

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERS AGRÒNOMS DE LLEIDA

MICROPROPAGACIO DE *Cynara scolymus* CV. "BLANCA DE TUDELA":

Condicionants del procés i aproximació a la
caracterització anatòmico-fisiològica en les diferents
fases de cultiu.

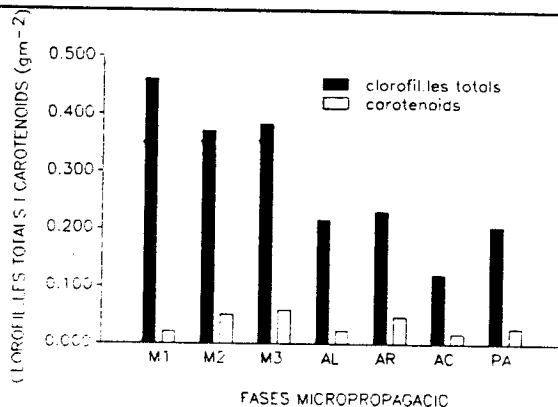
Tesi presentada per Núria Cañameras i Riba per optar al grau de Doctor Enginyer Agrònom. Dirigida pel Dr. Angel Mingo Castel.

Lleida, Juliol del 1990

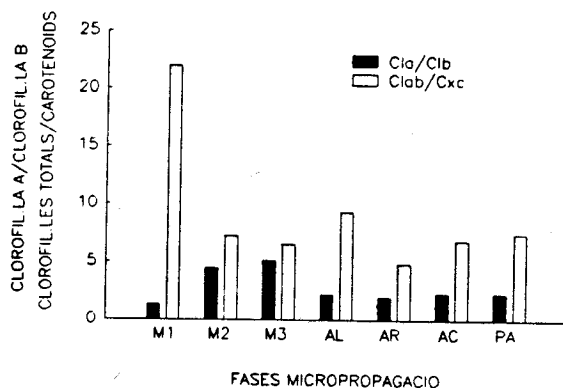
Taula - 55 Contingut pigmentari de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (Cla: clorofil·la a; Clb: clorofil·la b; Clab: clorofil·les totals; Cxc: carotenoids; N: nitrogen).

Fase	Ca ⁻² (gm ⁻²)	Clb ⁻² (gm ⁻²)	Clab ⁻² (gm ⁻²)	Cxc ⁻² (gm ⁻²)	Ca/Clb	Clab/Cxc	Clab/N
M1 Multiplicació (20µEPARm ⁻² s ⁻¹)	0.2561 ab	0.2043 c	0.4604 b	0.0210 a	1.266 a	21.93 b	0.46 c
M2 Multiplicació (60µEPARm ⁻² s ⁻¹)	0.3018 bc	0.0678 ab	0.3696 b	0.0511 b	4.450 c	7.22 a	0.22 b
M3 Multiplicació (90µEPARm ⁻² s ⁻¹)	0.3202 c	0.0625 ab	0.3827 b	0.0591 b	5.124 c	6.47 a	0.21 b
AL Allargament	0.1470 ab	0.0677 ab	0.2147 a	0.0231 a	2.164 b	9.27 a	0.13 a
AR Arrelament	0.1515 ab	0.0795 abc	0.2310 a	0.0476 b	1.907 b	4.84 a	0.13 a
AC Aclimatització	0.0840 a	0.0372 a	0.1212 a	0.0178 a	2.260 b	6.80 a	0.07 a
PA Post aclimatització	0.1414 ab	0.0630 ab	0.2044 a	0.0274 a	2.280 b	7.45 a	0.11 a

Gràfic - 18 Contingut de clorofil·les totals i de carotenoids en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (simbologia taula 55).



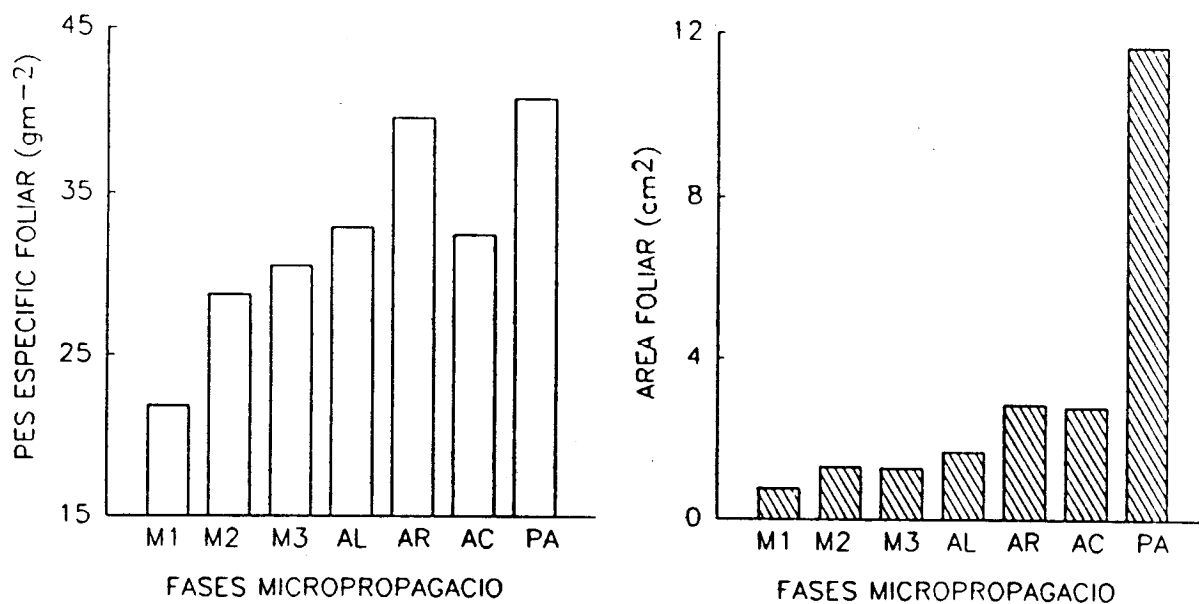
Gràfic - 19 Relacions Clorofil·la a/Clorofil·la b i Clorofil·les totals/Carotenoids en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (Simbologia taula 55).



Taula - 56 Pes sec. Àrea foliar . pes específic foliar (PEF) i contingut en nitrògen (N) de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització.

