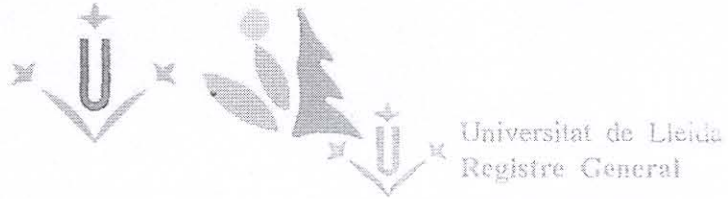


(243) "1995" Piq

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

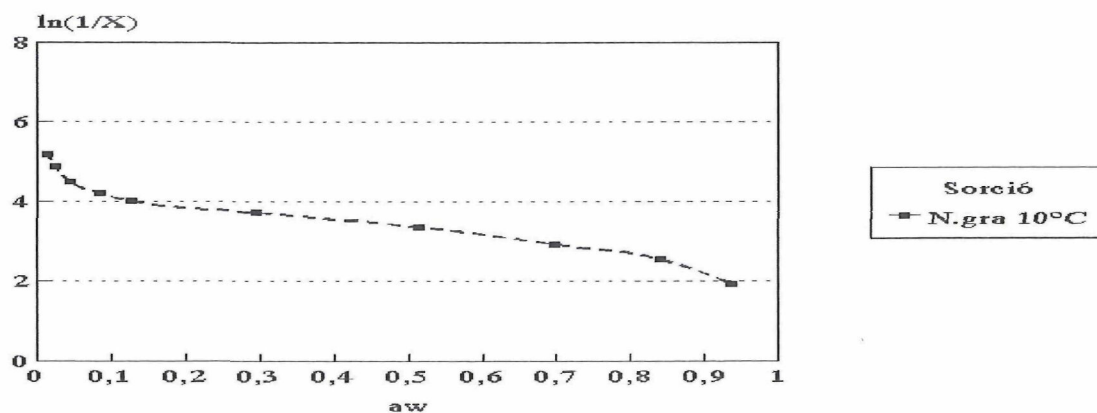
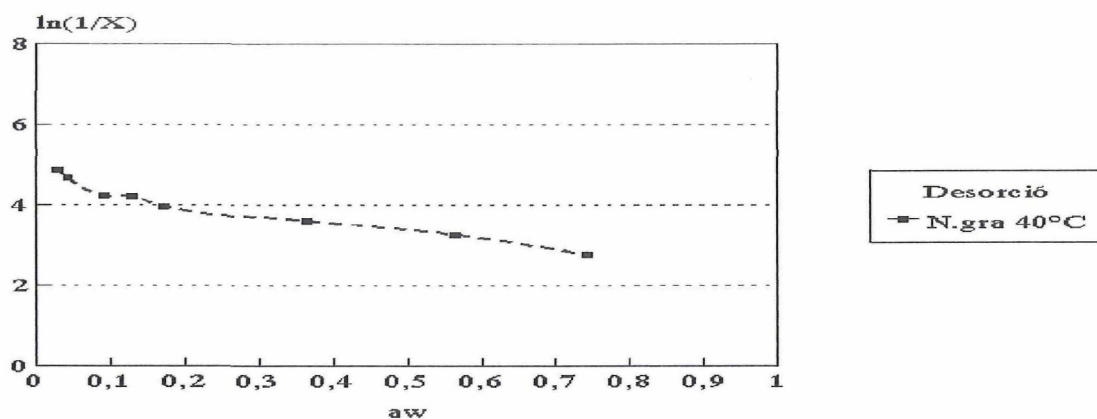
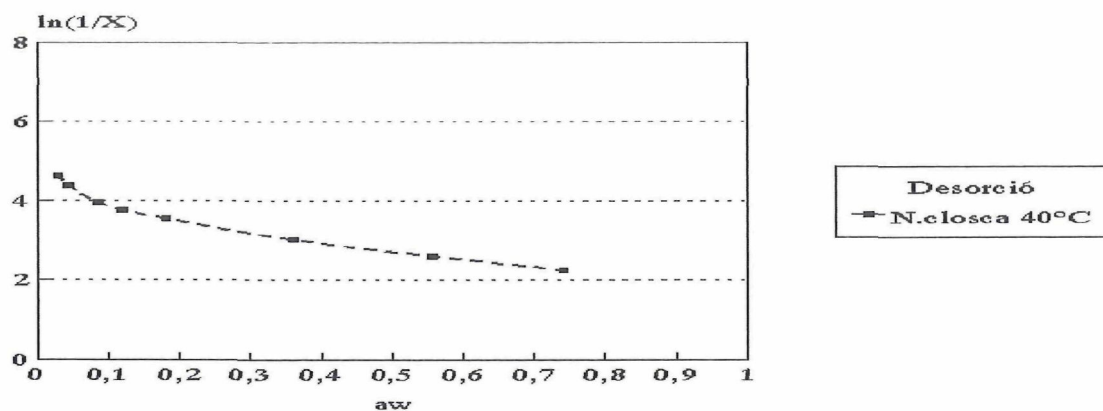


FIGURA 3.9. Representació gràfica dels valors de $\ln(1/X_e)$ enfront de a_w , per a l'ajust al model de Caurie.

