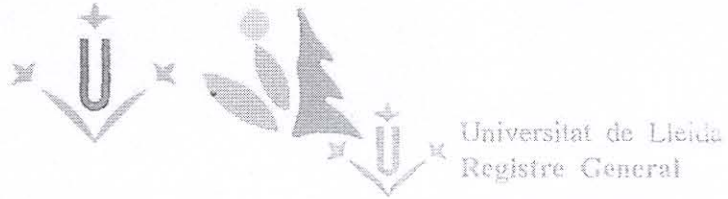


(243) "1995" Piq

UNIVERSITAT DE LLEIDA

ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRÀRIA DE LLEIDA

1600/24642



19 SET. 1995

E: 3898

S:

TESI DOCTORAL



TECNOLOGIA POSTCOLLITA DE L'AVELLANA.

ASSECATGE I FRIGOCONSERVACIÓ DE L'AVELLANA
(*Corylus avellana* L.)

Maria Teresa Piqué Ferré
Juny 1995

010-43360

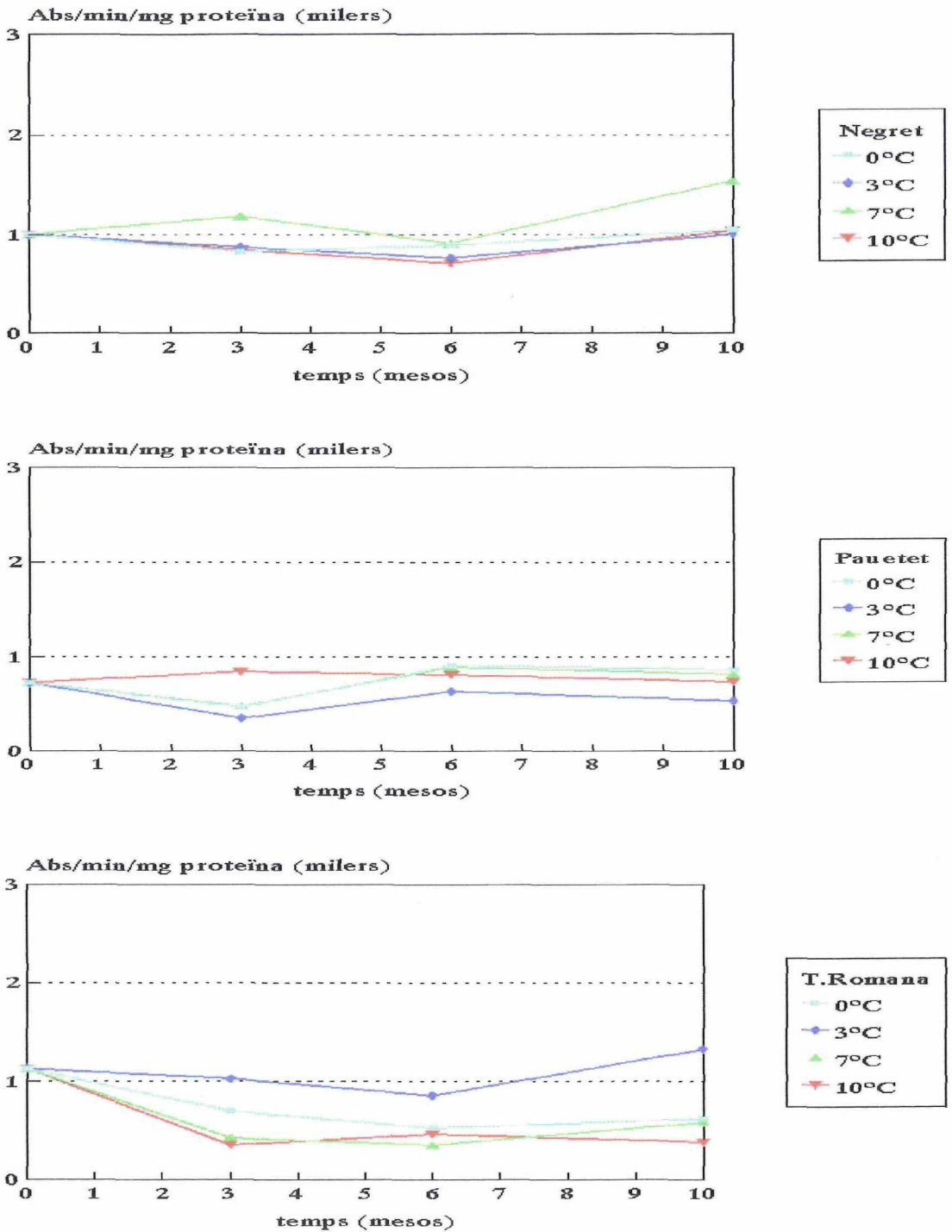


FIGURA 3.32. Evolució de l'activitat peroxidasa de l'avellana *Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana* (campanya 90/91) frigoconservada a 60% d'humitat relativa.

Les tres varietats -*Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana*- presenten uns valors de l'activitat de la peroxidasa similars. D'altra banda, tampoc s'observa una influència dels factors temperatura i humitat relativa sobre l'activitat de la peroxidasa.

Aquests resultats indiquen que si s'emmagatzema l'avellana a temperatures entre 0°C i 10°C i a humitats relatives entre 40% i 60%, l'activitat de la peroxidasa no augmenta en el transcurs d'un any d'emmagatzematge i, per tant, no es dona un procés oxidatiu catalitzat per aquest aquest enzim.

L'emmagatzematge refrigerat no produeix una inactivació de la peroxidasa en l'avellana. En d'altres productes s'ha trobat que aquest enzim s'inactiva si s'emmagatzema a temperatures de congelació; així, per a kiwi, Fúster *et al.* (1994) van observar que la peroxidasa s'inactiva reversiblement en l'emmagatzematge a -18°C durant 11 mesos .

3.2.3.3. Polifenoloxidasa

L'evolució de l'activitat polifenoloxidasa de les mostres d'avellana frigoconservades durant la campanya 90/91 apareix a les figures 3.33 i 3.34.

L'activitat de la polifenoloxidasa, encara que ha augmentat lleugerament amb el temps d'emmagatzematge, es manté en uns valors baixos. Les tres varietats -*Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana*- presenten uns nivells d'activitat polifenoloxidasa similars, i no s'observen variacions importants per a les diferents temperatures i humitats relatives estudiades.

Com l'enfosquiment enzimàtic és directament proporcional a la concentració de l'enzim polifenoloxidasa i els valors de l'activitat de la polifenoloxidasa que s'han obtingut en les diferents experiències de frigoconservació són molt baixos, es pot concloure que durant l'emmagatzematge refrigerat a temperatures entre 0°C i 10°C i humitats relatives entre 40% i 60% no té lloc un enfosquiment enzimàtic de l'avellana.

