

ESTUDI DE LA PROBLEMÀTICA D'UNA PLANTACIÓ SENIL DE PLÀTAN D'OMBRA EN CONDICIONS DE STRESS HÍDRIC

Comunicació presentada el dia 22 de gener de 1976

per

FRANCESC XAVIER MARTÍNEZ I FARRÉ

i

M. ALBA FRANSI I GALLART

Departament de Fisiologia Vegetal. Facultat de Biologia.
Universitat de Barcelona.

SUMMARY

Study on a senile plantation of plane trees submitted to hydric stress

A comparative study is made of trees of an advanced age submitted to hydric stress in the summer season, and trees with a greater availability of water. The leaf studies indicated that the said stress produced clear symptoms of alteration in the foliage and of a lack of nutritional balance. A significant increase was noticed in the relationship between the % of dry weight / fresh weight and the % of ashes / dry weight. The mineral dynamics indicated a high decrease in the amount of potassium and an increase in calcium, although this was not significant. The level of phosphorus, always below the normal nutritional level, underwent a very significant increase which it is difficult to tie in with the bibliographic information.

The level of organic nitrogen increased significantly and the dynamics of the magnesium and sodium content, are not important although the first has a tendency to increase and the second to decrease.

INTRODUCCIÓ

La Devesa de Girona ha estat sotmesa en els darrers anys a unes condicions hídriques especials. A causa de la canalització del Ter i la

desviació del Güell, el nivell freàtic s'ha aprofundit i l'aparell radicular dels arbres no ha trobat l'aigua necessària per a suportar la dinàmica de la vegetació que sostenia. Cal considerar com a fet important que els arbres són vells (la mitjana és de 100 anys, llevat d'una plantació localitzada d'uns 40-60 anys) i que les arrels no s'han adaptat a les noves condicions. Una part de la vegetació, a causa de la proximitat d'aigua superficial en forma de canals i de diverses conduccions subterrànies amb fugues manifestes, s'han salvat en menor o major grau de les noves condicions i presenten un aspecte més satisfactori. Les noves condicions desfavorables han permès l'extensió d'una invasió fúngica pròpia d'arbres vells (atac de *Poliporus*) i, així, per consegüent, l'agreujament de la situació de la Devesa.

Els fets abans esmentats han provocat l'aparició d'un *stress* hídric en la vegetació que hem analitzat sota les perspectives que es troben en la bibliografia especial. El *stress* hídric provoca una acceleració de la senescència de les fulles^{2, 12, 26} i l'aparició de canvis degeneratius en els teixits.^{1, 17}

Pel que fa a la influència del règim hídric sobre la composició mineral de les fulles, hom troba un ampli ventall de dades que varien segons l'espècie estudiada i la seva història anterior. De vegades el *stress* es manifesta per una disminució de P, K i N³. Altres vegades s'observa que el dèficit hídric comporta un augment de N i una disminució paral·lela de K, Ca i P¹⁶. HUBBARD i NOUR¹³ troben que el *stress* hídric provoca una disminució del contingut de K i P a les fulles. BRANTON⁷ diu que en condicions de secada el contingut de N, Mg i Mn augmenten i el K, P i Zn disminueixen. Per altra banda, NAKATA¹⁸ considera que el *stress* hídric no afecta el contingut de N i K a les fulles, però provoca una disminució de P.

Pel que fa a l'envelliment de les fulles, la variació de composició mineral també depèn del cultiu estudiat. Per regla general trobem que l'envelliment provoca una disminució de K, N i P, i amb l'edat hi ha un increment de Ca i Mg.^{14, 20} No obstant, en altres casos la dinàmica d'envelliment ve donada solament per disminució de K i augment de Ca.¹⁹

Sota aquestes consideracions bibliogràfiques hem analitzat les nostres dades i hem arribat a les conclusions que presentem en el capítol de discussió.

Com a *standard* de composició mineral del plàtan d'ombra hem utilitzat les dades de TUCKER i TOLLENS.²⁴ Hi trobem que l'envelliment provoca un augment de cendres i també de Ca, Si, Cl, S i una disminució de K i P. El Na i Mg, no presenten diferències molt marcades.

MATERIAL I MÈTODES

L'arbreda estudiada presenta un aspecte heterogeni pel que fa a la vegetació. Considerant aquesta heterogeneïtat s'ha realitzat una catalogació dels arbres en tres grups: I, II i III.

