Estresse Hídrico.....	12
3. Fotoperíodo.....	12
4. Temperatura.....	13
5. Número de flores.....	13
6. Altura.....	14
7. Número de folhas do eixo principal.....	14
8. Determinação do peso seco e fresco.....	14
9. Área foliar.....	15
10. Determinação de prolina.....	15
11. Preparações histológicas.....	16
12. Análise estatística.....	17

RESULTADOS.....	20
1. Controle Ambiental da Floração.....	20
1.1. Efeito do fotoperíodo.....	20
1.2. Efeito residual do fotoperíodo.....	23
1.3. Efeito da temperatura e fotoperíodo.....	26
1.4. Efeito do nível de hidratação do solo.....	33
2. Determinação temporal da iniciação floral.....	48
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES.....	58
RESUMO.....	72
ABSTRACT.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

## INTRODUÇÃO

O amendoim, Arachis hypogaea L., é uma planta herbácea, anual, com caules eretos e prostrados, flores amarelas localizadas nas regiões axilares, pertencente à família Leguminosae. Tanto a espécie cultivada (Arachis hypogaea), quanto uma série de outras espécies deste gênero, são originárias do continente sul americano, ocorrendo a maioria das espécies silvestres no território brasileiro (GREGORY et al., 1973). Do continente sul americano, o amendoim foi levado para a África, onde contribui em grande parte para a dieta da população da África Central. Também foi introduzido na Índia, China e Estados Unidos. Este último é no momento, o líder mundial de produção (HARTMAN et al., 1988).

O amendoim é um produto consumido tanto "in natura" como na forma de óleo e é considerado, entre as leguminosas, uma das mais importantes culturas comerciais, juntamente com o feijão e soja. Sua larga adaptabilidade e importância sócio-econômica é demonstrada por seu cultivo em mais de 100 países (PRODUCTION YEARBOOK, 1982)

No Brasil, a cultura de amendoim ocupa lugar expressivo, sendo mais cultivado no estado de São Paulo, onde tem ocupado uma área da ordem de 200.000 hectares nos últimos anos (PROGNÓSTICO, 1984).

A reprodução das plantas tem sido objeto de muitos estudos ao longo dos tempos. Os mecanismos de reprodução sexuada apresentam um alto grau de diversificação e o processo da floração tem recebido especial atenção nos últimos anos. O início deste processo fisiológico está sob controle dos fatores ambientais em muitas espécies de importância econômica. Pelo fato de produção agrícola estar intimamente associada com a floração, tem crescido o número de trabalhos nesta área de pesquisa (BERNIER et al., 1981).

Investigações iniciais, relacionadas com a reprodução das plantas, foram direcionadas ao conhecimento dos efeitos dos vários fatores ambientais sobre este processo fisiológico como um todo. Luz, temperatura, água e fatores nutricionais, receberam grande ênfase durante a primeira parte do século. Inúmeros trabalhos, foram feitos na tentativa de se elucidar a significância dos fatores ambientais na promoção e manutenção do início do processo reprodutivo até a frutificação (NAYLOR, 1984)

Num grande número de espécies, o início da floração é uma resposta ao comprimento do dia e a observação da importância do fotoperíodo neste processo fisiológico feita por Garner e Allard no início do século, representou um grande avanço nos estudos da fisiologia da floração. No entanto, é necessário lem-

brar que, em muitas espécies, a floração independe das condições externas, embora ainda nestas espécies a duração da fase vegetativa possa ser alterada por fatores do ambiente. Em algumas plantas, consideradas indiferentes ao comprimento do dia, a floração parece ser determinada primariamente por mecanismos internos. Espécies como o girassol (Helianthus annuus), sob condições ambientais constantes, permanecem estado vegetativo por um determinado período, e ao atingir uma certa idade, iniciam o processo reprodutivo, sugerindo assim que a transição não está sendo causada por nenhuma mudança nas condições externas e muito provavelmente deve ser regulada por algum mecanismo interno (WAREING & PHILIPS, 1981).

Muitas plantas são incapazes de produzir órgãos florais, até que tenham atingido uma determinada idade ou certo tamanho. Esta fase de crescimento requerida tem sido frequentemente denominado de estado juvenil (THOMAS & VINCE-PRUE, 1985). A duração deste estado pode variar de poucos dias em algumas plantas herbáceas para muitos anos em algumas árvores (SCHWABE, 1971). Segundo AKSENOVA et al. (1980), em plantas indiferentes ao fotoperíodo, este fator poderia controlar primariamente a iniciação floral. Há casos extremos, onde inexiste a fase juvenil, uma vez que o primórdio floral pode ser encontrado diretamente na semente como foi descrito por VAN DE ROSSEM & BOLHUIS (1954), numa variedade de amendoim e por GALINAT & NAYLOR (1951), em milho.

Em algumas espécies, o embrião maduro, muitas vezes pode ser sensível aos fatores do ambiente. KARSSSEN (1970),

trabalhando com Chenopodium album, observou diferenças comportamentais entre sementes oriundas de plantas mantidas em diferentes condições fotoperiódicas. No entanto, a bibliografia é rica em exemplos onde as condições fotoperiódicas transmitidas às sementes são detectadas através do processo da germinação, não tendo sido encontrados casos onde este efeito influencie o processo da floração.

Embora os efeitos da luz do dia no desenvolvimento das plantas tenham sido notados ainda no século passado, os experimentos de Garner e Allard foram decisivos para a elucidação da importância do comprimento relativo do dia no processo da floração. Estes autores classificaram as plantas em grupos fotoperiódicos que são até hoje reconhecidos e introduziram o termo "fotoperiodismo". Suas observações sobre a variedade de tabaco, Maryland Mammoth, que não florescia em condições naturais no verão de Washington D.C., mas cuja floração podia ser induzida artificialmente, encurtando-se o comprimento do dia, levaram à descoberta que a floração nesta espécie, requeria a exposição a dias mais curtos do que uma certa duração crítica. A observação das respostas de inúmeras plantas permitiu sua classificação de acordo com a resposta da floração ao comprimento do dia. Duas categorias principais foram identificadas: plantas de dias curtos, em que a floração ocorre ou é acelerada em dias curtos (PDC) e plantas de dias longos, onde a floração ocorre ou é acelerada em dias longos (PDL). É importante salientar que a classificação em plantas de dias curtos ou plantas de dias longos é determinada pelo

fato da resposta ocorrer ou ser acelerada apenas quando o comprimento do dia excede (PDL) ou é menor (PDC) que uma determinada duração crítica (fotoperíodo crítico), em cada ciclo de 24 horas (SALISBURY, 1981).

Existem plantas que requerem ambas exposições a dias longos e dias curtos e há ainda outras onde o comprimento do dia parece não desempenhar algum papel regulatório na floração, as chamadas plantas indiferentes ao fotoperíodo (VINCE-PRUE, 1975).

Virtualmente, todas as espécies sensíveis ao fotoperíodo podem ser classificadas em duas categorias: qualitativa (ou absoluta), onde a planta depende de um fotoperíodo adequado para florescer, isto é, se a planta for de dias curtos, só florescerá em dias curtos, permanecendo em estado vegetativo em outra condição fotoperiódica; e quantitativa (ou facultativa) considerada como a mais típica resposta, onde a floração é acelerada ou o número de flores pode aumentar com a exposição a um fotoperíodo apropriado, embora estas plantas possam florescer em qualquer comprimento do dia (VINCE-PRUE, 1975). O amendoim, tem sido descrito como uma espécie cujo processo da floração independe de controle fotoperiódico (SMITH, 1954 e KETRING, 1979).

Apesar do fotoperíodo ser um importante fator ambiental, há indícios de que a resposta a ele pode ser modificada por outros fatores do ambiente. Há muitos casos, onde se observa claramente que a resposta fotoperiódica pode sofrer modificações pela temperatura (SALISBURY, 1981). Plantas de tomate

(Lycopersicon esculentum), uma típica espécie indiferente ao comprimento do dia, apresenta uma resposta fotoperiódica quantitativa a dias curtos, se forem mantidas em temperaturas mais altas (AUNG, 1976). WYNNE et al. (1973), observaram que o amendoim apresenta uma resposta quantitativa a dias curtos, dependendo da temperatura, sugerindo desta forma a existência de interação entre estes dois fatores do ambiente no processo da floração.

Muitas plantas mantidas em baixas temperaturas têm o processo da floração favorecido. Por outro lado, a literatura é rica em exemplos onde as plantas tem um desempenho melhor em altas temperaturas (BERNIER et al., 1981). De qualquer forma, raras são as plantas cuja resposta ao comprimento do dia é totalmente independente da temperatura.

Outro aspecto a ser abordado é o papel da temperatura noturna. Os dados encontrados na literatura, sugerem que este fator é de suma importância, no processo da floração (VINCEPRUE, 1975). SEMENEUK (1974), trabalhando com Browallia speciosa, observou que altas temperaturas, durante o período noturno, limitam o crescimento da planta e interferem no processo da floração, inibindo-o. Em plantas do gênero Capsicum também há uma inibição da floração em altas temperaturas noturnas. Observou-se que temperatura de 30°C não permitiu o desenvolvimento de flores. Esta planta apesar de apresentar um atraso na antese, mostrou um número de flores maior em temperaturas noturnas de 10°C. (RYLSKY, 1972).

Outro agente ambiental que pode controlar o processo da floração é o nível de hidratação do solo. Tanto a iniciação como a transformação do primórdio do estado vegetativo para o reprodutivo são muito sensíveis a situações de estresse hídrico. Uma deficiência hídrica é caracterizada por situações nas quais o potencial hídrico da planta é reduzido o suficiente a ponto de comprometer os processos vitais. Por outro lado, a saturação hídrica ocorre quando o solo está com um excesso de água a ponto de interferir no suprimento de ar para o sistema radicular, o que então pode acarretar alterações em alguns processos fisiológicos vitais, dentre eles, o processo da floração (KRAMER, 1983). Vários autores, tem reportado em diversas espécies, um substancial acúmulo de prolina livre em diferentes partes da planta, em resposta ao estresse hídrico. As alterações nos níveis desse aminoácido, têm sido considerada como um sintoma ou uma consequência de um estresse hídrico, o que tem levado inúmeros autores a utilizar essas alterações, como um parâmetro para detectar essa situação na planta (HSIAO, 1973). Em batata, por exemplo, este aminoácido, tem sido encontrado em quantidades elevadas no tecido foliar de plantas sob deficiência hídrica (LEVY, 1983).

O efeito do estresse hídrico na floração pode variar de acordo com a espécie. Em Nicotiana tabacum, um breve período de deficiência hídrica é suficiente para atrasar a iniciação floral e alterar a morfologia da planta (HOPKINSON, 1968). MARC & PALMER (1976), observaram que a iniciação floral em

girassol é insensível a tratamentos de deficiência hídrica. Em Jojoba, uma planta resistente a períodos de seca, tem o processo reprodutivo ocorre durante o período de estiagem, sugerindo que este fator do ambiente não limita o processo (NERD & BENZIONI, 1988). LEE et al., (1972), trabalhando com a variedade "Starr" de amendoim, observaram que situações de baixo suprimento hídrico interferem no processo da floração, inibindo-o. Em milho (Zea mays), uma breve deficiência hídrica, afeta o processo da floração, atrasando a iniciação floral (DAMPTEY & ASPINALL, 1976).

Por outro lado, há plantas que vivendo em condições constantes de saturação hídrica, têm o processo reprodutivo atrasado. Geophila renaris, uma planta herbácea de floresta tropical, nunca floresce se mantida em capacidade de campo, porém com a diminuição do nível de hidratação do solo, há início do processo reprodutivo (BRONCHART, 1963, citado por BERNIER et al., 1981). Há casos no entanto, em que a saturação hídrica favorece o processo da floração, como por exemplo na variedade "Starr" de amendoim, onde em situações de excesso hídrico, ocorre um aumento no número de flores (LEE et al., 1972). Convém salientar, que a bibliografia tem reportado uma infinidade de trabalhos enfocando a influência da deficiência hídrica no processo da floração, no entanto muitos não têm elucidado o papel do excesso de água neste processo fisiológico.

O início do processo reprodutivo é caracterizado pelas mudanças que ocorrem no ápice. Essas modificações podem ser tão uniformes e típicas que algumas vezes é possível reconhecer e

diagnosticar o início do processo da floração antes da gema floral tornar-se visível macroscopicamente, ou seja, alterações como alongamento de entrenós e interrupção de crescimento indeterminado. No entanto, a iniciação floral é frequentemente estudada a nível microscópico, isto porque ocasionalmente pode ocorrer abortação ou inibição do desenvolvimento de gemas florais, o que dificultaria sua observação a nível macroscópico (BERNIER et al., 1981).

A bibliografia é farta em trabalhos que enfocam os eventos que ocorrem durante a evocação floral em plantas sensíveis ao fotoperíodo. Uma planta fotoperiódica tem sido considerada um instrumento mais conveniente para os estudos da evocação, uma vez que na maioria dos casos, o início desta etapa, quase sempre está previamente determinado. Plantas indiferentes a um estímulo fotoperiódico são pouco estudadas, uma vez que na grande parte dos casos, não se conhece o real momento do início da evocação floral (ZEEVAART, 1976).

Uma das mais evidentes alterações que caracterizam o início de um primórdio floral, é o tamanho e a forma do domo apical. Em geral, meristemas vegetativos apresentam-se na forma de domos baixos, achatados ou levemente convexos. Um meristema por ocasião da iniciação do primórdio floral apresenta um marcante arredondamento de sua forma (VINCE-PRUE, 1975). No entanto, este padrão difere de espécie para espécie. Em Helianthus annuus, o domo apical na fase vegetativa é achatado. Com o início do processo floral, o domo apresenta um leve arredondamento, mas

posteriormente, ainda na fase de transição floral, ele volta a assumir uma forma achatada (MARC & PALMER, 1982). Já em Hyptis brevipes, o meristema por ocasião da iniciação do órgão floral mostra um marcante arredondamento do domo, o que difere consideravelmente da forma achatada do domo apical na fase vegetativa (ZAIDAN, 1987).

A influência dos fatores do ambiente no processo da floração tem despertado um grande interesse por parte dos pesquisadores, no entanto, no amendoim (Arachis hypogaea L.), uma das mais importantes culturas, os fatores que a controlam não estão completamente elucidados.

O objetivo deste trabalho é estudar o controle ambiental no processo da floração em amendoim (Arachis hypogaea L.), variedade Tatuí, que foi desenvolvida pelo Instituto Agrônomo de Campinas (SP). Serão verificadas a influência do fotoperíodo, temperatura e suprimento hídrico neste processo fisiológico. A determinação temporal da iniciação floral será estudada através de cortes histológicos de ápices de plantas em diferentes idades.

## MATERIAL E MÉTODOS

### MATERIAL

A espécie utilizada é o amendoim (Arachis hypogaea L.) variedade Tatuí, cujas sementes foram cedidas pelo Instituto Agronômico de Campinas.

### MÉTODOS

#### 1. CULTIVO

As sementes foram embebidas por cerca de três horas e colocadas para germinar em placas de Petri (9cm de diâmetro) sobre papel de filtro embebido com água destilada, na luz a 25°C.

Após 48 horas, foram transplantadas para vasos com capacidade de cinco litros, contendo solo e diariamente regadas no decorrer do experimento. As plantas foram mantidas em casa de vegetação em condições naturais de temperatura e fotoperíodo. Os experimentos tiveram a duração de 100 dias a contar da germinação da semente. Foram utilizadas no mínimo 10 plantas por tratamento, e uma planta por vaso.

## 2. ESTRESSE HÍDRICO

As plantas foram submetidas a três diferentes regimes de hidratação:

Tratamento 1: Controle - as plantas foram regadas diariamente durante todo o tratamento;

Tratamento 2: Capacidade de Campo - os vasos permaneceram imersos em pratos com água durante todo o tratamento;

Tratamento 3: Deficiência Hídrica - as plantas foram regadas em dias alternados com 250 ml de água durante todo o tratamento.

## 3. FOTOPERÍODO

As plantas foram submetidas a dois tipos de tratamentos fotoperiódicos. Para a obtenção do fotoperíodo longo, as plantas, mantidas na casa de vegetação do Departamento de Fisiologia Vegetal da UNICAMP, receberam luz natural durante o dia e este período foi prolongado com luz de baixa intensidade proveniente de lâmpadas incandescentes ( $0,53 \text{ uW.cm}^{-2}$ ), com tempo controlado por relógios, totalizando 20 horas de luz. As plantas mantidas em fotoperíodo curto receberam 8 horas diárias de luz natural. Para isso, a bancada onde elas se encontravam eram cobertas com um tecido escuro e opaco, para vedar a entrada de luz,

após o período de 8 horas de luz natural.

#### 4. TEMPERATURA

Nos experimentos em que se testou o efeito da temperatura no processo de floração, as plantas foram mantidas em câmaras de crescimento "Conviron", dotadas de um sistema duplo de iluminação com 16 lâmpadas fluorescentes e 4 lâmpadas incandescentes, totalizando uma intensidade de  $3.100 \text{ uW.cm}^{-2}$ , com temperatura e fotoperíodo controlados. Os tratamentos consistiram dos seguintes regimes:

Tratamento 1 :  $25^{\circ}\text{C}$  durante o dia e  $35^{\circ}\text{C}$  à noite;

Tratamento 2 :  $25^{\circ}\text{C}$  durante o dia e  $15^{\circ}\text{C}$  à noite;

Tratamento 3 :  $25^{\circ}\text{C}$  constante

As plantas nestes regimes de temperatura foram mantidas em dois fotoperíodos diferentes: fotoperíodo longo (20 horas de luz) e fotoperíodo curto (8 horas de luz).

#### 5. NÚMERO DE FLORES

O número total de flores por tratamento foi determinado a partir da primeira antese. As contagens foram feitas diariamente até o 100º dia do ensaio.

## 6. ALTURA

Para os dados de altura, realizaram-se medidas de comprimento com uma régua graduada em milímetros, do colo até o ápice da planta. Estas medidas foram feitas semanalmente.

## 7. NÚMERO DE FOLHAS DO EIXO PRINCIPAL

A contagem das folhas expandidas do eixo principal foi feita semanalmente.

