
EVOLUCIÓ DE COMPONENTS BIOQUÍMICS DE LA FIGA (*Ficus Carica*, VARIETAT "COLL DE DAMA") DURANT LA MADURACIÓ

N. Pedrola*

R. Clotet*

RESUM

S'ha estudiat l'evolució bioquímica de la matèria seca, amplada i llargada del fruit, densitat aparent, activitat catalàsica, activitat peroxidàsica, acidesa, proteïna, greix, composició en àcids grassos, àcid clorogènic, fibra, antocians, sucres reductors, disacàrids no reductors i midó, des de l'aparició del fruit a l'arbre fins que aquest va arribar a l'estadi de sobremaduració.

L'evolució mostra una disminució de l'activitat catalàsica, activitat peroxidàsica, proteïna, àcid clorogènic, fibra i àcids grassos saturats i un increment de la matèria seca, amplada, llargada, densitat aparent, acidesa, greix, àcids grassos insaturats, antocians, sucres reductors i midó. Els disacàrids no reductors augmenten contínuament fins a arribar a la sobremaduració, moment en què disminueixen.

MOTS CLAU: figa, composició, maduració.

RESUMEN

Se ha estudiado la evolución bioquímica de la materia seca, anchura y altura del fruto, densidad aparente, actividad catalásica, actividad peroxidásica, acidez, proteína, grasa, composición en ácidos grasos, ácido clorogénico, fibra, antocianos, azúcares reductores, disacáridos no reductores y almidón, desde la aparición del fruto en el árbol hasta que éste llegó al estadio de sobremaduración.

La evolución muestra una disminución de la actividad catalásica, actividad peroxidásica, proteína, ácido clorogénico, fibra y ácidos grasos satura-

* Departament d'Indústries Agroalimentàries (Bioquímica). Escola Superior d'Agricultura de Barcelona. Comte d'Urgell, 187, 08036 Barcelona.

dos y un incremento de la materia seca, anchura, altura, densidad aparente, acidez, grasa, ácidos grasos insaturados, antocianos, azúcares reductores y almidón. Los disacáridos no reductores aumentan continuamente hasta llegar a la sobremaduración, momento en que disminuyen.

PALABRAS CLAVE: higos, composición, maduración.

ABSTRACT

The evolution of several parameters of fig fruits have been evaluated during the growing season and ripening.

The evolution decreased in catalase activity, peroxidase activity, protein, chlorogenic acid, fibre and saturated fatty acids. The evolution increased in dry matter, transverse diameter, height fruits, apparent density, titratable acidity, fat content, insaturated fatty acids, anthocyanin, reducing sugar and starch. Sucrose increased up to the start of ripening and then declined.

KEY WORDS: fig fruit, composition, ripening.

1. INTRODUCCIÓ

Les figues són el fruit de la figuera (*Ficus carica*), que és, amb la vinya, la palmera datilera i l'olivera, dels conreus més importants en les primeres civilitzacions mediterrànies.

La zona òptima perquè creixi és entre els 35° i 40° de latitud, ja que la majoria de les varietats de la figuera són sensibles al fred.

L'ús més tradicional de les figues ha estat el consum en fresc o bé assecades (figues seques).

Els treballs publicats sobre l'evolució de la composició química del fruit de la figuera al llarg del desenvolupament i de la maduració són escassos.

Morris (1951) va fer un estudi de sucres reductors, glucosa, fructosa, sacarosa, midó, fibra, àcid pèctic, proteïna i cendres de la varietat californiana "kadota". Tsantilli (1990) va fer el seguiment de la varietat grega "tsapela" durant dos anys consecutius; els paràmetres determinats van ser: duresa, acidesa, glucosa, fructosa, proteïna i color, però donant els percentatges respecte a pes fresc.

Ens trobem, doncs, amb una pobra informació en l'estudi de la composició bioquímica del fruit de la figuera al llarg de la maduració i amb una manca total d'informació pel que fa a les varietats típiques de Catalunya.

2. PLANTEJAMENT

S'ha fet el seguiment sistemàtic del màxim nombre de paràmetres físics i químics al llarg del seu desenvolupament, amb l'objectiu d'obtenir dades que permetran incrementar sensiblement el coneixement de la variació i composició bioquímica del fruit de *Ficus carica*, varietat "coll de dama", durant el procés de maduració. S'ha escollit aquesta varietat perquè és freqüent i molt acceptada a Catalunya per la seva qualitat.

