

8.4.2.- Ecuación de Cegarra-Puente-Valldeperas

Modificación de la ecuación de Cegarra-Puente¹,

$$\frac{C_t}{C_\infty} = [1 - \exp(-k * t)]^{1/2} \quad [69]$$

Esta ecuación fue deducida para baño de concentración constante, aunque puede resolverse para los casos con agotamiento. Si se supone que, en casos con agotamiento, la velocidad directa respecto a la que tendría en baño con concentración constante disminuye con el tiempo, puede añadirse un factor exponencial que refleje dicha disminución.

La ecuación de Cegarra-Puente-Valldeperas², presenta la forma:

$$\frac{C_t}{C_\infty} = [1 - \exp(-k * t)^a]^{1/2} \quad [70]$$

Donde, el exponente a , depende del agotamiento.

Se han utilizado los resultados experimentales y el procedimiento de estimación por regresión no lineal para calcular simultáneamente los valores de k y de a . Para poder comparar los resultados obtenidos con una ecuación de base cinética, como esta, con los obtenidos a partir de modelos matemáticos, se han determinado los dos valores para las mismas regiones de C_t/C_∞ : todos los tiempos, 0,8 y 0,5.

TABLA 16

Valores obtenidos en la fibra Tencel para Ct/Cinf para todos los tiempos

TENCEL	$k \cdot 10^3$	a	R^2
0,5-30	2,088	0,6266	0,9943
0,5-40	2,177	0,6531	0,9952
0,5-50	2,268	0,6811	0,9961
0,5-60	2,372	0,7114	0,9972
0,5-70	2,477	0,7434	0,9980
0,5-80	2,570	0,7700	0,9956
1,0-30	2,326	0,7022	0,9634
1,0-40	2,507	0,7529	0,9800
1,0-50	2,620	0,7860	0,9848
1,0-60	2,756	0,8268	0,9965
1,0-70	2,997	0,8996	0,9940
1,0-80	3,090	0,9236	0,9928
1,5-30	2,283	0,6555	0,9786
1,5-40	2,774	0,8353	0,9874
1,5-50	2,845	0,8541	0,9877
1,5-60	3,182	0,9539	0,9896
1,5-70	3,360	1,0068	0,9896
1,5-80	3,393	1,0185	0,9901

TABLA 17

Valores obtenidos en la fibra Viscosa para Ct/Cinf para todos los tiempos

VISCOSA	$K*10^3$	a	R^2
0,5-30	2,205	0,6614	0,9828
0,5-40	2,594	0,7785	0,9983
0,5-50	2,757	0,8282	0,9967
0,5-60	2,983	0,8962	0,9965
0,5-70	3,228	0,9725	0,9967
0,5-80	3,704	1,1135	0,9979
1,0-30	3,931	1,1820	0,9904
1,0-40	4,124	1,2737	0,9896
1,0-50	4,452	1,3350	0,9912
1,0-60	4,761	1,4427	0,9886
1,0-70	5,472	1,6377	0,9889
1,0-80	6,260	1,8899	0,9921
1,5-30	4,167	1,2451	0,9844
1,5-40	4,526	1,3564	0,9924
1,5-50	4,810	1,4420	0,9929
1,5-60	5,068	1,5170	0,9933
1,5-70	5,547	1,6646	0,9937
1,5-80	6,272	1,8807	0,9956

TABLA 18

Valores obtenidos en la fibra Tencel para Ct/Cinf =0,8

TENCEL	$k \cdot 10^3$	a	R^2
0,5-30	3,633	0,3463	0,9937
0,5-40	2,137	0,6412	0,9926
0,5-50	2,497	0,7495	0,9967
0,5-60	2,352	0,7055	0,9946
0,5-70	2,498	0,7495	0,9967
0,5-80	2,630	0,7887	0,9926
1,0-30	2,132	0,6168	0,9418
1,0-40	2,336	0,7001	0,9613
1,0-50	2,512	0,7534	0,9683
1,0-60	2,739	0,8215	0,9889
1,0-70	3,056	0,9169	0,9862
1,0-80	3,175	0,9523	0,9867
1,5-30	2,205	0,6313	0,9574
1,5-40	2,609	0,7820	0,9661
1,5-50	2,735	0,8206	0,9619
1,5-60	3,117	0,9349	0,9617
1,5-70	3,227	0,9680	0,9584
1,5-80	3,341	1,0027	0,9585

TABLA 19

Valores obtenidos en la fibra Viscosa para Ct/Cinf =0,8

VISCOSA	$k \cdot 10^3$	a	R^2
0,5-30	2,085	0,6260	0,9715
0,5-40	2,612	0,7836	0,9961
0,5-50	2,818	0,8457	0,9942
0,5-60	3,053	0,9165	0,9933
0,5-70	3,305	0,9914	0,9921
0,5-80	3,750	1,1251	0,9963
1,0-30	3,861	1,1576	0,9564
1,0-40	4,131	1,2397	0,9556
1,0-50	4,530	1,3582	0,9744
1,0-60	4,901	1,4709	0,9812
1,0-70	5,556	1,6670	0,9818
1,0-80	6,354	1,9060	0,9842
1,5-30	4,048	1,2144	0,9376
1,5-40	4,505	1,3513	0,9687
1,5-50	4,831	1,4500	0,9695
1,5-60	5,117	1,5349	0,9726
1,5-70	5,581	1,6739	0,9762
1,5-80	6,324	1,8974	0,9872