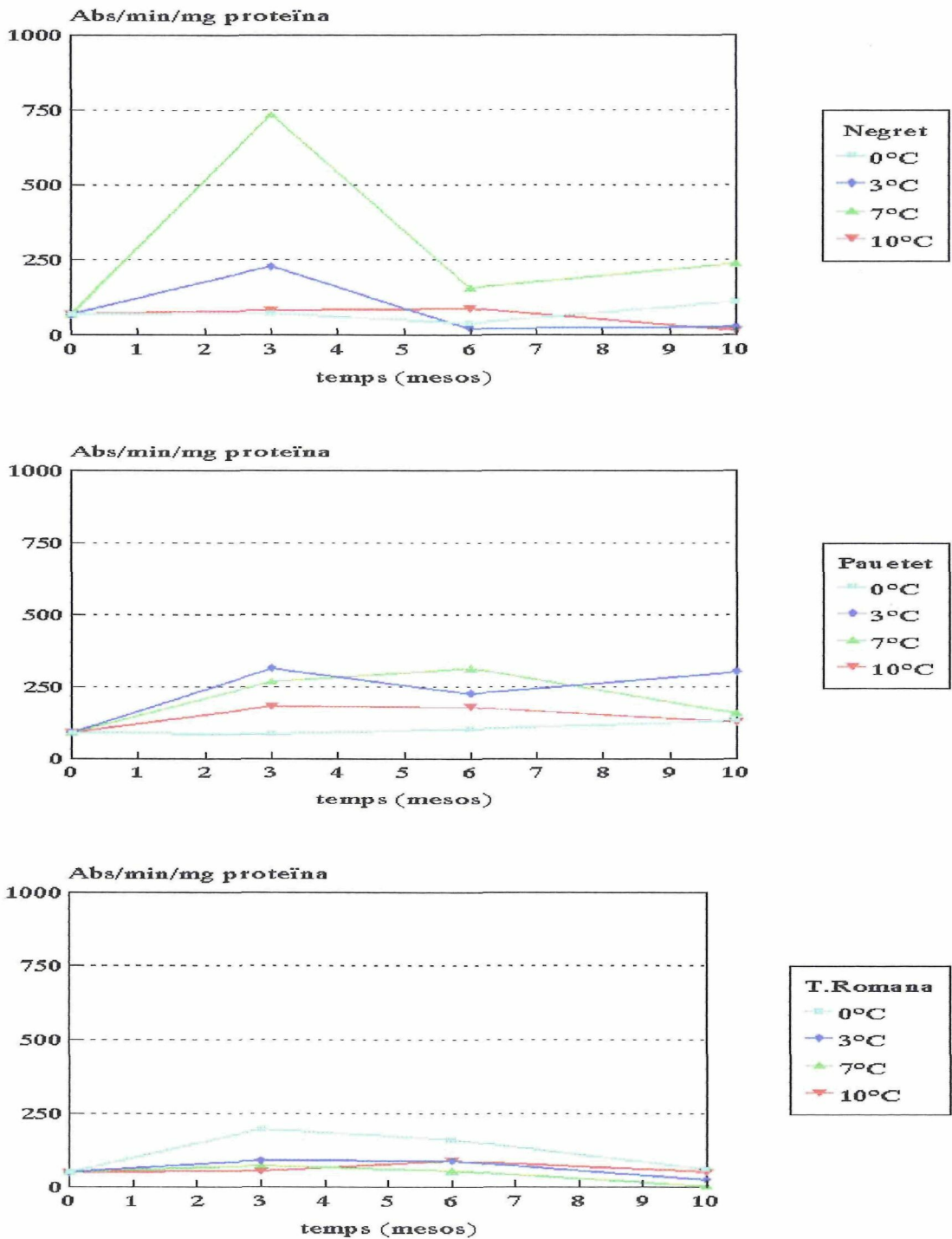


FIGURA 3.33. Evolució de l'activitat polifenoloxidasa de l'avellana *Negret*, *Pau etet* i *Tonda Romana* (campanya 90/91) frigoconservada a 40% d'humitat relativa.