3. METODOLOGIA

3.1. Localització i varietat

La figuera, d'uns quaranta anys, és situada al terme municipal de Molins de Rei, a la comarca del Baix Llobregat, en un terreny calcari; normalment no rep cap tractament fitosanitari ni adobament específic.

La varietat de la figuera (*Ficus carica*) utilitzada és "coll de dama", que s'inclou dins dels fruits negres pel que fa al color, madura pel mes d'octubre, produeix una sola collita anual i té fruits partenocàrpics.

3.2. Presa de mostres i preparació

Les mostres, seleccionades de diferents punts de l'arbre a l'atzar, es van collir des de l'aparició del fruit fins que aquest va arribar a l'estadi de sobremaduració en un interval de 10 dies entre cada mostreig. Per tant, el seguiment és de 80 dies a partir de la primera presa de mostres.

Les mostres es posen en pots de vidre amb tapa hermètica per tal d'evitar que hi hagi transpiració entre l'ambient i les figues. Es conserven a 4° fins al moment de fer les anàlisis (totes es fan dins la setmana en què s'han collit).

Per fer les anàlisis es trituren les figues amb epicarp inclòs, però sense peduncle, mitjançant un triturador domèstic, fins que tenen una dimensió aproximada d'1 mm³. Cada paràmetre es determina per triplicat. Els resultats són donats en percentatge respecte a matèria seca.

3.3. Mètodes d'anàlisi

3.3.1. Matèria seca

S'ha pres com a referència el mètode gravimètric recomanat pel Ministerio de Sanidad y Consumo (1985).

3.3.2. Mides

S'ha seguit el mètode descrit per Pedrola (1992), que determina l'amplada i la llargada màximes amb peu de rei.

3.3.3. Densitat aparent

S'ha seguit el mètode descrit per Pedrola (1992), que relaciona la massa d'una figa amb el volum aparent que ocupa.

3.3.4. Activitat peroxidàsica

El mètode seguit és el descrit per Püter (1987), basat en tècniques espectrofotomètriques.

3.3.5. Activitat catalàsica

El mètode seguit és el descrit per Aebi (1987), basat en tècniques espectrofotomètriques.

3.3.6. Acidesa

Mètode descrit per AOAC (1984) i basat en una valoració redox (diluïnt 1 gram de mostra en 8 ml d'aigua destil·lada).

3.3.7. Proteïna

Mètode descrit pel Ministerio de Sanidad y Consumo (1985) i basat en el mètode de Kjeldahl.

3.3.8. Greix

Mètode descrit pel Ministerio de Sanidad y Consumo (1985) i basat en el mètode de Soxhlet.

3.3.9. Àcids grassos per cromatografia de gasos

S'ha seguit un mètode simplificat del recomanat pel Ministerio de Sanidad y Consumo (1985) segons la descripció feta per Pedrola (1992).

3.3.10. Àcid clorogènic

Mètode descrit per AOAC (1984) i basat en tècniques espectrofotomètriques.

3.3.11. Fibra

Mètode gravimètric descrit per AOAC (1984).

3.3.12. Antocians

Mètode descrit per Pedrola (1992) i basat en tècniques espectrofotomètriques.

3.3.13. Sucres (sucres reductors, disacàrids no reductors i midó)

Determinats segons la pauta donada per Pedrola (1992), basada en la determinació de sucres reductors del mètode de Felhing segons descriu el Ministerio de Sanidad y Consumo (1985).

4. RESULTATS

Els resultats obtinguts són expressats en percentatge respecte a matèria seca, excepte la composició en àcids grassos, que ha estat donada en percentatge d'àrea del cromatograma.

L'evolució física dels punts de control es pot seguir a la figura 1.