Fase	Pes sec (mg)	Àrea (cm ⁻²)	PEF (gm ⁻²)	N (gm ⁻²)
M1 Multiplicació (20µEPAR ^{-2 -1} _{m s})	1.7 e	0.757 a	21.840 a	1.01 a
M2 Multiplicació (60µEPAR ^{-2 -1} _{m s})	3.7 b	1.298 ab	28.787 b	1.67 bc
M3 Multiplicació (90µEPAR ^{-2 -1} _{m s})	3.8 b	1.275 ab	30.527 b	1.75 bcd
AL Allargament	4.8 b	1.683 b	32.923 b	1.59 b
AR Arrelament	6.9 c	1.849 b	39.557 b	1.79 cd
AC Aclimatització	8.1 c	2.802 c	32.461 b	1.88 d
PA Post aclimatització	42.7 d	11.650 d	40.726 b	1.72 bc

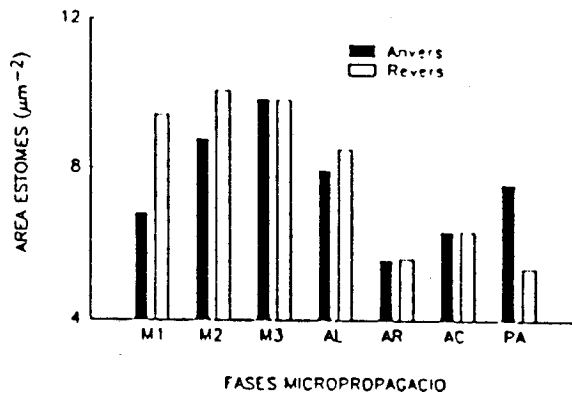
Gràfic - 20 Àrea foliar i pes específic foliar (PEF) en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (simbologia taula 56).



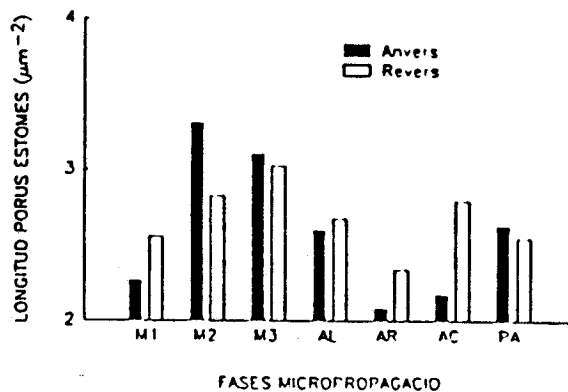
Taula - 57 Caracterització estomàtica de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització: Àrea (μm^2) i longitud (μm) del porus.

Fase	Anvers		Revers	
	Àrea	Longitud	Àrea	Longitud
M1 Multiplicació ($20\mu\text{EPARm}^{-2-1}$)	6.87 a	2.26 a	9.41 a	2.55 a
M2 Multiplicació ($60\mu\text{EPARm}^{-2-1}$)	8.77 a	3.31 b	10.07 a	2.82 a
M3 Multiplicació ($90\mu\text{EPARm}^{-2-1}$)	9.83 a	3.10 b	9.81 a	3.02 a
AL Allargament	7.95 a	2.59 a	8.49 a	2.67 a
AR Arrelament	5.57 a	2.08 a	5.59 a	2.33 a
AC Aclimatització	6.31 a	2.17 a	6.30 a	2.79 a
PA Post aclimatització	7.58 a	2.62 a	5.34 a	2.54 a

Gràfic - 21 Àrea dels estomes presents en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (simbologia taula 57).



Gràfic - 22 Longitud del porus dels estomes presents en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (simbologia taula 57).



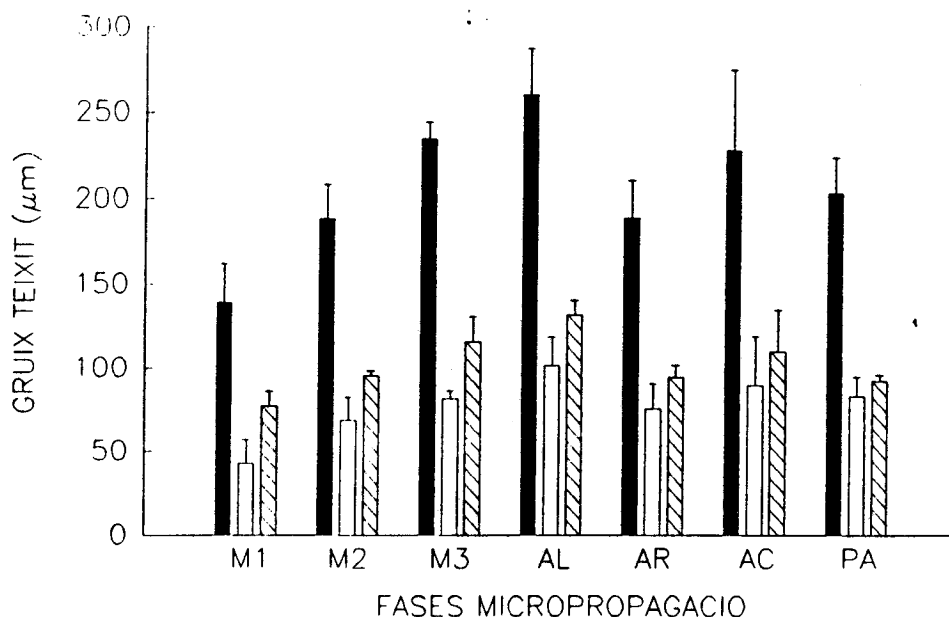
Taula - 58 Gruix mitjà dels teixits foliars en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització.

Fase	Gruix total (μm)	Epidermis (μm)	Parènquima en palissada (μm)	Parènquima lacunar (μm)
M1 Multiplicació (20 μEPARM ^{-2 -1} _{s -1})	139 \pm 23	19 \pm 2	43 \pm 14	77 \pm 9
M2 Multiplicació (60 μEPARM ^{-2 -1} _{s -1})	188 \pm 20	25 \pm 4	68 \pm 14	95 \pm 3
M3 Multiplicació (90 μEPARM ^{-2 -1} _{s -1})	234 \pm 10	38 \pm 4	81 \pm 5	115 \pm 15
AL Allargament	260 \pm 27	28 \pm 2	101 \pm 17	131 \pm 9
AR Arrelament	188 \pm 22	19 \pm 2	75 \pm 15	94 \pm 7
AC Aclimatització	227 \pm 47	28 \pm 2	89 \pm 29	109 \pm 25
PC Post-aclimatització	202 \pm 21	29 \pm 3	82 \pm 12	91 \pm 4

Taula - 59 Estimació de la grandària relativa dels teixits en les diferents fases de la micropropagació i en l'aclimatització.

Fase	Epidermis (%)	Parènquima en palissada (%)	Parènquima lacunar (%)
M1 Multiplicació (20 μEPARM ^{-2 -1} _{s -1})	13.99 \pm 0.96	30.32 \pm 6.18	55.66 \pm 5.29
M2 Multiplicació (60 μEPARM ^{-2 -1} _{s -1})	13.32 \pm 1.04	35.67 \pm 3.89	51.01 \pm 4.45
M3 Multiplicació (90 μEPARM ^{-2 -1} _{s -1})	16.06 \pm 1.34	34.87 \pm 3.18	49.07 \pm 3.40
AL Allargament	10.70 \pm 0.47	38.41 \pm 2.73	50.88 \pm 4.24
AR Arrelament	10.08 \pm 0.37	39.53 \pm 3.45	50.39 \pm 3.08
AC Aclimatització	13.04 \pm 2.49	38.07 \pm 4.95	48.88 \pm 2.47
PC Post-aclimatització	14.34 \pm 0.91	40.47 \pm 3.37	45.19 \pm 2.62

Gràfic - 23 Gruix dels teixits en les diferents fases de la micropropagació i en l'aclimatització (simbologia taula 58).