Per tant, l'ajust mitjançant l'anàlisi de regressió lineal s'ha fet a l'interval de a_w entre 0,1 i 0,7. Els valors de les constants a i b calculats a partir de les pendents i ordenades a l'origen de les rectes es recullen a les taules 3.7 i 3.8

TAULA 3.7. Valors dels paràmetres de l'equació de Caurie obtinguts per regressió lineal. (Isotermes de desorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Pendent	Origen	R ² (%)	Paràmetre a	Paràmetre b
Negret closca	30	-2,394	3,859	98,82	10,954	5,758
	40	-2,570	4,070	98,35	13,062	5,459
	60	-3,097	4,627	97,89	22,129	4,802
	80	-2,644	4,437	98,34	14,071	5,008
Negret gra	30	-2,010	4,289	99,31	7,465	5,181
	40	-2,191	4,434	98,75	8,941	5,012
	60	-3,502	5,536	98,55	33,195	4,014
	80	-2,426	4,998	99,63	11,311	4,446
Pauetet gra	30	-2,061	4,273	98,75	7,857	5,201
	40	-2,353	4,520	99,51	10,519	4,917
	60	-3,596	5,520	97,81	36,470	4,025
	80	-2,615	4,972	98,27	13,670	4,470

TAULA 3.8. Valors dels paràmetres de l'equació de Caurie obtinguts per regressió lineal. (Isotermes de sorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Pendent	Origen	R ² (%)	Paràmetre a	Paràmetre b
Negret gra	3	-1,484	3,963	97,17	4,410	5,607
	10	-1,969	4,325	98,95	7,164	5,138
	30	-2,859	4,939	93,73	17,448	4,499
Pauetet gra	3	-1,587	4,074	96,33	4,890	5,454
	10	-1,970	4,438	98,96	7,169	5,007
	30	-2,712	4,935	98,01	15,067	4,503
T.Romana gra	3	-1,874	4,141	96,05	6,517	5,367
	10	-2,179	4,409	99,66	8,834	5,040
	30	-3,078	5,004	94,68	21,726	4,441

El paràmetre b és la humitat de seguretat (X_s) en kg aigua/100 kg matèria seca. Els valors que s'obtenen per aquest paràmetre varien entre 4 i 5%, que es correspon amb els valors d'humitat que es recomanen per a emmagatzemar l'avellana (Bergougnoux *et al.*, 1978).

Així doncs, els resultats obtinguts per a l'avellana confirmen els trobats per Caurie (1970) els quals indicaven que el contingut d'humitat òptim per a l'emmagatzematge d'aliments secs és superior al de la capa monomolecular, que segons el model de B.E.T. varia entre 1,5 i 2 % per avellana en gra i entre 2,5 i 3,5 % per avellana en closca. A diferència de la humitat de la capa monomolecular, la humitat de seguretat no es veu influïda per la presència o no de la closca de l'avellana; tampoc s'observa una influència del factor varietat.

3.1.2.2.4. Equació de Chung-Pfost

L'equació proposada per Chung i Pfost (1967) ha estat exposada a l'apartat 1.3.2.4 i correspon a l'equació 1.17:

$$X_e = \frac{1}{b} \cdot \left[\ln \frac{a}{R T} - \ln [-\ln a_w] \right]$$

L'ajust de les dades experimentals per a tot l'interval de a_w s'ha fet per regressió no lineal. Les estimacions inicials dels paràmetres a i b s'han calculat per regressió lineal i, posteriorment, s'han aplicat al procediment *Nonlinear Regression*. En les taules 3.9 i 3.10 apareixen els valors dels paràmetres a i b obtinguts per regressió no lineal.

L'ajust al model de Chung-Pfost dona coeficients de determinació que varien entre 0,8202 i 0,9910. Els millors ajusts s'aconsegueixen per a les isoterms de desorció d'avellana en closca, observant-se també per a aquestes isoterms uns valors del paràmetre b més baixos.