La presa de mostres es va fer seguint les normes enunciades per CHAPMAN.⁸

De cada grup es varen prendre mostres consistents en branques de la zona alta del arbre que presentessin fructificació. De cada una de les branques es varen prendre dos tipus de mostres: Tipus A: fulles de la zona anterior a la fructificació, i tipus B: fulles de la zona posterior a la fructificació.

La nomenclatura seguida en aquest mostreig és la següent:

Grup I (arbres acceptablement sans)

Tipus A: Mostres de la zona anterior a la fructificació.

Tipus B: Mostres de la zona posterior a la fructificació.

Grup II (arbres mitjanament afectats)

Tipus C: Mostres de la zona anterior.

Tipus D: Mostres de la zona posterior.

Grup III (arbres clarament afectats)

Tipus E: Mostres de la zona anterior.

Tipus F: Mostres de la zona posterior.

El nombre de mostres preses foren de 70 i es varen analitzar 7 de cada tipus.

Els mètodes ponderals i químics foren els usuals en el nostre laboratori.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

a) *Diagnòstic visual de les mostres*

L'anàlisi visual es va realitzar en totes les mostres una vegada se n'hagué obtingut el pes fresc. Cada mostra fou estudiada fulla per fulla, i s'anotà les característiques més significatives així com la seva grandària relativa. Els arbres del grup I es van prendre com a exponents d'un estat normal de vegetació i per tant les comparacions es fan sempre sobre els lots A i B.

A fi d'interpretar les observacions mostrals fou consultada la bibliografia especial de diagnòstic foliar^{6, 9, 15, 27} i vàrem concloure el següent:

1) *Arbres del grup I*

L'aspecte general de les fulles és satisfactori. Comparant els lots A i B es manifesta que el segon presenta en algunes mostres lleugeres cremades i necrosi. Lots B, D i F representen fulles d'edat cronològica

inferior a les A, C i E. Suposant que la manca d'aigua s'agreuja després de la brotació inicial de l'arbre, caldrà esperar que les fulles d'edat cronològica inferior presentin la sintomatologia d'alteració més acusada que les restants. Per a quantificar aquest aspecte hom pot adreçar-se a la gràfica % pes sec/pes fresc.

2) Arbres del grup II

Majoritàriament, les fulles presenten cremades en les vores que en algun cas progressen centrípetament seguint les nervadures. El tipus de cremades és típic de *stress* hídric i també de dèficit potàssic. Caldrà veure si aquest últim es manifesta a l'anàlisi de cendres.

La grandària mitjana de les fulles d'aquest grup és inferior a les del grup I i la coloració és menys intensa a les primeres. Aquest símptomes cal interpretar-los com que la manca d'aigua comporta un creixement anormal de les fulles, de manera que l'expansió foliar a l'estat de fulla adulta és menor que en condicions hídriques normals. Seguint la norma anunciada a l'apartat anterior, les anomalies s'accentuen en el lot D que correspon a fulles d'edat cronològica inferior. Aquestes fulles, per regla general presenten una lleugera clorosi. La justificació d'aquesta situació ve referida a l'apartat anterior.

3) Arbres del grup III

Les fulles d'aquest grup presenten, a més de les anomalies del grup anterior, algunes de particulars. En algun cas, les fulles presenten una consistència d'infantesa; s'ha esdevingut la expansió foliar, però la fulla conserva un aspecte de poca consistència (manca de cutícula engruixida) i epidermis pilosa. Altres cops la làmina (limbe) de la fulla presenta zones necròtiques escampades i acompanyades sempre de cremades de vores. De vegades trobem fulles groguenques que representen etapes de senectut foliar.

4) Consideracions generals a l'anàlisi visual

Es troben diferències molt grans entre les fulles del grup I (vegetació satisfactòria) i les del grup II i III.

Les diferències entre els grups II i III a vegades són molt petites de manera que mostres del grup II podrien ésser considerades del grup III i recíprocament. Això no obstant, els arbres del grup III presenten en general un aspecte pitjor considerant que presenten un nivell d'invasió fúngica (*Poliporus hispidus*) superior als del grup II.