## 8. DETERMINAÇÃO DO PESO DA MATÉRIA E FRESCA E SECA

Após 100 dias, as plantas foram removidas dos vasos com o auxílio de água corrente, visando não danificar as raízes e separadas em parte aérea e subterânea. Foram determinados os pesos da matéria fresca e seca das duas partes em balança analítica, sendo que para a determinação do peso seco o material permaneceu por um período de 48 horas em estufa a 80°C, uma vez que este tempo se mostrou suficiente para a estabilização do peso da matéria seca. O peso da matéria fresca e seca dos frutos foi feito por planta.

## 9. ÁREA FOLIAR

Para a determinação da área foliar das plantas, foram coletados 15 discos foliares do limbo, evitando-se a nervura principal, com o auxílio de um perfurador de rolhas, com diâmetro de 1,4 cm e determinado o peso fresco de cada disco em balança analítica. Com o peso fresco total das folhas, foi estimada a área foliar total da planta (em  $\text{cm}^2$ ). Procedeu-se também, a determinação da área foliar das plantas utilizando o peso seco dos discos, e não foi constatado variação entre os dois métodos.

## 10. DETERMINAÇÃO DE PROLINA

Nos experimentos de variação do teor de hidratação do solo foi determinado o teor de prolina livre existente no limbo foliar em três ocasiões: 10 dias após o início do tratamento, 25 dias após o início do tratamento e no último dia do experimento (100<sup>o</sup> dia). Os passos utilizados para a extração e dosagem deste aminoácido, se encontram no diagrama 1.

A extração foi feita triturando-se um grama de material fresco em 10 ml de metanol:clorofórmio:água (MCW), na proporção de 12:5:3, em sonicador Polytron PT35 por cerca de 15 segundos (BIELESKI & TURNER, 1966). Após, centrifugou-se 10 minutos (78.4 g). A fração sobrenadante foi retirada e para cada 4,0 ml foram adicionados 1,0 ml de clorofórmio e 1,5 ml de água

destilada. Esta mistura foi centrifugada (78.4 g), resultando numa mistura bifásica. Com o auxílio de pipeta Pasteur, foi retirada a fase superior (contendo açúcares solúveis totais, aminoácidos livres e prolina livre) que permaneceu por cerca de 30 minutos, em banho maria a 35°C para a evaporação do resíduo de clorofórmio e finalmente determinado o volume em proveta.

A dosagem de prolina livre seguiu a técnica descrita por MESSER (1961) modificado por RENA e MASCIOTTI (1976). Da fração obtida foram tomadas alíquotas e adicionado 0,1 ml de glicina, completando-se então o volume com água destilada para 3,0 ml. Em seguida foram adicionados 2,0 ml de reagente de ninhidrina (250 mg + 4 ml de  $H_3PO_4$  6M + 6 ml de Ácido Acético Glacial), e 2,0 ml de Ácido Acético Glacial. Esta mistura foi submetida a banho maria fervente por 35 minutos. Após esfriar, foram adicionados 4,0 ml de tolueno e agitada vigorosamente, ocorrendo a formação de duas fases distintas, sendo a superior de coloração rósea, contendo prolina livre. Com o auxílio de pipeta foi retirada a fase superior e submetida a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. A curva padrão foi determinada na faixa de 0,5 ug a 2,0 ug de prolina. Foi determinado o valor de 0,998 para o coeficiente de correlação.



DIAGRAMA 1. Método para extração e dosagem de prolina.

## 11. PREPARAÇÕES HISTOLÓGICAS

Embriões de sementes secas, segmentos de ápices caulinares de ramos principais e ramos laterais de plantas de 5, 10, 15 e 20 dias de idade, foram fixados em F.A.A. 70% (Formol:Ácido Acético:Álcool etílico 70% - 5:5:90) por 48 horas. Após a fixação, os materiais foram submetidos a dois processos de desidratação, sendo que os embriões de sementes secas foram desidratados em soluções de álcool butílico terciário, segundo JOHANSEN (1940), enquanto que os outros materiais foram desidratados em soluções de etanol em concentrações crescentes (de 70 a 100%). Todos os materiais foram incluídos em parafina e os cortes histológicos longitudinais em série foram obtidos com auxílio de micrótomo rotatório R. Jung-Heidelberg com espessura de 12  $\mu$ m. Após a desparafinização e hidratação em bateria decrescente de etanol (de 100% a 70%) os cortes foram corados pela safranina e "fast-green" e montados em bálsamo do Canadá (SASS, 1958). As lâminas permanentes foram analisadas em microscópio óptico (Olympus-CBA).

## 12. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A maior parte dos dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo Teste t "Student" (SNEDECOR, 1962), comparando cada tratamento com seu controle, durante todos os dias do

ensaio. Nas figuras, o intervalo entre dois asteriscos indica que há diferenças significativas a nível de 5% entre todos os pontos medidos nesse intervalo. Em alguns casos os dados foram analisados estatisticamente pela Análise de Variância Fatorial e as diferenças mínimas significativas, a nível de 5%, são representadas por barras verticais nas figuras.

## RESULTADOS

### 1. CONTROLE AMBIENTAL DA FLORAÇÃO

#### 1.1. Efeito do fotoperíodo

Plantas de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí) mantidas em casa de vegetação durante o período primavera-verão, tiveram o número de flores avaliado diariamente. Um lote de plantas foi mantido sob fotoperíodo curto e outro em fotoperíodo longo.

Conforme os dados apresentados na figura 1, foi detectada uma diferença estatisticamente significativa no número de flores produzidas nos dois tratamentos. As plantas mantidas em dias longos apresentaram um número de flores maior do que o das de dias curtos e essa diferença foi significativa a partir do 81º dia e foi mantida até o final do ensaio (100º dia). A primeira antese, ocorreu no 52º dia após o plantio, nas plantas dos dois tratamentos.

Os dados apresentados na figura 2, representam o número de flores de plantas mantidas em casa de vegetação durante a estação outono-inverno. Um lote de plantas foi mantido em dias curtos e outro em dias longos. Foi constatado que as plantas mantidas em dias longos, apresentaram um número de flores

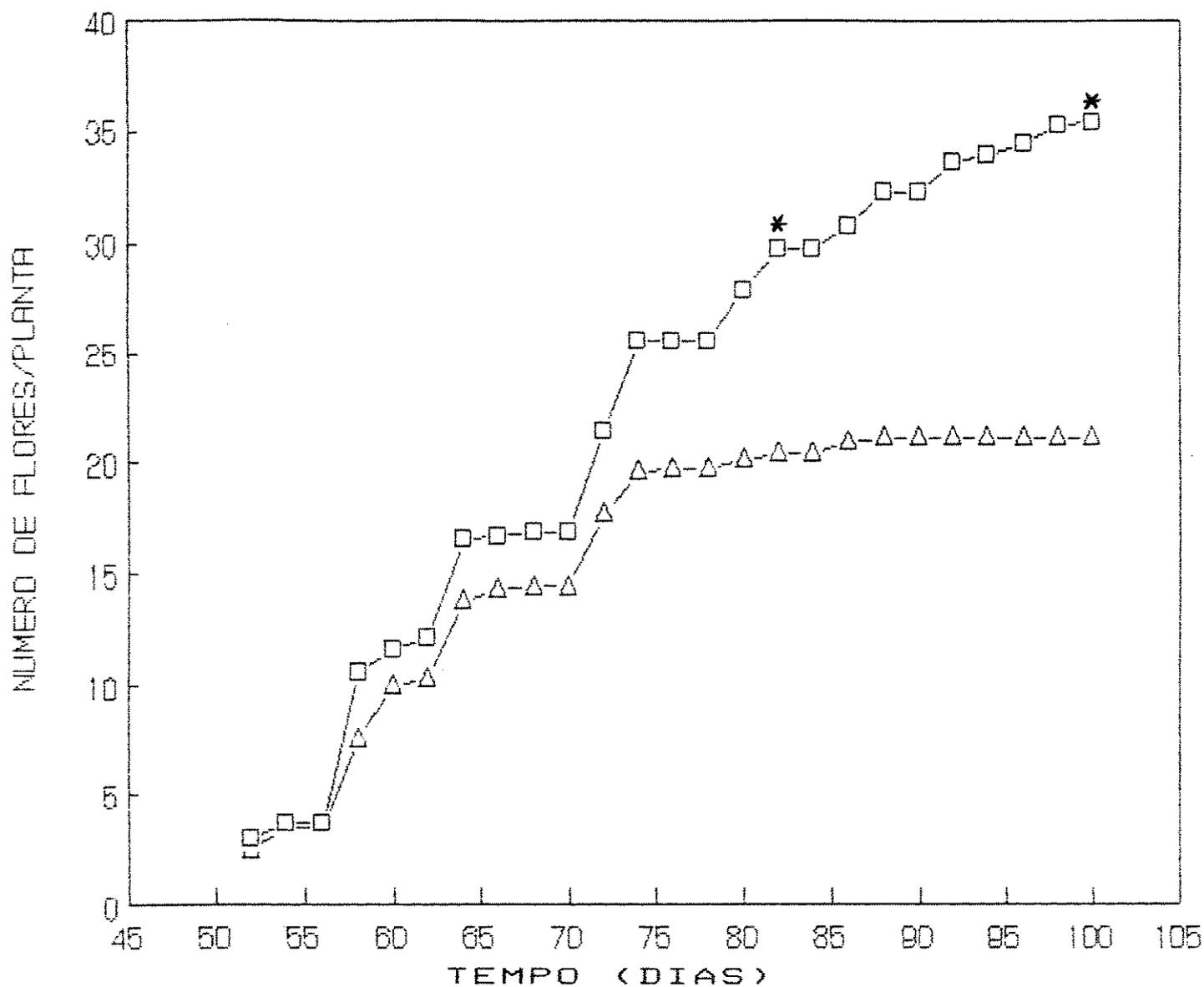


FIGURA 1. Efeito do fotoperíodo na floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí).

Período: primavera-verão

- Dias Longos
- △ Dias Curtos

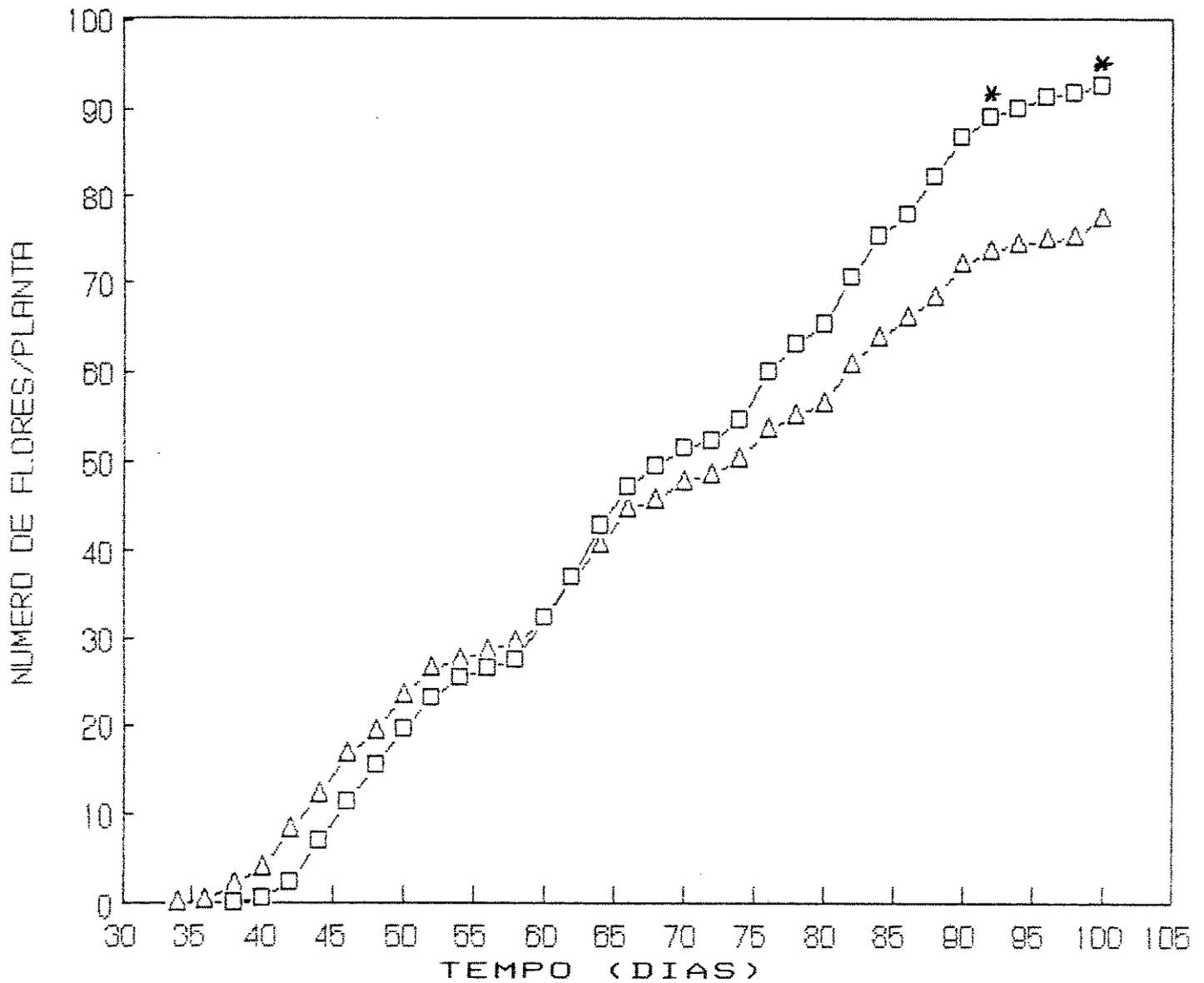


FIGURA 2. Efeito do fotoperíodo na floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí).

Período: outono-inverno

- Dias Longos
- △ Dias Curtos

significativamente superior as mantidas em dias curtos a partir do 92º dia do ensaio, situação que foi mantida até o final do experimento (100º dia). Neste ensaio, a primeira antese ocorreu no 35º e 38º dia após o plantio, nas plantas mantidas em dias curtos e dias longos, respectivamente (Fig. 2).

### 1.2. Efeito residual do fotoperíodo

Foi realizado um experimento com o objetivo de esclarecer se plantas originadas de sementes desenvolvidas em diferentes fotoperíodos se comportam da mesma maneira em relação à resposta fotoperiódica ou se existe um efeito residual dos tratamentos fotoperiódicos nas plantas da geração seguinte.

Assim, sementes procedentes de plantas que foram submetidas a dois fotoperíodos (dias longos e dias curtos) foram plantadas e mantidas em diferentes fotoperíodos (dias longos e dias curtos), o que resultou em quatro tratamentos:

DL-DL : plantas mantidas em dias longos e provenientes de sementes de plantas mantidas em dias longos.

DC-DL : plantas mantidas em dias longos e provenientes de sementes de plantas mantidas em dias curtos.

DL-DC : plantas mantidas em dias curtos e provenientes de sementes de plantas mantidas em dias longos.

DC-DC : plantas mantidas em dias curtos e provenientes de sementes de plantas mantidas em dias curtos.

Analisando os dados apresentados na figura 3, observa-se que não houve diferenças significativas no número de flores até o 60º dia do ensaio entre os diferentes tratamentos. A partir daí, comparando-se os tratamentos entre si, observa-se inicialmente uma diferença significativa entre as plantas DL-DL e DC-DC, sendo que as do primeiro tratamento apresentaram um número de flores significativamente maior do que as plantas do segundo do tratamento. Os outros tratamentos não diferem entre si estatisticamente.

No 65º dia do experimento, verifica-se que as plantas DL-DL continuam apresentando um número de flores significativamente maior do que as plantas DC-DC. Foi, agora, detectada uma diferença significativa entre as plantas DL-DC e DC-DC. As plantas DL-DC, apresentaram mais flores do que as plantas DC-DC. Esta situação permanece inalterada até o final do experimento.

Os dados mostram ainda, que as plantas provenientes de sementes de plantas mantidas em dias curtos apresentaram um número menor de flores do que plantas oriundas de sementes de plantas mantidas em dias longos.

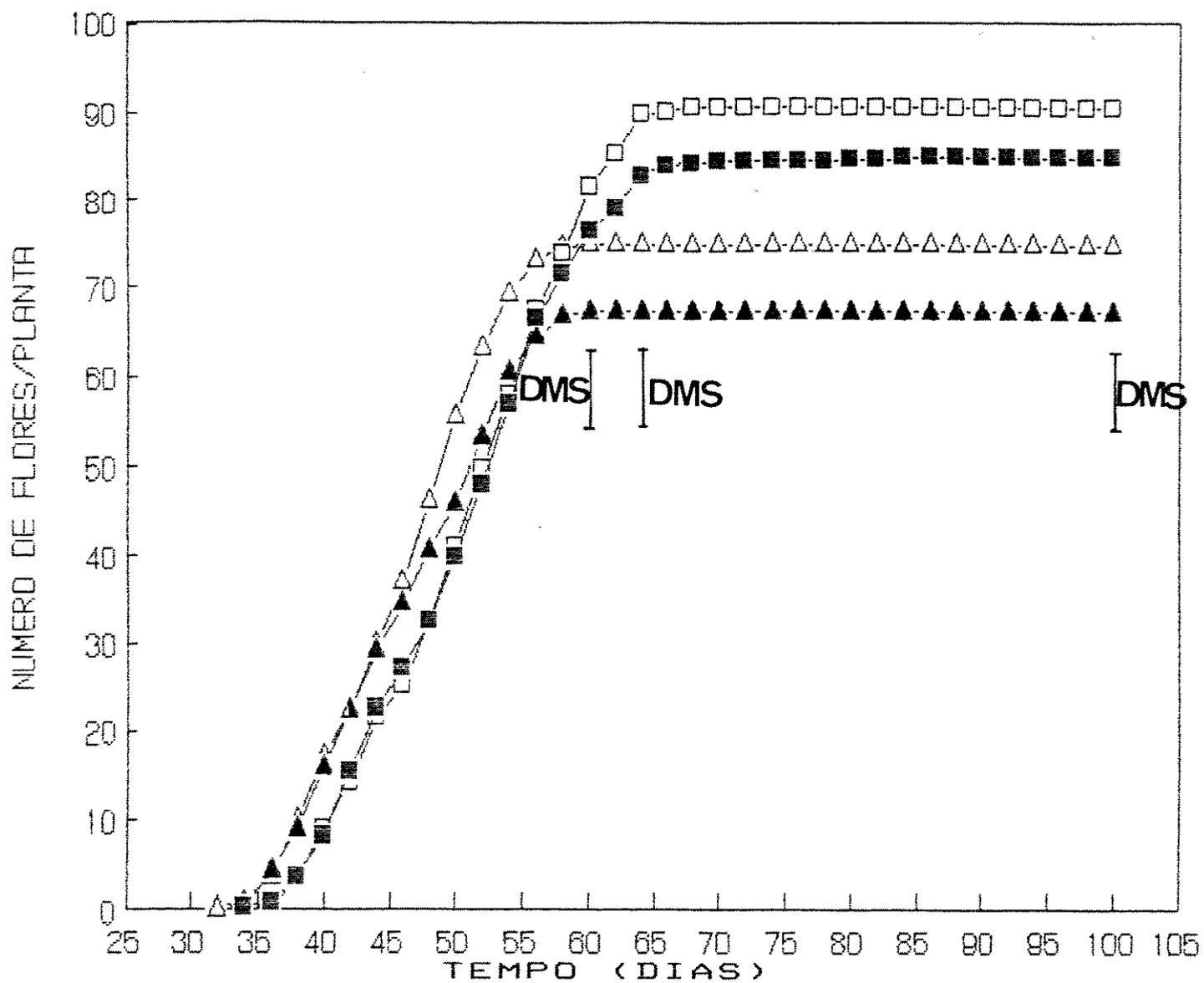


FIGURA 3. Efeito residual do fotoperíodo na segunda geração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí).