Els paràmetres a i b pràcticament no varien en funció de la varietat. Quant al factor temperatura, que ja és present a l'equació, la seva influència és baixa encara que s'observa que el paràmetre a tendeix a disminuir a mesura que augmenta la temperatura i el paràmetre b a augmentar.

TAULA 3.9. **Valors dels paràmetres de l'equació de Chung-Pfost obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de desorció)**

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus ⁽¹⁾
<i>Negret closca</i>	30	10.533	23,42	0,9833	0,240	-
	40	10.400	25,64	0,9864	0,157	-
	60	8.713	28,16	0,9910	0,133	-
	80	10.545	33,53	0,9863	0,153	-
<i>Negret gra</i>	30	16.078	60,42	0,9868	0,015	-
	40	11.734	48,04	0,9534	0,159	-
	60	6.922	35,51	0,8811	1,222	-
	80	8.390	42,69	0,8590	1,081	-
<i>Pauletet gra</i>	30	16.888	59,79	0,9772	0,027	-
	40	11.327	46,99	0,9641	0,126	-
	60	6.864	31,52	0,8636	1,834	-
	80	7.196	31,90	0,8202	2,616	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

TAULA 3.10. **Valors dels paràmetres de l'equació de Chung-Pfost obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de sorció)**

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus ⁽¹⁾
<i>Negret gra</i>	3	11.355	35,85	0,9059	1,990	-
	10	8.739	33,68	0,9041	2,111	-
	30	8.732	46,57	0,9620	0,159	+
<i>Pauletet gra</i>	3	11.102	38,84	0,9330	1,213	-
	10	10.933	49,97	0,9561	0,285	-
	30	9.106	51,48	0,9690	0,112	-
<i>T.Romana gra</i>	3	8.631	29,03	0,9134	3,130	-
	10	7.649	27,82	0,9043	3,479	-
	30	9.608	54,93	0,9794	0,039	+

(1) : + a l'atzar , - pattern

3.1.2.2.5. *Equació de G.A.B.*

El model de G.A.B. prediu la humitat en l'equilibri mitjançant l'equació 1.19 descrita a l'apartat 1.3.2.5:

$$X_e = \frac{a \cdot b \cdot c \cdot a_w}{[1 - c \cdot a_w] \cdot [1 + [b - 1] \cdot c \cdot a_w]}$$

L'ajust de les dades experimentals per a tot l'interval de a_w s'ha fet per regressió no lineal. Les estimacions inicials dels paràmetres a , b i c s'han calculat per regressió lineal i, posteriorment, s'han aplicat al procediment *Nonlinear Regression*. En les taules 3.11 i 3.12 apareixen els valors dels paràmetres a , b i c obtinguts per regressió no lineal.

TAULA 3.11. **Valors dels paràmetres de l'equació de G.A.B. obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de desorció)**

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre a	Paràmetre b	Paràmetre c	R^2	S.Q.M.R. $\times 10^4$	Distribució residus ⁽¹⁾
<i>Negret closca</i>	30	0,0442	11,33	0,8740	0,9993	0,010	+
	40	0,0450	8,10	0,8188	0,9973	0,031	-
	60	0,0591	2,70	0,6704	0,9977	0,033	+
	80	0,0489	4,46	0,6527	0,9901	0,110	-
<i>Negret gra</i>	30	0,0194	34,36	0,9768	0,9971	0,003	+
	40	0,0185	22,79	0,9559	0,9976	0,008	+
	60	0,0142	4,23	0,9970	0,9993	0,007	+
	80	0,0108	23,54	0,9976	0,9972	0,022	+
<i>Pauletet gra</i>	30	0,0192	43,80	1,0109	0,9894	0,012	+
	40	0,0193	17,77	0,9420	0,9976	0,008	+
	60	0,0147	4,36	1,0094	0,9990	0,013	-
	80	0,0118	17,06	1,0198	0,9911	0,129	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

TAULA 3.12. Valors dels paràmetres de l'equació de G.A.B. obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de sorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	Paràmetre <i>c</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus (1)
<i>Negret gra</i>	3	0,0205	144,25	0,9138	0,9991	0,022	+
	10	0,0177	37,03	0,9395	0,9978	0,054	.-
	30	0,0181	7,45	0,9473	0,9913	0,044	+
<i>Pauletet gra</i>	3	0,0204	107,98	0,8919	0,9972	0,057	+
	10	0,0174	28,97	0,9076	0,9992	0,006	+
	30	0,0176	8,12	0,9127	0,9968	0,014	+
<i>T.Romana gra</i>	3	0,0200	76,52	0,9298	0,9996	0,015	+
	10	0,0196	20,86	0,9382	0,9998	0,006	+
	30	0,0195	6,28	0,9315	0,9958	0,010	+

(1) : + a l'atzar , - pattern

El model de G.A.B. dona uns ajusts molt bons, amb coeficients de determinació que varien entre 0,9894 i 0,9998 i sumes de quadrats mitja residual baixes.