Pel que fa a els lots B, D i F, manifestaven un agreujament de la simptomatologia respecte als lots A, C i E. Consultats els mapes climàtics de la província²⁶ s'ha observat que l'entrada a l'època de sequera coincideix amb l'època d'expansió i creixement de les fulles d'edat cronològica inferior i que els lots A, C i E, comencen a sofrir l'efecte de la manca d'aigua quan ja han superat l'etapa de creixement. Això vol dir que les fulles dels lots B, D i F han sofert més profundament l'efecte de el *stress* hídric. A més, la presa de mostres es va realitzar en plena època

de sequera (mitjans d'agost) i en aquest temps el valor tèrmic mitjà provoca un increment considerable de la transpiració que, en relació amb la manca d'aigua en el sol i la incapacitat de l'aparell radicular per a aprofundir a la recerca d'aigua freàtica profunda, va ocasionar l'aparició de *stress* hídric en els arbres que no disposaven d'una aportació d'aigua més o menys directa (grups II i III).

b) *Anàlisis ponderals i químiques*

1) % *pes sec/pes fresc* (gràfiques 1 i 2)

Hom observa un increment de la relació *pes sec/pes fresc* entre els arbres del grup II i III enfront del grup I. Les diferències entre el grup I i III són altament significatives (1 %) segons l'anàlisi estadística de la *t* de Student.

Els lots de fulles cronològicament més joves presenten un % *pes sec/pes fresc* superior als de més edat. Cal considerar com ja hem indicat abans que els lots B, D i F han estat sotmesos a unes condicions hídriques més dràstiques ja des del seu inici foliar i això ha provocat aquesta situació ponderal *pes sec/pes fresc*.

2) % *cendres/pes sec* (gràfics 3 i 4)

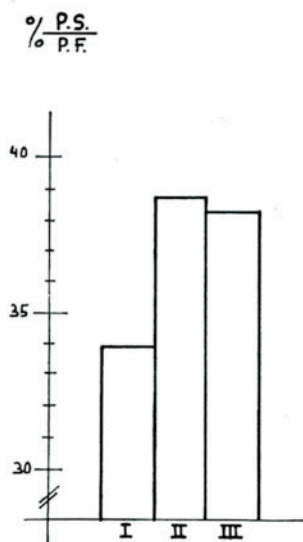
En primer lloc cal dir que el contingut global de cendres en aquesta anàlisi ha donat resultats baixos en comparació amb un cultiu de plàtan d'ombra utilitzat com a *standard* de comparació i amb d'altres cultius arboris. Això podria explicar-se per la baixa fertilitat del sol i la manca d'aigua.

Pel que fa a les nostres dades, hom observa un increment positiu del contingut de cendres des dels arbres del grup I als del grup II i III en forma progressiva, així com un contingut més gran a les fulles de edat cronològica superior de cada grup. Les diferències en el contingut de cendres entre el grup I i III és significatiu segons la prova estadística de Student. Els estudis realitzats en plàtan d'ombra demostren que, a mesura que progressa el període vegetatiu, s'incrementa el contingut en cendres que és màxim en el període de senectut. Per tant podem dir que la sequera ha provocat una acceleració en el procés d'envelliment.

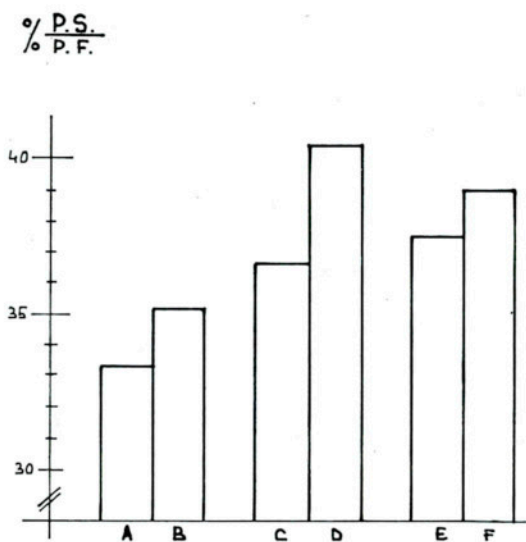
3) % *K/pes sec i cendres* (gràfics 5 i 6)

La dinàmica seguida pel K és molt indicativa del procés d'alteració que presenta la Devesa. Tant a les dades de *pes sec* com a les de cendres, trobem diferències altament significatives entre el grup I i III, donant una disminució del contingut en K dels grups II i III enfront del I.