- DL-DL
- DL-DC
- △ DC-DL
- ▲ DC-DC

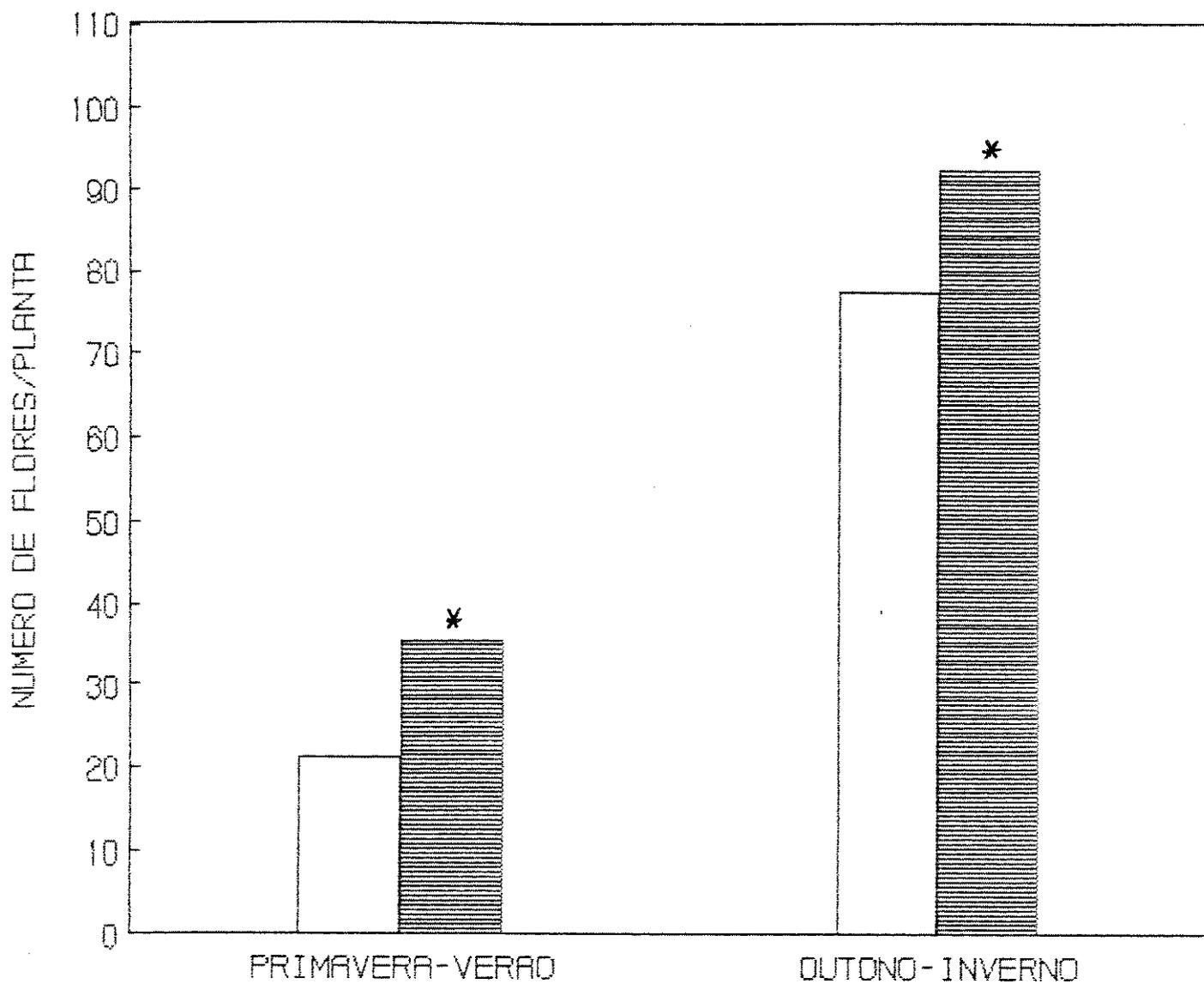


FIGURA 4. Efeito do fotoperíodo na floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí). Experimentos conduzidos em dois períodos diferentes do ano.

Dias Longos

Dias Curtos

No experimento mostrado na figura 5, as plantas foram mantidas em fotoperíodo curto (8 horas de luz). Observa-se que as plantas mantidas em regime de baixa temperatura noturna ( $25^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ ), apresentaram inicialmente um número de flores significativamente menor em relação ao controle até o 65º dia. A partir do 80º dia do ensaio a situação se inverte, sendo que as plantas submetidas a baixa temperatura noturna, apresentam um número de flores significativamente maior do que o controle até o final do ensaio (100º dia). Com relação a 1ª antese, verificou-se um atraso nas plantas mantidas em baixa temperatura noturna (38º dia após o plantio), em relação ao controle (32º dia após o plantio).

Ainda analisando a figura 5, verifica-se que as plantas mantidas em regime de temperatura noturna alta ( $25^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$ ), além de apresentarem um atraso significativo na 1ª antese (43º dia após o plantio) em relação ao controle (32º dia após o plantio), mostraram um número de flores estatisticamente menor do que o controle, do início até o final do ensaio.

Em outro experimento, as plantas foram mantidas em fotoperíodo longo (20 horas de luz) com os mesmos regimes de temperatura dia/noite do ensaio anterior. De acordo com os dados da figura 6, nota-se que as plantas mantidas em regime de temperatura noturna baixa ( $25^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ ) apresentaram um número de flores significativamente menor do que o controle até o 78º dia do ensaio, sendo que a partir do 91º dia, apresentam um número de

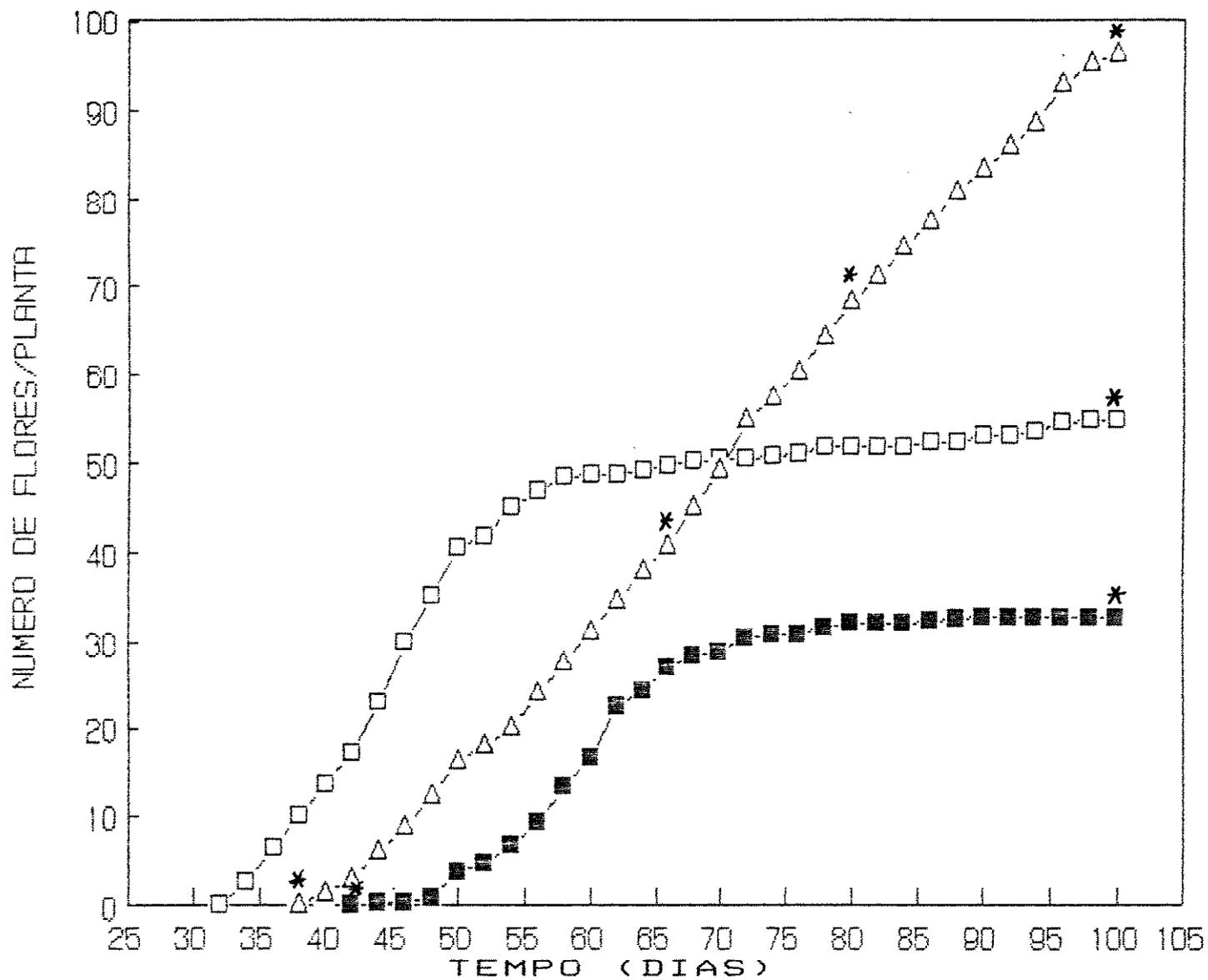


FIGURA 5. Efeito da temperatura noturna na floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí) mantidas em fotoperíodo curto. A temperatura diurna foi de 25°C.

- △ 15°C
- 25°C
- 35°C

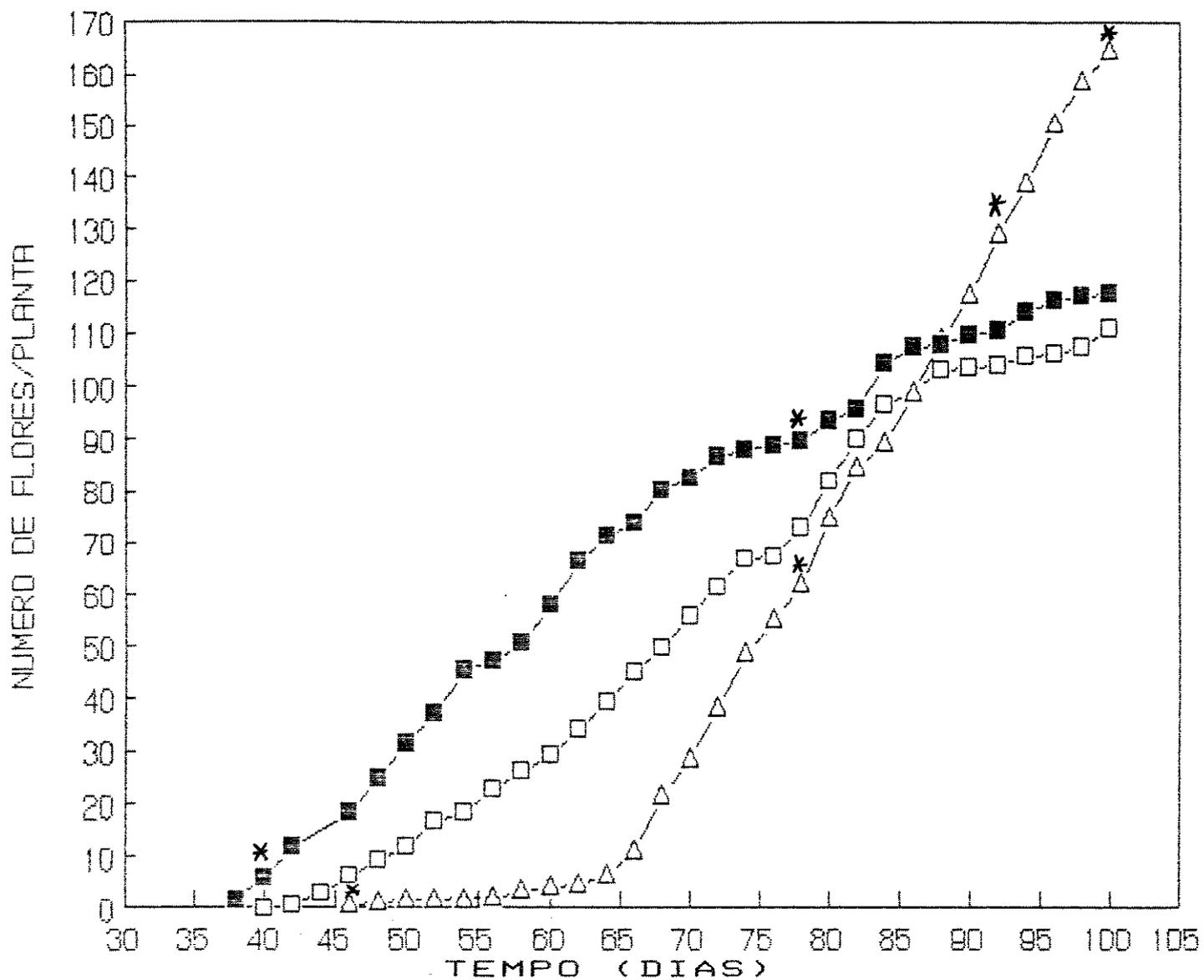


FIGURA 6. Efeito da temperatura noturna na floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí) mantidas em fotoperíodo longo. A temperatura diurna foi de 25°C.

△ 15°C

□ 25°C

■ 35°C

flores significativamente maior do que o controle, o que se mantém até o final. Neste ensaio, as plantas mantidas em temperatura noturna baixa ( $25^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ ) apresentaram um atraso na 1ª antese (46º dia do ensaio) em relação ao controle (41º dia).

Com relação às plantas mantidas em regime de temperatura noturna alta ( $25^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$ ), observa-se, ainda na figura 6, que o número de flores foi estatisticamente maior em relação ao controle do início até o 76º dia do ensaio, sendo que a partir daí, não foi detectada diferença estatisticamente significativa entre os dois tratamentos, até o final do ensaio. A 1ª antese ocorreu no 38º dia após o plantio em plantas mantidas em alta temperatura noturna (fig. 6).

A figura 7, mostra o número total de flores no último dia do ensaio (100º dia). As plantas mantidas em temperatura noturna baixa ( $25^{\circ}\text{C}/15^{\circ}\text{C}$ ), apresentaram um número de flores significativamente maior do que o controle nos dois fotoperíodos. Já as plantas mantidas em temperatura noturna alta ( $25^{\circ}\text{C}/35^{\circ}\text{C}$ ), apresentaram um número significativamente menor de flores do que o controle em fotoperíodo curto e não foi detectada diferença entre estes dois tratamentos em fotoperíodo longo. Independentemente da temperatura noturna utilizada as plantas em fotoperíodo longo produziram um número de flores maior do que as mantidas em fotoperíodo curto.

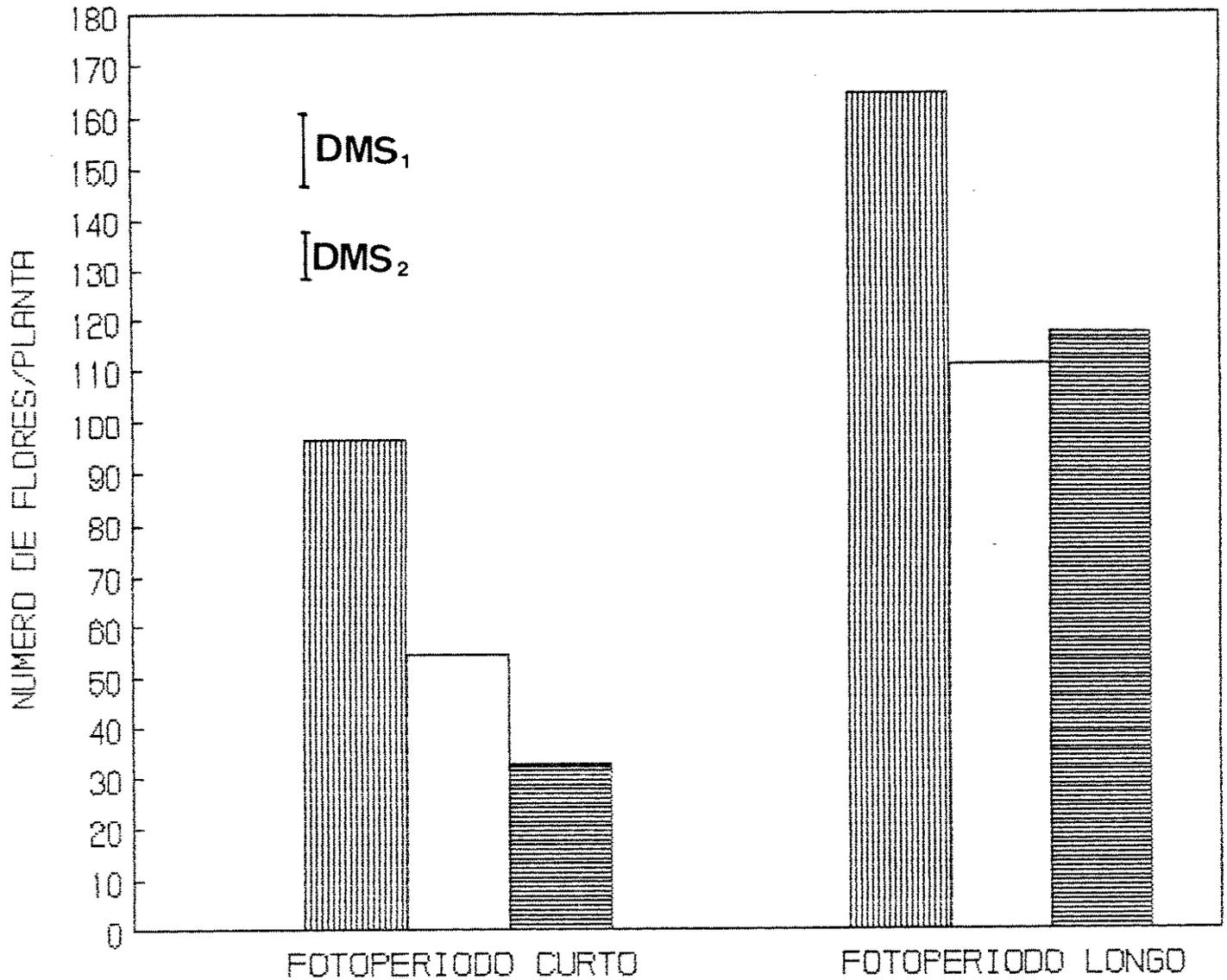


FIGURA 7. Efeito da temperatura noturna na floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí) mantidas em dois fotoperíodos diferentes. A temperatura diurna foi de 25°C.