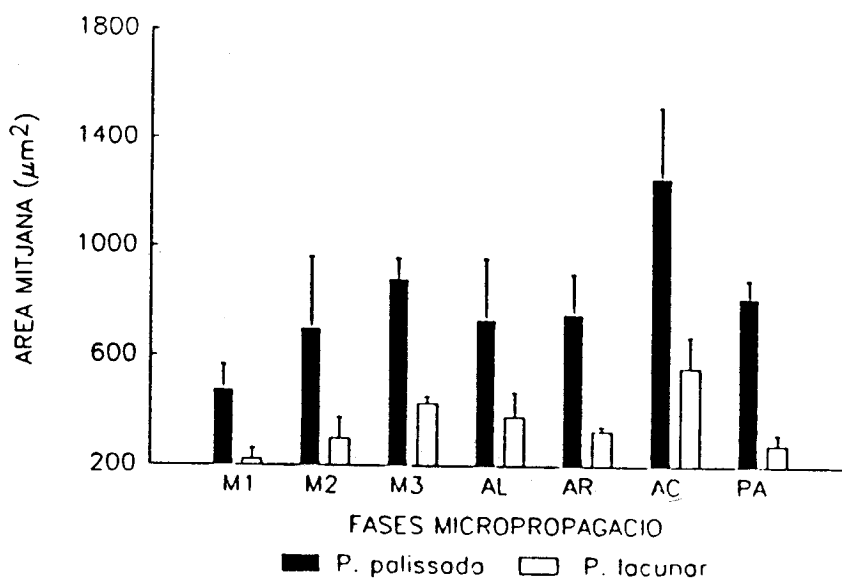
Taula - 60 Espais intercel.lulars i Volum relatiu dels parènquimes/Volum total foliar de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització.

Fase	Espais intercel.lulars (%)		Volum parènquima/Volum foliar (%)	
	Parènquima en palissada	Parènquima lacunar	Parènquima en palissada	Parènquima lacunar
M1 Multiplicació (20µEPARM ^{-2 -1} _s)	8.60 ± 1.58	26.14 ± 3.80	21.74 ± 3.29	29.52 ± 1.46
M2 Multiplicació (60µEPARM ^{-2 -1} _s)	9.54 ± 1.35	27.29 ± 3.33	26.13 ± 4.22	23.73 ± 1.10
M3 Multiplicació (90µEPARM ^{-2 -1} _s)	9.04 ± 1.50	23.08 ± 2.23	25.83 ± 3.46	25.84 ± 2.97
AL Allargament	12.27 ± 1.93	27.75 ± 4.77	26.14 ± 1.39	23.13 ± 1.64
AR Arrelament	13.43 ± 2.09	27.25 ± 1.32	25.93 ± 3.83	23.14 ± 1.57
AC Aclimatització	8.43 ± 1.46	24.79 ± 0.71	29.64 ± 2.86	24.09 ± 1.64
PC Post-aclimatització	13.16 ± 2.25	25.74 ± 3.96	27.31 ± 3.05	19.45 ± 2.15

Taula - 61 Area mitjana (µm²) de la secció transversal cel.lular de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització.

Fase	P. en palissada	P. lacunar
M1 Multiplicació (20µEm ^{-2 -1} _s)	473 ± 93	223 ± 40
M2 Multiplicació (60µEm ^{-2 -1} _s)	698 ± 262	300 ± 76
M3 Multiplicació (90µEm ^{-2 -1} _s)	876 ± 78	428 ± 24
AL Allargament	728 ± 226	379 ± 89
AR Arrelament	750 ± 148	328 ± 18
AC Aclimatització	1253 ± 266	559 ± 114
PA Post-aclimatització	813 ± 68	280 ± 39

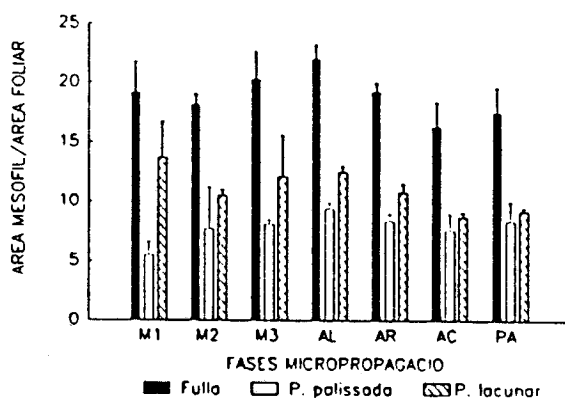
Gràfic - 24 Area mitjana de la secció transversal cel.lular de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (simbologia taula 61).



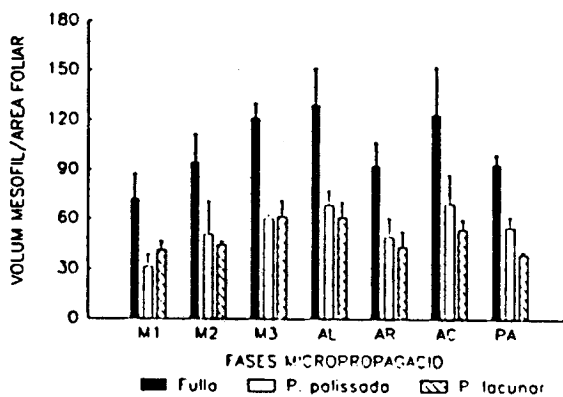
Taula - 62 Area i Volum del mesòfil/Area foliar en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització.