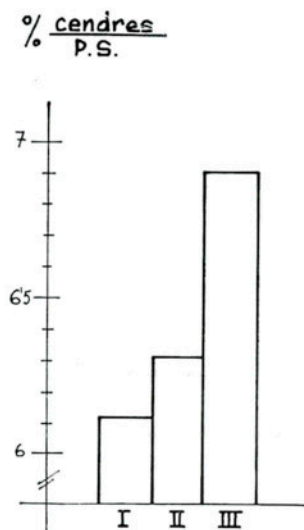
Bibliogràficament, està demostrat que tant el *stress* hídric^{10, 16} com l'envelliment^{21, 22} provoquen una disminució del contingut de K de les fulles. Aquest resultat corrobora el diagnòstic visual de deficiència en K i és un dels fets més decisius en la configuració actual de la Devesa. L'anàlisi de sòl dona nivells de K deficients.



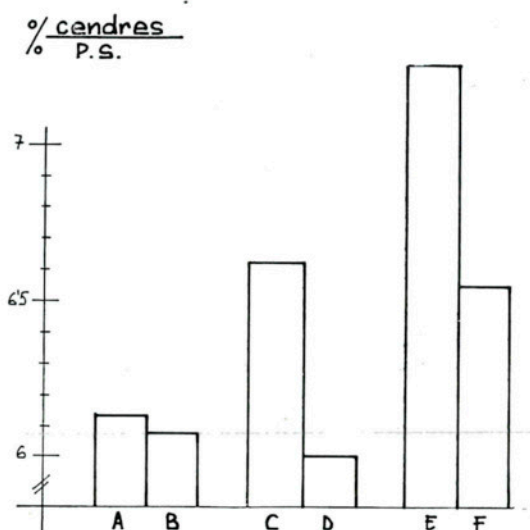
GRÀFICA 1



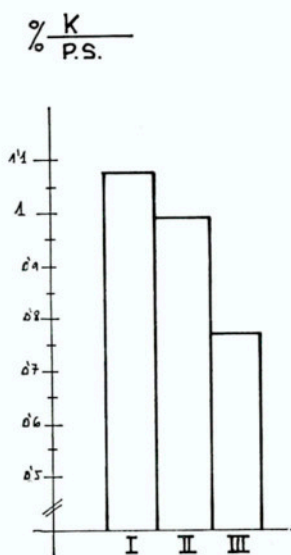
GRÀFICA 2



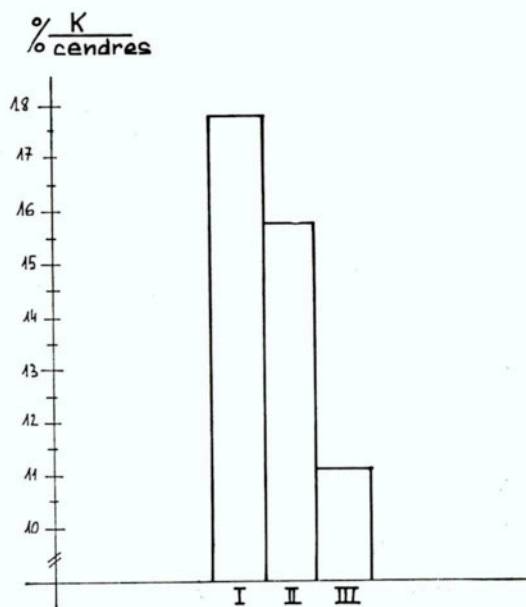
GRÀFICA 3



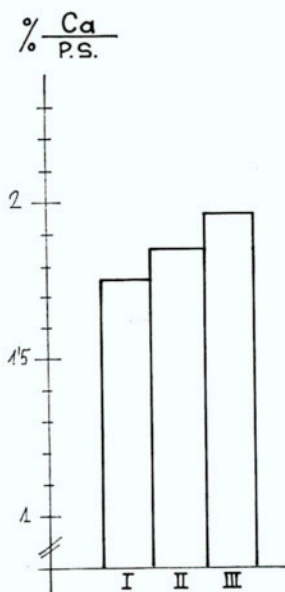
GRÀFICA 4



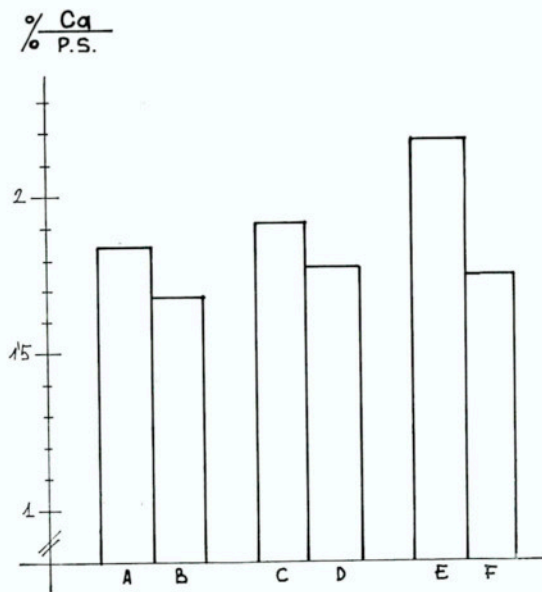
GRÀFICA 5



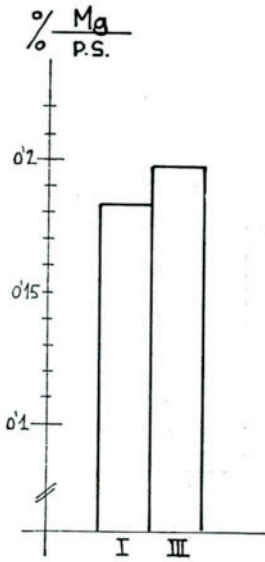
GRÀFICA 6



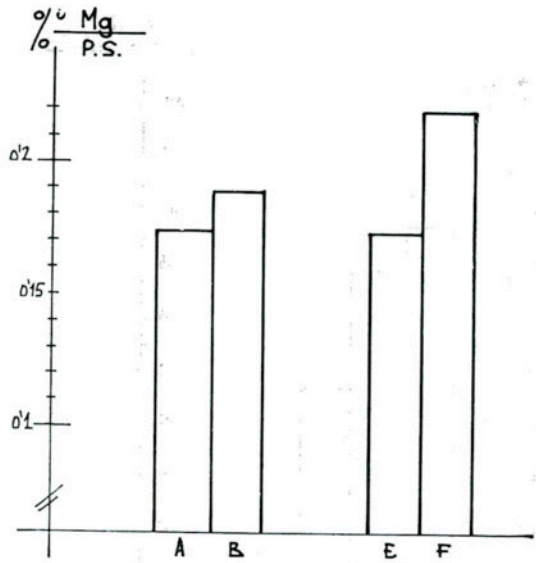
GRÀFICA 7



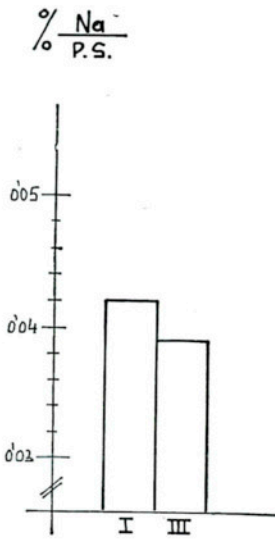
GRÀFICA 8



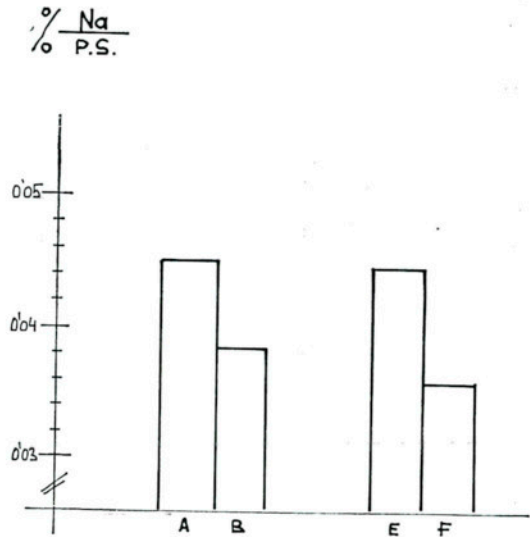
GRÀFICA 9



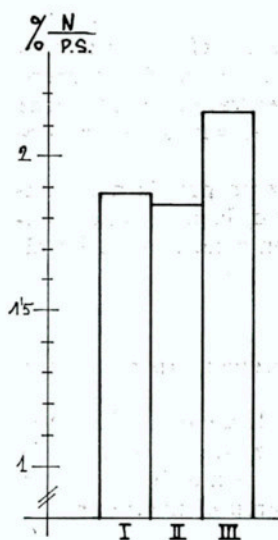
GRÀFICA 10



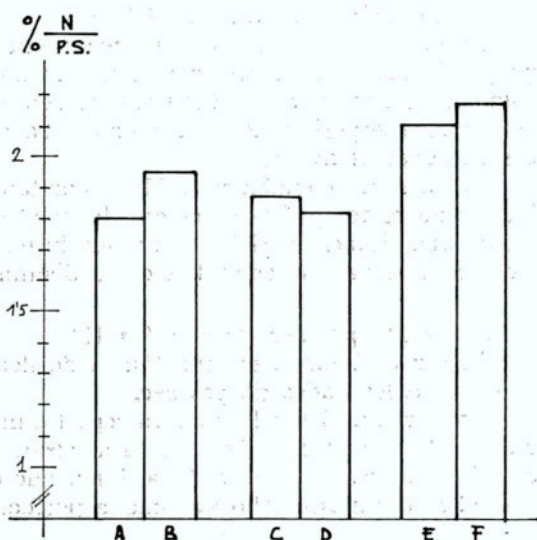
GRÀFICA 11