Aquest model es va proposar com una modificació del model de B.E.T., per això sovint es considera que els paràmetres *a* i *b* tenen un significat físic similar al dels paràmetres de l'equació de B.E.T.:

$a = X_I$ = humitat del producte corresponent a la capa monomolecular d'aigua adsorbida, en kg aigua/kg matèria seca.

$b = C'$ = paràmetre característic del producte, relacionat amb la calor d'adsorció de l'aigua retinguda.

Si es comparen els valors dels paràmetres *a* i *b* de l'equació de G.A.B., considerant que tenen un significat físic, amb els obtinguts per a l'equació de B.E.T. -apartat 3.1.2.2.2- s'aprecia que ambdós models donen uns valors del contingut d'humitat de la capa monomolecular similars per avellana en gra -no superiors al 2% b.s.- i que tan sols per avellana en closca es verifica el que Dural i Hines (1993a,b) han posat de manifest en els seus estudis, que els valors obtinguts amb el model de G.A.B. són més alts que amb el de B.E.T., ja que amb el model de G.A.B. la humitat de la capa monomolecular varia entre 4,5 i 6 %.

Els valors del paràmetre b , a partir del qual es calcula la calor d'adsorció, pràcticament no varien dels obtinguts amb el model de B.E.T., observant-se en ambdós models que aquest paràmetre tendeix a disminuir en augmentar la temperatura.

Estudis realitzats en aliments deshidratats (Samaniego *et al.*, 1991) han posat de manifest una dependència dels paràmetres de l'equació de G.A.B. respecte de la temperatura; aquesta influència no s'observa, en general, per als paràmetres a i c obtinguts a l'avellana, encara que per al procés de desorció en avellana en gra el paràmetre a disminueix a mesura que augmenta la temperatura. Els paràmetres a , b i c de l'equació de G.A.B. tampoc depenen del factor varietat.

3.1.2.2.6. Equació de Halsey

L'equació desenvolupada per Halsey (1948) es pot posar com l'equació 1.21 de l'apartat 1.3.2.6:

$$X_e = \left[\frac{-a}{T \cdot \ln a_w} \right]^{1/b}$$

L'ajust de les dades experimentals per a tot l'interval de a_w s'ha fet per regressió no lineal. Les estimacions inicials dels paràmetres a i b s'han calculat per regressió lineal i, posteriorment, s'han aplicat al procediment *Nonlinear Regression*. En les taules 3.13 i 3.14 apareixen els valors dels paràmetres a i b obtinguts per regressió no lineal.

Aquesta equació dóna uns bons ajusts a les dades experimentals, amb coeficients de determinació entre 0,9076 i 0,9967. Els pitjors ajusts s'han obtingut per a les isoterms de desorció d'avellana en closca.

El factor varietat no influeix en els paràmetres a i b , però sí que s'observa que els valors del paràmetre a obtinguts per avellana en closca són més alts que els de l'avellana en gra.

TAULA 3.13. Valors dels paràmetres de l'equació de Halsey obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de desorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus (1)
<i>Negret closca</i>	30	5,9986	1,2986	0,9793	0,296	-
	40	5,4335	1,2913	0,9694	0,354	-
	60	2,1729	1,4604	0,9268	1,081	-
	80	0,8164	1,7702	0,9076	1,035	-
<i>Negret gra</i>	30	1,8942	1,4296	0,9932	0,008	+
	40	2,2045	1,3519	0,9916	0,029	+
	60	4,6779	1,0136	0,9954	0,047	-
	80	2,4386	1,1990	0,9956	0,034	+
<i>Pauetet gra</i>	30	1,7473	1,4702	0,9962	0,004	+
	40	2,4334	1,3219	0,9941	0,021	-
	60	5,9765	0,9765	0,9959	0,055	-
	80	4,4983	1,0614	0,9868	0,192	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

TAULA 3.14. Valors dels paràmetres de l'equació de Halsey obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de sorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus (1)
<i>Negret gra</i>	3	0,4640	1,8690	0,9964	0,607	-
	10	0,9309	1,5684	0,9967	0,577	-
	30	3,8282	1,1155	0,9768	0,583	-
<i>Pauetet gra</i>	3	0,2402	2,0442	0,9855	2,105	-
	10	0,9333	1,5156	0,9903	0,439	-
	30	2,5078	1,2132	0,9833	0,363	-
<i>T.Romana gra</i>	3	0,5604	1,8128	0,9938	1,778	-
	10	0,9271	1,6028	0,9931	1,997	-
	30	7,2087	0,9599	0,9739	0,245	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