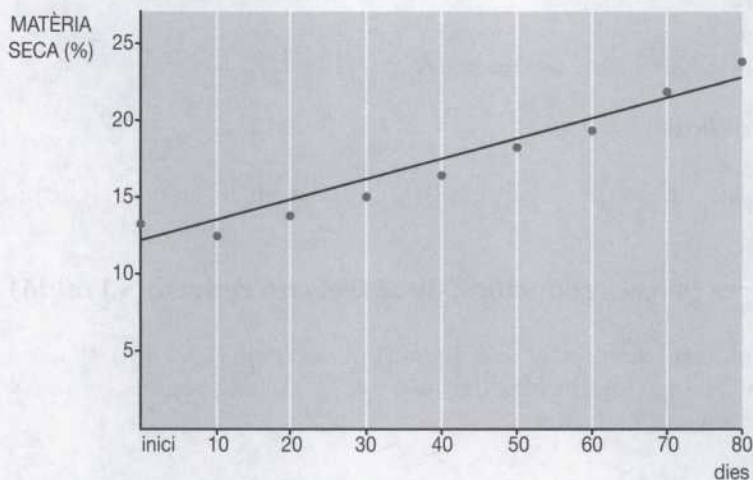


FIGURA 1. Evolució física de *Ficus carica*, varietat "coll de dama", durant la maduració.

Per cada determinació dels punts de control s'han fet tres repeticions.

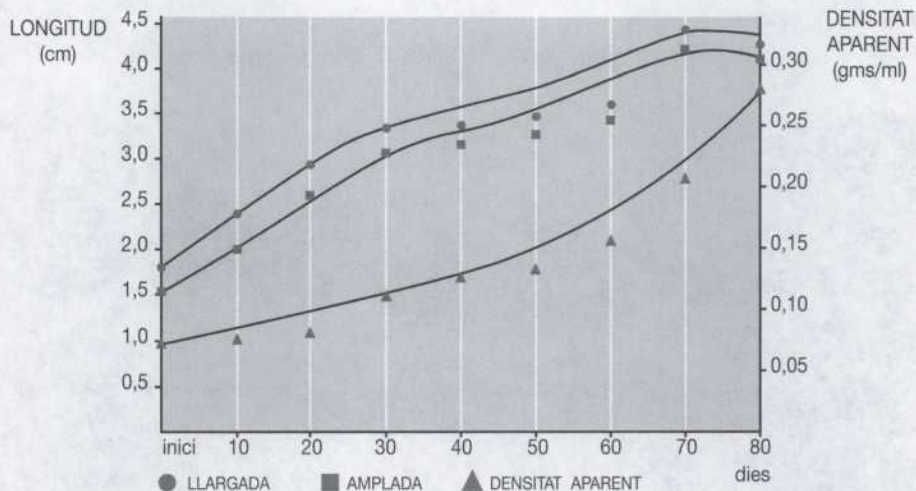
Les gràfiques han estat construïdes a partir del valor mitjà de cada estadi.

La gràfica 1 mostra l'evolució de la matèria seca.



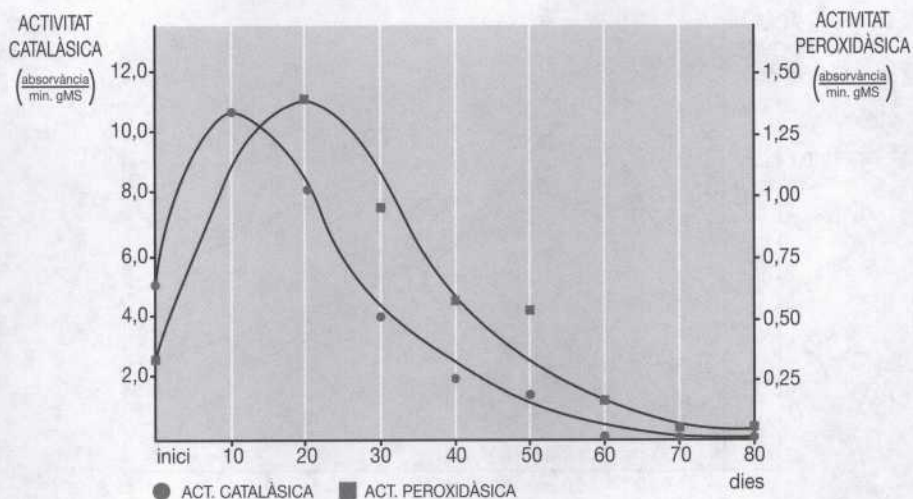
GRÀFICA 1. Evolució de la matèria seca durant la maduració de *Ficus carica* (varietat "coll de dama").

La gràfica 2 mostra el seguiment dels paràmetres físics: amplada, llargada i densitat aparent.