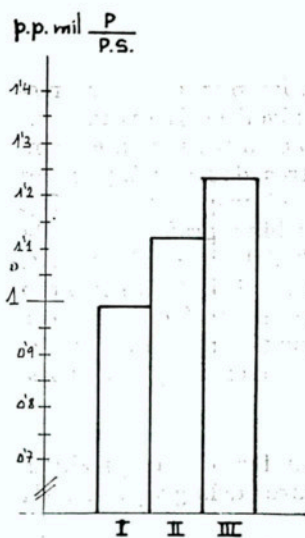
GRÀFICA 12



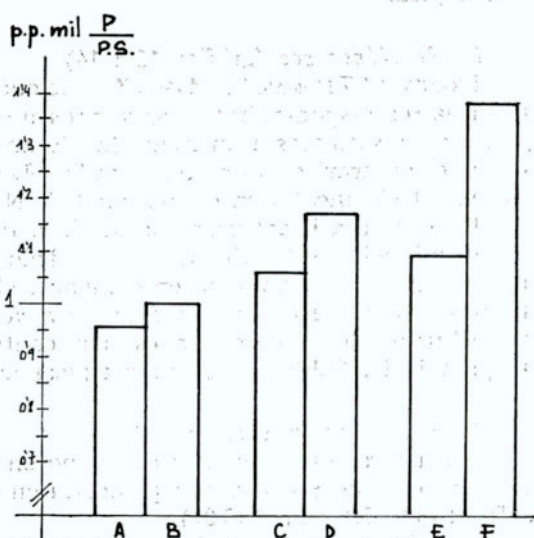
GRÀFICA 13



GRÀFICA 14



GRÀFICA 15



GRÀFICA 16

4) % Ca/pes sec (gràfics 7 i 8)

El contingut de Ca té un increment positiu en els arbres dels grups II i III enfront del grup I; no obstant això, no és estadísticament significatiu a cap nivell. A la vegada és sempre més elevat en el lot d'edat cronològica superior. Les dades estan d'acord amb el supòsit d'un procés de senectut avançada.

El Ca és un element no mòbil i per tant sofreix un procés d'acumulació amb el temps.^{5, 19, 23} Pel que fa al *stress* hídric, la bibliografia comenta una situació variable, puix que hi ha casos on s'incrementa i d'altres on es dona una estabilització o disminució.

5) % Mg/pes sec (gràfics 9 i 10)

El Mg evoluciona en una tònica de lleuger increment (però no significatiu) a les dades de pes sec.

En el plàtan l'envelliment va seguit d'una estabilització en el contingut de Mg a les fulles. Pel que fa al *stress* hídric, les dades bibliogràfiques⁷ en arbres de fulla caduca diuen que el Mg augmenta lleugerament amb el *stress* hídric. Allò s'acomoda perfectament amb el nostre cas.

6) % Na/pes sec (gràfics 11 i 12)

La tònica és de disminució des dels arbres del grup I fins als del grup III, però les diferències no són significatives.

Les dades bibliogràfiques de plàtan indiquen un lleuger increment amb l'envelliment seguit d'una estabilització. Això està d'acord amb les diferències trobades en cada grup entre les mostres de diferent edat cronològica.

7) % N/pes sec (gràfics 13 i 14)

BRANTON;⁷ THOMAS,²⁴ i MASON,¹⁶ conclouen que les plantacions sotmeses a baixes disponibilitats d'agua presenten un nivell de N orgànic superior a les sotmeses a un règim hídric normal. Per altra banda es considera el contrari en altra bibliografia.³ Les nostres dades indiquen un increment significatiu en el contingut de N desde el grup I al III (0,05).