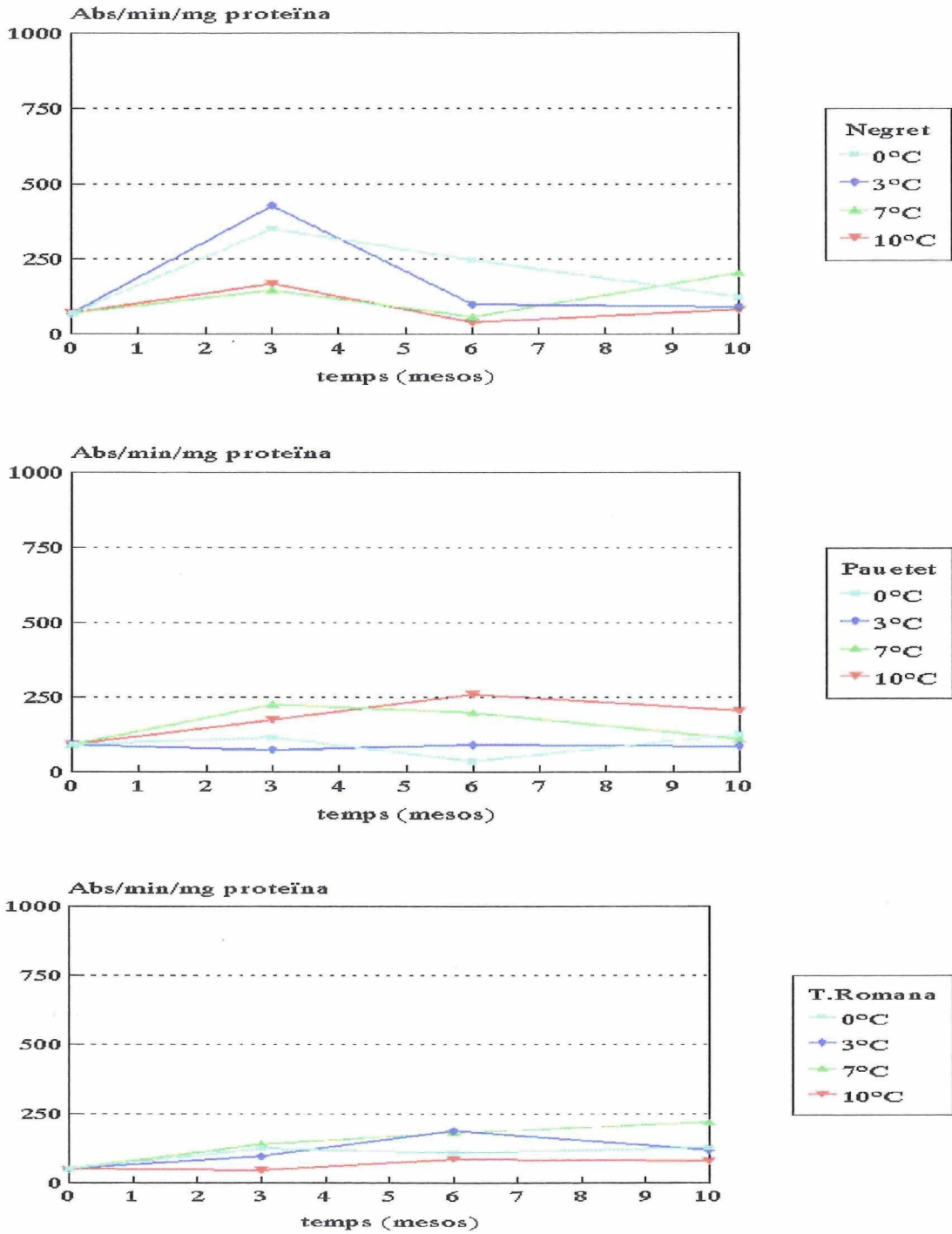


FIGURA 3.34. Evolució de l'activitat polifenoloxidasa de l'avellana *Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana* (campanya 90/91) frigoconservada a 60% d'humitat relativa.

3.2.4. Evolució del color

Durant la campanya 90/91 s'ha fet un seguiment visual de l'aspecte interior de l'avellana frigoconservada. L'avaluació del color de l'avellana s'ha dut a terme mitjançant la següent escala hedònica:

ASPECTE INTERIOR

1-Blanc

2-Poc ennegrida, amb punts (oxidat)

3-Ennegrida (molt oxidat)

obtenint uns resultats entre blanc i poc ennegrida.

Per avaluar el color de l'avellana d'una manera més objectiva, en la campanya 92/93 s'ha determinat el color de l'avellana amb un espectrofotòmetre (colorímetre) obtenint les coordenades de color en el sistema CIELab (L^* , a^* , b^*). En la figura 3.35 s'observen els espectres de reflectància obtinguts per a l'avellana abans de ser frigoconservada.

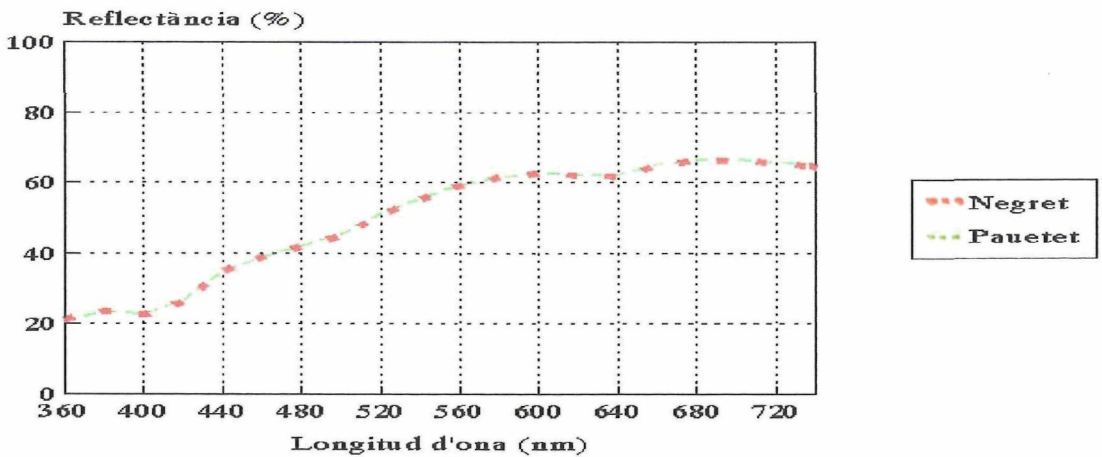


FIGURA 3.35. Espectres de reflectància obtinguts per a l'avellana *Negret* i *Pauetet* (campanya 92/93) abans de ser frigoconservada.

En la composició del color de l'avellana s'observa un predomini de la zona groga (570-590 nm), de la taronja (590-610 nm) i de la vermella (610-700 nm).

L'evolució del color de l'avellana al llarg de l'emmagatzematge apareix a les figures 3.36, 3.37, 3.38, 3.39 i 3.40. Els resultats mostren que tant la lluminositat L^* com el paràmetre b^* , que representa la quantitat de groc (+) i blau (-), disminueixen lleugerament a mesura que augmenta el temps d'emmagatzematge; mentre que el paràmetre a^* , que representa la quantitat de vermell (+) i verd (-), augmenta significativament passant de valors negatius a positius. La disminució del valor L^* , així com la reducció en els valors de b^* i el canvi de signe (de - a +) en el paràmetre a^* , indica clarament que s'està desenvolupant l'enfosquiment durant l'emmagatzematge (Lozano *et al.*, 1994).

De vegades, l'estudi del color es fa mitjançant les coordenades cilíndriques L^* , C^* i h^* ja que es correlacionen amb els atributs que aprecia l'ull humà -lluminositat, cromà i to- (Thai i Shewfelt, 1990). Les coordenades C^* i h^* s'obtenen a partir de les coordenades CIELab, mitjançant les equacions 2.28 i 2.29 de l'apartat 2.6.9. Els valors de les coordenades L^* , C^* i h^* , així com els valors de la diferència de color total (ΔE^*) calculada mitjançant l'equació 2.30 de l'apartat 2.6.9, apareixen a les taules 3.31 i 3.32.

El color de l'avellana a l'inici de l'emmagatzematge era similar per a les dues varietats; per això, l'anàlisi de la variança (ANOVA) dels resultats obtinguts per a L^* , C^* , h^* i ΔE^* durant l'emmagatzematge refrigerat es fa considerant els factors temperatura, humitat relativa i temps d'emmagatzematge. Els resultats de l'anàlisi de la variança i del test de separació de mitges (LSD) amb un nivell de confiança del 95% apareixen en les taules 3.33, 3.34, 3.35 i 3.36.

L'anàlisi de la variança mostra que cap dels factors considerats influeix significativament en la lluminositat i el cromà de l'avellana frigoconservada, encara que per al cromà el factor temps té un nivell de significació alt ($p = 0,0614$) observant-se una disminució de C^* amb el temps d'emmagatzematge. D'altra banda, el factor temps influeix molt significativament en el to i la diferència de color total de l'avellana, i s'observa que als 7 mesos de frigoconservació els valors mitjos del to i de ΔE^* disminueixen i augmenten respectivament, la qual cosa confirma que es produeix un enfosquiment de l'avellana durant l'emmagatzematge. La temperatura també influeix significativament en el to, però no s'observa una tendència clara d'aquest factor.

