

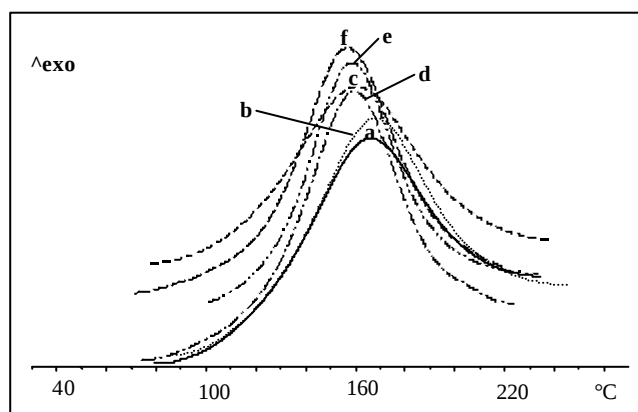
També podem observar que en conjunt, totes les Tg obtingudes són més grans que les obtingudes en curar les mescles corresponents amb DAT, encara que les diferències més importants s'aprecien en les casos en què la mostra no conté fòsfor o el conté en molt petita quantitat, fet que posa de manifest que el DDM com a agent de curat introdueix major rigidesa a la xarxa. A la mateixa taula també hi ha recollides les entalpies de les reaccions de curat.

5.6. Curat dels sistemes IHPO-Gly/DGEBA

5.6.1. Entrecreuament amb DAT

Es van preparar mescles d'IHPO-Gly i DGEBA en diferents proporcions molars de manera que les reïnes epoxi fosforades finals continguessin un 1, 3, 5 i 7% de fòsfor amb les quantitats estequiomètriques de DAT, i es va estudiar el seu comportament de curat. A la **taula 5.6.1** es recullen les proporcions molars de cada glicidil emprades així com la proporció de fòsfor final, que queda reflectida a la nomenclatura utilitzada, en la que a més a més s'indiquen els glicidils amb les seves inicials i l'agent de curat utilitzat amb la lletra T.

Figura 5.6.1. Corbes de DSC realitzades a 10°C/min dels sistemes IHPO-Gly, DGEBA i IHPO-Gly/DGEBA curat amb DAT (a) IT-7.8, (b) IDT-7, (c) IDT-5, (d) IDT-3, (e) IDT-1, (f) DT-0.



A la **figura 5.6.1.** podem veure les corbes de DSC de les diferents mescles i a la **figura 5.6.2.** hi ha representades les corbes de conversió respecte a la temperatura, observant-se en ambdós casos que entre aquests sistemes, i a diferència del que succeïa en utilitzar el glicidil alifàtic, no existeixen diferències significatives ni en l'exoterma de curat ni en la representació del progrés de la reacció per a les proporcions molars IHPO-Gly/DGEBA emprades.

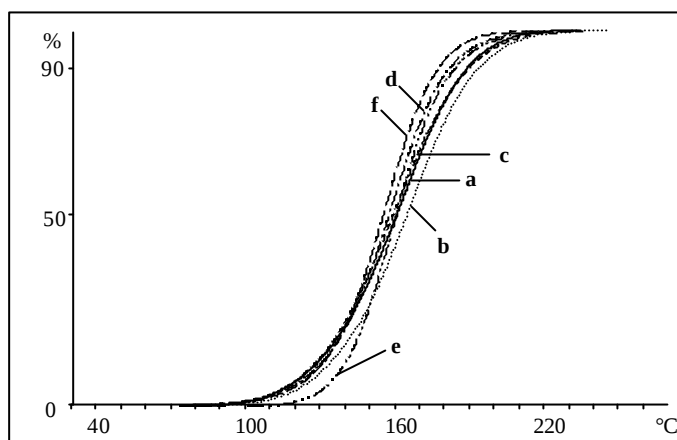


Figura 5.6.2. Representació del grau de conversió respecte a la temperatura dels sistemes IHPO-Gly, DGEBA i IHPO-Gly/DGEBA curat amb DAT (a) IT-7.8, (b) IDT-7, (c) IDT-5, (d) IDT-3, (e) IDT-1, (f) DT-0.

A la **taula 5.6.1.** podem veure els valors de Tg dels polímers obtinguts. A diferència del que s'observava amb les mescles fetes amb HEDGE, en augmentar la proporció d'IHPO-Gly disminueix el valor de la Tg, com a conseqüència de la disminució de la proporció d'anells aromàtics incorporats en l'estructura final del polímer, que fa disminuir la rigidesa i augmenta la mobilitat de les cadenes. Així doncs, tot i l'elevada polaritat del grup P=O la influència de l'estructura aromàtica resulta determinant en la variació de la temperatura de transició vítria.

Taula 5.6.1. Propietats tèrmiques dels sistemes IHPO-Gly, DGEBA i IHPO-Gly/DGEBA entrecuats amb DAT.

Mostra	Mescla	Proporció molar	Tg (°C)	Tonset (°C) ^a	Tmax (°C) ^b	ΔH (KJ/mol epòxid) ^c
IT-7.8	IHPO-Gly	-	72	88	165	131
IDT-7	IHPO-Gly/DGEBA	0.90/0.10	86	85	166	170
IDT-5	IHPO-Gly/ DGEBA	0.65/0.35	105	78	160	146
IDT-3	IHPO-Gly/ DGEBA	0.40/0.60	122	79	158	157
IDT-1	IHPO-Gly/ DGEBA	0.125/0.875	128	78	158	161

DT-0	DGEBA	-	159	85	156	101
------	-------	---	-----	----	-----	-----

^a Temperatura d'inici de l'exoterma d'entrecruament.

^b Temperatura a la que la velocitat de despreniment de calor és màxima.