Fase	Area mesofil/Area foliar			Volum mesòfil/Area foliar (μm)		
	Total	P.P.	P.L.	Total	P.P.	P.L.
M1 Multiplicació (20 $\mu\text{EPARm}^{-2}^{-1}$)	19.1 \pm 2.6	5.5 \pm 1.1	13.7 \pm 3.0	72.1 \pm 14.9	31.1 \pm 7.7	41.0 \pm 5.4
M2 Multiplicació (60 $\mu\text{EPARm}^{-2}^{-1}$)	18.1 \pm 0.9	7.7 \pm 3.5	10.5 \pm 0.5	94.5 \pm 16.9	50.4 \pm 20.0	44.2 \pm 2.2
M3 Multiplicació (90 $\mu\text{EPARm}^{-2}^{-1}$)	20.3 \pm 2.3	8.1 \pm 0.4	12.1 \pm 3.5	120.8 \pm 8.8	59.8 \pm 2.5	61.0 \pm 9.7
AL Allargament	22.0 \pm 1.2	9.4 \pm 0.5	12.5 \pm 0.5	128.9 \pm 21.8	68.3 \pm 8.7	60.6 \pm 9.2
AR Arrelament	19.2 \pm 0.8	8.4 \pm 0.6	10.8 \pm 0.7	92.3 \pm 14.1	49.3 \pm 10.9	43.0 \pm 9.2
AC Aclimatització	16.3 \pm 2.1	7.6 \pm 1.4	8.7 \pm 0.4	122.7 \pm 29.0	69.3 \pm 17.7	53.4 \pm 6.0
PA Post-aclimatització	17.5 \pm 2.1	8.4 \pm 1.6	9.2 \pm 0.3	93.2 \pm 5.8	54.7 \pm 6.5	38.6 \pm 1.8

Gràfic - 25 Area mesòfil/Area foliar en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (simbologia taula 62).



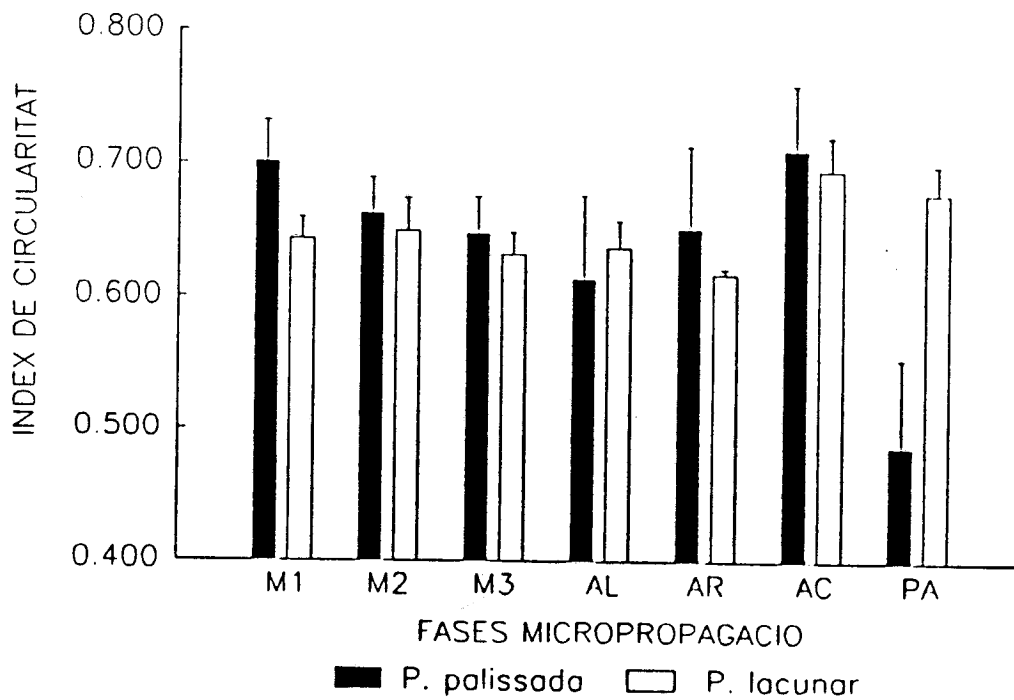
Gràfic - 26 Volum del mesòfil/Area foliar en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (simbologia taula 62).



Taula - 63 Index de circularitat i cocient eix menor/eix major de la cel.lula en la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització.

Fase	Index de circularitat		Eix menor/Eix major	
	P. palissada	P. lacunar	P. palissada	P. lacunar
M1 Multiplicació (20µEPARM ^{-2 -1})	0.701 ± 0.031	0.643 ± 0.016	0.777 ± 0.027	0.745 ± 0.008
M2 Multiplicació (60µEPARM ^{-2 -1})	0.662 ± 0.028	0.649 ± 0.025	0.746 ± 0.012	0.746 ± 0.026
M3 Multiplicació (90µEPARM ^{-2 -1})	0.647 ± 0.028	0.632 ± 0.016	0.719 ± 0.006	0.723 ± 0.011
AL Allargament	0.614 ± 0.062	0.637 ± 0.020	0.724 ± 0.032	0.730 ± 0.010
AR Arrelament	0.651 ± 0.063	0.618 ± 0.004	0.679 ± 0.048	0.730 ± 0.019
AC Aclimatització	0.711 ± 0.049	0.696 ± 0.025	0.752 ± 0.028	0.749 ± 0.022
PC Post-aclimatització	0.487 ± 0.068	0.678 ± 0.022	0.641 ± 0.048	0.742 ± 0.011

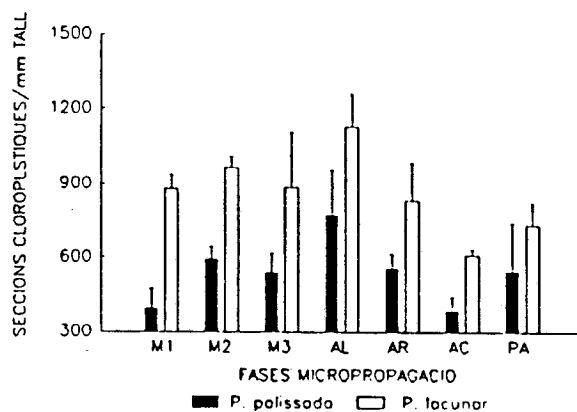
Gràfic - 27 Index de circularitat de les cel.lules parénquimàtiques de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (símbologia taula 63).



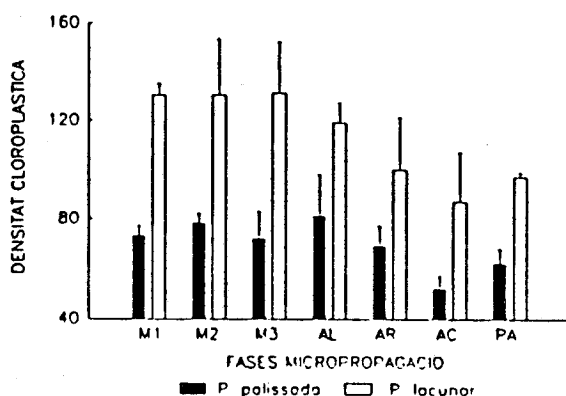
Taula - 64 Variació del nombre de cloroplasts i de la densitat cloroplàstica en el parènquima en palissada i en el parènquima lacunar.