- ▨ 15°C
- 25°C
- ▤ 35°C

DMS<sub>1</sub>: compara diferentes temperaturas

DMS<sub>2</sub>: compara diferentes fotoperíodos

#### 1.4. Efeito do nível de hidratação do solo

Para verificar o efeito da disponibilidade de água no processo da floração de plantas de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí), foram testados três níveis de hidratação do solo. Um lote de plantas foi mantido em regime de deficiência hídrica, outro em regime de excesso de água e um terceiro numa condição intermediária, o controle. Foram conduzidos experimentos durante a estação primavera-verão e outono-inverno em casa de vegetação, sempre com a duração de 100 dias. Além do número de flores, outros parâmetros foram avaliados, uma vez que ocorreram alterações morfológicas nas plantas que foram utilizadas para avaliar os efeitos dos tratamentos.

Foi determinada a quantidade de prolina, durante três ocasiões durante o ensaio (dez dias após o início do tratamento, 25 dias após o início do tratamento e no 100º dia do ensaio). Nas três dosagens detectou-se um acúmulo significativamente maior deste aminoácido em plantas mantidas em regime de deficiência hídrica em relação ao controle (fig. 8).

Os dados da figura 9 mostram que as plantas mantidas em deficiência hídrica, durante o período primavera-verão, apresentaram um número bem menor de flores do que o controle e esta diferença foi estatisticamente significativa a partir do 45º dia do ensaio, se mantendo até o final. A 1ª antese ocorreu no 37º dia após o plantio em ambos os tratamentos.

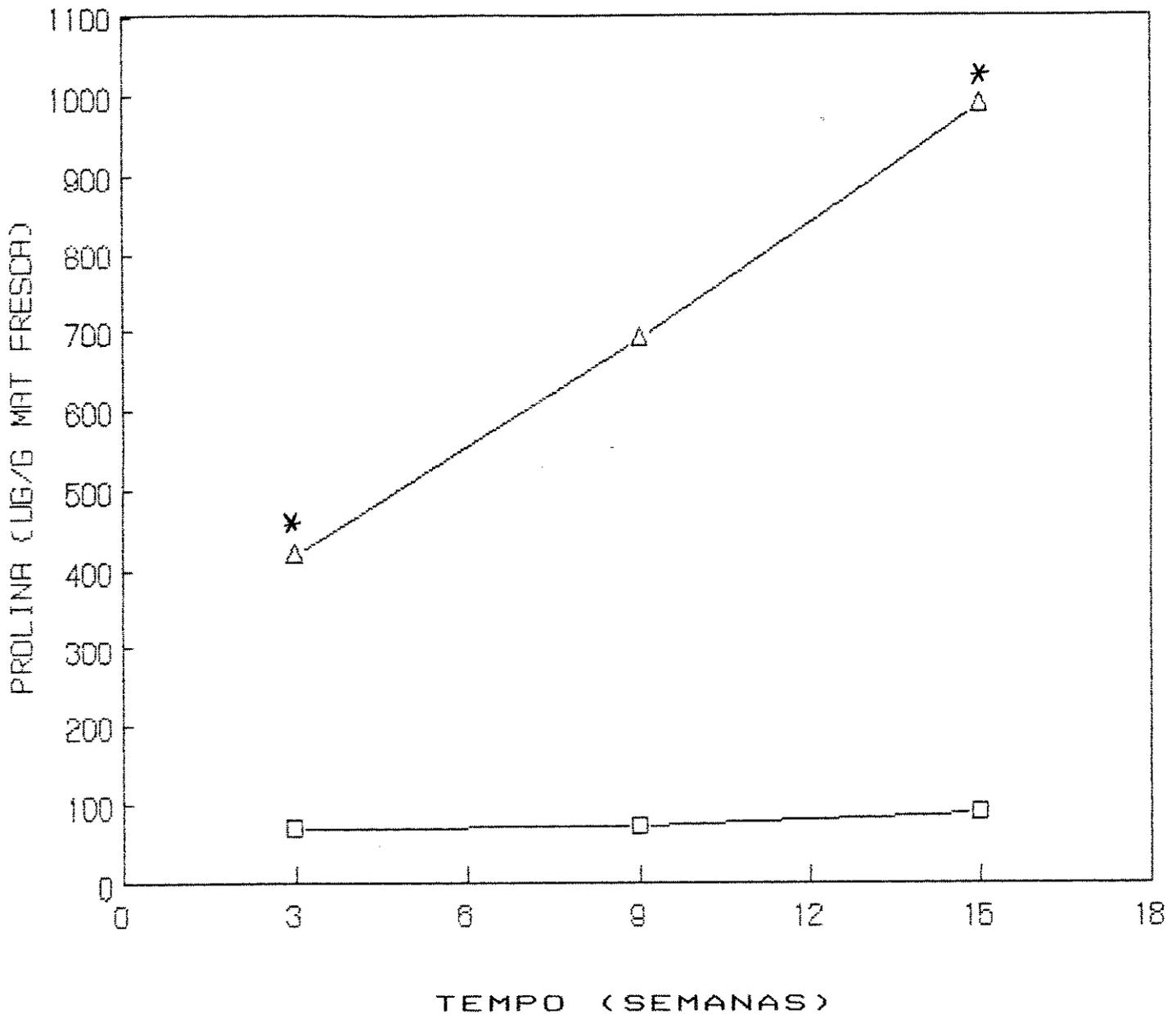


FIGURA B. Quantidade de prolina (ug/g de matéria fresca) de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí) mantidas em deficiência hídrica. Período: primavera-verão.

□ Controle

△ Deficiência Hídrica

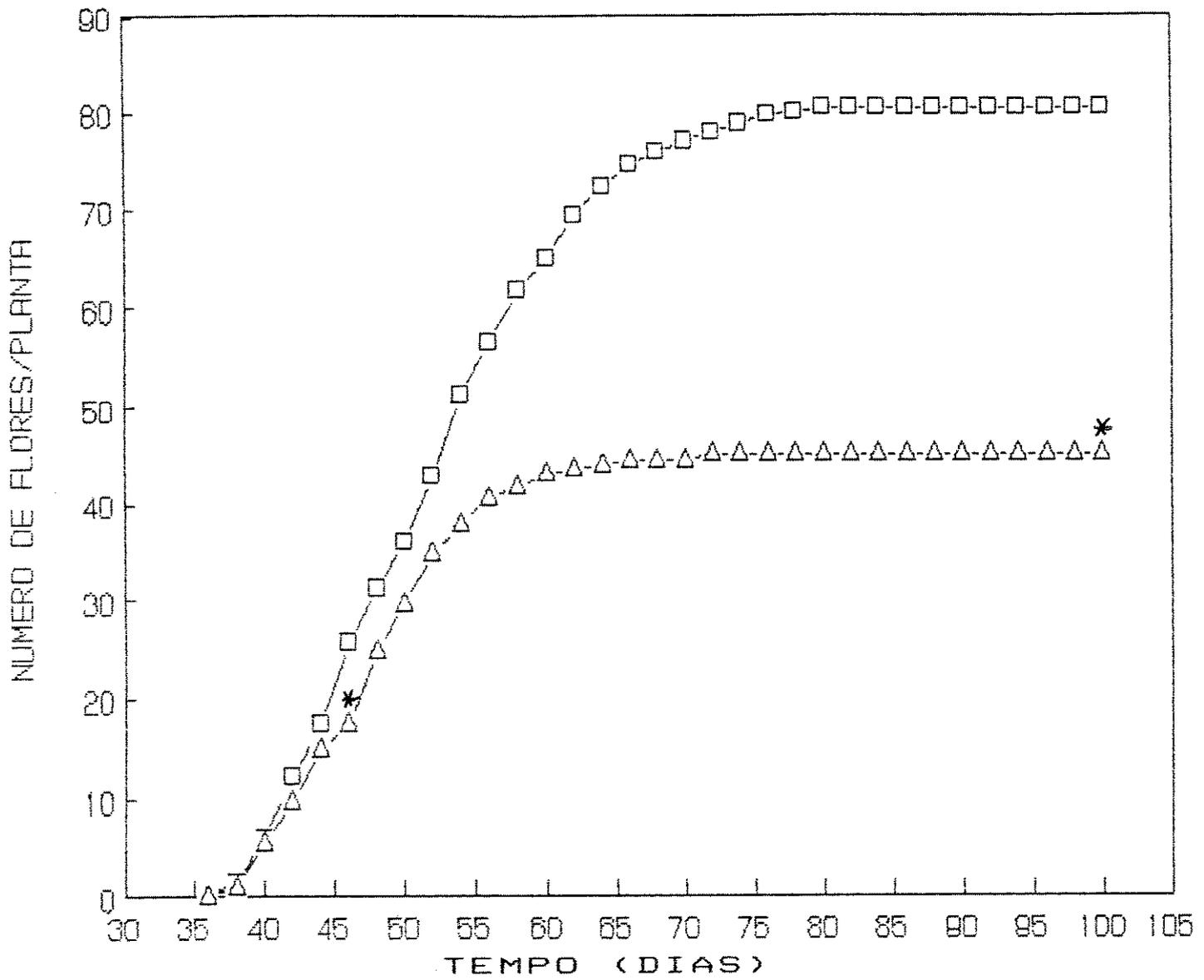


FIGURA 9. Efeito da deficiência hídrica no processo da floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí).

Período: primavera-verão

□ Controle

△ Deficiência Hídrica

Foi avaliado também o crescimento das plantas através de medidas do eixo principal, bem como do número de folhas deste ramo, desde o início do tratamento, (a partir da terceira semana de idade). Constatou-se que as plantas mantidas em regime de deficiência hídrica apresentaram uma redução estatisticamente significativa de crescimento do eixo principal a partir da 11ª semana, o que se prolongou até o final do ensaio (fig. 10). Com relação ao número de folhas do eixo principal, observou-se que a partir da 6ª semana, as plantas em regime de deficiência hídrica, também sofreram uma redução significativa no número das folhas, como se nota na figura 11.

No último dia do ensaio, determinou-se o peso da matéria fresca das partes aéreas e subterrâneas, assim como a estimativa da área foliar total das plantas. Analisando-se os dados da tabela 1, verifica-se que todos estes parâmetros foram afetados pelo tratamento. Tanto o peso da matéria fresca como o peso da matéria seca das diversas partes da planta, assim como a área foliar das plantas mantidas em regime de deficiência hídrica, foram estatisticamente menores do que as das plantas controle.

Os resultados obtidos para plantas mantidas em excesso de água, no período primavera-verão, revelaram a produção de um número de flores significativamente maior em relação ao controle a partir do 57º dia do ensaio, o que se prolongou até o final do experimento (Fig. 12).

Analisando o crescimento das plantas através de medidas do ramo principal, constatou-se que as plantas mantidas

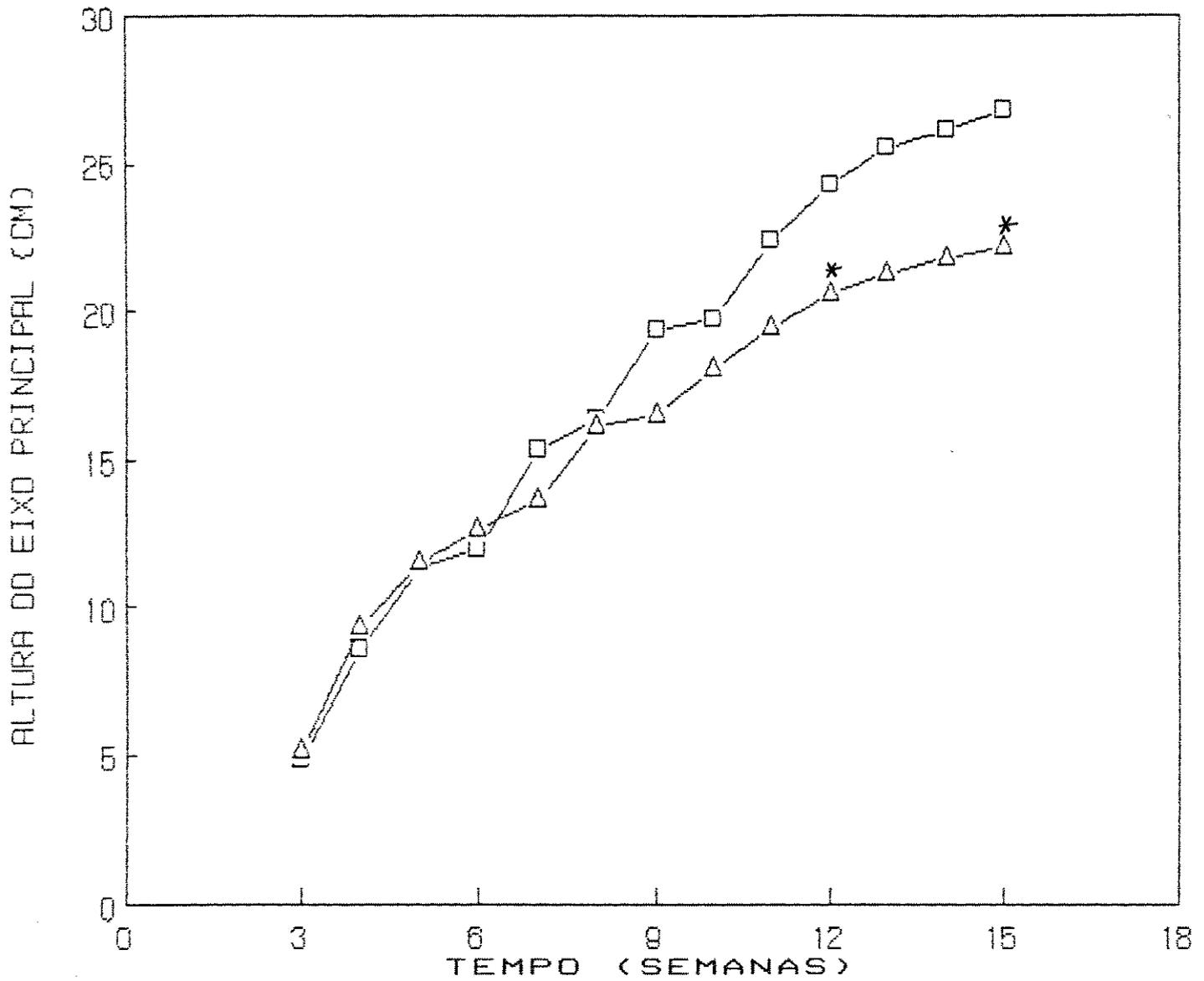


FIGURA 10. Altura do eixo principal (cm) de plantas de Arachis hypogaea (Var. Tatuí) mantidas em deficiência hídrica.

Período: primavera-verão

□ Controle

△ Deficiência Hídrica

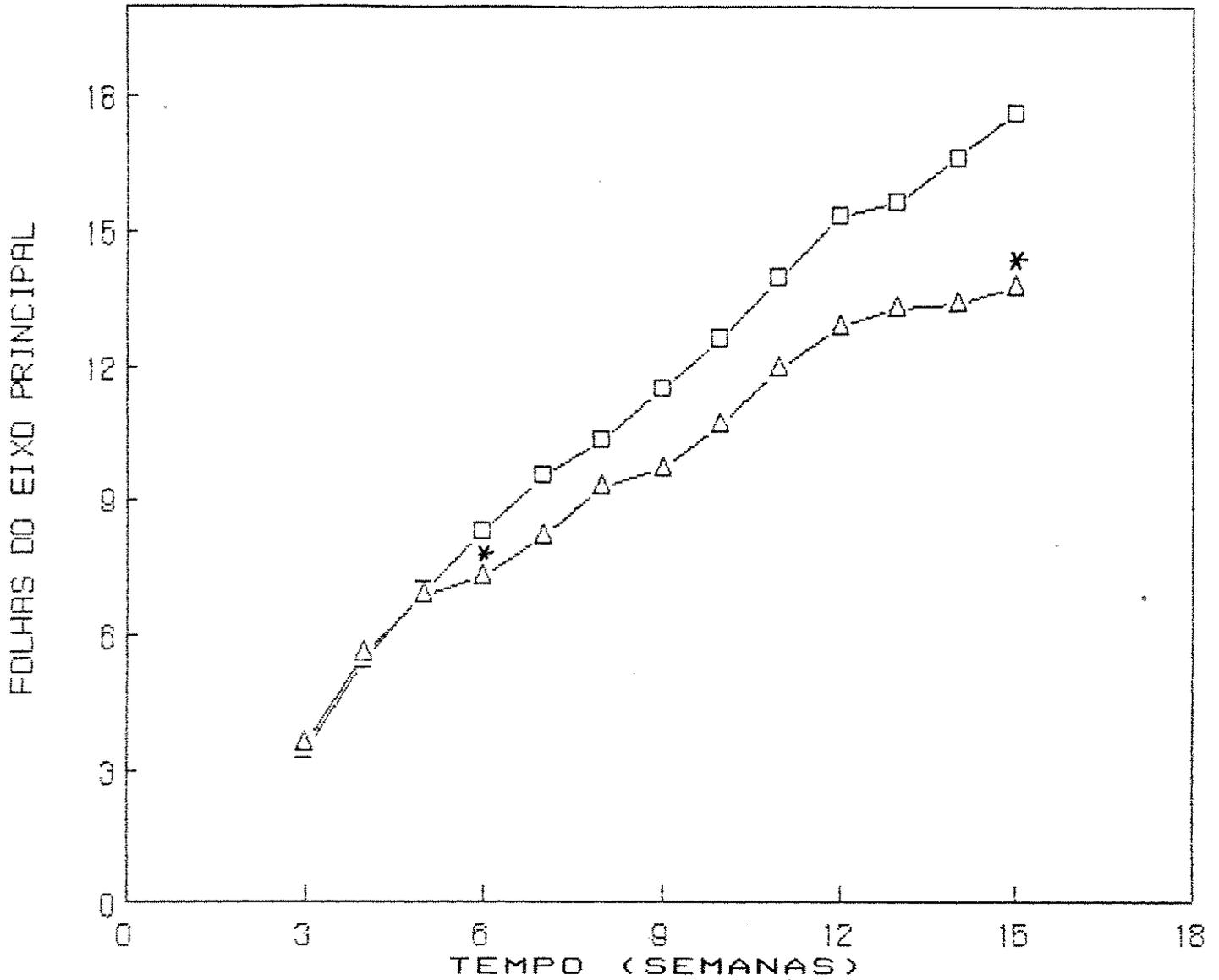


FIGURA 11. Quantidade de folhas do eixo principal de plantas de Arachis hypogaea (Var. Tatui) mantidas em deficiência hídrica.