D'altra banda, tot i que l'equació de Halsey inclou el factor temperatura, s'aprecia com la dependència dels paràmetres a i b respecte de la temperatura no s'elimina, tal com ja van posar de manifest Chirife i Iglesias (1978); s'observa que per avellana en gra el paràmetre a augmenta i el paràmetre b tendeix a disminuir a mesura que augmenta la temperatura, en canvi, per avellana en closca el paràmetre a disminueix i el paràmetre b augmenta en augmentar la temperatura.

3.1.2.2.7. Equació de Henderson

El model de Henderson ha estat descrit a l'apartat 1.3.2.7 i l'equació proposada és la 1.24:

$$X_e = \left[\frac{-1}{a \cdot T} \cdot \ln[1 - a_w] \right]^{1/b} \cdot 10^{-2}$$

L'ajust de les dades experimentals per a tot l'interval de a_w s'ha fet per regressió no lineal. Les estimacions inicials dels paràmetres a i b s'han calculat per regressió lineal i, posteriorment, s'han aplicat al procediment *Nonlinear Regression*. En les taules 3.15 i 3.16 apareixen els valors dels paràmetres a i b obtinguts per regressió no lineal.

L'equació de Henderson reproduïx bastant bé les isoterms d'equilibri de l'avellana ja que els coeficients de determinació varien entre 0,9274 i 0,9983. Els millors ajusts s'aconsegueixen per a les isoterms de desorció d'avellana en closca, a l'igual que succeïa amb l'equació de Chung-Pfost.

Aquesta equació té en compte el factor temperatura; en els paràmetres a i b obtinguts per a l'avellana no s'observa una influència d'aquest factor. Quant al factor varietat, tampoc s'aprecien diferències entre els valors dels paràmetres de les diferents varietats estudiades. En canvi, s'observa que els valors més baixos del paràmetre a i els valors més alts del paràmetre b s'obtenen per a les isoterms de desorció, excepte per avellana en gra a 60°C i 80 °C.

TAULA 3.15. Valors dels paràmetres de l'equació de Henderson obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de desorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus (1)
<i>Negret closca</i>	30	0,0001	1,5652	0,9935	0,093	-
	40	0,0001	1,5189	0,9983	0,019	-
	60	0,0002	1,2972	0,9959	0,060	-
	80	0,0002	1,5230	0,9884	0,130	-
<i>Negret gra</i>	30	0,0001	2,3614	0,9840	0,018	-
	40	0,0002	1,6515	0,9638	0,124	-
	60	0,0012	0,7303	0,9832	0,173	-
	80	0,0010	0,8612	0,9388	0,469	-
<i>Pauetet gra</i>	30	0,0001	2,4337	0,9730	0,032	-
	40	0,0002	1,6005	0,9786	0,075	-
	60	0,0012	0,6770	0,9817	0,246	-
	80	0,0012	0,6780	0,9374	0,910	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

TAULA 3.16. Valors dels paràmetres de l'equació de Henderson obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de sorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus (1)
<i>Negret gra</i>	3	0,0004	1,2268	0,9274	1,535	-
	10	0,0007	0,9804	0,9588	0,907	-
	30	0,0005	1,2730	0,9805	0,082	+
<i>Pauetet gra</i>	3	0,0003	1,3783	0,9437	1,019	-
	10	0,0003	1,5242	0,9664	0,218	-
	30	0,0005	1,3349	0,9896	0,038	+
<i>T.Romana gra</i>	3	0,0006	0,9986	0,9618	1,381	-
	10	0,0009	0,8705	0,9802	0,720	-
	30	0,0005	1,3897	0,9935	0,015	+

(1) : + a l'atzar , - pattern

3.1.2.2.8. *Equació d'Oswin*

L'equació proposada per Oswin (1946) per a predir les isoterms d'humitat d'equilibri és l'equació 1.27 que apareix a l'apartat 1.3.2.8:

$$X_e = a \cdot \left[\frac{a_w}{1 - a_w} \right]^b$$

L'ajust de les dades experimentals per a tot l'interval de a_w s'ha fet per regressió no lineal. Les estimacions inicials dels paràmetres a i b s'han calculat per regressió lineal i, posteriorment, s'han aplicat al procediment *Nonlinear Regression*. En les taules 3.17 i 3.18 apareixen els valors dels paràmetres a i b obtinguts per regressió no lineal.