Pel que fa a l'edat cronològica de la fulla, la bibliografia manifesta una disminució del contingut de N orgànic amb l'edat. En el nostre cas, això es comprova clarament en comparar els lots A i B i els E i F. Però si considerem que el *stress* hídric provoca una acceleració en el procés d'envelliment les nostres dades són contradictòries en comparar els grups I i III. Caldrà aprofundir aquest aspecte en estudis posteriors.

8) P/pes sec (gràfics 15 i 16)

Les nostres dades experimentals posen de manifest que es produeix un increment de P altament significatiu en els arbres dels grups II i III enfront dels del grup I (0,01).

La bibliografia contradia aquestes dades ja que es considera que tan el *stress* d'aigua com l'envelliment provoquen disminució en el con-

tingut de P en el teixit vegetal.^{4, 11, 13, 14, 16} En algun cas, l'envelliment no més ve evidenciat per la disminució de K.¹⁹

Pel que fa a la comparació dels lots A, C i E i B, D i F la relació trobada per nosaltres és correcta, puix que observem sempre que les fulles d'edat cronològica més avançada tenen menys P que les de menor edat.

Hem intentat justificar les dades experimentals tenint en compte l'anàlisi de sòl i les dades de contingut de P en d'altres plantacions de plàtan d'ombra, i considerem que el nivell prou tolerable del Ca al sòl, juntament amb la baixa presència de P a aquest i les condicions de deficiències respecte a la plataneda de comparació, poden haver provocat una dinàmica irregular enfront del *stress* hídric. Podríem concloure que possiblement ens trobem en condicions de nutrició de fòsfor en deficiència subclínica. Caldria veure la resposta de la plantació amb adob fosforat.

CONCLUSIONS

Les anàlisis ponderals i químiques i el diagnòstic visual permeten elaborar una explicació de la situació actual de la Devesa de Girona.

Les condicions locals de la Devesa han portat a un aprofundiment del nivell freàtic que, donades les condicions de textura del sòl (graves i sorra en alta proporció), han deixat la part superior del sòl en condicions de manca d'aigua. Amb l'inici del període de sequera estival la vegetació pateix de forma progressiva condicions de *stress* hídric que es veuen agreujades en els arbres que no tenen cap relació amb aportes per superfície o filtracions laterals d'aigua. Aquest *stress* provoca símptomes clars d'alteració foliar i de desequilibris nutricionals. Clarament, la simptomatologia de *stress* hídric ve acompanyada de dèficit potàssic i possiblement de manca de P subclínica.

Recollint les dades esmentades a l'apartat anterior, hom pot dir que el plàtan d'ombra de la Devesa de Girona sotmès a *stress* hídric manifesta un increment altament significatiu de la relació % pes sec/pes fresc i significatiu del % cendres/pes sec. La dinàmica mineral vé donada per una disminució altament significativa de % K/pes sec i un increment de Ca en pes sec encara que no significatiu estadísticament. El P, sempre sota nivells normals de nutrició, sofreix un increment molt significatiu i de difícil concòrdia amb les dades d'altres cultius. El N orgànic augmenta significativament com s'ha discutit abans, i la dinàmica del Mg i el Na no són significatius encara que el primer tingui tendència a augmentar i el segon a disminuir.

Aquestes condicions es vénen repetint a la Devesa des de fa uns anys i per tant tota la vegetació se'n ressent i en els arbres dels grups II i III manifesta un procés de senectut avançada del fullatge (la vida de les fulles és més curta que el normal, de manera que se n'escurça el període juvenil i adult.

El problema fitopatològic és, al nostre parer, secundari en aquest cas, tot i que agreuja fortament la situació de la Devesa. La planta sotmesa a *stress* hídric, nutrició anòmala i deficitària i amb aparell radicular poc profund per a garantir les seves necessitats d'aigua, presenta símptomes de debilitat general que, sumats a la avançada edat de la plantació, faciliten l'atac fitopatològic per l'entrada d'espores per ferides d'esporgada o d'altres. Aquesta infecció evoluciona i provoca el podriment del tronc en envair el miceli els teixits llenyosos, els quals sofreixen processos de deslignificació que agreugen les dificultats del transport hídric.