TABLA 20

Valores obtenidos en la fibra Tencel para Ct/Cinf =0,5

TENCEL	$k \cdot 10^3$	a	R^2
0,5-30	3,364	0,3663	0,9754
0,5-40	2,032	0,6095	0,9784
0,5-50	2,153	0,6457	0,9739
0,5-60	2,278	0,6835	0,9772
0,5-70	2,545	0,7636	0,9886
0,5-80	2,797	0,8391	0,9916
1,0-30	5,510	0,1655	0,9095
1,0-40	2,087	0,6264	0,9059
1,0-50	2,192	0,6577	0,9075
1,0-60	2,627	0,7881	0,9638
1,0-70	2,985	0,8953	0,9415
1,0-80	3,098	0,9296	0,9507
1,5-30	1,695	0,5085	0,8980
1,5-40	2,330	0,6990	0,9466
1,5-50	2,448	0,7344	0,9305
1,5-60	2,826	0,8480	0,9213
1,5-70	2,979	0,8938	0,9347
1,5-80	3,125	0,9376	0,9250

TABLA 21

Valores obtenidos en la fibra Viscosa para Ct/Cinf =0,5

VISCOSA	$k \cdot 10^3$	a	R^2
0,5-30	1,831	0,5492	0,9469
0,5-40	2,623	0,7869	0,9797
0,5-50	2,903	0,8712	0,9825
0,5-60	3,138	0,9415	0,9803
0,5-70	3,381	1,0134	0,9804
0,5-80	3,800	1,1404	0,9938
1,0-30	3,661	1,0991	0,9175
1,0-40	3,844	1,1512	0,9086
1,0-50	4,295	1,2867	0,9352
1,0-60	4,696	1,4088	0,9537
1,0-70	5,254	1,5761	0,9622
1,0-80	6,062	1,8186	0,9726
1,5-30	3,646	1,0934	0,8840
1,5-40	4,185	1,2556	0,9287
1,5-50	4,643	1,3928	0,9354
1,5-60	4,971	1,4911	0,9265
1,5-70	5,378	1,6134	0,9263
1,5-80	6,115	1,8345	0,9663

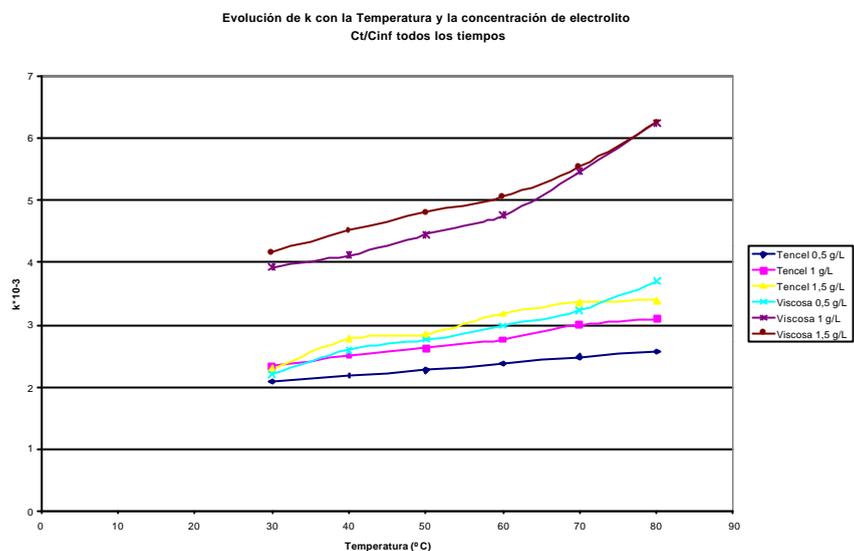


Fig. 40: Evolución constante cinética en función de la temperatura y de la concentración de electrolito. Todos los tiempos

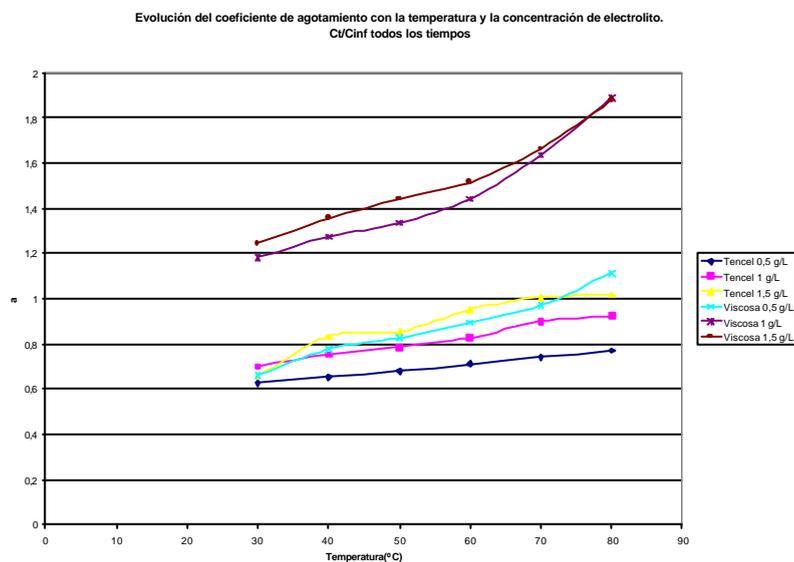


Fig. 41: Evolución del coeficiente de agotamiento con la temperatura y la concentración de electrolito. Todos los tiempos