Fase	Núm. seccions cloroplàstiques mm tall		Núm. seccions cloroplàstiques mm pared cel.lular	
	P. palissada	P. lacunar	P. palissada	P. lacunar
M1 Multiplicació (20µEm ⁻² s ⁻¹)	393 ± 79	882 ± 56	73 ± 4	130 ± 5
M2 Multiplicació (60µEm ⁻² s ⁻¹)	593 ± 51	965 ± 43	78 ± 4	130 ± 23
M3 Multiplicació (90µEm ⁻² s ⁻¹)	540 ± 77	887 ± 217	72 ± 11	131 ± 21
AL Allargament	772 ± 183	1129 ± 130	81 ± 17	119 ± 8
AR Arrelament	556 ± 58	832 ± 154	69 ± 8	100 ± 21
AC Aclimatització	385 ± 55	608 ± 26	52 ± 5	87 ± 20
PA Post-aclimatització	544 ± 195	731 ± 91	62 ± 6	97 ± 2

Gràfic - 28 Seccions cloroplàstiques en el mesòfil de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (símbologia taula 64).



Gràfic - 29 Densitat cloroplàstica del mesòfil de la darrera fulla expandida en les diferents fases de la micropropagació i en la post-aclimatització (símbologia taula 64).



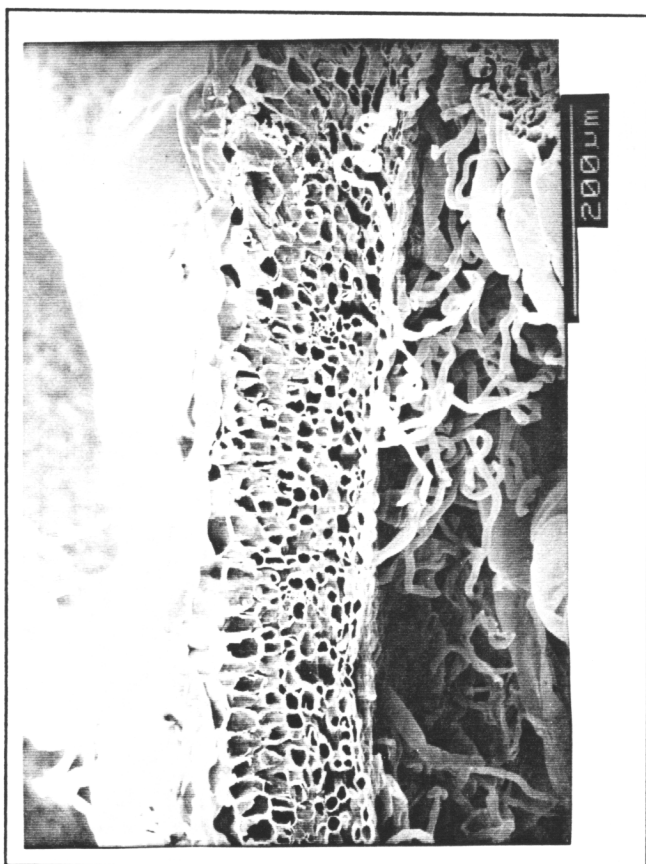
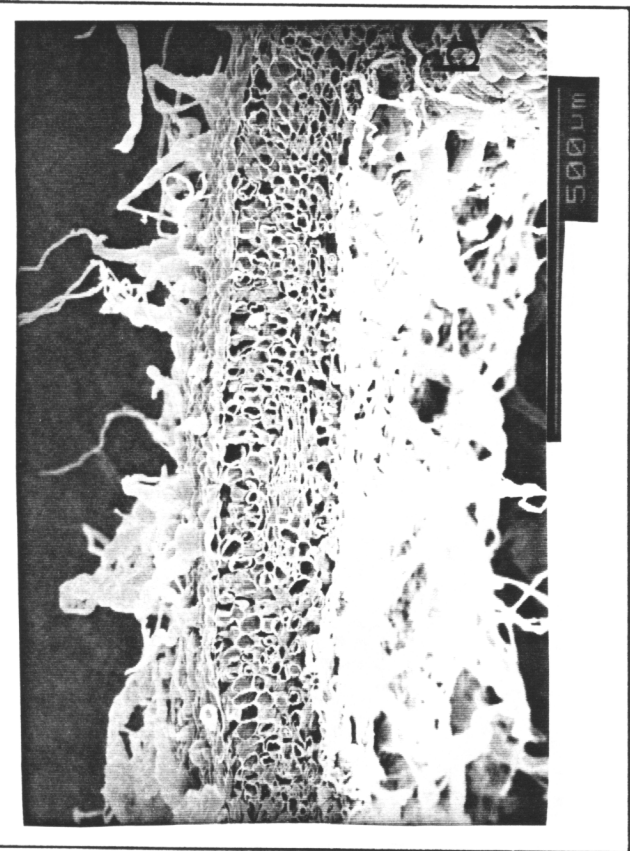
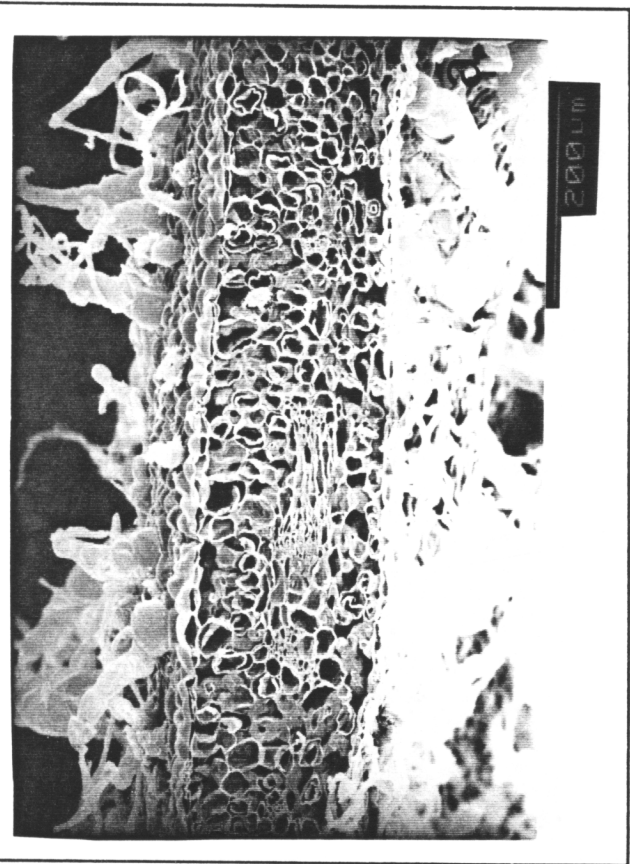


Figura 1 - Microfotografies de talls transversals de la darrera fulla expandida de *Cynara scolymus* reallitzades amb microscopia d'escombrat: (a) i (b) fase de multiplicació, (c) i (d) fase d'acclimatització.