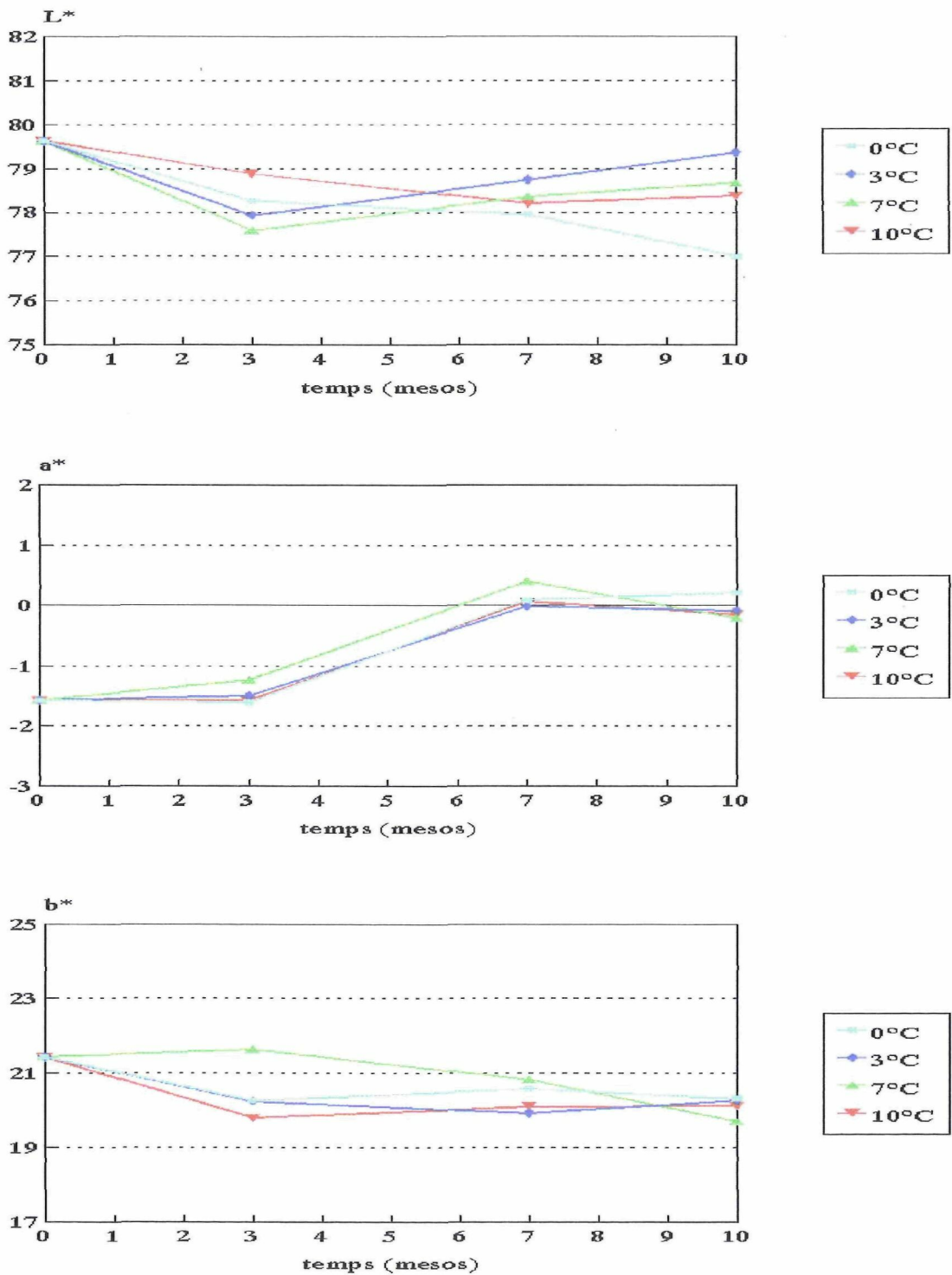


FIGURA 3.36. Evolució del color (L*, a*, b*) de l'avellana *Negret* (campanya 92/93) frigoconservada a 40% d'humitat relativa.