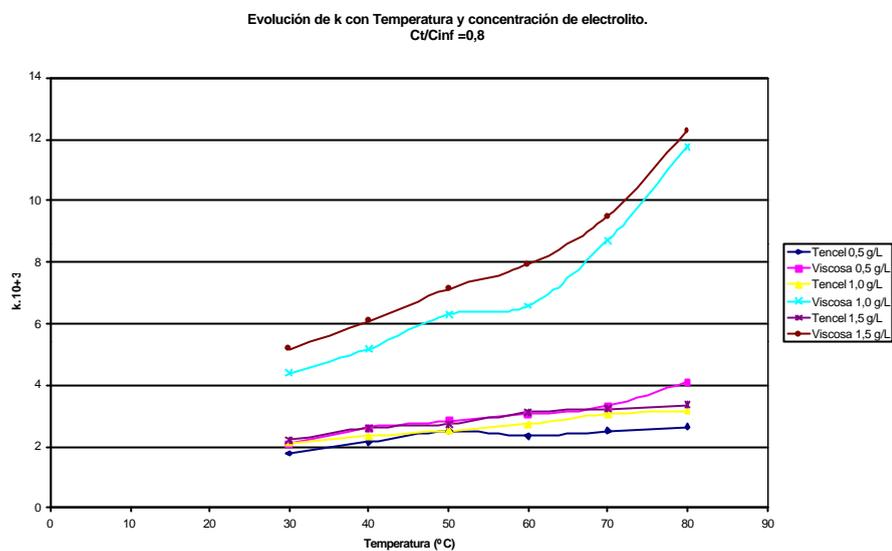


Fig. 44: Evolución constante cinética en función de la temperatura y de la concentración de electrolito. $Ct/C_{\infty} = 0,8$

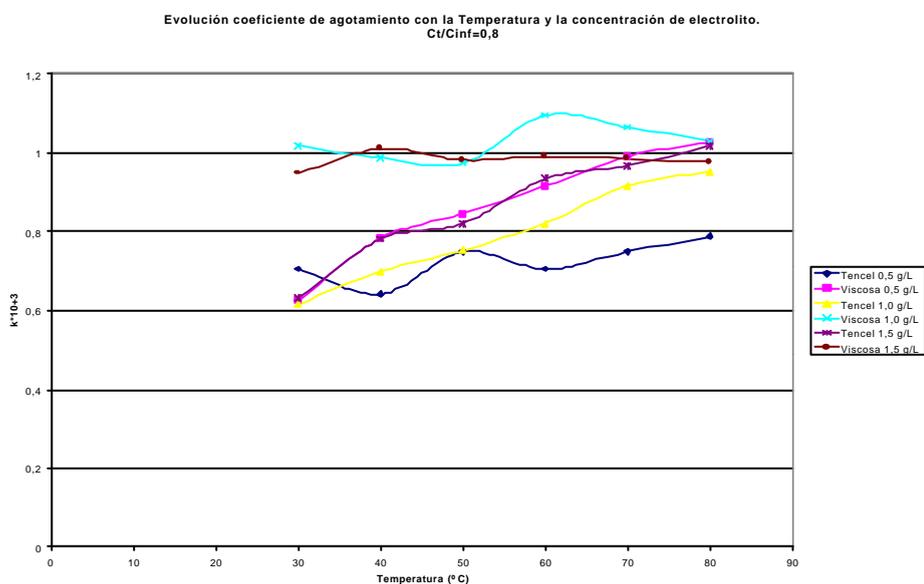


Fig. 45: Evolución del coeficiente de agotamiento con la temperatura y la concentración de electrolito. $Ct/C_{\infty} = 0,8$

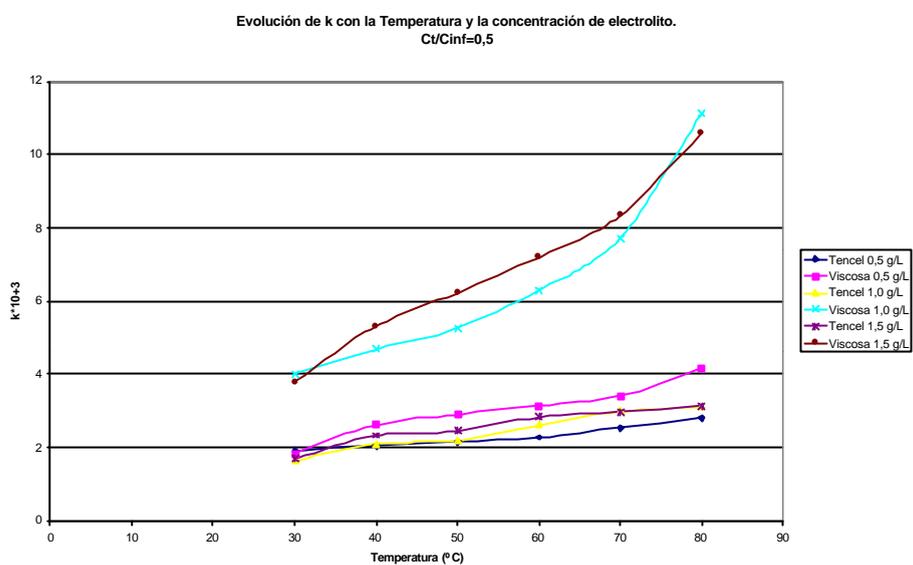


Fig. 46: Evolución constante cinética en función de la temperatura y de la concentración de electrolito. $Ct/C_{\infty} = 0,5$