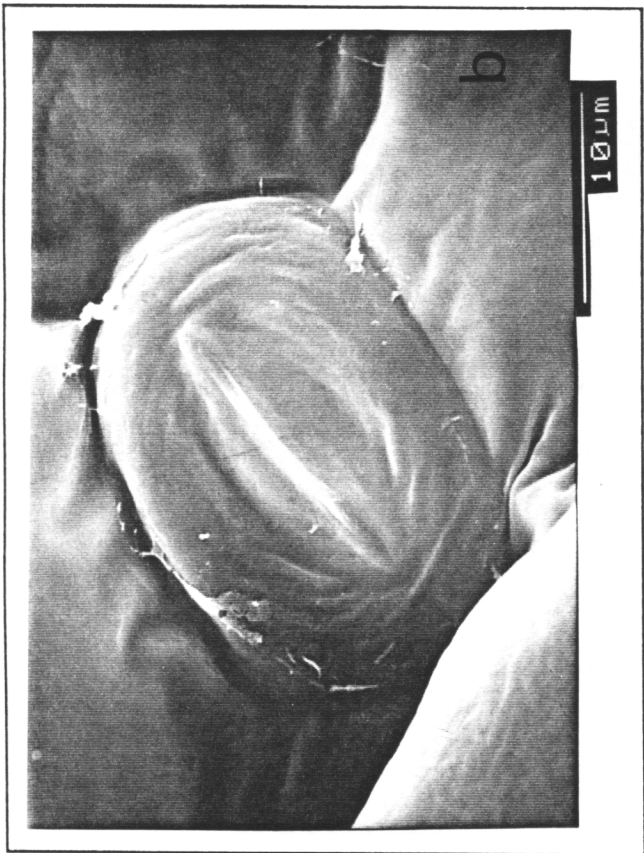
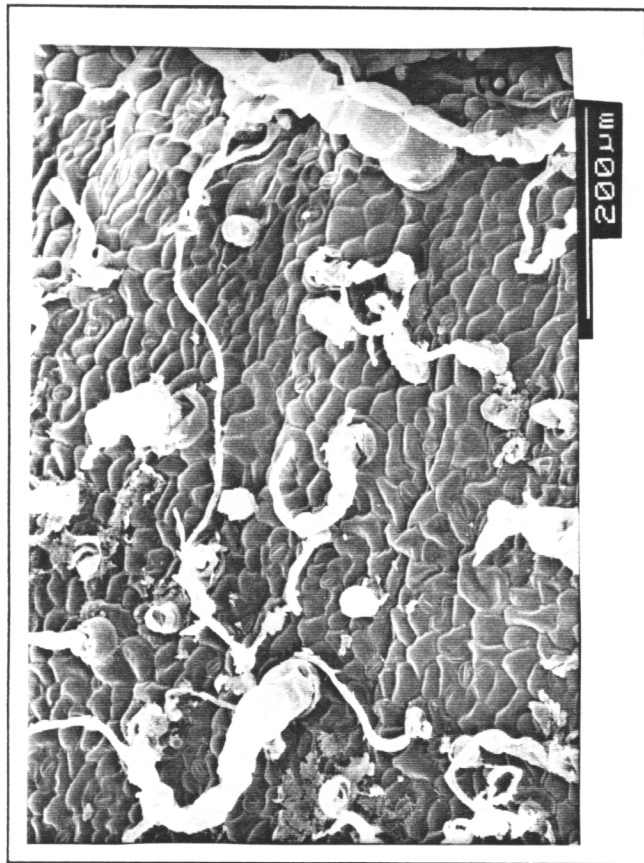


Figura 2 - Microfotografies d'estomes de *Cynara scolymus* realitzades amb microscopia d'escombrat en la fase de multiplicació: (a) i (b) cares axial i (c) cara abaxial.

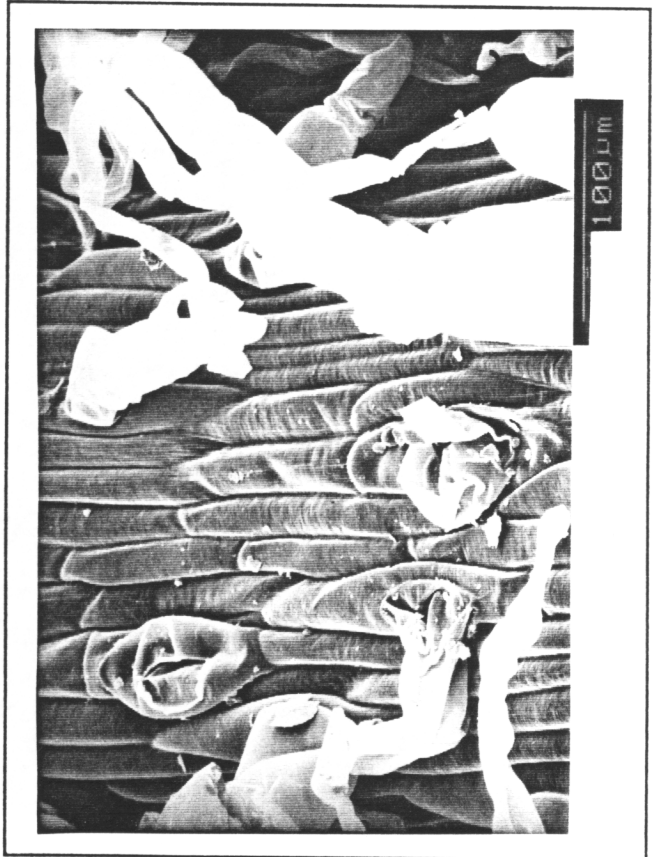
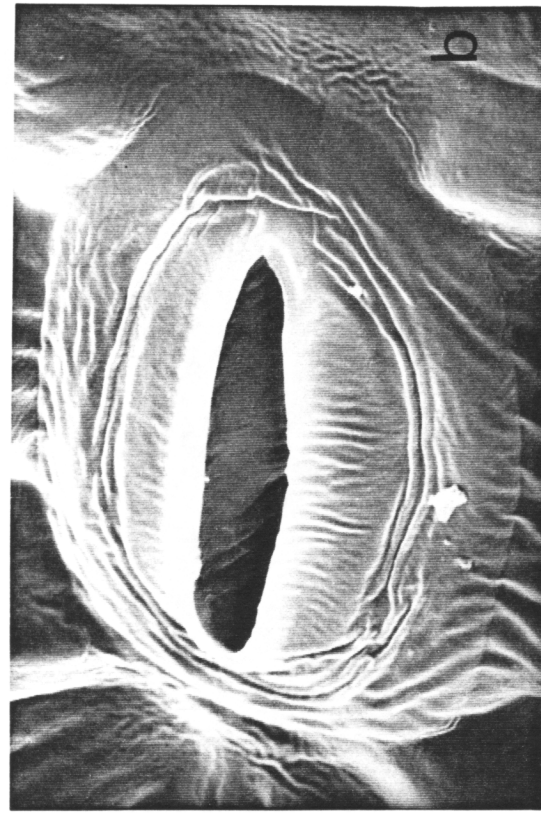
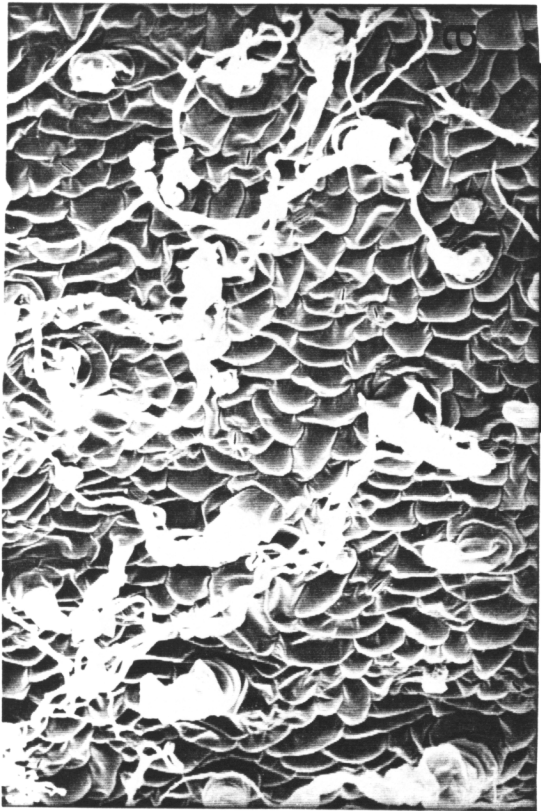