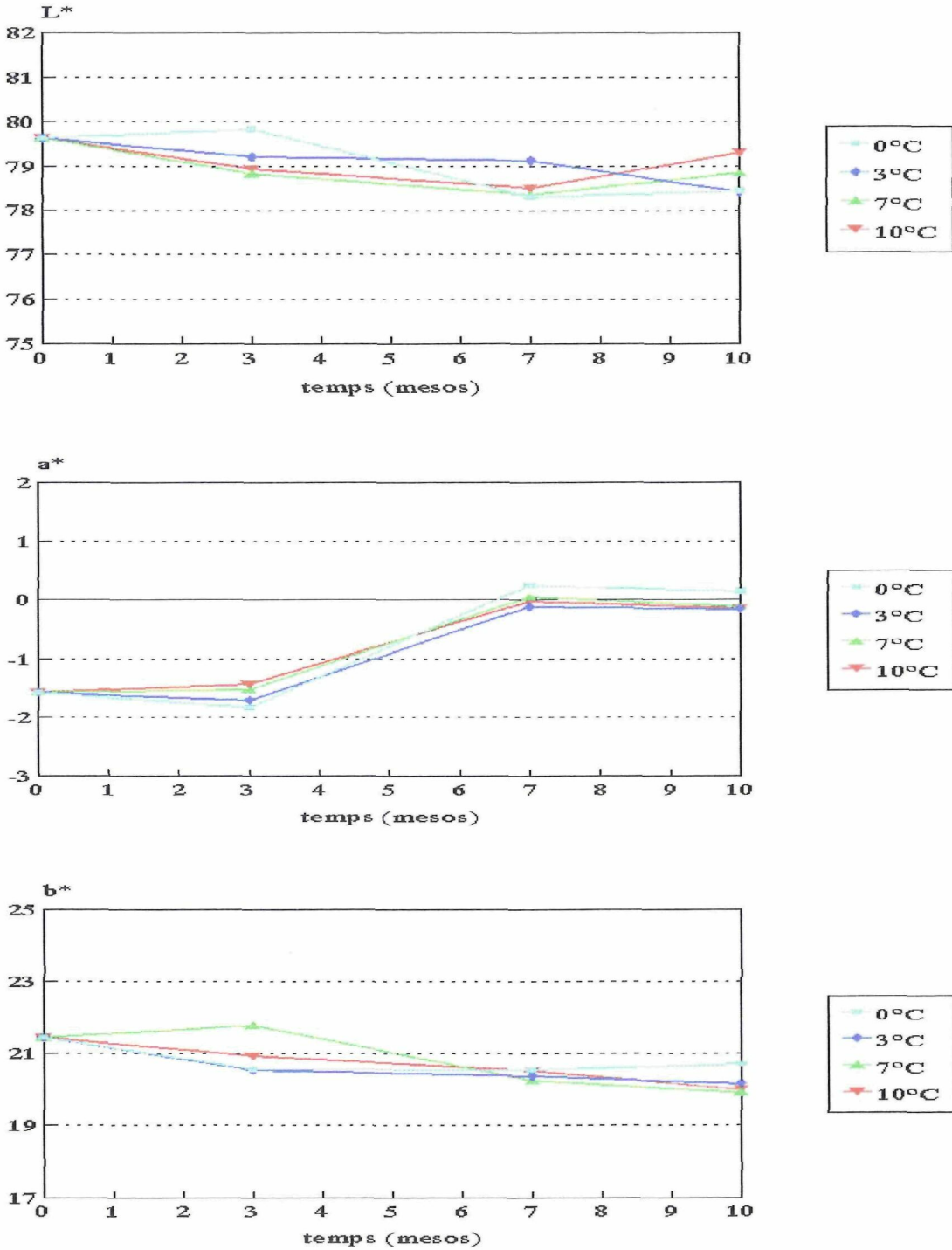


FIGURA 3.37. Evolució del color (L*, a*, b*) de l'avellana *Negret* (campanya 92/93) frigoconservada a 60% d'humitat relativa.

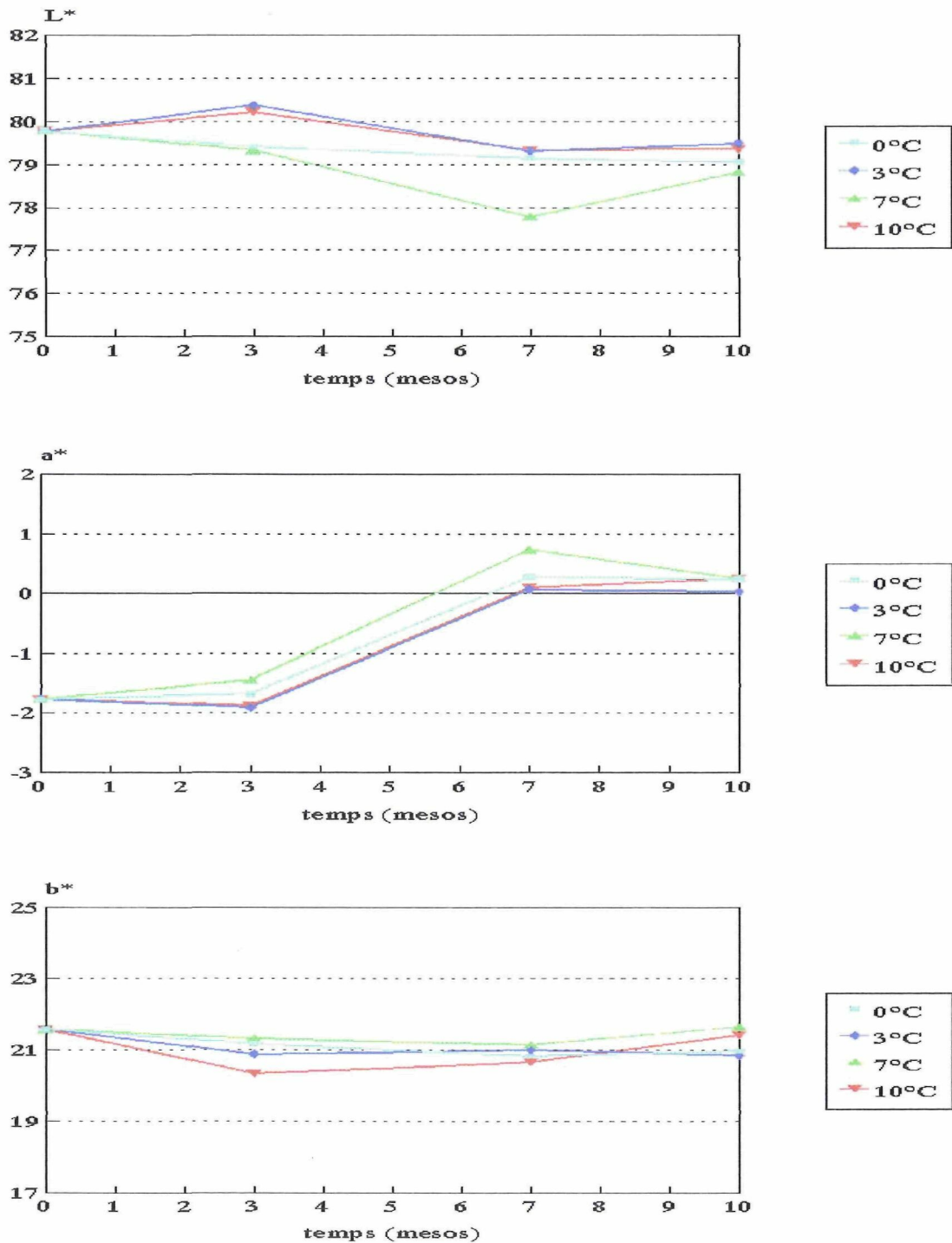


FIGURA 3.38. Evolució del color (L^* , a^* , b^*) de l'avellana *Pauetet* (campanya 92/93) frigoconservada a 40% d'humitat relativa.