TAULA 3.17. **Valors dels paràmetres de l'equació d'Oswin obtinguts per regressió no lineal. (Isoterms de desorció)**

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre a	Paràmetre b	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus (1)
<i>Negret closca</i>	30	0,0713	0,4924	0,9996	0,005	+
	40	0,0633	0,5014	0,9974	0,030	-
	60	0,0458	0,5057	0,9732	0,397	-
	80	0,0440	0,4256	0,9579	0,472	-
<i>Negret gra</i>	30	0,0370	0,3682	0,9935	0,007	-
	40	0,0368	0,4708	0,9872	0,044	-
	60	0,0229	0,7836	0,9975	0,026	-
	80	0,0230	0,6612	0,9798	0,155	-
<i>Pauletet gra</i>	30	0,0383	0,3574	0,9861	0,016	-
	40	0,0367	0,4832	0,9957	0,015	-
	60	0,0241	0,8223	0,9962	0,050	-
	80	0,0239	0,7778	0,9730	0,393	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

TAULA 3.18. Valors dels paràmetres de l'equació d'Oswin obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de sorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus ⁽¹⁾
<i>Negret gra</i>	3	0,0438	0,4254	0,9818	0,386	-
	10	0,0358	0,5177	0,9931	0,151	-
	30	0,0307	0,5907	0,9882	0,049	+
<i>Pauetet gra</i>	3	0,0418	0,3906	0,9834	0,300	-
	10	0,0333	0,4575	0,9925	0,048	-
	30	0,0287	0,5536	0,9964	0,013	+
<i>T.Romana gra</i>	3	0,0428	0,4621	0,9924	0,275	-
	10	0,0378	0,5255	0,9983	0,061	-
	30	0,0310	0,5975	0,9928	0,013	+

(1) : + a l'atzar , - pattern

El model d'Oswin dona un bon ajust a les dades experimentals, amb coeficients de determinació que varien entre 0,9579 i 0,9996.

Ambdós paràmetres *a* i *b* varien amb la temperatura; el paràmetre *a* disminueix a mesura que augmenta la temperatura mentre que el paràmetre *b* tendeix a augmentar. Aquesta influència de la temperatura és més significativa en el paràmetre *a*, confirmant-se els resultats obtinguts per Chen (1988) que el van portar a modificar l'equació d'Oswin substituint el paràmetre *a* per una funció lineal de la temperatura. D'altra banda, no s'observen diferències entre varietats, i tan sols cal assenyalar que per avellana en closca s'obtenen uns valors més alts del paràmetre *a*.

3.1.2.2.9. Equació de Smith

Smith (1947) va proposar la següent equació per a predir les isotermes d'humitat d'equilibri, l'equació 1.29 descrita a l'apartat 1.3.2.9:

$$X_e = a - b \cdot \ln(1 - a_w)$$

Aquesta equació és lineal; per tant, els seus paràmetres s'obtenen directament per regressió lineal simple. Tanmateix, per a poder comparar els diferents models, aquests valors s'han utilitzat com a estimacions inicials per a obtenir els paràmetres a i b amb el procediment *Nonlinear Regression*. En les taules 3.19 i 3.20 apareixen els valors dels paràmetres a i b obtinguts per regressió no lineal.

En l'ajust de les dades experimentals a l'equació de Smith s'obtenen coeficients de determinació que varien entre 0,9020 i 0,9951.

El factor varietat no influeix en els paràmetres a i b , però sí que s'observa que per avellana en closca els valors del paràmetre b són més alts. Quant al factor temperatura, els resultats mostren que, en general, el paràmetre a disminueix a mesura que augmenta la temperatura, mentre que no s'observa una influència de la temperatura en el paràmetre b .

TAULA 3.19. Valors dels paràmetres de l'equació de Smith obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de desorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre a	Paràmetre b	R^2	S.Q.M.R. $\times 10^4$	Distribució residus ⁽¹⁾
Negret closca	30	0,0144	0,0795	0,9912	0,127	-
	40	0,0122	0,0718	0,9882	0,136	-
	60	0,0064	0,0555	0,9819	0,268	-
	80	0,0112	0,0440	0,9617	0,430	-
Negret gra	30	0,0115	0,0374	0,9843	0,018	-
	40	0,0089	0,0387	0,9852	0,051	-
	60	-0,0023	0,0457	0,9598	0,413	-
	80	0,0023	0,0364	0,9379	0,476	-
Pauetet gra	30	0,0125	0,0380	0,9922	0,009	-
	40	0,0084	0,0396	0,9951	0,017	-
	60	-0,0032	0,0518	0,9482	0,697	-
	80	-0,0009	0,0482	0,9020	1,427	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