Período: primavera-verão

□ Controle

△ Deficiência Hídrica

TABELA 1. Parâmetros de crescimento determinados em plantas de Arachis hypogaea (Var. Tatuí) com 100 dias de idade, submetidas a deficiência hídrica. Os valores representam a média de 15 plantas

		Contr.	Def. Hidr.
Peso	Raiz	67.15	22.94*
Fresco	Parte Aérea	68.06	26.12*
(g)	Frutos/Planta	33.64	13.04*
Peso	Raiz	15.70	5.10*
Seco	Parte Aérea	14.70	5.97*
(g)	Frutos/Planta	14.60	5.58*
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )		1392.85	560.87*

\* - diferença significativa a nível de 5% em relação ao controle

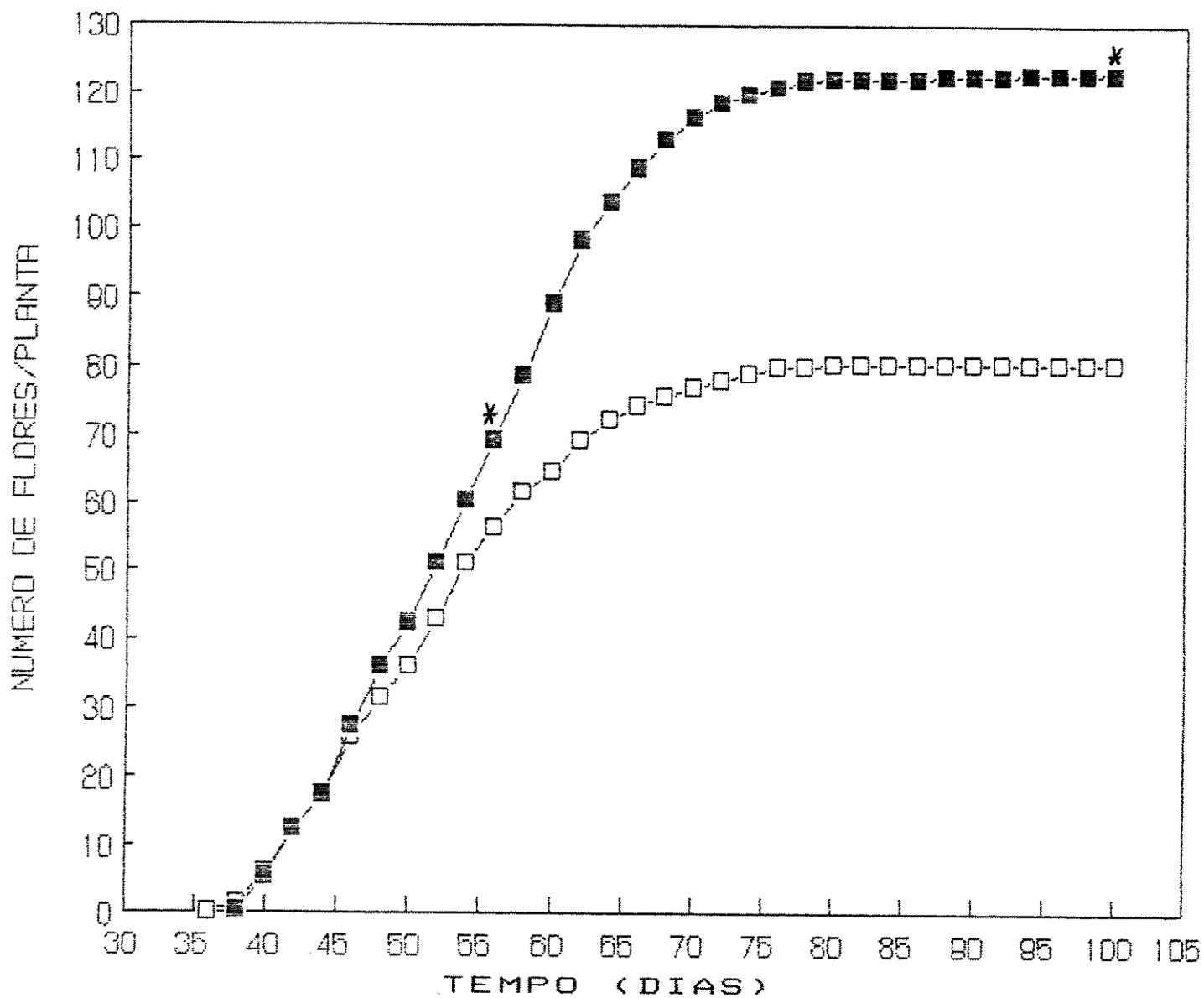


FIGURA 12. Efeito da saturação hídrica no processo da floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatui).

Período: Primavera-verão

□ Controle

■ Saturação hídrica

em condições de excesso de água, apresentaram um crescimento significativamente maior já a partir da 5ª semana do ensaio, se prolongando até o final (Fig. 13). O número de folhas do ramo principal das plantas em excesso hídrico, também foi maior do que ao das plantas controle, diferença detectada a partir da 6ª semana, como se pode verificar na figura 14.

O conteúdo de prolina das plantas mantidas em excesso de água não diferiu ao das plantas controle. Desde o início até o final do ensaio, não houve variação significativa entre os tratamentos, onde os valores encontrados foram de 56 a 66 ug/g (prolina/matéria fresca) nas plantas mantidas em excesso de água e 68 a 89 ug/g (prolina/matéria fresca) nas plantas controle.

Os parâmetros determinados no 100º dia do ensaio, e representados na tabela 2, revelaram que as plantas mantidas em excesso hídrico tiveram um significativo acúmulo de matéria fresca da raiz e parte aérea, em relação às plantas controle. Com relação ao peso da matéria fresca do frutos por planta, não foi detectada diferença significativa entre os tratamentos. O peso da matéria seca da parte aérea das plantas mantidas em excesso de água foi significativamente maior do que os das plantas controle. No entanto, não foram detectadas diferenças significativas entre os pesos da matéria seca da raiz e dos frutos das plantas mantidas em excesso hídrico em relação ao controle. A área foliar das plantas mantidas em excesso de água, foi estatisticamente maior do que as plantas controle, como pode se observar na mesma tabela.

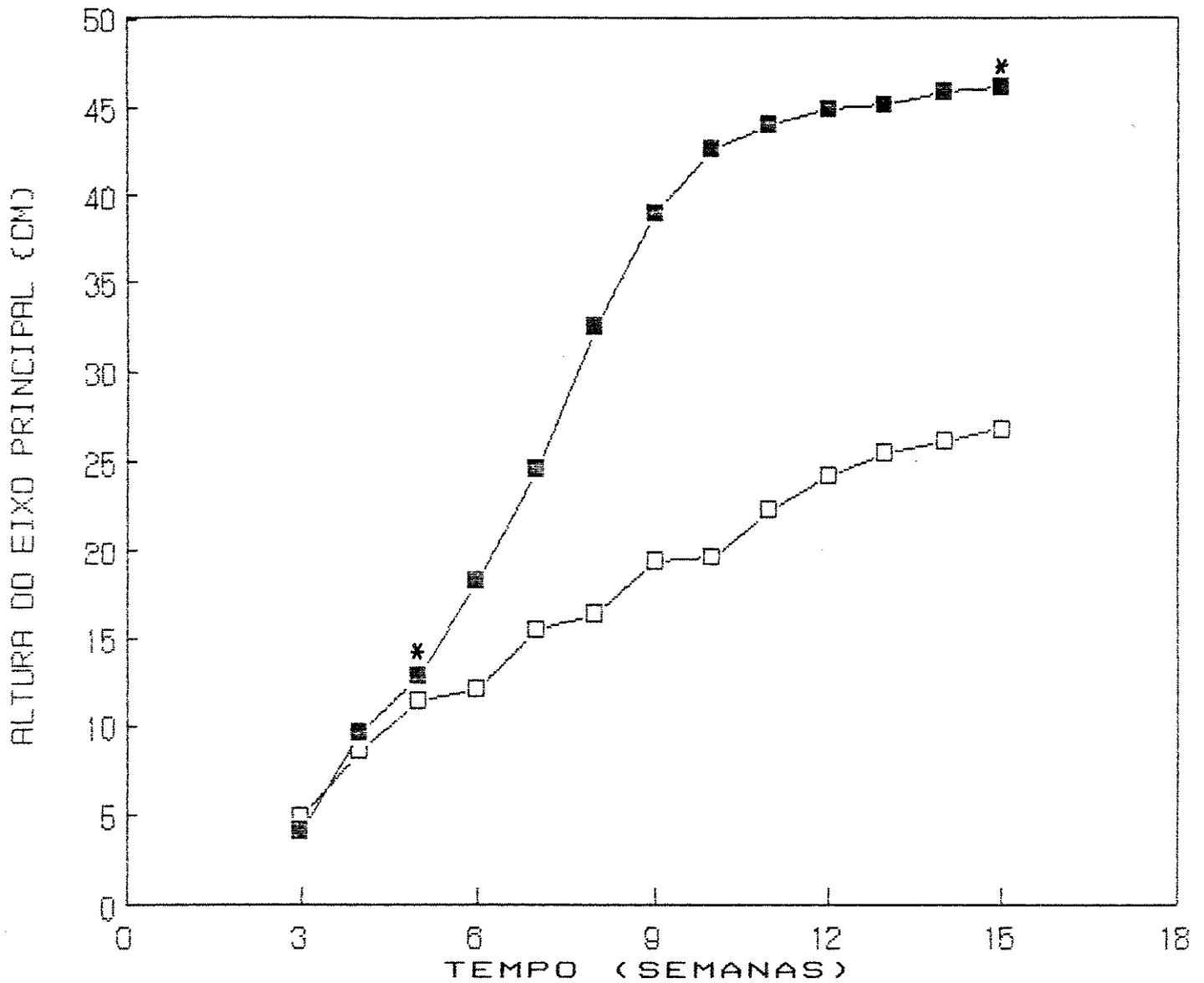


FIGURA 13. Altura do eixo principal (cm) de plantas de Arachis hypogaea (Var. Tatuí) mantidas em saturação hídrica.

Período: primavera-verão

□ Controle

■ Saturação hídrica

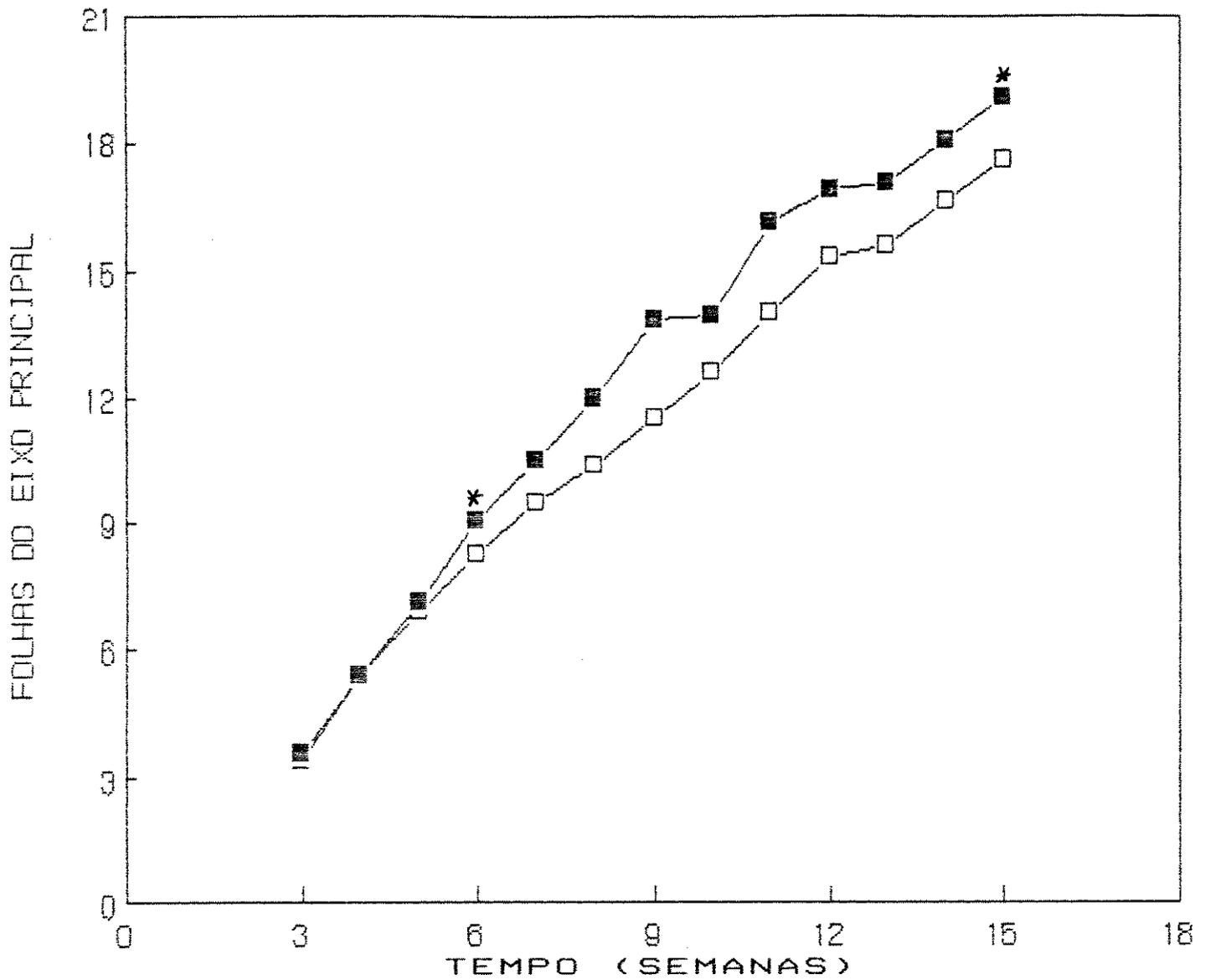


FIGURA 14. Quantidade de folhas do eixo principal de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí) mantidas em excesso de água.

Período: primavera-verão

□ Controle

■ Saturação hídrica

TABELA 2. Parâmetros de crescimento determinados em plantas de Arachis hypogaea (Var. Tatuí) com 100 dias de idade, submetidas a excesso de água. Os valores representam a média de 15 plantas

		Contr.	Exc. Água
Peso	Raiz	67.15	95.59*
Fresco	Parte Aérea	68.06	146.88*
(g)	Frutos/Planta	33.64	39.40 <sup>ns</sup>
Peso	Raiz	15.70	14.72 <sup>ns</sup>
Seco	Parte Aérea	14.70	31.62*
(g)	Frutos/Planta	14.60	15.97 <sup>ns</sup>
Área Foliar (cm <sup>2</sup> )		1392.85	2074.45*

\* - diferença significativa a nível de 5% em relação ao controle

ns - não significativo

O ensaio cujos resultados são apresentados na figura 15, foi conduzido no período outono-inverno, onde predominam os dias com baixas temperatura, e as plantas foram mantidas em fotoperíodo longo (20 horas de luz). Utilizaram-se dois tipos de regime hídrico: excesso de água e controle, como descrito anteriormente. Analisando-se os dados, verifica-se que as plantas mantidas em excesso de água, apresentaram um número de flores significativamente maior do que o controle. Esta diferença foi detectada no início da floração (40º dia) e se manteve até o final do experimento. Com relação à 1ª antese, observa-se que nos dois tratamentos elas ocorreram praticamente ao mesmo tempo (32º dia para as em excesso de água e 34º dia após o plantio para o controle).

A figura 16, mostra o número total de flores dos experimentos conduzidos nos dois períodos do ano: primavera-verão e outono-inverno. Em ambos os casos, constatou-se que as plantas mantidas em excesso de água apresentaram um número de flores significativamente superior ao controle. Outro fato importante é o número de flores produzido pelas plantas mantidas no período outono-inverno. Não foi constatado em outros ensaios, tão elevado número de flores por planta, como neste caso, onde as plantas mantidas em excesso hídrico apresentaram 269 flores, ou seja, significativamente maior do que o controle, que apresentou 189 flores, superando, além disso, a média de flores por planta do experimento conduzido na outra estação do ano, que foi de 123 e 80 em plantas mantidas em excesso hídrico e controle, respectivamente.