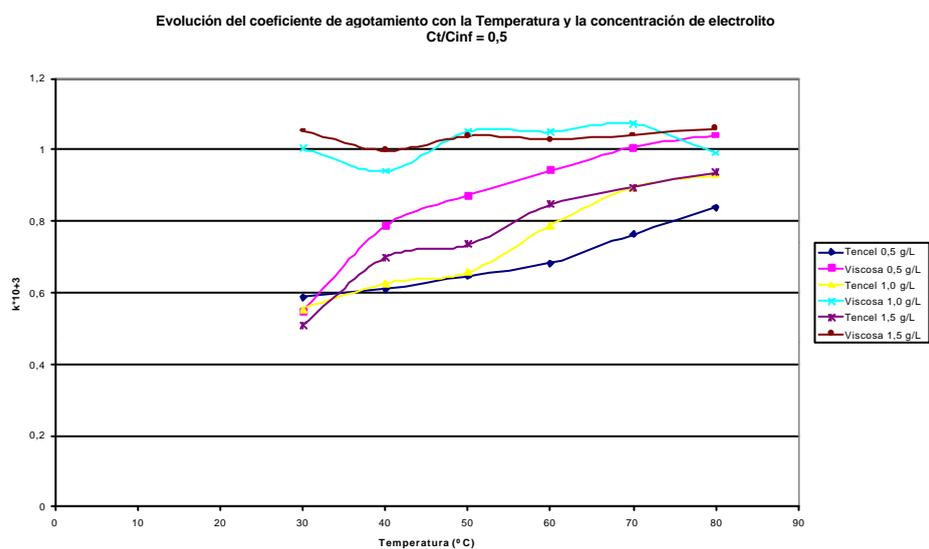


Fig. 47: Evolución del coeficiente de agotamiento con la temperatura y la concentración de electrolito. $Ct/C_{\infty} = 0,5$

8.4.2.1.- Discusión de Resultados

A partir de los resultados obtenidos mediante regresión no lineal de los dos parámetros que define la ecuación, “k” y “a”, habrá que establecer dos niveles de discusión, el que afecta a cada uno de ellos y el de la evolución conjunta de ambos parámetros.

8.4.2.1.1.- Evolución de la constante cinética con la concentración de electrolito

Si se toman los valores de las constantes a una temperatura determinada, con el aumento de la concentración de electrolito, el valor de la constante cinética, aumenta, como tendencia generalizada.

El aumento observado en Tencel, para todos los tiempos, es bastante menor que el de Viscosa ya que, los valores de esta última, se encuentran entre $2.205 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ y $10.304 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ mientras que en el caso de Tencel el rango de variación se encuentra entre $2.088 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ y $3.393 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$.

Cuando se evalúan los resultados obtenidos para $C_t / C_\infty = 0.8$, la tendencia global es la misma aunque los intervalos de los valores son distintos.

Tencel presenta un intervalo desde $1.933 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ hasta $3.3412 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$, mientras en Viscosa, el intervalo es mayor, partiendo de un valor inferior igual, $2.085 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ pero con un valor superior de $12.28 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$.

En las primeras etapas de tintura, $C_t / C_\infty = 0.5$, la tendencia creciente sigue cumpliéndose en todos los casos. Los intervalos de valores de la constante cinética se mantienen prácticamente iguales en Tencel, $1.710 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ - $3.125 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$, y en Viscosa siguen una tendencia creciente obteniéndose desde $1.831 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ hasta $10.59 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$.

En el caso de Tencel, la evolución de las constantes cinéticas con la temperatura, puede considerarse prácticamente lineal, una línea recta describe con bastante precisión la tendencia de la evolución. Por contra, la evolución que las constantes cinéticas de la fibra Viscosa presentan es más bien de tipo exponencial.

Los valores de k para Viscosa presentan rangos muy diferenciados si se trata de concentraciones de electrolito de 0.5 g/L o si se trata de las de 1-1.5 g/L. Para la concentración más baja de NaCl, la fibra de Viscosa a temperaturas en el rango desde 30-70°C se comporta prácticamente igual que la fibra de Tencel con 1.5 g/L de NaCl.

Como se ha enunciado como hipótesis de partida que k es una constante de tipo cinético, su sensibilidad frente a la temperatura vendrá regida por la teoría de Arrhenius, análogamente a lo que se había desarrollado en el modelo de Cegarra-Puente. Aplicando el mismo desarrollo, pueden representarse los valores de Lnk frente a 1/T para este modelo, con lo que se obtienen las gráficas siguientes:

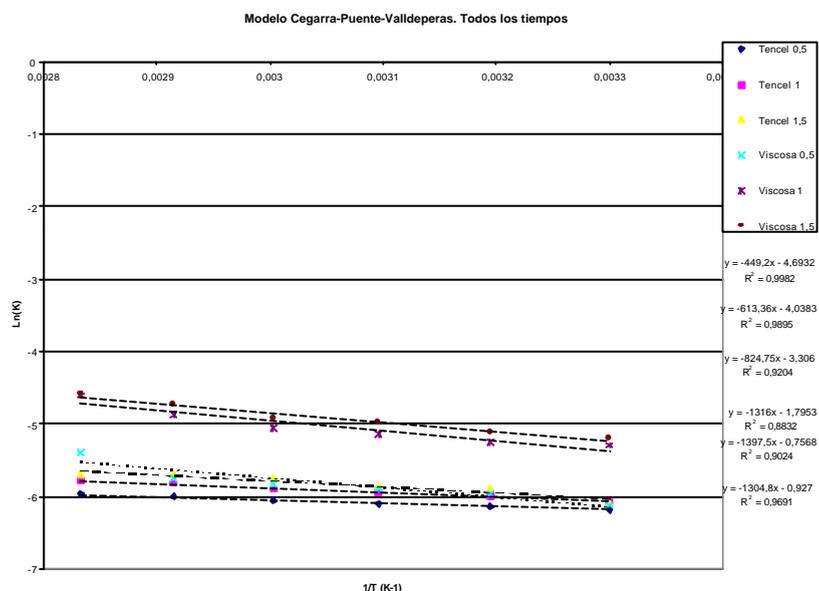


Fig. 48: Determinación de la energía de activación

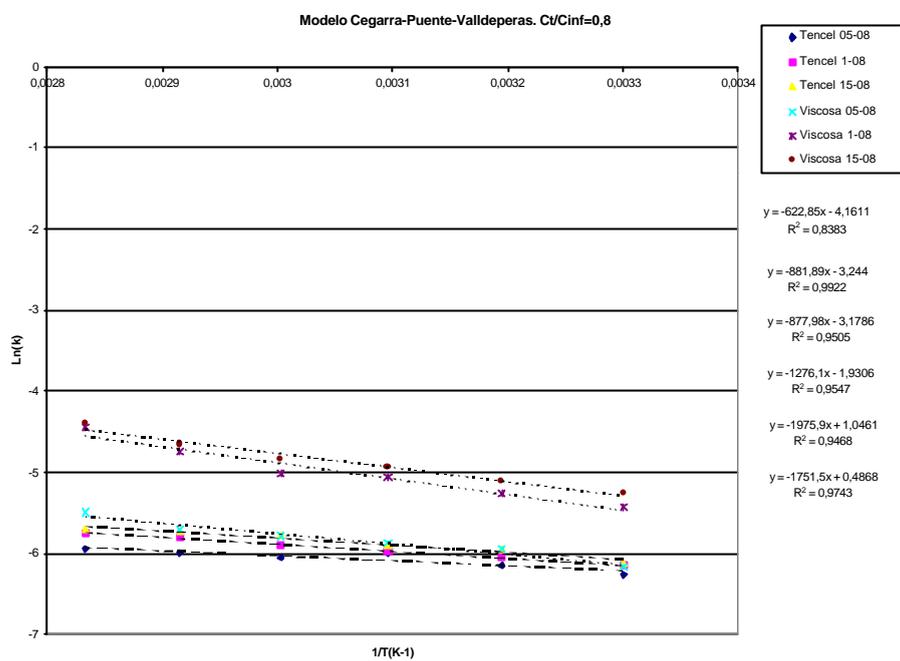


Fig. 49: Determinación de la energía de activación

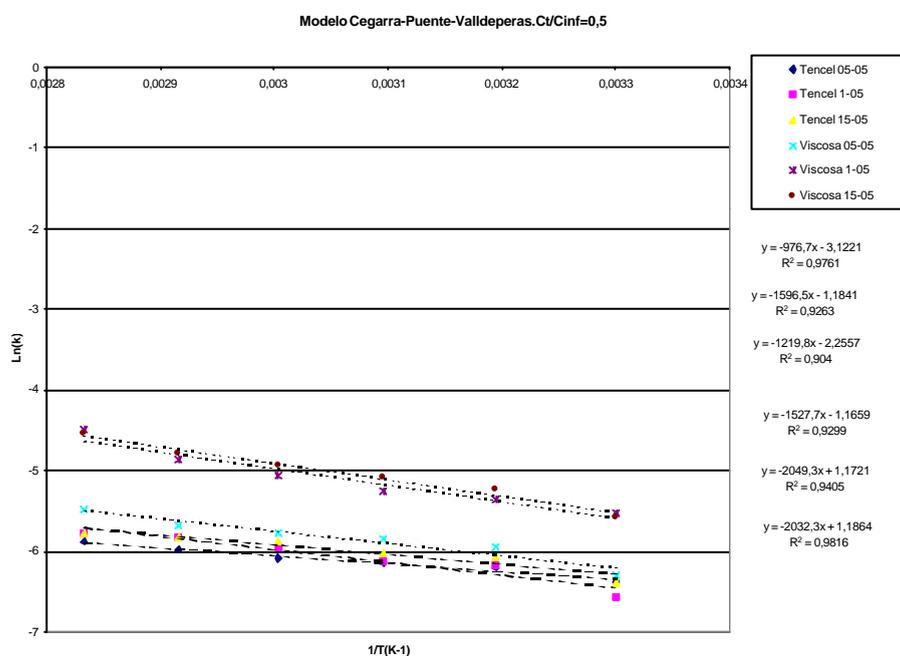


Fig. 50: Determinación de la energía de activación

A partir de las ecuaciones obtenidas puede construirse una tabla para cada una de las fibras a las condiciones experimentales de estudio.