Figura 3 - Microfotografies d'estomes de *Cynara scolymus* realitzades amb microscopia d'escombrat en la fase d'aclimatització: (a) i (b) cares adaxials i (c) cara abaxial.

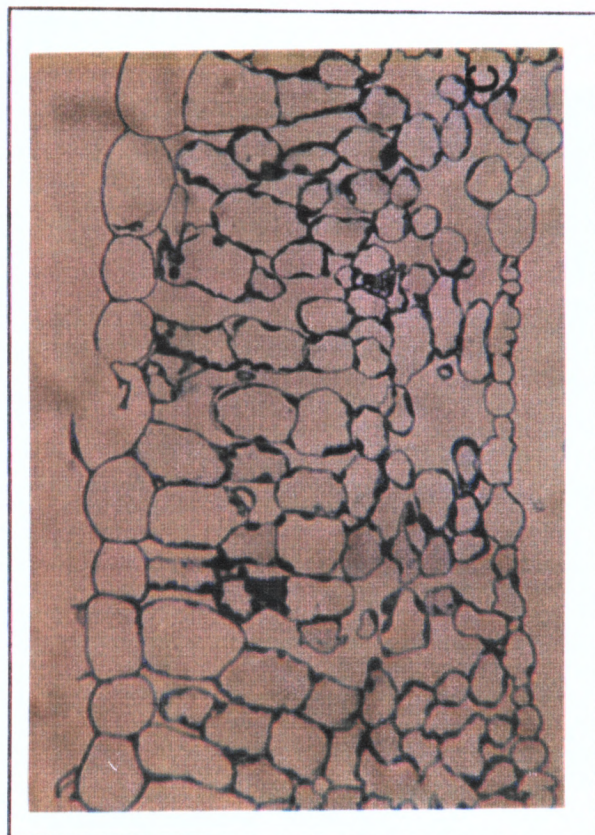
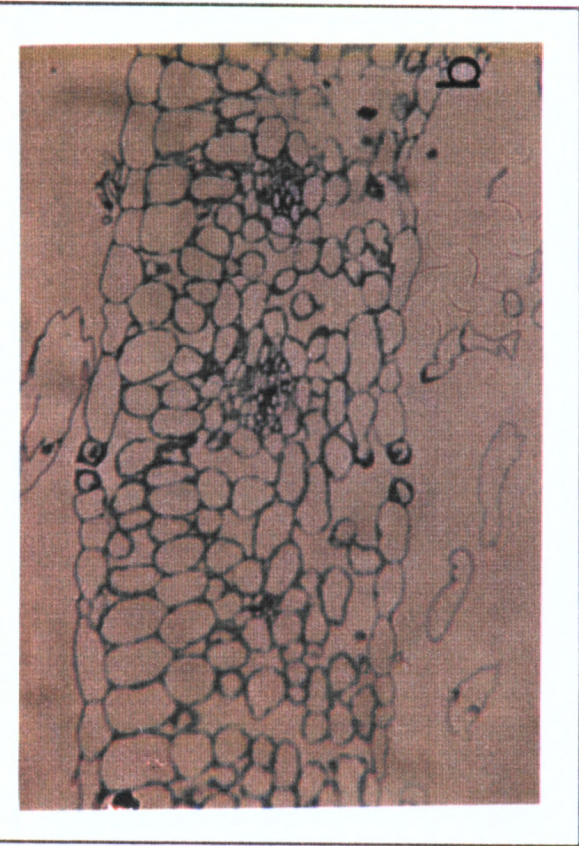
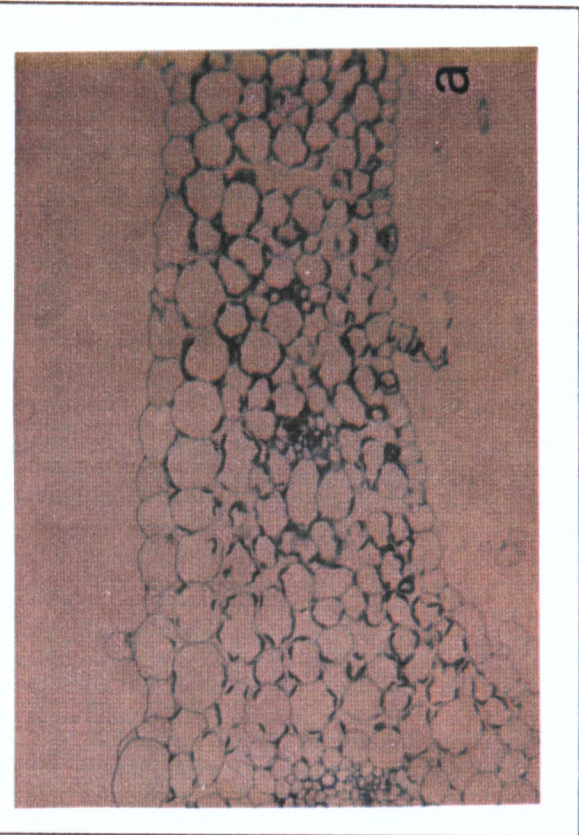


Figura 4 - 100 μm |
Talls transversals de la darrera fulla expandida de *Cynara scolymus* en fase de multiplicació sota diferents règims d'irradiància: (a) $20 \mu\text{EParm}^{-2}\text{s}^{-1}$, (b) $60 \mu\text{EParm}^{-2}\text{s}^{-1}$, (c) $90 \mu\text{EParm}^{-2}\text{s}^{-1}$