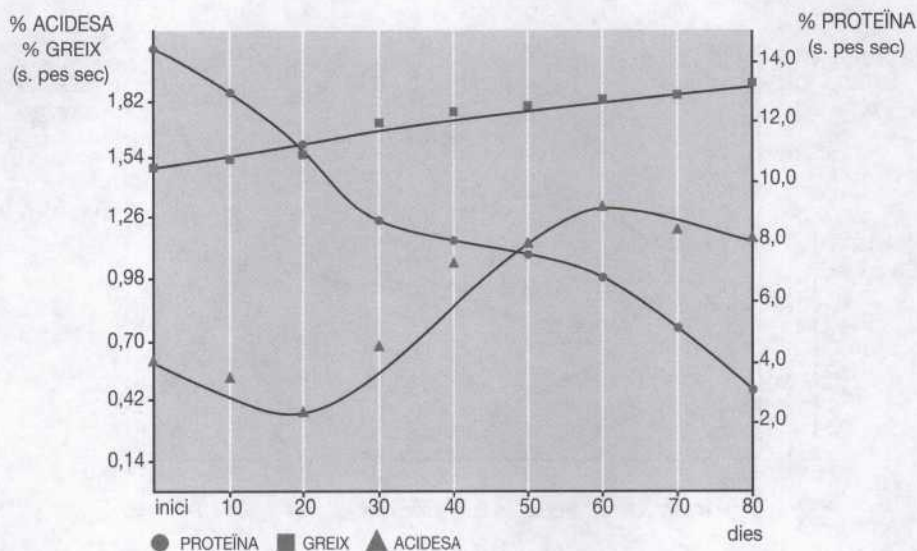
GRÀFICA 2. Evolució de l'amplada, la llargada i la densitat aparent durant la maduració de *Ficus carica* (varietat "coll de dama").

La gràfica 3 mostra el seguiment de l'activitat enzimàtica centrada en les activitats catalàsica i peroxidàsica.



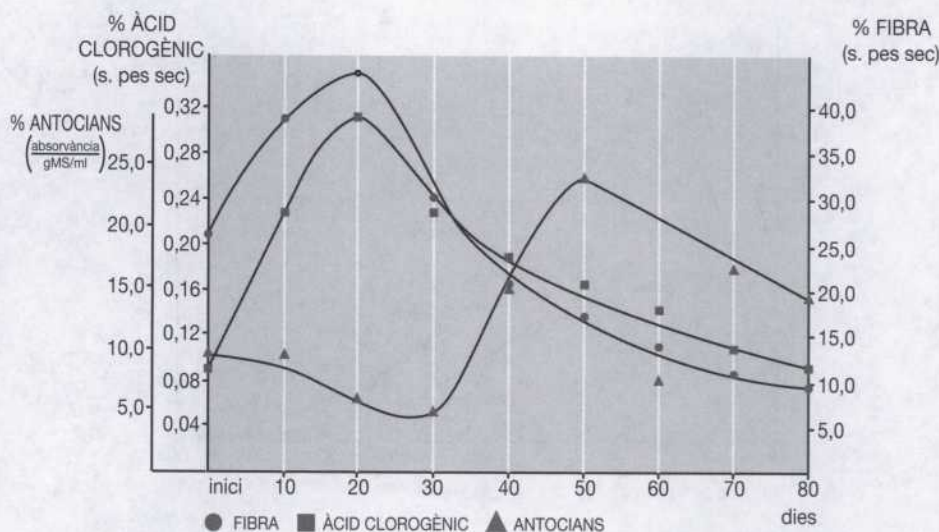
GRÀFICA 3. Evolució de l'activitat catalàsica i peroxidàsica durant la maduració de *Ficus carica* (varietat "coll de dama").

La gràfica 4 mostra l'evolució de l'acidesa, el greix i la proteïna.