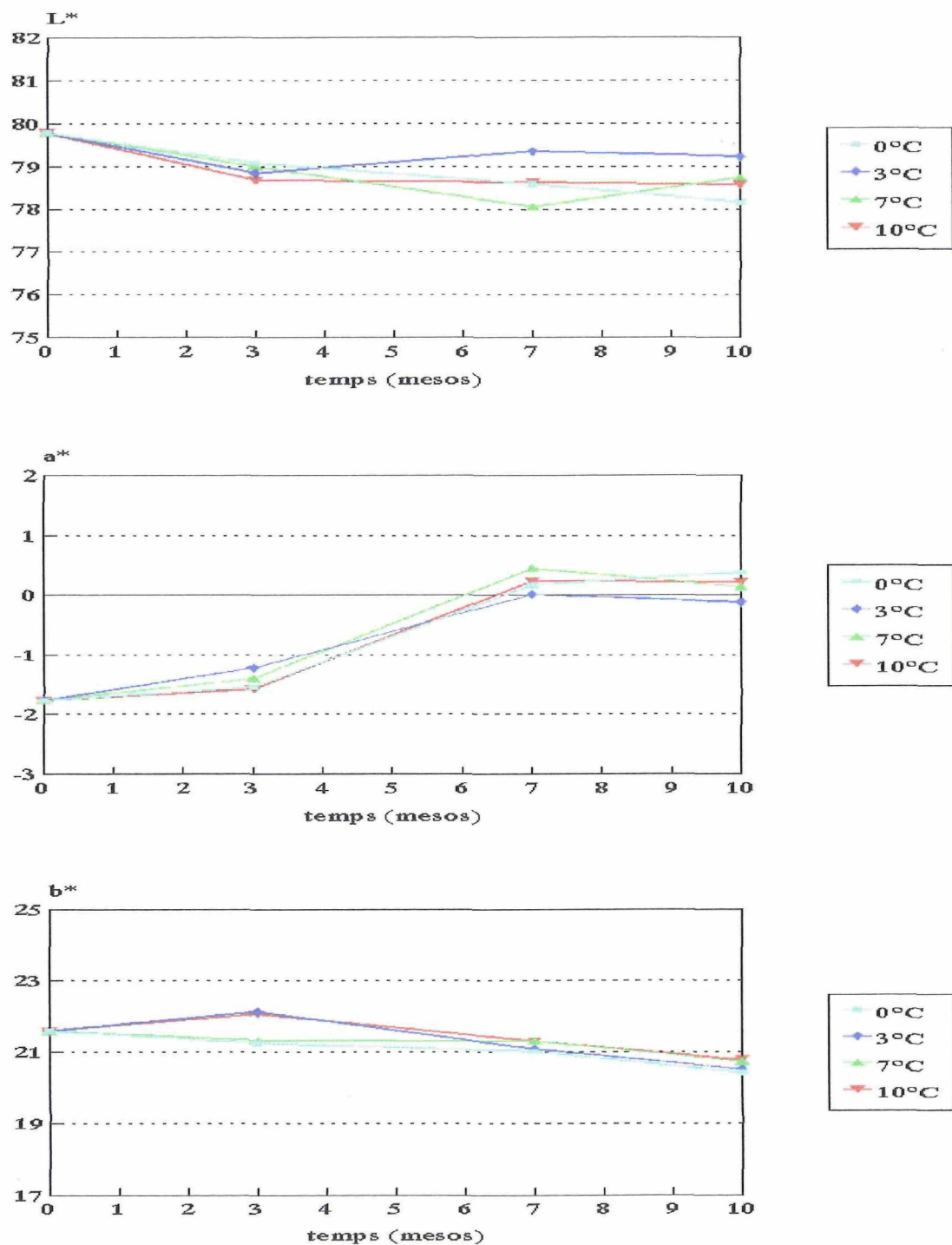


FIGURA 3.39. Evolució del color (L*, a*, b*) de l'avellana *Pauetet* (campanya 92/93) frigoconservada a 60% d'humitat relativa.

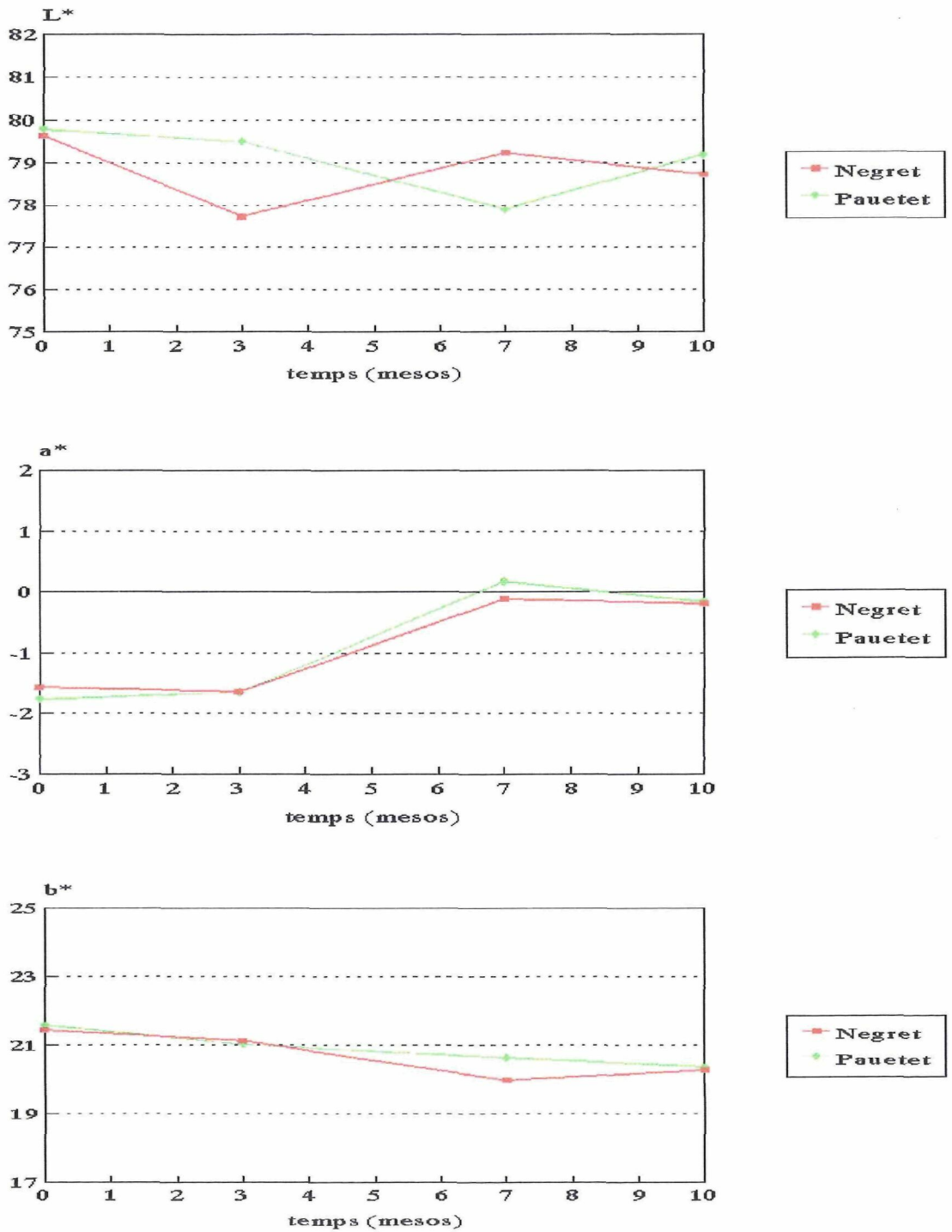


FIGURA 3.40. Evolució del color (L^* , a^* , b^*) de l'avellana *Negret* i *Pauetet* (campanya 92/93) emmagatzemada a condicions ambient.