TABLA 22

Energías de activación aparentes y pre-exponenciales. Todos los tiempos

	A_0	$E_a(\text{kcal/mol})$
Tencel 0,5	0,0091	0,8925
Tencel 1	0,0176	1,2188
Tencel 1,5	0,0366	1,6387
Viscosa 0,5	0,1660	2,6150
Viscosa 1	0,4691	2,7760
Viscosa 1,5	0,3957	2,5920

TABLA 23

Energías de activación aparentes y pre-exponenciales. $C_t/C_\infty = 0,8$

	A_0	$E_a(\text{kcal/mol})$
Tencel 0,5	0,0147	1,2376
Tencel 1	0,0390	1,7524
Tencel 1,5	0,0416	1,7446
Viscosa 0,5	0,1451	2,5355
Viscosa 1	2,8465	3,9263
Viscosa 1,5	1,6271	3,4804

TABLA 24Energías de activación aparentes y pre-exponenciales. $C_t/C_\infty = 0,5$

	A_0	$E_a(\text{kcal/mol})$
Tencel 0,5	0,0441	1,9410
Tencel 1	0,3060	3,1724
Tencel 1,5	0,1048	2,4238
Viscosa 0,5	0,3116	3,0357
Viscosa 1	3,2287	4,0722
Viscosa 1,5	3,2752	4,0384

La evolución en las energías de activación para todos los tiempos que se observa en Tencel sigue la misma tendencia que el Modelo de Cegarra-Puente ensayado anteriormente. Por contra, los valores de E_a para Viscosa, se mantienen en función de la concentración de electrolito en el mismo nivel numérico: 2,615, 2,776 y 2,592 kcal/mol.

8.4.2.1.2.- Evolución del coeficiente de agotamiento

Si el exponente de agotamiento vale 1, la ecuación se transforma desde el punto de vista matemático, en la ecuación de Cegarra-Puente, lo que puede comprobarse a partir de los resultados de la Tabla anterior en los casos en los que a vale 1, o aproximadamente 1.

La evolución del coeficiente de agotamiento es paralela a la del agotamiento, aumentando tal y como este aumenta también. A pesar de ello, la reducción de agotamiento que se manifiesta a las condiciones experimentales estudiadas a 70 y 80°C no se detecta con este modelo cinético.

Cuando los niveles de agotamiento alcanzados por el sistema son los máximos, el valor del coeficiente de agotamiento en Tencel en función de la concentración de

electrolito y de la temperatura, presenta una agrupación con tendencia claramente lineal. Para la fibra de Viscosa, los valores obtenidos para 0,5 g/L de NaCl, se encuentran al nivel de los de Tencel, mientras que los correspondientes a 1,0 y 1,5 g/L, se separan y presentan un comportamiento de tipo exponencial.

Cuando se evalúan los coeficientes de agotamiento para el 80% y el 50% la diferenciación entre fibras tiende a desaparecer y la evolución, tanto respecto a la concentración de electrolito, como a la de temperatura, se presenta mucho más agrupada.

A pesar de las carencias de sensibilidad ante cambios pequeños de agotamiento, el coeficiente cumple con las funciones para las que se había previsto: Establecer cambios en los valores de las constantes cinéticas de la ecuación de Cegarra-Puente cuando el sistema experimental contempla cinéticas de Tintura con agotamiento.

8.4.2.2.- Justificación de la descripción de Difusión en Cegarra-Puente-Valldeperas

La ecuación de Cegarra-Puente-Valldeperas:

$$\frac{C_t}{C_\infty} = [1 - \exp(-k * t)^a]^{1/2} \quad [72]$$

Si se considera que k y a deben ser siempre valores constantes para tiempos largos, cualquier expresión del tipo³:

$$[1 - \exp(-kt)^a]^b \quad [73]$$

tiende por aproximación binomial a:

$$1 - b \exp(-kt)^a \quad [74]$$

mientras que para tiempos cortos, el termino de la ecuación anterior tenderá a:

$$(kt^a)^b \quad [75]$$

Si se utilizan las aproximaciones binomiales en la ecuación [72], para tiempos cortos:

$$\frac{C_t}{C_\infty} = [(kt)^a]^{1/2} = (k^a t^a)^{1/2} \quad [76]$$

Como que k y a, como premisa inicial, se han considerado como constantes, k^a sólo es una nueva constante que denominará k' , con lo que la ecuación final quedará como:

$$\frac{C_t}{C_\infty} = (k' t^a)^{1/2} = (k')^{1/2} t^{a/2} \quad [77]$$

Para tiempos cortos, Crank⁴ propone:

$$\frac{C_t}{C_\infty} = \frac{4(1+a)}{ap^{1/2}} \left(\frac{Dt}{r^2} \right)^{1/2} = \left[\frac{4(1+a)}{ap^{1/2}} \left(\frac{D}{r^2} \right)^{1/2} \right] t^{1/2} \quad [78]$$

Comparando ambas expresiones puede decirse que:

$$(k')^{1/2} = \frac{4(1+a)}{ap^{1/2}} \left(\frac{D}{r^2} \right)^{1/2} \quad [79]$$

A partir de esta expresión y con la condición de que $a \approx 1$ podrán calcularse los valores de los coeficientes de difusión o de D/r^2 a partir de la ecuación de Cegarra-Puente-Valdeperas y de los valores experimentales de α obtenidos para cada una de las condiciones de trabajo estudiadas. Aplicando la deducción anterior, se han obtenido los siguientes resultados:

TABLA 25Parámetros para el cálculo de D/r^2 . Viscosa para todo el tiempo de tintura