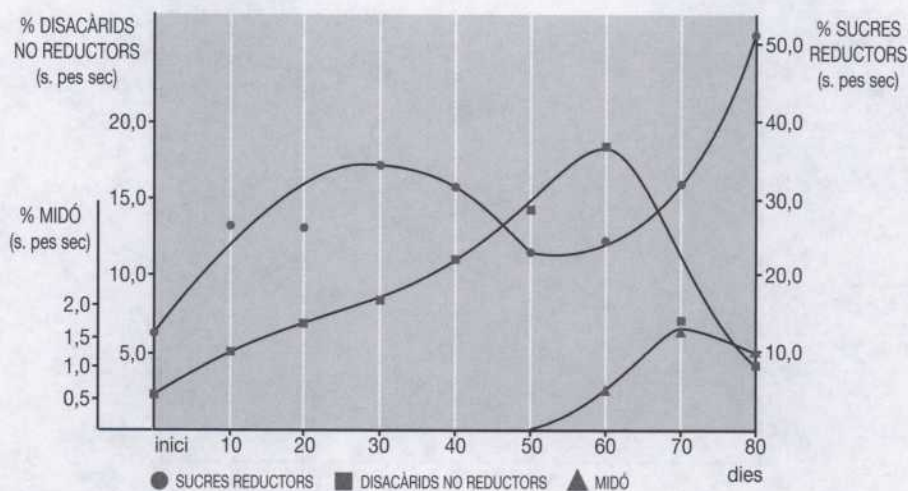
GRÀFICA 4. Evolució de l'acidesa, el greix i la proteïna durant la maduració de *Ficus carica* (varietat "coll de dama").

La gràfica 5 mostra l'evolució de l'àcid clorogènic, la fibra i els antocians.



GRÀFICA 5. Evolució dels antocians, la fibra i l'àcid clorogènic durant la maduració de *Ficus carica* (varietat "coll de dama").

La gràfica 6 mostra l'evolució dels sucres: sucres reductors, disacàrids no reductors i midó.



GRÀFICA 6. Evolució dels sucres reductors, disacàrids no reductors i midó durant la maduració de *Ficus carica* (varietat "coll de dama").

La composició en àcids grassos es mostra a la taula 1.

ESTADI	c16	c18	c18:1	c18:2	c18:3	c20	c20:1	c20:x	c22
inici	41.38	6.38	17.68	13.29	3.68	8.73	-	-	8.41
10 dies	25.87	5.82	15.99	30.36	9.17	7.06	-	-	5.73
20 dies	36.77	8.13	16.98	13.15	4.01	11.07	-	-	9.91
30 dies	23.62	5.60	13.69	31.36	10.22	9.16	-	-	6.35
40 dies	39.34	11.89	24.36	3.50	2.53	9.53	-	-	8.83
50 dies	38.60	19.29	21.33	1.99	1.13	9.43	-	-	8.23
60 dies	37.76	11.73	20.50	6.19	3.29	10.77	-	-	9.76
70 dies	45.32	11.85	24.32	2.82	1.99	5.70	-	-	7.99
80 dies	13.69	3.78	14.37	28.10	35.75	2.31	0.24	0.38	1.37

TAULA 1. Evolució dels àcids grassos del greix, expressats com a percentatge del total d'àcids grassos, durant la maduració de *Ficus carica* (varietat "coll de dama").

5. EXPOSICIÓ I DISCUSSIÓ

De l'estudi dels resultats obtinguts expressats respecte a matèria seca es dedueix que, des de l'aparició del fruit fins a l'estadi de sobremaduració, aquesta augmenta de forma contínua (gràfica 1). Els resultats estan en contradicció amb l'evolució que s'explica pel que fa a fruits climatèrics (Wills, 1982). En figues només és citat en un únic treball (Morris, 1951), en el qual la varietat "kadota" té uns valors molt semblants als de la varietat "coll de dama". Per tant, d'aquesta experiència es pot concloure que, a diferència del que es generalitza pel que fa als fruits climatèrics, la matèria seca en aquest cas augmenta.

Estudiant els paràmetres físics (gràfica 2), tant l'amplada com la llargada augmenten contínuament fins a estabilitzar-se al final de la maduració. Respecte a la densitat aparent, s'incrementa durant els 80 dies de l'experiència. És la primera vegada que es fa el seguiment d'aquest paràmetre en figues i els resultats concorden amb els canvis estructurals (figura 1).

L'activitat enzimàtica es centra en les activitats catalàsica i peroxidàsica, i ambdues tenen un màxim i un mínim desplaçats respecte al factor temps. És citat (Belver, 1988) que la catalasa actua com un enzim protector de la senescència i la peroxidasa com un activador d'aquesta. Els resultats són coherents amb aquest plantejament ja que l'activitat peroxidàsica no arriba en cap moment a desaparèixer, mentre que a partir dels 60 dies ja no es detecta activitat catalàsica.

La tendència de l'evolució de l'acidesa (gràfica 4) expressada com a àcid cítric respecte a matèria seca és atípica en fruits climatèrics, però ha estat citada en altres varietats de figues.