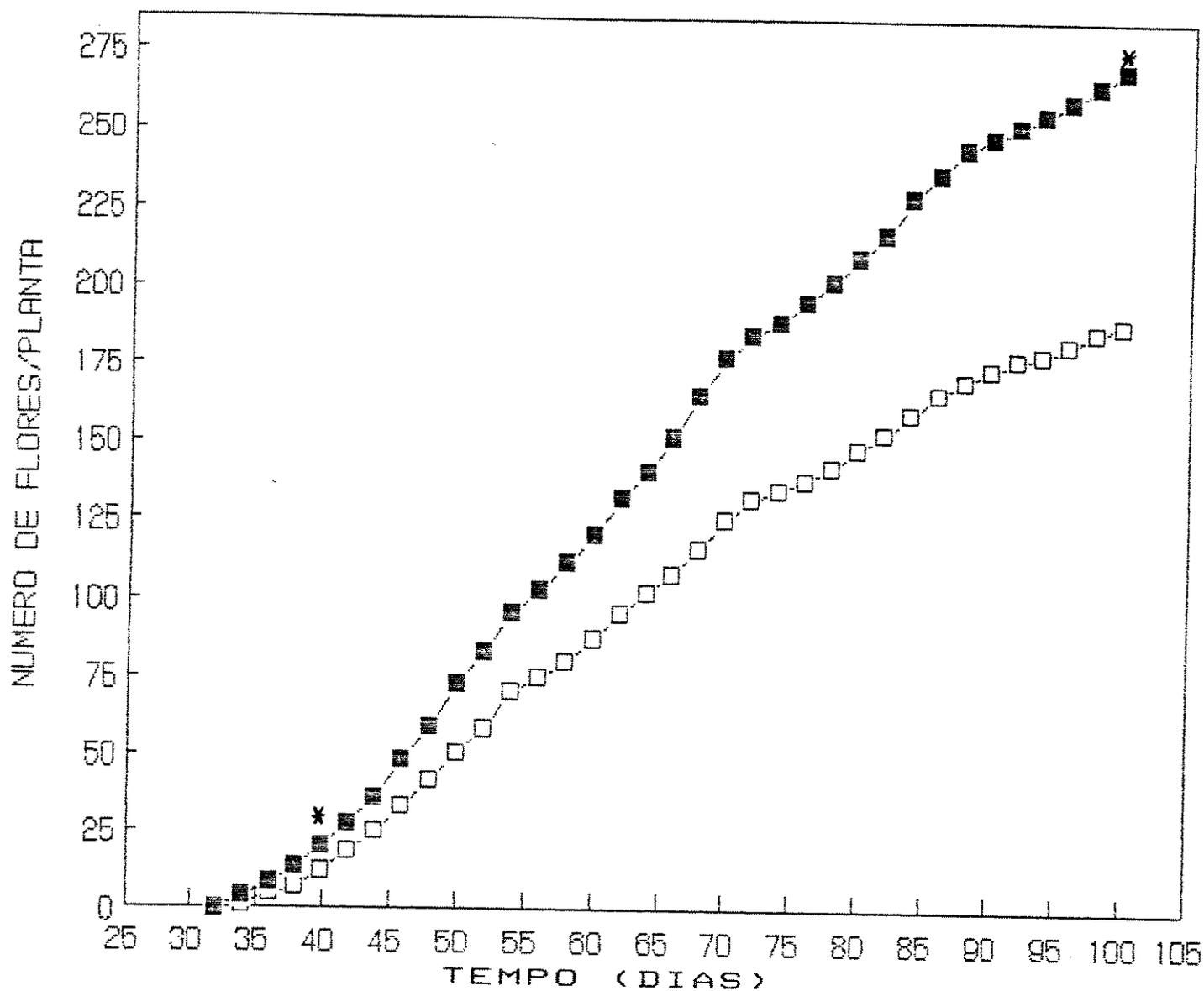


FIGURA 15. Efeito da saturação hídrica no processo da floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí).

Período: outono-inverno

□ Controle

■ Saturação hídrica

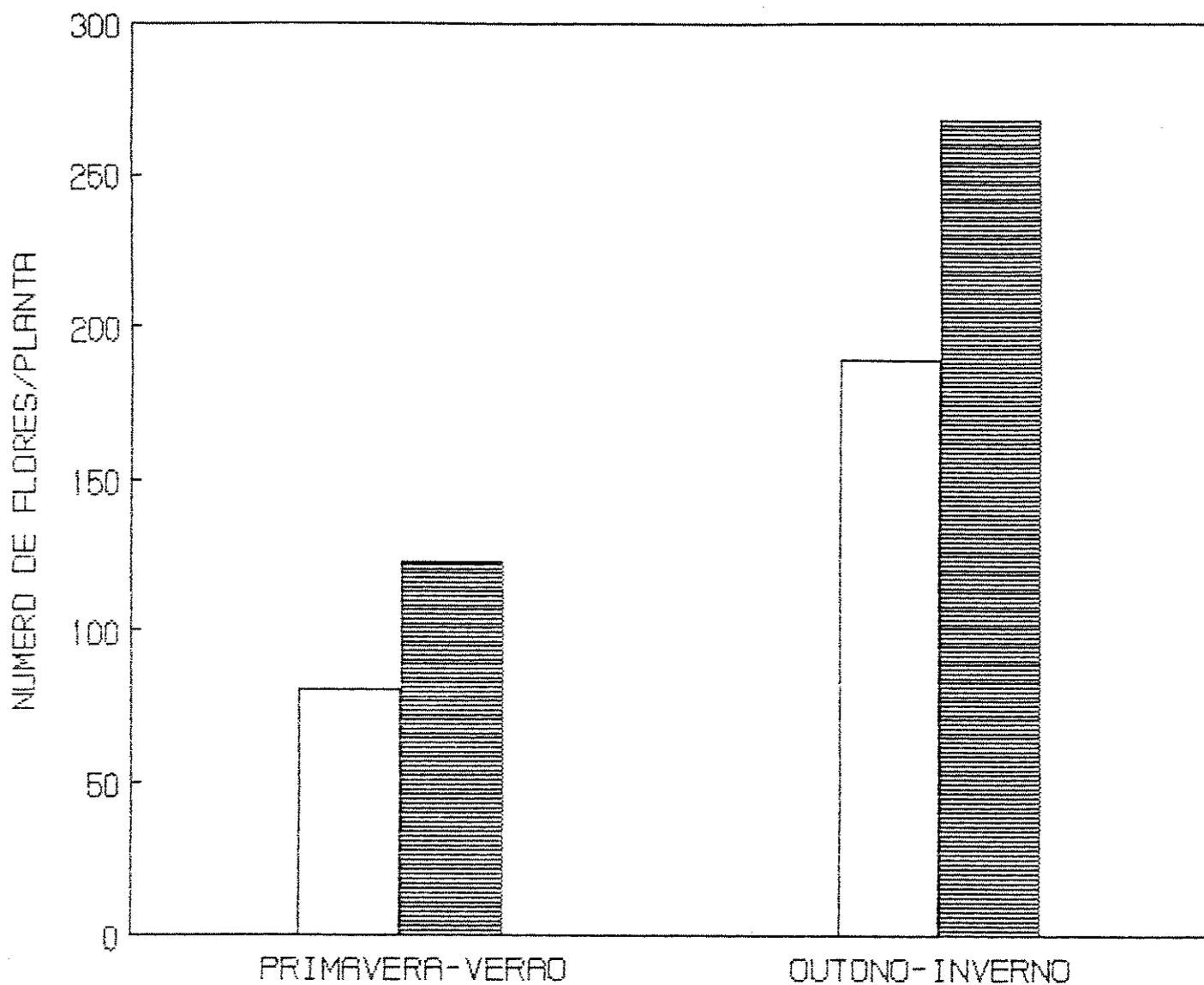


FIGURA 16. Efeito da saturação hídrica no processo da floração de plantas de *Arachis hypogaea* (Var. Tatuí). Experimentos conduzidos em dois períodos diferentes do ano.

- Controle
- ▨ Saturação hídrica

## 2. DETERMINAÇÃO TEMPORAL DA INICIAÇÃO FLORAL

As flores de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí) ocorrem tanto nos ramos laterais, como no ramo principal da planta. Em ambos os casos, elas sempre ocorrem nas gemas axilares (Fig. 17) e em nenhum momento foram observadas flores na região terminal dos ramos. Esta região é responsável pela produção de folhas e portanto está permanentemente em estágio vegetativo.

A primeira antese ocorre entre o 30º e 40º dia após o plantio, o que pode variar de acordo com os fatores do ambiente. O material utilizado para a análise morfológica, foi proveniente de um lote de plantas mantidas em casa de vegetação, em condições naturais de fotoperíodo e temperatura. Foi constatada a 1ª antese no 32º dia após o plantio.

Os cortes longitudinais medianos das gemas apicais e axilares de plantas de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí), com 20 dias de idade apresentados nas figuras 18-A e 18-B, mostram respectivamente um primórdio foliar no ápice vegetativo e um primórdio floral em uma gema axilar. Nota-se que um ápice em estágio vegetativo (fig. 18-A) possui um domo mais achatado do que o floral que é bastante arredondado (Fig. 18-B). Na figura 19-A, os cortes longitudinais medianos de segmentos de ramos laterais de plantas com 20 dias de idade, mostram a presença de um ápice em estágio vegetativo (Fig. 19-A<sub>1</sub>), com o domo achatado e um ápice em estágio floral, cujo domo é arredondado (Fig. 19-A<sub>2</sub>). Na figura 19-B,



FIGURA 17. Aspecto de ramos florais de Arachis Hypogaea L.  
(Var. Tatuí).

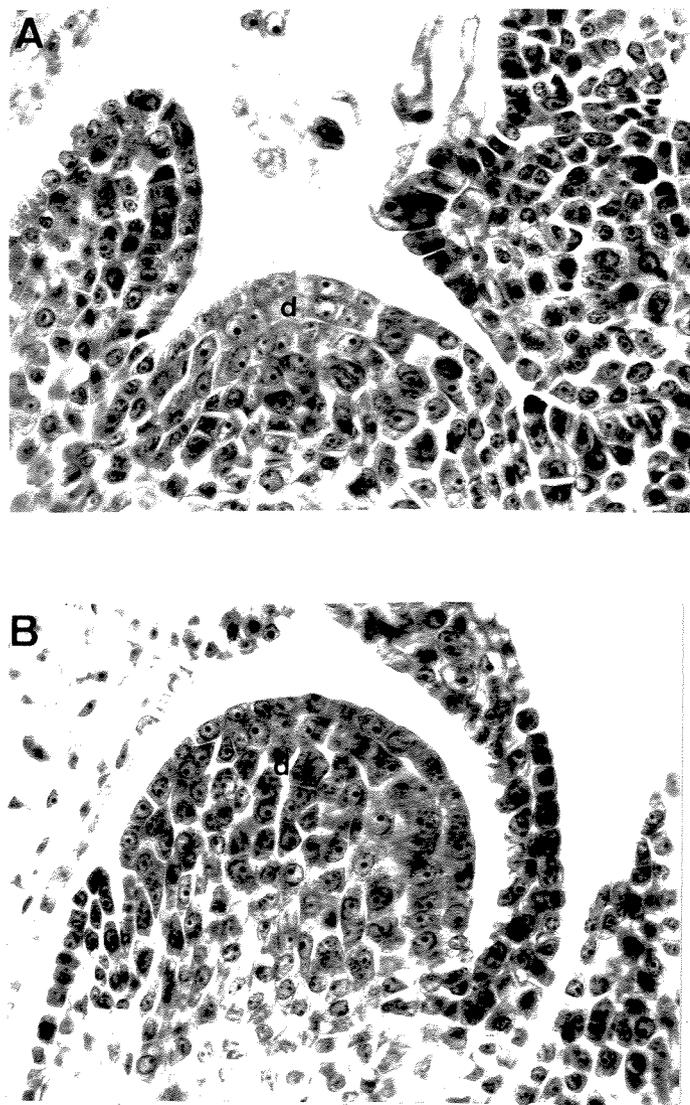


FIGURA 18. Cortes longitudinais medianos de ápices de ramos de plantas de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí) com 20 dias de idade. Aumento: 350 x

A - Aspecto de um ápice em estágio vegetativo

B - Aspecto de um ápice em estágio floral

d = domo apical

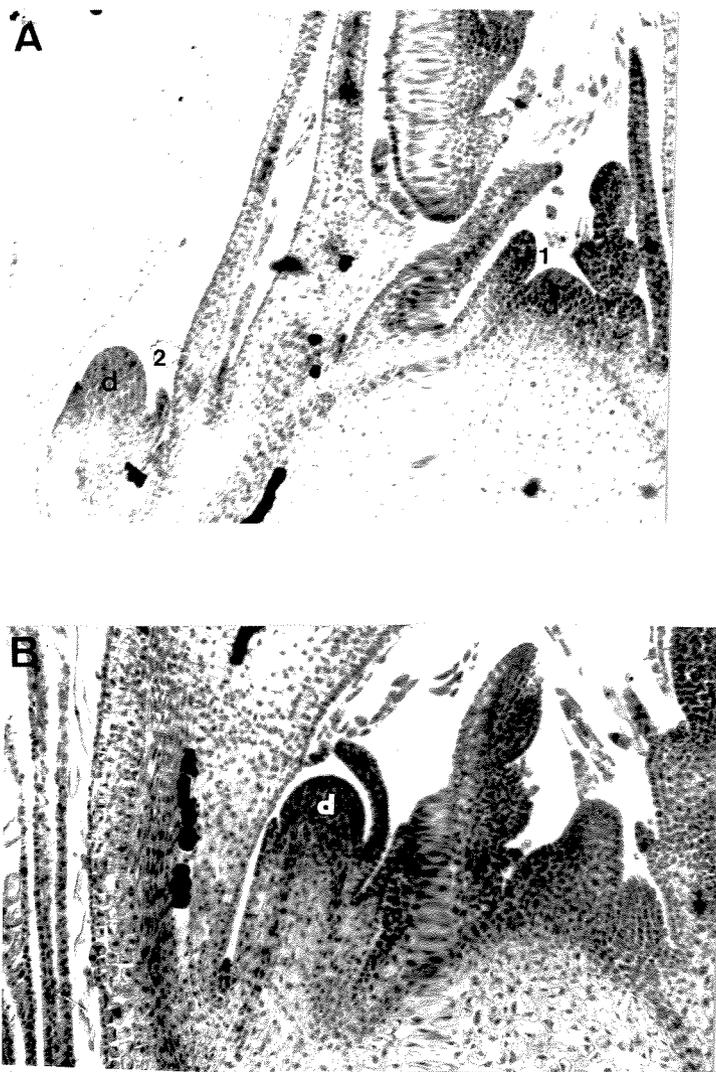


FIGURA 19. Cortes longitudinais medianos de ápices de ramos de plantas de *Arachis hypogaea* L. (Var. Tatui) com 20 dias de idade. Aumento: 220 x

A<sub>1</sub> - Aspecto de um ápice em estágio vegetativo

A<sub>2</sub> - Aspecto de um ápice em estágio floral

B - Aspecto de um ápice em estágio floral

d = domo apical

observa-se a presença de um ápice em estágio floral, também proveniente de um segmento de ramo lateral de uma planta com 20 dias de idade. Nesta última figura, observa-se com mais detalhe o acentuado arredondamento do domo do ápice em estágio floral.

A figura 20, mostra cortes longitudinais medianos de segmentos de ramos laterais de plantas com 15 dias de idade. Nestas plantas, constatou-se a presença de ápice em estágio floral em gema axilar, que pode ser observado na figura 20-B, onde se evidencia o pronunciado arredondamento do domo, característico de um ápice em estágio floral. A figura 20-A, mostra um ápice em estágio vegetativo, com o domo mais achatado, em gema apical de domo lateral.

Observando-se a figura 21, onde os cortes são provenientes de ápices de ramos principais e laterais de plantas com 10 dias de idade, verifica-se a presença de um ápice em estágio vegetativo (Fig. 21-A<sub>1</sub>) e outro no estágio floral (Fig. 21-A<sub>2</sub>). Nas figuras 21-B e 21-C, são apresentados detalhes dos ápices nas duas situações, mostrando respectivamente o estágio vegetativo e o estágio floral.

Os cortes longitudinais medianos de ápices de gemas axiliares e apicais de ramos laterais de plantas com 5 dias de idade (Fig. 22), revelaram a presença de ápice em estágio floral como se pode observar na figura 22-B. Nota-se claramente o típico arredondamento do domo deste ápice em estágio floral, em comparação com o domo mais achatado do ápice em estágio vegetativo (fig. 22-A).