VISCOSA			Todos los tiempos		
Temp(° C)	$k \cdot 10^3$	a	alfa	K'	D/r^2
0,5 g/L					
30	2,2052	0,6614	0,118706	0,002205	4,8748E-06
40	2,5943	0,7785	0,123691	0,002594	6,1714E-06
50	2,7571	0,8282	0,144094	0,002757	8,5870E-06
60	2,9836	0,8962	0,157678	0,002983	1,0866E-05
70	3,2284	0,9082	0,180443	0,003228	1,4810E-05
80	4,5411	0,9725	0,225591	0,004541	3,0210E-05
1 g/L					
30	5,0544	0,9198	0,056901	0,005054	2,8765E-06
40	5,3071	0,9620	0,051716	0,005307	2,5197E-06
50	5,8983	1,0074	0,049628	0,005898	2,5891E-06
60	6,4236	1,0695	0,053100	0,006423	3,2068E-06
70	7,7123	1,1620	0,066589	0,007712	5,9025E-06
80	10,0281	1,1798	0,117868	0,010028	2,1892E-05
1,5 g/L					
30	5,5126	0,9412	0,033138	0,005512	1,1136E-06
40	6,0690	1,0115	0,032730	0,006069	1,197E-06
50	6,9678	0,9953	0,032804	0,006968	1,3803E-06
60	7,3369	1,0479	0,031253	0,007336	1,3232E-06
70	8,7964	1,0496	0,035704	0,008796	2,0527E-06
80	10,3041	1,1447	0,040633	0,010304	3,0847E-06

TABLA 26

Parámetros para el cálculo de D/r^2 . Viscosa hasta 80 % de agotamiento

Temp(° C)	$k \cdot 10^3$	a	alfa	K'	D/r^2
0,5 g/L					
30	2,0851	0,6264	0,118706	0,002085	4,6095E-06
40	2,6122	0,7836	0,123691	0,002612	6,2143E-06
50	2,8184	0,8457	0,144094	0,002818	8,7770E-06
60	3,0537	0,9165	0,157678	0,003053	1,1121E-05
70	3,3052	0,9914	0,180443	0,003305	1,5163E-05
80	4,1081	1,0271	0,225591	0,004108	2,7328E-05
1 g/L					
30	4,3943	1,0175	0,056901	0,004394	2,5009E-06
40	5,1872	0,9873	0,051716	0,005187	2,4628E-06
50	6,3131	0,9744	0,049628	0,006313	2,7712E-06
60	6,5780	1,0963	0,053100	0,006578	3,2839E-06
70	8,6962	1,0650	0,066589	0,008696	6,6555E-06
80	11,7554	1,0302	0,117868	0,011755	2,5662E-05
1,5 g/L					
30	5,1811	0,9489	0,033138	0,005181	1,0466E-06
40	6,0690	1,0115	0,032730	0,006069	1,1970E-06
50	7,1317	0,9823	0,032804	0,007131	1,4127E-06
60	7,9272	0,9909	0,031253	0,007927	1,4296E-06
70	9,4791	0,9856	0,035704	0,009479	2,2120E-06
80	12,2817	0,9770	0,040633	0,012281	3,6768E-06

TABLA 27

Parámetros para el cálculo de D/r^2 . Viscosa hasta el 50% de agotamiento

Temp(° C)	$k \cdot 10^3$	a	alfa	K'	D/r^2
0,5 g/L					
30	1,8312	0,5492	0,118706	0,001831	4,0479E-06
40	2,6232	0,7869	0,123691	0,002623	6,2404E-06
50	2,9031	0,8712	0,144094	0,002903	9,0417E-06
60	3,1385	0,9415	0,157678	0,003138	1,1430E-05
70	3,4016	1,0064	0,180443	0,003401	1,5607E-05
80	4,1641	1,0410	0,225591	0,004164	2,7702E-05
1 g/L					
30	4,0127	1,0032	0,056901	0,004012	2,2837E-06
40	4,7029	0,9406	0,051716	0,004702	2,2328E-06
50	5,2544	1,0508	0,049628	0,005254	2,3065E-06
60	6,3005	1,0501	0,053100	0,006300	3,1453E-06
70	7,7185	1,0727	0,066589	0,007718	5,9073E-06
80	11,1277	0,9907	0,117868	0,011127	2,4292E-05
1,5 g/L					
30	3,7885	1,0524	0,033138	0,003788	7,6531E-07
40	5,3184	0,9981	0,032730	0,005318	1,0489E-06
50	6,2288	1,0381	0,032804	0,006228	1,2339E-06
60	7,2032	1,0290	0,031253	0,007203	1,2990E-06
70	8,3318	1,0415	0,035704	0,008331	1,9442E-06
80	10,5913	1,0591	0,040633	0,010591	3,1707E-06