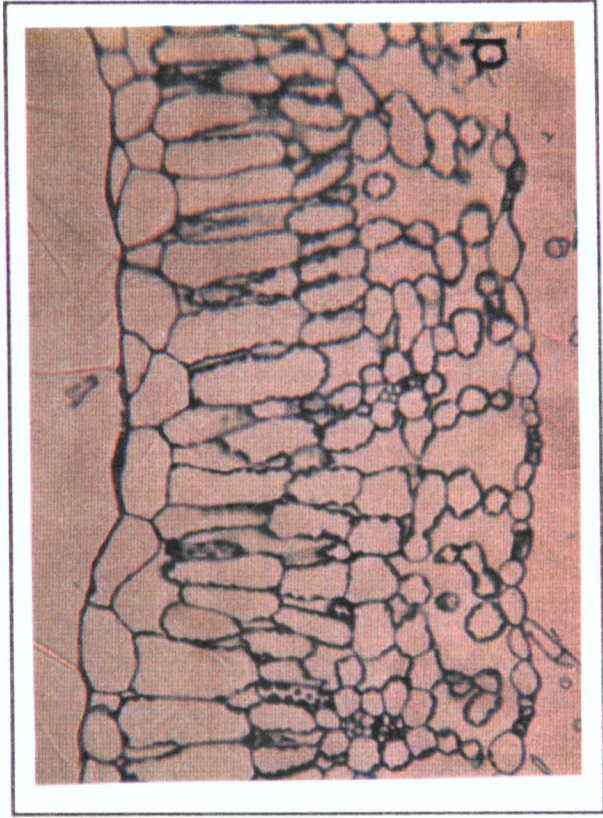
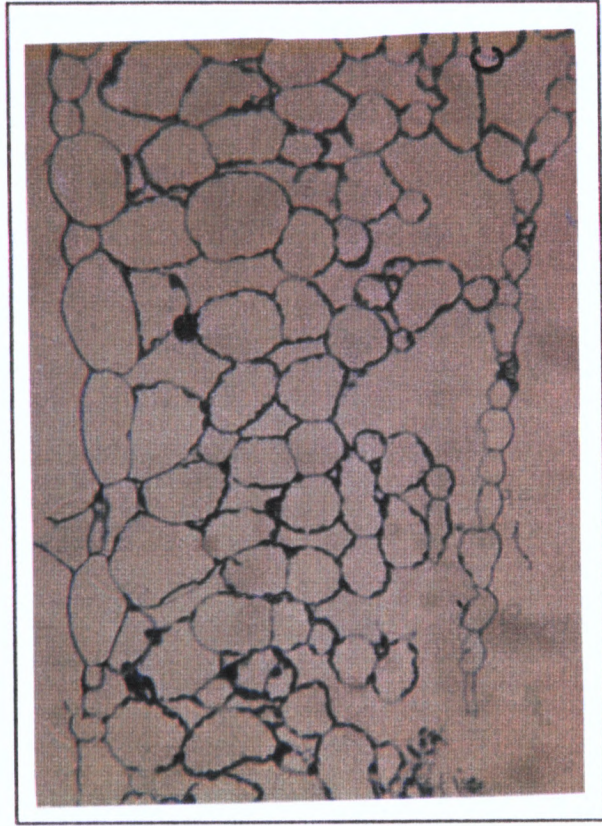
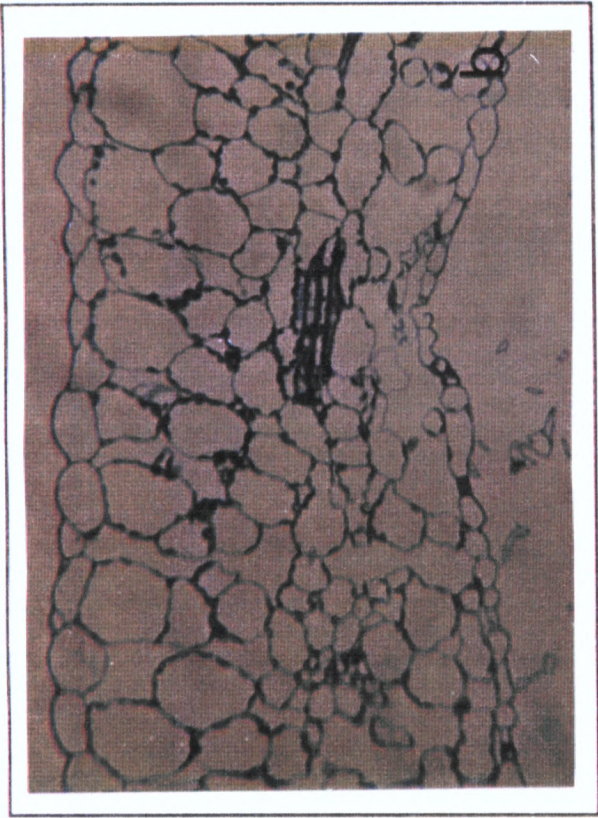
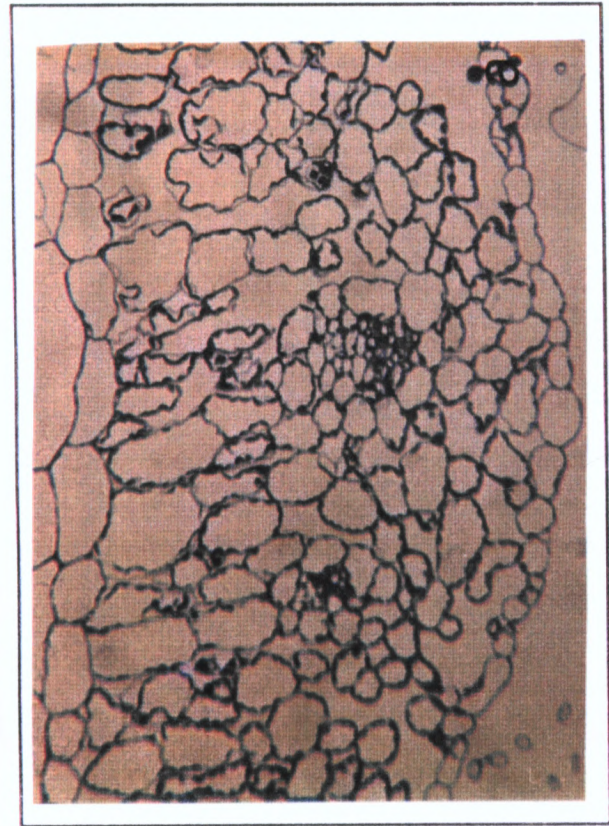


Figura 5 - Talls transversals de la darrera fulla expandida de *Cynara scolymus* en fases post-multificació: (a) allargament, (b) arrelament, (c) aclimatització, (d) post-aclimatització (100 μm \longleftarrow).