BIBLIOGRAFIA

1. ADDICOTT, F. T.: *Physiology of abscission*. «Encyclopedia of Plant Physiology» 15 (2): 1094-1126. Springer-Verlag (1965).
2. ADDICOTT, F. F.: *Environmental factors in the physiology of abscission*. «Plant Physiol.», 43 (9): 1471-1479 (1968).
3. ARCHIBALD, J. A.: *Weather effects on leaf-nutrient composition of fruit Crops*. «Plant analysis and fertilizer problems», vol. IV, 1-8 (1964).
4. BATJER, L. P.; WESTWOOD, M. N.: *Seasonal trend of several nutrient elements in leaves and fruits of Elberta Peach*. «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 71: 116-126 (1958).
5. BAYLEY, J. S.; SMITH, C. T.; WEATHERBY, R. T.: *The Nutritional Status of the Cultivated Blueberry as Revealed by Leaf Analysis*. «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 54: 205-208 (1949).
6. BEAR, F. E. et al.: *Hunger signs in crops*. Ed. Amer. Soc. of Agronomy. Washington, D.C. (1951).
7. BRANTON, D. et al.: *The effect of soil moisture on apricot leaf composition*. «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 77: 90-96 (1961).
8. CHAPMAN, H. D.; PRATT, P. F.: *Methods of analysis for soils, plants and waters*. Univ. of California (1961).
9. CHAPMAN, H. D.: *Diagnostic criteria for plants and soils*. Univ. of California (1963).
10. FORSHEY, C. G.: *Potassium-magnesium deficiency of McIntosh apple trees*. «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 83: 12-20 (1963).
11. GREENWAY, H. et al.: *Effects of water deficit on phosphorus nutrition of tomato plants*. «Physiol. Plant.», 22: 199-207 (1969).
12. HALEVY, A. H.: *Effect of Growth Retardants on Drought Resistance and longevity of Various Plants*. «Proc. 17th Int. Hort. Congress», 3: 277-283 (1967).
13. HUBBARD, P.; NOUR, S.: *Leaf content of phosphorus and potassium under moisture stress*. «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 73: 33-39 (1959).
14. LABANAUSKAS, C. K.; JONES, W. W.; EMBLETON, T. W.: *Seasonal Changes in Concentrations of Micronutrients (Zinc, Copper, Boron, Manganese, and Iron) in Leaves of Washington Navel Orange*. «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 74: 300-307 (1959).
15. LUNDEGARDH, H.: *Leaf analysis*. Hilger & Watts Ltd. Pub. London (1951).
16. MASON, A. C.: *The effect of soil moisture on the mineral composition of apple plants grown in pots*. «J. Hort. Sci.», 33: 202-211 (1958).
17. MILLER, E. C.: *Plant Physiology*. McGraw-Hill, New York, 1201 pp. (1938).
18. NAKATA, S.; SUEHISA, R.: *Growth and development of Litchi chinensis as affected by soil-moisture stress*. «Amer. J. Bot.», 56 (10): 1121-1126 (1969).

19. OPPENHEIMER, H. R.; HALFAR-MEIRI, A.: *Studies on the influence of different soils on growth and Mineral composition of Mediterranean Forest Trees.* «Plant Analysis and Fertilizer Problems», Pub. n.º 8, 389-399 (1961).
20. PROEBSTING, E. L.: *The effect of Fertilizers on Yield, Quality and Leaf Composition of Figs.* «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 63: 10-18 (1954).
21. REUTHER, W.: *Limitations of Plant analysis as a research and diagnostic Tool.* «Plant Analysis and Fertilizer Problems», Pub. n.º 8, 443-454 (1961).
22. SATO, K.: *The effects of Growth and Fruiting on leaf composition of Citrus Trees.* «Plant Analysis and Fertilizer Problems», Pub. n.º 8, 400-408 (1961).
23. SMITH, P. F.; REUTHER, W.: *Seasonal Changes in Valencia Orange Trees. I. Changes in Leaf Dry Weight, Ash, and Macro-Nutrient Elements.* «Proc. Am. Soc. Hort. Sci.», 55: 61-72 (1950).
24. TUCKER, G. M.; TOLLENS, B.: *Über den Gehalt der Platanenblätter an Nährstoffen und die Wanderung dieser Nährstoffe beim Wachsen und Absterben der blätter.* «J. Landwirtsch.», 48: 39-63 (1900).
25. WALDHOOD, V. T.: *Harvest and programs in advances in production and utilization of quality cotton.* Iowa State Univ. Press (1968).
26. WALTER, H. et al.: *Climate-diagram Maps.* Springer-Verlag Berlin (1975).
27. WALLACE, T.: *The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms.* HM. Stationery office. London (1961).