TABLA 28

Parámetros para el cálculo de D/r^2 . Tencel para todo el tiempo de tintura

TENCEL	todos los tiempos				
Temp(° C)	$K \cdot 10^3$	a	alfa	K'	D/r^2
0,5g/L					
30	2,0881	0,6266	0,239424	0,002088	1,5298E-05
40	2,1772	0,6531	0,242391	0,002177	1,6270E-05
50	2,2681	0,6811	0,242549	0,002268	1,6968E-05
60	2,3724	0,7114	0,244056	0,002372	1,7924E-05
70	2,4774	0,7434	0,320902	0,002477	2,8705E-05
80	2,5706	0,7700	0,369352	0,002570	3,6712E-05
1g/L					
30	2,3262	0,7022	0,084410	0,002326	2,7672E-06
40	2,5075	0,7529	0,086371	0,002507	3,1115E-06
50	2,6203	0,7860	0,082424	0,002620	2,9829E-06
60	2,7562	0,8268	0,105716	0,002756	4,9465E-06
70	2,9972	0,8996	0,133863	0,002997	8,2019E-06
80	3,0907	0,9236	0,167048	0,003090	1,2430E-05
1,5g/L					
30	2,2831	0,6555	0,009654	0,002283	4,0986E-08
40	2,7742	0,8353	0,009287	0,002774	4,6118E-08
50	2,8452	0,8541	0,008356	0,002845	3,8363E-08
60	3,1825	0,9539	0,014646	0,003182	1,3019E-07
70	3,3601	1,0068	0,022187	0,003360	3,1082E-07
80	3,3937	1,0185	0,039871	0,003393	9,7945E-07

TABLA 29Parámetros para el cálculo de D/r^2 . Tencel hasta el 80 % de agotamiento

TENCEL			Ct/Ci=0,8		
Temp(° C)	$k \cdot 10^3$	a	alfa	K'	D/r^2
0,5g/L					
30	1,7805	0,7066	0,239424	0,001780	1,3042E-05
40	2,1377	0,6412	0,242391	0,002137	1,5972E-05
50	2,4972	0,7495	0,242549	0,002497	1,8682E-05
60	2,3521	0,7055	0,244056	0,002352	1,7773E-05
70	2,4981	0,7495	0,320902	0,002498	2,8949E-05
80	2,6303	0,7887	0,369352	0,002630	3,7570E-05
1g/L					
30	2,1325	0,6168	0,084410	0,002132	2,5364E-06
40	2,3361	0,7001	0,086371	0,002336	2,8993E-06
50	2,5121	0,7534	0,082424	0,002512	2,8600E-06
60	2,7391	0,8215	0,105716	0,002739	4,9161E-06
70	3,0564	0,9169	0,133863	0,003056	8,3634E-06
80	3,1757	0,9523	0,167048	0,003175	1,2773E-05
1,5g/L					
30	2,2054	0,6313	0,009654	0,002205	3,9586E-08
40	2,6091	0,7820	0,009287	0,002609	4,3375E-08
50	2,7356	0,8206	0,008356	0,002735	3,6881E-08
60	3,1172	0,9349	0,014646	0,003117	1,2753E-07
70	3,2271	0,9680	0,022187	0,003227	2,9852E-07
80	3,3418	1,0185	0,039871	0,003341	9,6444E-07

TABLA 30Parámetros para el cálculo de D/r^2 . Tencel hasta el 50 % de agotamiento

TENCEL			Ct/Ct=0,5		
Temp (°C)	k*10 ³	a	alfa	K'	D/r ²
0,5g/L					
30	1,9251	0,5876	0,239424	0,001925	1,4105E-05
40	2,0323	0,6095	0,242391	0,002032	1,5187E-05
50	2,1531	0,6457	0,242549	0,002153	1,6108E-05
60	2,2785	0,6835	0,244056	0,002278	1,7214E-05
70	2,5456	0,7636	0,320902	0,002545	2,9493E-05
80	2,7974	0,8391	0,369352	0,002797	3,9955E-05
1g/L					
30	1,6473	0,1655	0,084410	0,001647	1,9594E-06
40	2,0874	0,6264	0,086371	0,002087	2,5902E-06
50	2,1926	0,6577	0,082424	0,002192	2,4957E-06
60	2,6272	0,7881	0,105716	0,002627	4,7150E-06
70	2,9851	0,8953	0,133863	0,002985	8,1691E-06
80	3,0980	0,9296	0,167048	0,003098	1,2463E-05
1,5g/L					
30	1,6951	0,5085	0,009654	0,001695	3,0430E-08
40	2,3308	0,6990	0,009287	0,002330	3,8737E-08
50	2,4483	0,7344	0,008356	0,002448	3,3010E-08
60	2,8262	0,8480	0,014646	0,002826	1,1563E-07
70	2,9793	0,8938	0,022187	0,002979	2,7558E-07
80	3,1255	0,9376	0,039871	0,003125	9,0209E-07

En las tablas anteriores sólo se remarcan en negrita los valores correspondientes a los coeficientes de agotamiento cercanos a uno, ya que son los únicos que al

cumplir la condición previa en la igualdad planteada pueden resultar susceptibles de comparar los valores de D/r^2 con los obtenidos a partir de otros modelos matemáticos que permitan dicho cálculo. Dicha comparación se realizará en el apartado correspondiente a los modelos matemáticos de Difusión.

Referencias Bibliográficas

1 Cegarra-Puente-Valdeperas. *Fundamentos científicos y aplicados de la tintura de las materias textiles*. Cátedra de Tintorería. UPB. 1981. Pag.128

2 Valdeperas Morell, J. *Influencia del punto de transición de segundo orden y la cantidad de grupos ácidos en la cinética de tintura de las fibras acrílicas con colorantes catiónicos*. Tesis Doctoral. 1973. Pag. 199

3 Urbanik, A. A Generalized Form of Me Cegarra-Puente Equation-Relationships of Empirical Dyeing Rate Equation to Diffusion Parameters. *Textilveredlung*, 13 (1978) Nr

7. Pag. 278

4 Crank.J. *The Mathematics of Diffusion*. Oxford (1956) pag. 71