^c Entalpia de la reacció expresada en KJ per mol d'epòxid.

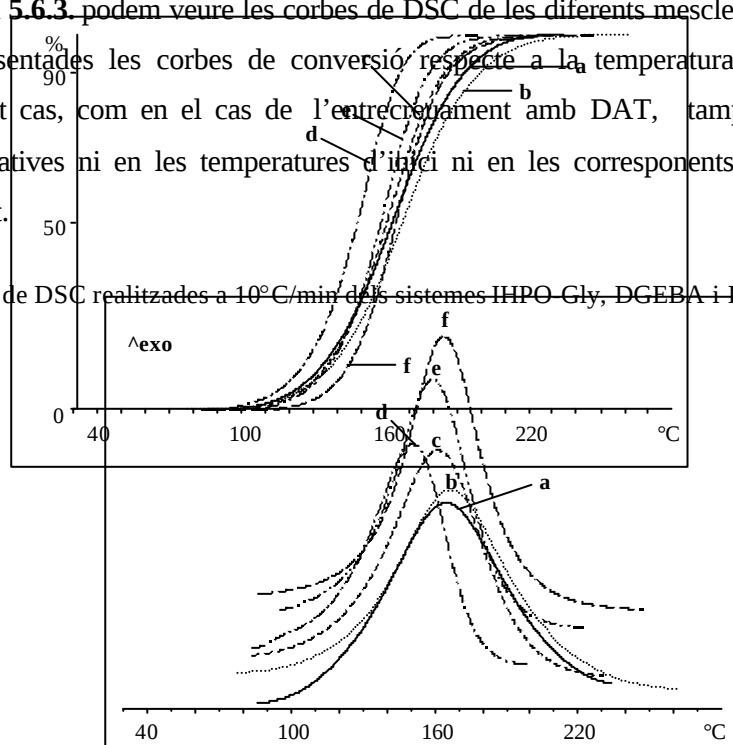
A la **taula 5.6.1.** també hi podem observar els valors de les entalpies de les reaccions de curat, que no varien gaire en canviar la proporció de fòsfor, i que en general són més grans que els valors de les entalpies obtinguts de les reaccions de curat de les mescles fetes amb HEDGE, ja estiguin curades amb DAT o bé amb DDM.

5.6.2. Entrecruament amb DDM

Finalment, es van preparar mescles d'IHPO-Gly i DGEBA en diferents proporcions i es van curar amb quantitats estequiomètriques de DDM, de forma que el contingut de fòsfor de la reïna final fos de l'1, 3, 5 i 7%. A la **taula 5.6.2.** es recullen les proporcions molars de cada glicidil utilitzades, el percentatge de fòsfor final i la nomenclatura emprada.

A la **figura 5.6.3.** podem veure les corbes de DSC de les diferents mescles, i a la **figura 5.6.4.** hi ha representades les corbes de conversió respecte a la temperatura. Com es pot observar, en aquest cas, com en el cas de l'entrecruament amb DAT, tampoc s'aprecien diferències significatives ni en les temperatures d'inici ni en les corresponents al màxim de l'exoterma de curat.

Figura 5.6.3. Corbes de DSC realitzades a 10°C/min dels sistemes IHPO-Gly, DGEBA i IHPO-



Gly/DGEBA curats amb DDM (a) IM-7.1, (b) IDM-7, (c) IDM-5, (d) IDM-3, (e) IDM-1, (f) DM-0.

Figura 5.6.4. Representació del grau de conversió respecte a la temperatura dels sistemes IHPO-Gly, DGEBA i IHPO-Gly/DGEBA curats amb DDM (a) IM-7.1, (b) IDM-7, (c) IDM-5, (d) IDM-3, (e) IDM-1, (f) DM-0.

A la **taula 5.6.2.** podem veure les Tg dels polímers obtinguts, que són lleugerament més elevades que les obtingudes amb les mescles fetes amb HEDGE, ja que el DGEBA introdueix anells aromàtics a l'estructura que li donen més rigidesa i menys mobilitat, fent augmentar la Tg.

Taula 5.6.2. Propietats tèrmiques dels sistemes IHPO-Gly, DGEBA i IHPO-Gly/DGEBA entrecruats amb DDM.

Mostra	Mescla	Proporció molar	Tg (°C)	Tonset (°C) ^a	Tmax (°C) ^b	ΔH (KJ/mol epòxid) ^c
IM-7.1	IHPO-Gly	-	88	89	164	154
IDM-7	IHPO-Gly/DGEBA	0.90/0.10	95	79	167	164
IDM-5	IHPO-Gly/ DGEBA	0.705/0.295	88	79	161	161
IDM-3	IHPO-Gly/ DGEBA	0.425/0.575	73	98	152	100
IDM-1	IHPO-Gly/ DGEBA	0.14/0.86	125	96	159	147
DM-0	DGEBA	-	160	68	163	177

^a Temperatura d'inici de l'exoterma d'entrecruament.

^b Temperatura a la que la velocitat de despreniment de calor és màxima.

^c Entalpia de la reacció expressada en KJ per mol d'epòxid.

A la mateixa taula també hi ha recollides les entalpies de les reaccions de curat, que observem que són molt similars entre sí, i a les obtingudes en el curat amb DAT.

Com a conclusió, cal destacar que a partir d'aquest estudi s'han pogut establir les condicions de curat dels diferents sistemes epoxídics: IHPO-Gly, HEDGE, DGEBA, IHPO-Gly/HEDGE i IHPO-Gly/DGEBA amb diferents diamines que ens han de permetre preparar mostres de diferent estructura química i amb diferents continguts de fòsfor per tal de relacionar aquests paràmetres amb les propietats mecàniques, tèrmiques i de resistència a la flama.