TAULA 3.20. Valors dels paràmetres de l'equació de Smith obtinguts per regressió no lineal. (Isotermes de sorció)

Varietat	Temperatura (°C)	Paràmetre <i>a</i>	Paràmetre <i>b</i>	R ²	S.Q.M.R. x 10 ⁴	Distribució residus (1)
Negret gra	3	0,0128	0,0439	0,9787	0,449	-
	10	0,0062	0,0466	0,9718	0,621	-
	30	0,0038	0,0394	0,9824	0,074	-
Pauetet gra	3	0,0132	0,0386	0,9897	0,187	-
	10	0,0077	0,0348	0,9861	0,090	-
	30	0,0044	0,0351	0,9917	0,030	-
T.Romana gra	3	0,0093	0,0508	0,9796	0,736	-
	10	0,0034	0,0546	0,9776	0,814	-
	30	0,0035	0,0399	0,9833	0,031	-

(1) : + a l'atzar , - pattern

3.1.2.2.10. Estudi comparatiu dels diferents models

L'estudi comparatiu dels diferents models als que s'han ajustat les dades experimentals per a tot l'interval de a_w es fa tenint en compte els coeficients de determinació (R^2), les sumes de quadrats mitja residual (S.Q.M.R.) i la distribució dels residus. L'equació que doni el coeficient de determinació més alt i que a més a més la seva suma de quadrats mitja residual sigui baixa i la distribució dels residus sigui a l'atzar és l'equació que es recomana per a predir les isotermes d'humitat d'equilibri (Chen *et al.*, 1989).

Els coeficients de determinació obtinguts de l'ajust a les equacions de Chung-Pfost, G.A.B., Halsey, Henderson, Oswin i Smith, per a cada experiència, apareixen a la taula 3.21.

El model de G.A.B. és el que dóna els coeficients de determinació més alts -de l'ordre de 0,99- mentre que el model de Chung-Pfost és el que dóna el pitjor ajust. D'altra banda, s'observen diferències entre els coeficients de determinació obtinguts per avellana en gra i els d'avellana en closca; així, després del model de G.A.B., el model de Henderson és el que

dóna uns coeficients de determinació més alts per avellana en closca mentre que per avellana en gra aquests coeficients, juntament amb els del model de Chung-Pfost, són els més baixos. Per a les experiències d'avellana en closca, el pitjor ajust s'obté amb el model de Halsey.

En la figura 3.10 s'observa gràficament l'ajust als diferents models de les isoterms de desorció a 60°C i de sorció a 10°C per avellana *Negret* en closca i en gra, respectivament. En aquesta representació gràfica s'aprecia com el millor ajust a les dades experimentals es dona amb l'equació de G.A.B.

TAULA 3.21. Valors de R^2 de les equacions de Chung-Pfost, G.A.B., Halsey, Henderson, Oswin i Smith, per a cada experiència.

		Chung-Pfost	G.A.B.	Halsey	Henderson	Oswin	Smith
<i>Negret</i> closca (desorció)	30	0,9833	0,9993	0,9793	0,9935	0,9996	0,9912
	40	0,9864	0,9973	0,9694	0,9983	0,9974	0,9882
	60	0,9910	0,9977	0,9268	0,9959	0,9732	0,9819
	80	0,9863	0,9901	0,9076	0,9884	0,9579	0,9617
<i>Negret</i> gra (desorció)	30	0,9868	0,9971	0,9932	0,9840	0,9935	0,9843
	40	0,9534	0,9976	0,9916	0,9638	0,9872	0,9852
	60	0,8811	0,9993	0,9954	0,9832	0,9975	0,9598
	80	0,8590	0,9972	0,9956	0,9388	0,9798	0,9379
<i>Pauetet</i> gra (desorció)	30	0,9772	0,9894	0,9962	0,9730	0,9861	0,9922
	40	0,9641	0,9976	0,9941	0,9786	0,9957	0,9951
	60	0,8636	0,9990	0,9959	0,9817	0,9962	0,9482
	80	0,8202	0,9911	0,9868	0,9374	0,9730	0,9020
<i>Negret</i> gra (sorció)	3	0,9059	0,9991	0,9964	0,9274	0,9818	0,9787
	10	0,9041	0,9978	0,9967	0,9588	0,9931	0,9718
	30	0,9690	0,9913	0,9768	0,9805	0,9882	0,9824
<i>Pauetet</i> gra (sorció)	3	0,9330	0,9972	0,9855	0,9437	0,9834	0,9897
	10	0,9561	0,9992	0,9903	0,9664	0,9925	0,9861
	30	0,9690	0,9968	0,9833	0,9896	0,9964	0,9917
<i>T.Romana</i> gra (sorció)	3	0,9134	0,9996	0,9938	0,9618	0,9924	0,9796
	10	0,9043	0,9998	0,9931	0,9802	0,9983	0,9776
	30	0,9794	0,9958	0,9739	0,9935	0,9928	0,9833