La proteïna (gràfica 4), calculada a partir del nitrogen total, mostra una disminució constant al llarg del temps, com a conseqüència d'un alt metabolisme catabòlic del fruit.

Els treballs bibliogràfics consultats no n'hi ha cap que faci referència a l'evolució del greix. Del nostre estudi, es dedueix que aquest paràmetre (gràfica 4) presenta un augment constant fins a la sobremaduració.

De l'estudi global dels triglicèrids continguts en el greix de les figues (taula 1), i com a fets significatius i sistemàtics, es pot dir que en l'estadi final de maduració els àcids grassos saturats de cadena més llarga són els que més disminueixen, mentre que els percentatges dels àcids grassos insaturats augmenten més com més alt és el nombre d'insaturacions. Aquest fet indica que hi ha una alta activitat dels enzims involucrats en la insaturació, fet evidentment normal en l'etapa de senescència, que és en general una etapa oxidativa.

No s'han trobat antecedents bibliogràfics de l'evolució de l'àcid clorogènic en figues, però els nostres resultats (gràfica 5) són coherents amb la bibliografia, segons la qual l'àcid clorogènic és un compost d'estructura polifenòlica que disminueix a mesura que avança la maduració.

L'evolució de la fibra (gràfica 5) concorda amb els principis generals citats pel que fa als fruits climatèrics (Wills, 1982) i amb l'evolució seguida per la varietat "kadota" (Morris, 1951).

Els antocians (gràfica 5) tenen gairebé un valor constant en el període pre-climatèric, un màxim al cap de 50 dies del seguiment i disminució amb tendència a l'estabilització. Aquesta disminució es pot interpretar com la suma de dos factors: aturada al cap de 50 dies de la biosíntesi d'antocians, i disminució de la proporció relativa de pigments respecte a la massa de figa com a conseqüència de l'augment de matèria seca.

Pel que fa als sucres (gràfica 6) trobem una evolució que tendeix a l'augment de sucres reductors, cosa que és coherent amb l'explicat en general, dels fruits climatèrics (Wills, 1982). Respecte als disacàrids no reductors trobem un increment constant fins a arribar a la maduració (60 dies) i una disminució en l'estadi de sobremaduració. El comportament descrit confirma estudis anteriors, excepte la disminució final que no ha estat mai descrita, segurament perquè aquests treballs s'han aturat als 50-60 dies de seguiment.

El midó apareix en els últims estadis de la maduració. L'increment del contingut de midó, fet atípic en els fruits climatèrics, té precedents en estudis d'altres varietats.

AGRAÏMENTS

Al senyor Sadurní Vives, per la col·laboració en el subministrament de les mostres, i al senyor Enric Centelles, per l'ajuda en la utilització del cromatògraf de gasos.

BIBLIOGRAFIA

- AEBI, H. E. *Methods of Enzymatic Analysis*. Volum III, Enzims I. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 1987.
- AOAC. *Official Methods of Analysis*. 14 ed. Alington, EUA: AOAC INC.
- BELVER & cols., dins: BADIA, M. *Heterogeneidad enzimática en el melón (Cucumis melo) en función de la isolación*. Treball de final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona, 1991.
- MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO. *Análisis de alimentos. Métodos oficiales y recomendados por el Centro de Investigación y Control de la Calidad*. Colección Fomento de la Calidad. Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, 1985. (Referències: Norma ISO R-1442; Norma UNE 55-037-73; AOAC (1980) 2057,14505 i 11019.)
- MORRIS, B. *The chemistry and technology of food and food products*. Volum III. Interscience publishers INC, 1951.
- PEDROLA, N. *Evolució dels components bioquímics de la figa (Ficus carica, varietat "coll de dama") durant la seva maduració*. Treball de final de carrera. Escola Superior d'Agricultura de Barcelona, 1992.
- PÜTER, J. *Methods of Enzymatic Analysis*. 3a ed., volum III, Enzims I. Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft, 1987.
- TSANTILLI, E. *Changes during development of "Tsapela" fig fruits*. Grècia: Departament d'Arboricultura. Universitat d'Agricultura d'Atenes, 1990.
- WILLS & cols. *Postharvest (an introduction to the physiology and handling of Fruits and Vegetables)*. New South Wales University Press, 1982.