TAULA 3.31. Lluminositat (L^*), cromà (C^*), to (h^*) i diferència de color total (ΔE^*) per avellana *Negret* emmagatzemada a diferents condicions de temperatura i humitat relativa.

Temperatura (°C)	HR (%)	Temps (mesos)	L^*	C^*	h^*	ΔE^*
Inici		0	79,620	21,490	94,2°	0,000
0	40	3	78,258	20,329	94,5°	1,793
		7	77,931	20,574	89,8°	2,518
		10	76,999	20,320	89,4°	3,363
	60	3	79,826	20,636	95,1°	0,936
		7	78,297	20,523	89,3°	2,429
		10	78,438	20,692	89,6°	2,213
3	40	3	77,926	20,298	94,2°	2,071
		7	78,728	19,921	90,1°	2,342
		10	79,353	20,264	90,2°	1,910
	60	3	79,201	20,593	94,8°	1,010
		7	79,118	20,350	90,4°	1,877
		10	78,399	20,149	90,5°	2,264
7	40	3	77,575	21,660	93,3°	2,081
		7	78,348	20,820	88,9°	2,424
		10	78,659	19,692	90,6°	2,407
	60	3	78,821	21,833	94,0°	0,873
		7	78,345	20,231	89,9°	2,387
		10	78,833	19,900	90,4°	2,249
10	40	3	78,866	19,854	94,6°	1,805
		7	78,185	20,097	89,8°	2,552
		10	78,370	20,114	90,4°	2,306
	60	3	78,918	20,972	93,9°	0,877
		7	78,491	20,496	90,1°	2,127
		10	79,287	19,978	90,4°	2,062
25	50	3	77,714	21,110	94,4°	1,934
		7	79,058	19,970	90,3°	2,137
		10	78,715	20,258	90,7°	1,987

TAULA 3.32. Lluminositat (L^*), cromà (C^*), to (h^*) i diferència de color total (ΔE^*) per avellana *Pauetet* emmagatzemada a diferents condicions de temperatura i humitat relativa.

Temperatura (°C)	HR (%)	Temps (mesos)	L^*	C^*	h^*	ΔE^*
Inici		0	79,783	21,639	94,7°	0,000
0	40	3	79,407	21,228	94,6°	0,559
		7	79,141	20,829	89,2°	2,264
		10	79,057	20,967	89,4°	2,213
	60	3	79,065	21,282	94,2°	0,822
		7	78,587	20,994	89,6°	2,340
		10	78,156	20,413	88,9°	2,929
3	40	3	80,363	20,963	95,2°	0,915
		7	79,299	20,982	89,8°	1,981
		10	79,485	20,841	89,9°	1,956
	60	3	78,829	22,144	93,2°	1,222
		7	79,341	21,064	90,0°	1,896
		10	79,210	20,491	90,3°	2,047
7	40	3	79,319	21,364	93,9°	0,616
		7	77,773	21,144	88,0°	3,232
		10	78,819	21,640	89,3°	2,237
	60	3	78,994	21,353	93,8°	0,904
		7	78,043	21,590	88,8°	2,814
		10	78,725	20,710	89,6°	2,334
10	40	3	80,210	20,424	95,3°	1,306
		7	79,318	20,650	89,8°	2,122
		10	79,339	21,406	89,4°	2,064
	60	3	78,664	22,101	94,1°	1,229
		7	78,612	21,291	89,4°	2,332
		10	78,558	20,756	89,4°	2,469
25	50	3	79,486	21,069	94,5°	0,646
		7	77,885	20,624	89,5°	2,870
		10	79,169	20,352	90,5°	2,102

TAULA 3.33. Valors de F obtinguts en l'anàlisi de la varianza (ANOVA) de la lluminositat (L*) i el cromà (C*) de l'avellana frigoconservada.

Font de variació	F (Lluminositat)	F (Croma)
Factors principals:		
Temps	1,517 NS	3,142 NS
Temperatura	1,836 NS	0,728 NS
Humitat relativa	0,000 NS	0,937 NS
Interaccions:		
Temps x Temperatura	0,692 NS	0,375 NS
Temps x Humitat relativa	0,026 NS	1,963 NS
Temperatura x Humitat relativa	0,480 NS	0,568 NS
Temps x Temperatura x Humitat relativa	0,353 NS	0,304 NS

** significatiu al 99% * significatiu al 95% NS no significatiu

TAULA 3.34. Separació de mitges (LSD) segons els factors temps, temperatura i humitat relativa, de la lluminositat (L*) i el cromà (C*) de l'avellana frigoconservada.

		MITJA (Lluminositat)	MITJA (Croma)
Temps:	3 mesos	79,015 ± 0,173	21,065 ± 0,155
	7 mesos	78,597 ± 0,173	20,722 ± 0,155
	10 mesos	78,730 ± 0,173	20,521 ± 0,155
Temperatura:	0°C	78,597 ± 0,200	20,732 ± 0,179
	3°C	79,104 ± 0,200	20,672 ± 0,179
	7°C	78,521 ± 0,200	20,995 ± 0,179
	10°C	78,902 ± 0,200	20,678 ± 0,179
Humitat relativa:	40%	78,780 ± 0,141	20,682 ± 0,127
	60%	78,782 ± 0,141	20,856 ± 0,127

TAULA 3.35. Valors de F obtinguts en l'anàlisi de la varianza (ANOVA) del to (h*) i de la diferència de color (ΔE^*) de l'avellana frigoconservada.

Font de variació	F (To)	F (ΔE^*)
Factors principals:		
Temps	401,250 **	37,931 **
Temperatura	3,723 *	0,899 NS
Humitat relativa	0,001 NS	2,183 NS
Interaccions:		
Temps x Temperatura	1,973 NS	1,420 NS
Temps x Humitat relativa	1,215 NS	0,984 NS
Temperatura x Humitat relativa	1,022 NS	0,027 NS
Temps x Temperatura x Humitat relativa	0,579 NS	0,142 NS

** significatiu al 99% * significatiu al 95% NS no significatiu

TAULA 3.36. Separació de mitges (LSD) segons els factors temps, temperatura i humitat relativa, del to (h*) i la diferència de color (ΔE^*) de l'avellana frigoconservada.