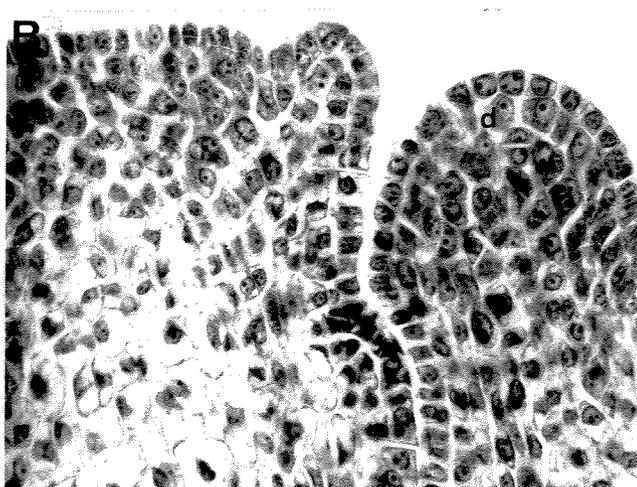
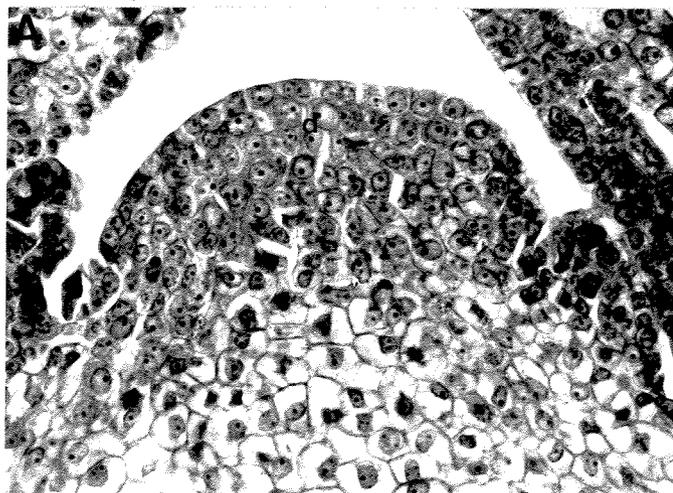


FIGURA 20. Cortes longitudinais medianos de ápices de ramos de plantas de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí) com 15 dias de idade. Aumento: 350 x

A - Aspecto de um ápice em estágio vegetativo

B - Aspecto de um ápice em estágio floral

d = domo apical

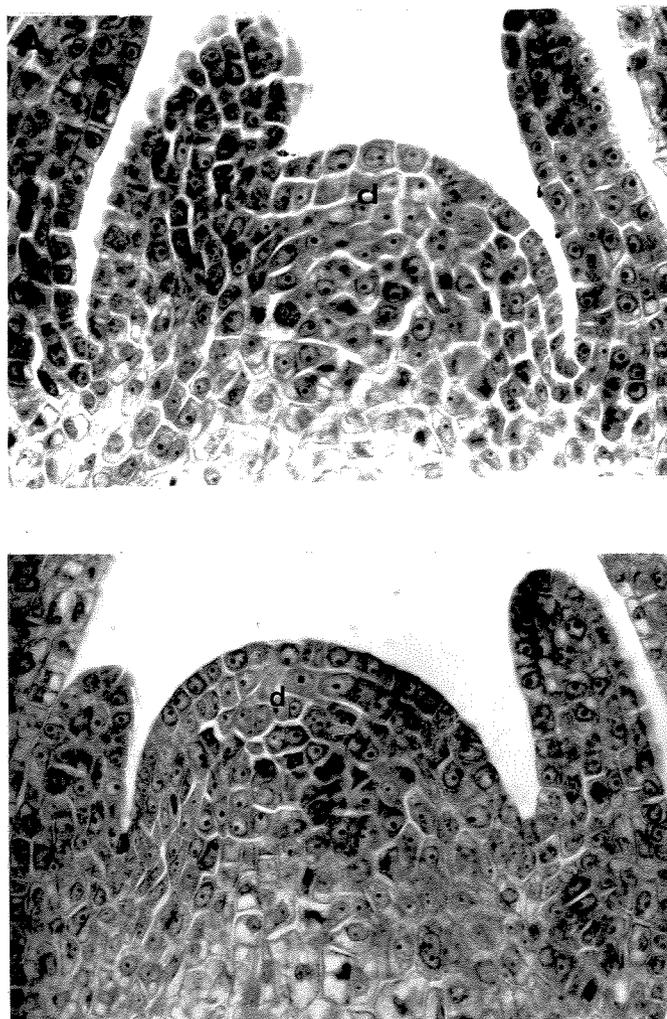


FIGURA 22. Cortes longitudinais medianos de ápices de ramos de plantas de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí) com 5 dias de idade. Aumento: 350 x

A - Aspecto de um ápice em estágio vegetativo

B - Aspecto de um ápice em estágio floral

d = domo apical

Na figura 23, estão representados os cortes longitudinais medianos dos embriões em sementes de Arachis hypogaea L. (Var. Tatuí). A figura 23-A mostra um ápice em estágio vegetativo, com o domo achatado, enquanto que a figura 23-B mostra um ápice em estágio floral. Nota-se através da figura 23-C, mais ampliada, o característico arredondamento encontrado em ápices em estágio floral. Neste caso, fica evidente a caracterização de um ápice em estágio floral, ainda no embrião da semente desta espécie.

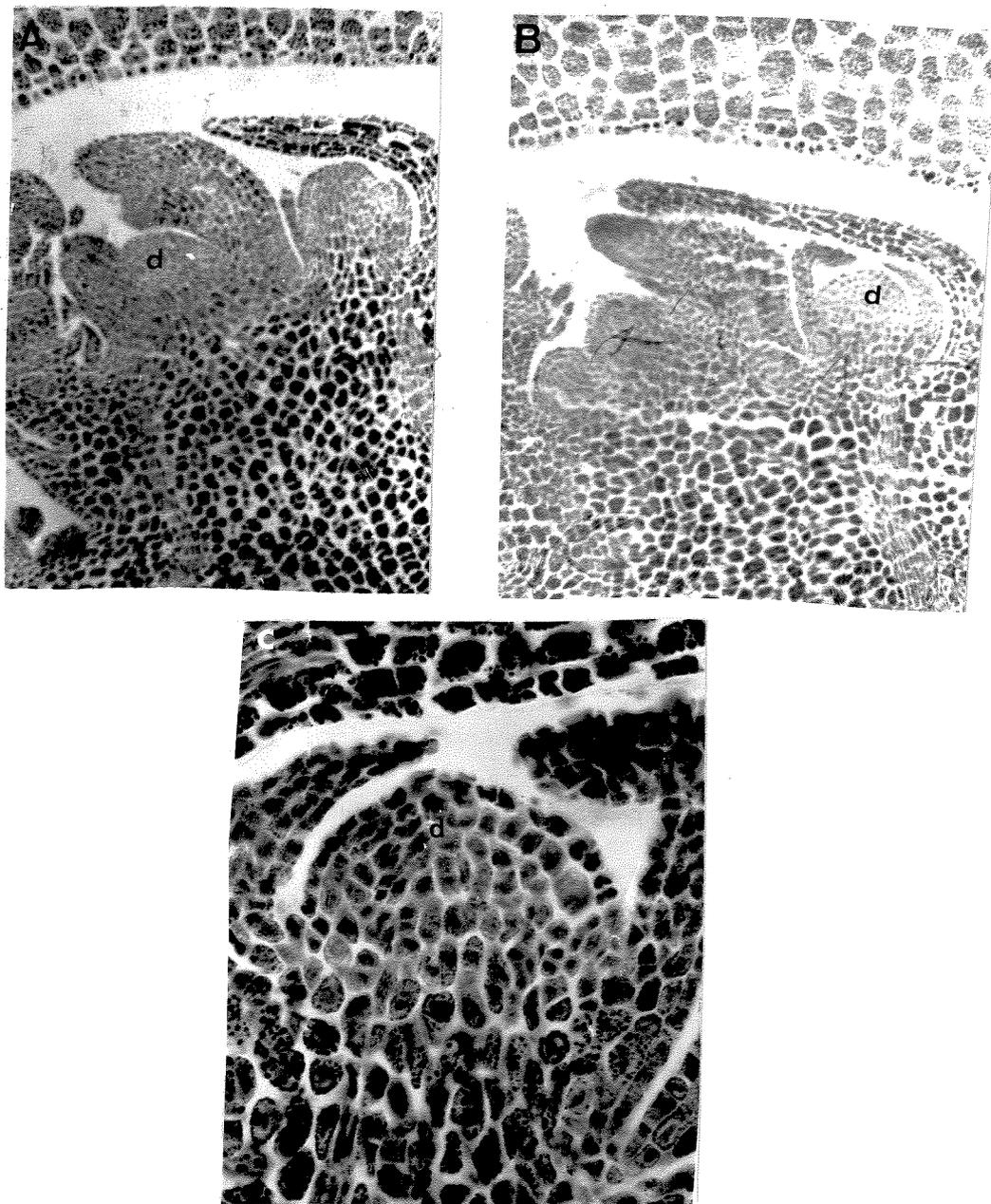


FIGURA 23. Cortes longitudinais medianos de ápices de embriões em sementes de *Arachis hypogaea* L. (Var. Tatuí).

- A - Aspecto de um ápice em estágio vegetativo  
Aumento: 95 x
- B - Aspecto de um ápice em estágio floral  
Aumento: 95 x
- C - Aspecto de um ápice em estágio floral  
Aumento: 350 x
- d = domo apical

## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O amendoim (Arachis hypogaea), tem sido descrito como uma planta que independe de controle fotoperiódico no processo da floração (SMITH, 1954, KETRING, 1979 e LEONG & ONG, 1983). Na variedade Tatuí, desta espécie, observou-se que o processo da floração ocorre em ambos os fotoperíodos. No entanto, há uma resposta quantitativa a dias longos bastante expressiva. Parece haver uma forte interação entre temperatura e este fator do ambiente, uma vez que as plantas submetidas aos diferentes fotoperíodos, em diferentes períodos do ano (primavera-verão e outono-inverno), apresentaram diferenças significativas no número total de flores. As plantas do período outono-inverno apresentaram um número total de flores maior do que as mantidas na estação primavera-verão. Outro fator importante a ser observado é com relação à primeira antese. Nos experimentos realizados na estação primavera-verão, a primeira antese ocorreu em ambos os tratamentos fotoperiódicos no 52º dia após o plantio, apresentando um atraso significativo em relação aos experimentos mantidos na estação outono-inverno (37º dia após o plantio).

Existem casos, onde os efeitos do fotoperíodo e temperatura podem ser transmitidos as sementes ainda na fase de desenvolvimento e posteriormente serem detectados nas plantas da segunda geração. No entanto, a maior parte destes estudos, são sobre germinação de sementes, sendo que pouco se sabe a respeito

modificada por outros fatores do ambiente, como por exemplo, a temperatura (SALISBURY, 1981). Na verdade, plantas cuja resposta ao comprimento do dia, são totalmente independentes da temperatura são raras e existem espécies que são estritamente fotoperiódicas dentro de uma determinada faixa de temperatura, sendo que fora dela não conseguem florescer ou sofrem um considerável atraso no processo da floração (VINCE-PRUE, 1975).

Diversos trabalhos, têm demonstrado em diferentes espécies, que a temperatura interagindo com o fotoperíodo altera o comportamento fotoperiódico. Em Lycopersicon esculentum, uma típica planta indiferente ao comprimento do dia, apresenta uma resposta fotoperiódica quantitativa a dias curtos, se for mantida em temperaturas altas (AUNG, 1976). SIMMONDS (1982), trabalhando com Impatiens, constatou que a temperatura altera o comportamento fotoperiódico destas plantas. Em seus experimentos, plantas mantidas a 25°C, apresentaram uma resposta quantitativa a dias curtos, enquanto que em temperatura de 15°C, passaram a ser indiferentes ao fotoperíodo.

Em amendoim, no mesmo fotoperíodo, o número de flores por planta pode sofrer alterações, se houver mudanças de temperatura (WYNNE et al., 1973). Temperaturas superiores a 30°C, prejudicam o crescimento das estruturas florais, comprometendo assim o processo reprodutivo desta espécie (KETRING, 1984).

Na variedade de amendoim Tatuí, os resultados permitiram concluir que a temperatura, interagindo com o fotoperíodo, desempenhou um importante papel no processo da floração, uma

vez que foi nítida a diferença de comportamento nos dois períodos do ano. Plantas mantidas no período mais quente (primavera-verão), apresentaram um reduzido número de flores em comparação com as plantas do experimento outono-inverno (temperaturas mais baixas). Constatou-se ainda, que as plantas mantidas em fotoperíodo longo, independentemente do período do ano, apresentam um número de flores superior aquelas mantidas em fotoperíodo curto. Nota-se, no entanto, que as plantas mantidas em fotoperíodo longo e no período outono-inverno, mostraram um maior número de flores do que as mantidas no mesmo fotoperíodo mas no período primavera-verão.

Destes resultados, pode-se concluir que o fotoperíodo longo, que é um fator favorável ao processo da floração nesta variedade de amendoim, vai favorecer mais ainda o processo da floração se estiver interagindo com temperaturas baixas, no caso, o período outono-inverno. Por outro lado, verificou-se que as plantas mantidas em fotoperíodo curto, vão ter o processo da floração afetado, independentemente do período do ano. Mas deve-se salientar que as plantas mantidas nesta condição fotoperiódica e no período primavera-verão, vão ter o processo da floração mais prejudicado, do que no período outono-inverno.

O papel da temperatura no período noturno é particularmente importante na determinação da floração em muitas plantas (VINCE-PRUE, 1975). Em Browalia speciosa, temperaturas altas durante o período noturno inibiram o processo da floração (SEMENEUK, 1974). RYLSKY (1972), trabalhando com plantas de

Capsicum annuum em temperaturas noturnas de 10°C, observou que apesar do atraso na antese, o processo da floração foi melhor do que em altas temperaturas. Já em Cyclamen persicum, altas temperaturas no período noturno, tem um efeito fortemente negativo no processo da floração (ASMA, 1973). WOOD (1968), demonstrou em seus estudos, que baixas temperaturas durante o período noturno favorecem a floração em amendoim. Já COX (1979), mostrou em seu trabalho que altas temperaturas durante o período noturno inibem este processo fisiológico nesta espécie.

No presente trabalho, constatou-se que a temperatura no período noturno pode alterar o comportamento fotoperiódico. Plantas mantidas em fotoperíodo curto e baixa temperatura noturna (15°C) tiveram um atraso na primeira antese, mas apresentaram um número de flores significativamente superior ao controle no final do ensaio. O mesmo ocorreu em plantas mantidas em fotoperíodo longo, onde aquelas mantidas em baixa temperatura noturna (15°C), superaram significativamente o número total de flores no final do ensaio. Por outro lado, plantas submetidas a temperaturas altas no período noturno (35°C), apresentaram um comportamento negativo em fotoperíodo curto, mostrando um baixo número de flores, além de sofrerem um atraso considerável na primeira antese. No entanto, este comportamento se inverte em fotoperíodo longo, onde na maioria dos dias do ensaio, o número de flores das plantas deste tratamento é superior ao controle, embora no final do experimento não tenha sido detectada nenhuma diferença significativa entre os tratamentos.

O estudo do efeito da temperatura no período noturno no processo da floração, mostrou que a variedade Tatuí de amendoim é sensível a este fator do ambiente. Analisando os dados, pode-se concluir que as plantas mantidas em temperatura noturna baixa tiveram o processo favorecido, ao contrário daquelas mantidas em temperatura noturna alta. Os resultados mostram que as plantas mantidas em temperatura de 15°C, apresentaram um número de flores superior as plantas mantidas em outras temperaturas, independentemente do fotoperíodo. O efeito negativo mostrado pelas plantas mantidas em altas temperaturas em fotoperíodo curto é nítido, em concordância com os resultados anteriormente descritos por COX (1979). Constatou-se ainda, que em fotoperíodo longo, o número total de flores é superior ao das plantas do outro fotoperíodo, o que foi corroborado por experimentos anteriores, confirmando mais uma vez o efeito favorável desta condição fotoperiódica no processo da floração desta variedade de amendoim.

A disponibilidade de água é também um fator ambiental intimamente relacionado com o processo da floração em plantas superiores. A literatura é rica em exemplos, mostrando que o estresse hídrico é um importante fator que influencia a iniciação floral em muitas plantas. Tem sido postulado que a deficiência hídrica, assim como o excesso de água, funcionam como agentes controladores de vários processos fisiológicos, dentre eles o da floração (BERNIER et al., 1981). Na verdade, tanto um, como outro tipo de estresse hídrico causam efeitos variáveis neste processo fisiológico.

HOPKINSON (1968), constatou que em tabaco (Nicotiana tabacum), um breve período de deficiência hídrica é suficiente para atrasar a iniciação floral nesta espécie. MARC e PALMER (1976), trabalhando com Helianthus annuus, sugerem que a iniciação do primórdio floral foi insensível à deficiência hídrica, o que foi corroborado por YEGAPAN et al., (1980). Por outro lado, NERD & BENZONI (1988), trabalhando com jojoba, verificaram que longos períodos de deficiência hídrica não afetam o processo da floração nesta espécie. Em café (Coffea arabica) um período de deficiência hídrica favorece a quebra da dormência das gemas florais, promovendo o início da floração (MAGALHÃES & ANGELOCCI, 1976), assim como em Citrus latifolia (SOUTHWICK & DAVENPORT, 1986). LEE et al. (1972), trabalhando com a variedade "Starr" de amendoim, verificaram uma inibição do processo floral, quando se submeteram as plantas a um regime de deficiência hídrica.

Plantas de A. hypogaea L. (Var. Tatuí) mantidas em regime de deficiência hídrica foram afetadas pelo tratamento. A deficiência de água refletiu de maneira negativa no processo da floração, uma vez que o número de flores se mostrou baixo. A altura da planta e o número de folhas, indicam que a planta é sensível a este fator do ambiente, uma vez que apresentou uma significativa redução de crescimento, logo no início do tratamento. O acúmulo de matéria fresca e seca foi reduzido em função do tratamento, tanto na parte aérea como na parte subterrânea.

A determinação dos teores de prolina do limbo foliar, um parâmetro bioquímico muito utilizado para demonstrar se

a planta se encontra em situação estressante (HSIAO, 1973), mostrou que plantas mantidas em regime de deficiência hídrica acumularam significativamente este aminoácido, indicando desta forma que se encontravam numa situação de estresse, por deficiência de água, desde o início do tratamento. IBARRA-CABALLERO et al. (1988), trabalhando com milho (Zea mays), verificaram que esta planta em situações de deficiência hídrica acumula prolina em suas folhas, o que foi confirmado por NAIDU et al. (1987), trabalhando com outra espécie, a Melaleuca lanceolata. Em amendoim (Arachis hypogaea), variedade Tatuí, pode-se concluir, que tão logo a planta seja mantida em condições de deficiência hídrica, ocorre um significativo acúmulo de prolina no seu limbo foliar.

No tocante às condições de excesso de água, a bibliografia não apresenta muitos casos onde o processo da floração é diretamente influenciado por este fator. BRONCHART (1963, citado por BERNIER et al., 1981), observou que Geophila renaris, quando mantida em condições de capacidade de campo desde a germinação, (seu habitat natural), sofre uma inibição do processo da floração. Porém, uma diminuição da quantidade de água do solo provoca o início desse processo. LEE et al., (1972), observaram que plantas de amendoim (Var. "Starr"), apresentaram uma quantidade maior de flores em condições de excesso de água, do que plantas mantidas em regime de deficiência hídrica.

As plantas de amendoim, da variedade estudada foram favorecidas pelo tratamento de excesso de água. O número de flores das plantas tratadas, foi significativamente maior do que

o controle. Esta diferença foi detectada logo no início do processo floral e se manteve até o final do ensaio. Todos os parâmetros foram igualmente afetados em função do tratamento. O crescimento da planta, determinado através da altura e número de folhas do eixo principal, foi influenciado logo no início do tratamento, se mostrando maior em comparação com o controle. Nestas plantas, houve um significativo acúmulo de matéria fresca da parte aérea e da raiz. Este tratamento não favoreceu um aumento do peso da matéria fresca e seca dos frutos. Outro parâmetro afetado, foi a área foliar, que mostrou-se maior do que as plantas controle.

Com relação ao acúmulo de prolina, não foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. BUENO (1989), trabalhando com (Calathea alouia), observou que os níveis de prolina livre no limbo foliar mostraram-se elevados também nos tratamentos de excesso de água. Em amendoim, na variedade estudada, não foi observado um acúmulo deste aminoácido durante o ensaio, nas plantas mantidas em excesso hídrico, sendo que a quantidade se manteve igual à das plantas controle.