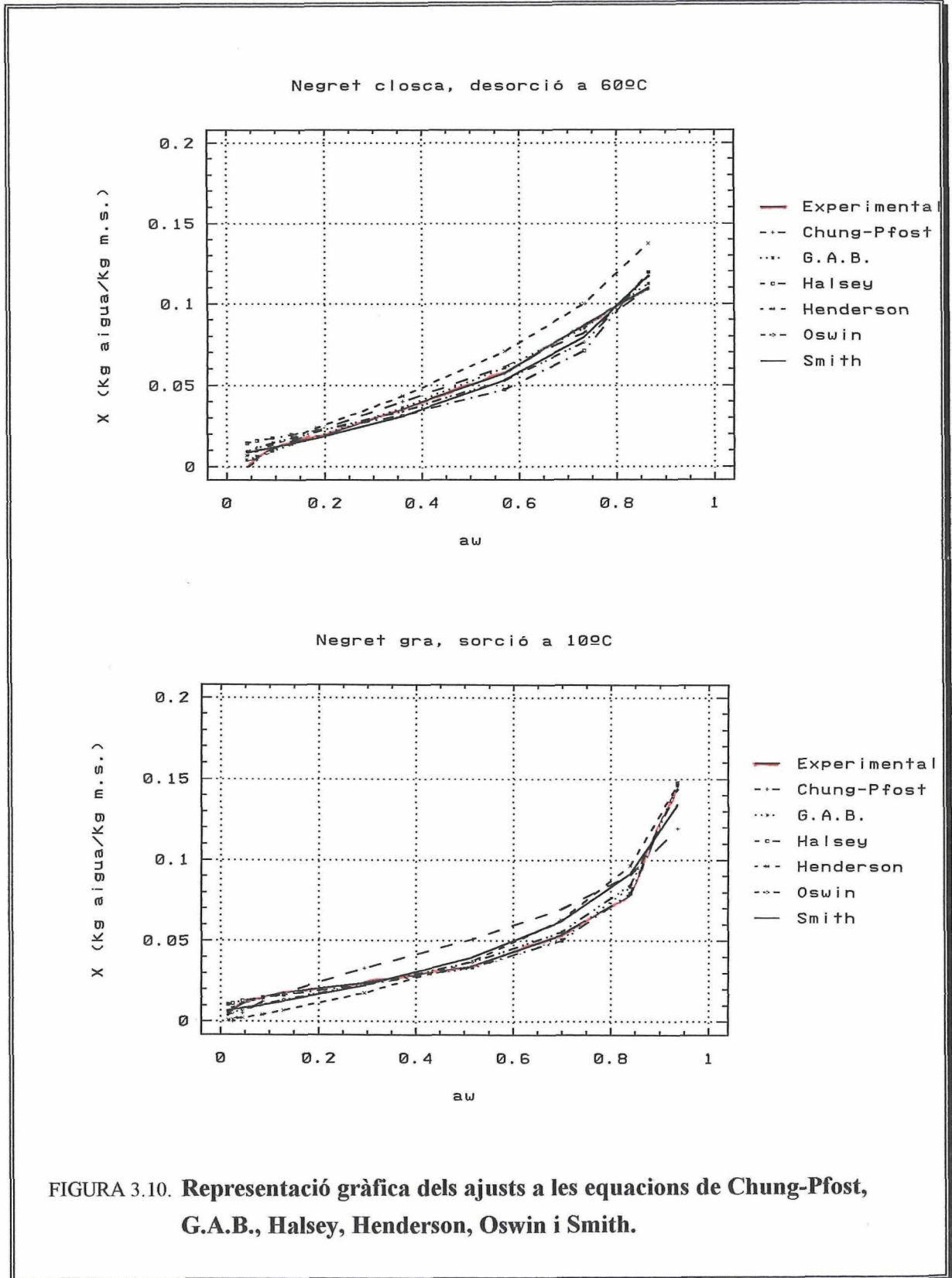


FIGURA 3.10. Representació gràfica dels ajusts a les equacions de Chung-Pfost, G.A.B., Halsey, Henderson, Oswin i Smith.