		MITJA (To)	MITJA (ΔE^*)
Temps:	3 mesos	94,3 \pm 0,1	1,189 \pm 0,107
	7 mesos	89,6 \pm 0,1	2,352 \pm 0,107
	10 mesos	89,9 \pm 0,1	2,314 \pm 0,107
Temperatura:	0°C	91,1 \pm 0,2	2,032 \pm 0,124
	3°C	91,6 \pm 0,2	1,791 \pm 0,124
	7°C	90,9 \pm 0,2	2,046 \pm 0,124
	10°C	91,4 \pm 0,2	1,938 \pm 0,124
Humitat relativa:	40%	91,2 \pm 0,1	2,043 \pm 0,088
	60%	91,2 \pm 0,1	1,860 \pm 0,088

Els resultats obtinguts de L^* , C^* , h^* i ΔE^* durant l'emmagatzematge de l'avellana a condicions ambient no varien gaire respecte dels obtinguts per a l'emmagatzematge refrigerat; això confirma que és el factor temps el que més influeix en l'enfosquiment de l'avellana emmagatzemada i que el fet de refrigerar l'avellana no atura el procés d'enfosquiment, encara que cal ressaltar que l'enfosquiment que es produeix en l'avellana durant el temps considerat és baix. En l'emmagatzematge refrigerat de nous en closca, López *et al.* (1994) van observar que l'enfosquiment del gra de la nou tendeix a augmentar linealment amb el temps d'emmagatzematge.

Tenint en compte que no es dona un increment de l'activitat de la polifenoloxidas a durant l'emmagatzematge refrigerat de l'avellana (apartat 3.2.3.3), es pot concloure que l'enfosquiment de l'avellana es deu a un procés d'enfosquiment no enzimàtic. Tot i que l'avellana presenta una activitat d'aigua dins de l'interval òptim per al desenvolupament de l'enfosquiment no enzimàtic, entre 0,4 i 0,6, l'enfosquiment que es produeix en el temps considerat és baix i no s'observen diferències significatives entre les diferents temperatures i humitats relatives estudiades. Estudis fets en d'altres productes, però, han posat de manifest un increment de l'enfosquiment no enzimàtic amb la temperatura d'emmagatzematge (Jiménez *et al.*, 1994; Roselló *et al.*, 1994).

3.2.5. Acceptació organolèptica

L'acceptació organolèptica de les mostres frigoconservades durant la campanya 90/91 ha estat avaluada mensualment per dos tastadors al llarg de tot l'emmagatzematge, tal com s'ha exposat en l'apartat 2.6.10. L'evolució de l'acceptació organolèptica de l'avellana durant l'emmagatzematge refrigerat apareix a la taula 3.37.

La varietat *Tonda Romana* és la que presenta una major homogeneïtat en els resultats, mentre que la varietat *Negret* és la que menys. Tot i això, les tres varietats estudiades -*Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana*- tenen una acceptació que està al voltant de 4 (bona); per tant, d'aquesta primera avaluació de l'acceptació organolèptica de l'avellana se'n dedueix que l'avellana ha presentat una bona conservació quant a les característiques organolèptiques.

TAULA 3.37. Evolució de l'acceptació organolèptica de l'avellana *Negret*, *Pauetet* i *Tonda Romana* (campanya 90/91) frigoconservada.

Varietat	Temps (mesos)	HR = 40%				HR = 60%			
		0°C	3°C	7°C	10°C	0°C	3°C	7°C	10°C
<i>Negret</i>	0	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	4	4	4	4	5	4	5	5
	3	5	4	4	4	5	5	5	5
	4	2	2	4	2	4	4	4	3
	5	5	5	5	4	5	5	5	3
	6	3	4	3	3	5	2	3	4
	7	3	4	3	4	4	4	4	4
	8	4	4	5	5	4	4	5	4
	9	4	4	4	4	3	4	4	4
10	3	4	3	4	4	4	4	5	
<i>Pauetet</i>	0	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	4	4	4	4	4	4	4	5
	3	4	4	4	5	5	4	4	4
	4	4	5	4	4	4	4	4	4
	5	4	5	5	4	4	4	4	5
	6	4	2	4	4	4	4	4	4
	7	5	4	4	4	4	4	4	4
	8	3	4	3	4	4	4	4	3
	9	3	5	5	5	4	5	5	5
10	4	4	4	3	3	4	4	4	
<i>Tonda R.</i>	0	5	5	5	5	5	5	5	5
	1	---	---	---	---	---	---	---	---
	2	4	4	4	4	4	4	4	4
	3	4	5	4	4	5	4	4	5
	4	4	4	4	5	4	4	4	5
	5	4	5	4	4	4	4	5	5
	6	4	5	4	4	5	5	5	4
	7	4	5	5	5	5	5	5	4
	8	4	4	4	4	4	4	4	4
	9	4	3	3	4	4	4	3	4
10	4	4	4	4	5	4	4	4	

Els resultats obtinguts del tast de les mostres d'avellana frigoconservades a 0°C i 7°C, realitzat en finalitzar el període d'emmagatzematge tal com s'ha exposat a l'apartat 2.6.10, apareixen a la taula 3.38. Els resultats s'han tractat estadísticament aplicant el procediment *One-Way Analysis of Variance* del programa Statgraphics. En aquesta anàlisi de la varianza s'observa com la diferència entre les mostres emmagatzemades a 0°C i 7°C no és significativa pel que fa al nombre de defectuosos; quant a l'acceptació, la diferència no és significativa entre les mostres frigoconservades a 0°C però sí que ho és a 7°C ($p = 0,0040$).

TAULA 3.38. Resultats del tast de les mostres d'avellana frigoconservades a 0°C i 7°C.

MOSTRA	TASTADOR	ACCEPTACIÓ		Nº DEFECTUOSOS	
		0°C	7°C	0°C	7°C
1	1	4	5	3	0
1	2	5	4	2	0
1	3	4	5	2	1
1	4	3	4	5	0
1	5	4	4	0	0
2	1	4	4	4	0
2	2	2	4	4	0
2	6	4	4	2	1
2	7	3	5	1	3
2	8	5	4	1	2
3	3	4	4	2	0
3	4	4	4	0	0
3	6	3	4	0	0
3	7	2	4	5	0
3	9	4	4	2	1
4	3	2	4	4	0
4	5	3	3	0	0
4	6	4	4	0	0
4	8	4	3	0	0
4	10	4	3	2	0
5	1	4	4	0	1
5	5	4	4	0	0
5	7	4	4	4	1
5	9	4	4	1	0
5	10	3	4	5	0
6	2	5	3	1	0
6	4	5	3	1	0
6	8	3	3	0	1
6	9	4	4	0	0
6	10	4	4	1	1