Conclui-se, que plantas mantidas em excesso de água, tiveram o processo da floração favorecido, apresentando um número de flores significativamente maior do que o controle. Em contrapartida, as plantas mantidas em deficiência hídrica, apresentaram uma inibição do processo floral, corroborando os dados obtidos por LEE et al. (1972), que trabalharam com a variedade "Starr" da mesma espécie.

O processo da floração envolve dramáticas alterações no padrão de diferenciação do ápice. A morfogênese floral é determinada por fatores endógenos, mas muito frequentemente os fatores do ambiente são importantes, se não cruciais, para iniciar a transição do estágio vegetativo para o reprodutivo (VINCEPRUE, 1975). Nas espécies indiferentes ao fotoperíodo, o início da floração é provavelmente determinado por mecanismos internos (WAREING & PHILIPS, 1981).

Em algumas plantas o primórdio floral pode ser formado quando as plântulas ainda estão na fase cotiledonar, mas a maioria das plantas devem atingir uma certa idade ou tamanho antes que o processo da reprodução seja estabelecido. O estágio anterior, isto é, antes de ocorrer o início do processo reprodutivo é chamado de fase juvenil. A duração desta condição pode variar de poucas semanas em plantas herbáceas até vários anos em árvores. Há casos extremos, onde a fase juvenil inexistente, e o primórdio da gema floral se encontra presente no embrião da semente, o que foi descrito por GALINAT & NAYLOR (1951), em seu trabalho com milho e VAN DE ROSSEN & BOLHUIS (1954), que trabalharam com uma variedade de amendoim. Uma vez que a planta tenha se tornado adulta o suficiente para iniciar o processo reprodutivo, a formação do órgão floral pode ser autônoma, isto é, os fatores externos não vão influenciar no processo diretamente (ZEEVAART, 1983).

A chegada do estímulo floral no ápice resulta em mudanças morfológicas associadas com a iniciação do primórdio

floral e seu subsequente desenvolvimento. O ápice sofre uma reorganização e passa a produzir o órgão floral. Em plantas onde as flores não são terminais, o domo central continua produzindo os órgãos vegetativos, mas há um marcante estímulo de atividade nos sítios de gemas axilares (VINCE-PRUE, 1975).

Uma das mais evidentes alterações é o tamanho e a forma que o meristema assume com o início da transição floral. Meristemas vegetativos são comumente domos baixos, achatados ou levemente convexos, na maioria das espécies. Observando-se um material por ocasião da iniciação do primórdio floral, nota-se que há um marcante arredondamento do meristema. Este aumento de altura e largura ocorre em muitas espécies perto do início do processo floral (BERNIER et al., 1981), mas não é uma característica padrão, pois varia de acordo com a espécie.

Em girassol, o domo no estágio vegetativo apresenta-se completamente plano. Por ocasião da transição floral, há um leve arredondamento do domo e posteriormente, este volta a assumir a forma achatada (MARC & PALMER, 1982). Já em Stevia rebaudiana, o meristema na fase reprodutiva é um domo com marcante arredondamento, em contraste com o meristema vegetativo, que é um domo levemente arredondado (MONTEIRO & GIFFORD Jr., 1988).

Na espécie utilizada no presente trabalho, os cortes histológicos, revelam que o meristema na fase reprodutiva é um domo com acentuado arredondamento, enquanto que o meristema vegetativo apresenta um domo mais achatado. Este característico arredondamento do domo por ocasião da transição floral, foi

encontrado em plantas com 20, 15, 10 e 5 dias de idade.

Primórdios de gemas florais, presentes em embriões de sementes, não têm sido descrito pela literatura. No presente caso, foram feitos cortes de segmentos de ramos laterais e principais de plantas de 20 dias até 5 dias de idade e de embriões em sementes secas, na tentativa de se determinar o momento da evocação floral.

Os cortes histológicos do embrião da semente desta variedade de amendoim, revelaram a presença de primórdios florais, na gemas axilares das gemas cotiledonares, com o característico arredondamento do domo. Este fato, foi mencionado por VAN ROSSEM DE & BOLHUIS em 1954, que trabalharam com a variedade "Schwarz 21" de amendoim, embora esta característica incomum tenha sido descrita com poucos detalhes.

Do presente trabalho, pode-se concluir que a variedade Tatuí do amendoim, tem o processo da floração influenciado pelos fatores do ambiente, tais como fotoperíodo, temperatura e disponibilidade de água. Apesar desta espécie ser considerada uma planta indiferente ao fotoperíodo com relação à floração, foi determinado que esta variedade apresenta uma resposta quantitativa a dias longos. Quanto aos outros fatores do ambiente (temperatura e disponibilidade de água), convém salientar que influenciaram de forma preponderante no processo da floração, demonstrando serem agentes ambientais de forte influência no controle deste processo fisiológico.

Nesta variedade de amendoim (Arachis hypogaea), foi também caracterizado um ápice em estágio floral, com um acentuado arredondamento do domo, ao contrário do ápice em estágio vegetativo, onde o domo é mais achatado. Além disso, foi determinada uma característica peculiar que é a presença de primórdio de gema floral no embrião da semente seca, o que não têm sido mencionado pela literatura.

## RESUMO

O amendoim (Arachis hypogaea L.) é uma planta herbácea, anual, com caules eretos e prostrados, flores amarelas localizadas nas regiões axiliares, pertencente à família Leguminosae. Neste trabalho, foi estudada a influência de alguns fatores do ambiente, como o fotoperíodo, temperatura e disponibilidade de água, na variedade Tatuí, desta espécie.

Constatou-se que esta planta apresenta uma resposta quantitativa a dias longos. Foi verificado o efeito residual do fotoperíodo em plantas da segunda geração. Os resultados sugerem que a sensibilidade fotoperiódica das plantas parentais foi transmitida às plantas da segunda geração.

A temperatura é um fator que interfere no processo da floração. Plantas mantidas na estação outono-inverno, produzem mais flores do que as da estação primavera-verão. A temperatura noturna influencia o processo da floração nesta variedade. A temperatura noturna baixa é uma condição que favorece este processo fisiológico. Já a temperatura noturna alta, mostrou ser um fator limitante, prejudicando a floração nesta variedade de amendoim.

A disponibilidade de água tem forte influência no processo da floração nesta variedade de amendoim. As plantas mantidas sob deficiência hídrica apresentaram uma redução de crescimento, além de baixo número de flores. O elevado nível de prolina encontrado, indica que estas plantas "perceberam" a deficiência

hídrica desde o início do tratamento. O excesso de água mostrou ser uma condição favorável ao processo da floração. Além do número de flores, constatou-se que todos os parâmetros avaliados foram favorecidos.

Os fatores que mais favoreceram a floração nesta variedade, foram dias longos, excesso de água e temperatura baixa. Para confirmar este fato, elaborou-se um ensaio em que se testou a interação destes três fatores do ambiente. Estas plantas que apresentam resposta quantitativa a dias longos, se mantidas em excesso de água no período outono-inverno e em fotoperíodo longo, apresentam um número de flores muito superior aos outros ensaios, sugerindo que a interação desses fatores no processo da floração é de alta significância.

Observações a nível morfológico das gemas axilares e apical dos ramos laterais e principal, mostraram que a gema apical é sempre vegetativa, mantendo o crescimento, a despeito da floração. O meristema vegetativo apresenta um domo mais achatado do que o meristema floral, que é um domo com marcante arredondamento. Os estudos feitos em plantas com 20, 15, 10 e 5 dias de idade, mostraram a presença de meristemas em estágio floral. Comprovou-se ainda, a presença de primórdios de gemas florais no embrião da semente, mostrando uma característica peculiar nesta variedade de amendoim.

## ABSTRACT

The groundnut (Arachis hypogaea L.), Leguminosae is a herb plant, annual, with prostrate and erected branches, yellow flowers located in axillary positions. In the present work, studies on the influence of some environmental factor, such as photoperiod, temperature and water level, in the variety "Tatuí" of this species, are described.

It was determined that this plant shows a quantitative response to long days. A residual effect of the photoperiod on the second generation plants was observed. The results suggest that the photoperiodic sensibility of parent plants are transmitted to the plants of second generation.

The temperature is a factor that strongly influences the flowering process. Plants kept in the period autumn-winter produced more flowers than those kept in the period spring-summer. The night temperature influences the flowering process in this variety of groundnut. The low temperature during dark period is a condition that promotes this physiological process. On the other hand, high temperature during the dark period, showed to be a negative factor, for the flowering process in this species.

The water level strongly influences the flowering process in this variety of groundnut. Plants kept under water deficiency showed a decrease in vegetative growth, as well as in

flower production. The increase in the proline level suggested that the plants had been in water deficiency since the beginning of the treatment. The water excess has showed a benefic condition on flowering process. The flower number and the other studied parameters were promoted.

The environmental factors that promote the flowering process in this variety are long days, water excess and low temperature. To confirm these data, an experiment was carried out with the purpose to test the interaction between these three environmental factors. The results showed that the groundnut, a quantitative long day plant, when kept under water excess, in the period autumn-winter and in a long photoperiod, increases the flower number in comparison with other experiments, suggesting that the interaction of these factors on flowering process is strong.

Morphological observations in the axillary bud and shoot apex of the lateral and principal branches are showed that the shoot apex is always in the vegetative stage. The vegetative meristem presents a low dome, while the floral meristem shows a marked "doming", revealing an increase in height relative to width. The studies made with plants 20, 15, 10 and 5 days old, showed the presence of floral meristem in all of them. Flower primordium was also described in the seed embryo, a very uncommon characteristic.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKSENOVA, N. P.; BAURINA, T. V. & KONSTANTINOVA, T. N. 1980. Interaction of organs in regulation of the flowering. Soviet Plant. Physiol., 27(5):702-11.
- ASMA, H. S. 1973. Development of F1 hybrids in cyclamen. Acta Hort., 31:145-7.
- AUNG, L. H. 1976. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of Lycopersicon esculentum Mill. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101(4):358-60.
- BERNIER, G., KINET, J. M. & SACHS, R. M. 1981. The Physiology of flowering. Boca Raton, CRC. v. 1-2.
- BIELESKI, R. L. & TURNER, N. A. 1966. Separation and estimation of acids in crude plant extract by their layer eletrophoresis and chromatography. An. Bioch., 17:278-82.
- BUENO, C. R. 1989. Controle Ambiental e ação de reguladores de crescimento no desenvolvimento de plantas de ariá [Calathea allouia (Aubl.) Lindl.]. Campinas. Tese (Doutorado). UNICAMP, Instituto de Biologia.

- COX, F. R. 1979. Effect of temperature treatment on peanut vegetative and fruit growth. Peanut Sci., 6:14-7.
- DANPTEY, H. B. & ASPINALL, D. 1976. Water deficit and inflorescence development in Zea mays L. Ann. Bot., 40:23-35.
- GALINAT, W. C. & NAYLOR, A. W. 1951. Relation of photoperiod to inflorescence proliferation in Zea mays L. Am. J. Bot., 38:38-47.
- GREGORY, W. C.; GREGORY, M. P.; KRAPOVICKAS, A.; SMITH, B. W. & YARBROUGH, J. A. 1973. Structures and genetic resources of peanuts. In. Peanuts: Culture and Uses. Stillwater, Okla. 128p.
- HARTMAN, H. T.; KOFRANEK, A. M.; DUBATZKY, V. E. & FLOCKER, W. J. 1988. Plant Science. Prentice Hall, 674p.
- HOPKINSON, J. M. 1968. Effects of early drought and transplanting on the subsequent development of the tobacco plant. Aust. J. Agric. Res., 19:47-7.
- HSIAO, T. C. 1973. Plant response to water stress. Ann. Rev. Plant. Physiol., 24:519-70.

- IBARRA-CABALLERO, J.; VILLANUEVA-VERDUZCO, C.; MOLINA-GALÁN, J. & SÁNCHEZ-DE-JIMÉNEZ, E. 1988. Proline accumulation as a symptom of drought stress in maize: A tissue differentiation requirement. J. Exp. Bot., 39(204):889-97.
- JOHANSEN, D. A. 1940. Plant Microtechnique. New York, McGraw 523p.
- KARSSSEN, C. M. 1970. The light promoted germination of seeds of Chenopodium rubrum L. III. Effect of the photoperiod during growth and development of the plants on the dormancy of the produced seeds. Acta Bot. Neer., 19(1):81-4.
- KETRING, D. L. 1979. Light effects on development of an indeterminate plant. Plant Physiol., 64:665-7.
- KETRING, D. L. 1984. Temperature effects on vegetative and reproductive development of peanut. Crop Sci., 24:877-2.
- KRAMER, P. J. 1983. Water Relations of Plants. New York. Academic Press. 489 p.
- LEE, T. A. Jr.; KETRING, D. L. & POWELL R.D. 1972. Flowering and growth response of peanut plants (Arachis hypogaea L. var. Starr) at two levels of relative humidity. Plant Physiol., 49:190-3.

- LEONG, S. K. & ONG, C. K. 1983. The influence of temperature and soil water deficit on the development and morphology of groundnut (Arachis hypogaea L.). J. Exp. Bot., 34(148):1551-61.
- LEVY, D. 1983. Water deficit enhancement of proline and amino nitrogen accumulation in potato plants and its association with susceptibility to drought. Physiol. Plant., 57:169-73.
- MAGALHÃES, A. C. & ANGELOCCI, R. 1976. Sudden alterations in water balance associated with flower bud opening in coffee plants. J. Hort. Sci., 51:419:3.
- MARC, J. & PALMER, H. 1976. Relationship between water potential and leaf and inflorescence initiation in Helianthus annuus. Physiol. Plant., 34:101-4.
- MARC, J. & PALMER, H. 1982. Changes in mitotic activity and cell size in the apical meristem of Helianthus annuus L. during the transition of flowering. Amer. J. Bot., 69(5):768-5.
- MESSER, M. 1961. Interference by amino acids and peptides with the photometric estimation of proline. Anal. Biochem., 2:253-9.

MONTEIRO, R. W. & GIFFORD Jr., E. 1988. Morphological aspects of the shoot apex of Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni (Asteraceae) during transition to flowering. Revta. Brasil. Bot., 11:1-10.

NAIDU, B. P.; JONES, G. P.; PALEG, L. G. & POLJAKOFF-MAYBER, A. 1987. Proline analogues in Melaleuca species: Response of Melaleuca lanceolata and Melaleuca uncinata to water stress and salinity. Aust. J. Plant Physiol., 14:669-7.

NAYLOR, A. W. 1984. Functions of hormones at the organ level of organization. In. SCOTT, T. K. ed. Hormonal Regulation of Development. Berlin, Springer-Verlag. (Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, vol. 10)

NERD, A. & BENZONI, A. 1988. Effect of water deficit on vegetative growth and fruit development in jojoba. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 113(3):440-4.

PRODUCTION YEARBOOK, 1982. Vol. 36. FAO. Roma.

PROGNÓSTICO 1984. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo.

- RENA, A. B. & MASCIOTTI, G. Z. 1976. Efeito do déficit hídrico sobre o metabolismo do nitrogênio e o crescimento de quatro cultivares do feijão (Phaseolus vulgaris L.). Rev. Ceres, 23(128):288-1.
- RYLSKY, I. 1972. Effect of early environment on flowering of peper (Capsicum annuum L.). J. Am. Soc. Hort. Sci., 97:648-51.
- SALISBURY, F. B. 1981. Responses to photoperiod. In: LANGE, O. L.; WOBEL, P. S.; OSMOND, C. B. & ZIEGLER, H. (eds.). Physiological Plant Ecology. Springer Verlag. Berlin. (Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, vol. 12-A) 625p.
- SASS, J. E. 1958. Botanical microtechnique. Iowa., The Iowa State University Press.
- SCHWABE, W. W. 1971. Physiology of vegetative reproduction and flowering. In: STEWARD, F. C. (ed.). Plant Physiology: a treatise. New York, Academic, 542p.
- SEMENEUK, P. 1974. "Blue Troll" Bowallia. Hortscience, 9:605.
- SIMMONDS, J. 1982. Temperature and photoperiodic control of flower initiation in a New Guinea Impatiens hybrid. Can. J. Bot., 60:320-4.

- SMITH, B. W. 1954. Arachis hypogaea. Reproductive efficiency. Amer. J. Bot., 41:607-16.
- SNEDECOR, G. W. 1962. Statistical methods applied to experiments in agriculture and biology. Iowa. The Iowa State College, 534p.
- SOUTHWICK, S. M. & DAVENPORT, T. L. 1986. Characterization of water stress and low temperature effects on flower induction in citrus. Plant Physiol., 81:26-29.
- THOMAS, B. & VINCE-PRUE, D. 1985. Juvenility, photoperiodism and vernalization. In. Wilkins, M. B.: Plant Physiology. Pitman Publishing. 514p.
- YEGAPAN, T. M., PATON, D.M., GATES, C. T. & MULLER, W. J. 1980. Water stress in sunflower (Helianthus annuus L.): 1. Effect on Plant Development. Ann. Bot., 46:61-70.
- VAN DE ROSSEM, A. & BOLHUIS, G. G. 1954. Some observations on the generative development of the peanut. Neth J. Agric. Sci., 2:302-3.
- VINCE-PRUE, D. 1975. Photoperiodism in plant. London. McGraw Hill 444p.

- WAREING, P. F. & PHILIPS, I. D. J. 1981. Growth & Differentiation in plants. 3<sup>rd</sup> ed. Oxford. Pergamon. 343p.
- WHEALY, C. A., NELL, T. A. & BARRET, J. E. 1987. High temperature effects on growth and floral development of Chrysanthemum. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 112(3):464-8.
- WOOD, I. M. W. 1968. The effect of temperature at early flowering on the growth and development of peanuts (Arachis hypogaea), Aust. J. Agric. Res., 19:241-51.
- WYNNE, J. C., ENERY D. A. & DOWNS R. J. 1973. Photoperiod responses of peanuts. Crop Sci., 13:511-514.
- ZAIDAN, L. B. P. 1987. Efeitos do fotoperíodo no crescimento, floração e conteúdo de carboidratos em Hyptis brevipes Poit. (Labiatae). Campinas. Tese (Doutorado). UNICAMP, Instituto de Biologia.
- ZEEVAART, J. A. D. 1976. Physiology of flower formation. Ann. Rev. Plant Physiol., 27:321-348.
- ZEEVAART, J. A. D. 1983. Gibberellins and flowering. In. The Biochemistry and physiology of gibberellins, Vol. II, Ed. Alan Crozier, Praeger Publisher. New York. 452 p.