

APÉNDICE E – MODELACIÓN DEL EMPACADO EN AM

Valores de permeabilidad (O₂, CO₂ y VTVA) de las películas seleccionadas de la bibliografía

Película	PO ₂ (mg O ₂ /cm h atm)	P CO ₂ (mg CO ₂ /cm h atm)	VTVA (mg H ₂ O /cm ² h)
Polioléfina (proveedor)	4.96E-5	3.93E-4	3.03
LDPE	2.44E-4	1.36E-3	-
HDPE	3.88E-5	2.1E-4	-
PP 50% cristalino	8E-5	4.5E-4	-
Orega	1.2E-4	5.9E-4	-
Cryovac CP9250	1.2E-4	-	-

Para calcular el cambio de concentración respecto al tiempo dentro de los empaques se partió de las ecuaciones 20 y 21, se calcularon por separando los términos de permeabilidad de la película y respiración de mora azul de la siguiente manera

Término permeabilidad O ₂	$100 * \frac{((PO_2 * A * (0.21 - (O_2)_i / 100))}{V * L}$
Término respiración O ₂	$100 * \frac{(M * r_{O_2})}{V}$

Término permeabilidad CO ₂	$100 * \frac{((PCO_2 * A * (0 - (CO_2)_i / 100))}{V * L}$
Término respiración CO ₂	$100 * \frac{(M * r_{CO_2})}{V}$

Posteriormente estos términos se suman o restan de acuerdo a las ecuaciones 20 y 21 para calcular $d(O_2)/dt$ y $d(CO_2)/dt$, entonces

$$\frac{d(O_2)}{dt} = \frac{(O_2)_2 - (O_2)_1}{\Delta t} = K_{O_2}$$

$$\frac{d(CO_2)}{dt} = \frac{(CO_2)_2 - (CO_2)_1}{\Delta t} = K_{CO_2}$$

Donde (O_2) y (CO_2) son las concentraciones en porcentaje; Δt es el incremento de tiempo en horas; K_{O_2} y K_{CO_2} son los valores obtenidos de la suma o resta de los términos de permeabilidad y respiración de O_2 y CO_2 respectivamente.

Finalmente el tiempo (en horas) se calcula sumando Δt a cada tiempo, partiendo de un tiempo de 0.

Cálculo de tiempo respecto al cambio de concentración de O_2

O_2 (%)	CO_2 (%)	permeabilidad	respiración	dO_2/dt	$\Delta t(h)$	t(h)
21	0	0.000	0.654	-0.65	0	0
20.49	0.56	0.003	0.622	-0.62	0.82	0.82
19.98	1.12	0.006	0.593	-0.59	0.87	1.69
19.47	1.68	0.009	0.567	-0.56	0.92	2.61
18.96	2.24	0.012	0.542	-0.53	0.97	3.58
18.44	2.80	0.016	0.520	-0.50	1.02	4.60
17.93	3.36	0.019	0.499	-0.48	1.08	5.67
17.41	3.92	0.022	0.479	-0.46	1.13	6.80
16.89	4.48	0.025	0.461	-0.44	1.19	7.99
16.54	4.85	0.027	0.450	-0.42	0.82	8.82
16.02	5.41	0.030	0.433	-0.40	1.29	10.11
15.50	5.97	0.033	0.418	-0.38	1.36	11.47
14.97	6.53	0.037	0.404	-0.37	1.43	12.90
14.45	7.10	0.040	0.390	-0.35	1.50	14.40
13.92	7.66	0.043	0.377	-0.33	1.58	15.99
13.57	8.03	0.045	0.369	-0.32	1.09	17.08
13.03	8.59	0.048	0.357	-0.31	1.72	18.80
12.50	9.16	0.052	0.346	-0.29	1.81	20.61
11.97	9.72	0.055	0.335	-0.28	1.91	22.52
11.43	10.28	0.058	0.324	-0.27	2.01	24.53
10.90	10.85	0.061	0.314	-0.25	2.12	26.65
10.54	11.22	0.064	0.308	-0.24	1.47	28.12
10.00	11.78	0.067	0.298	-0.23	2.33	30.46
9.46	12.35	0.070	0.289	-0.22	2.48	32.93
8.91	12.91	0.074	0.280	-0.21	2.63	35.56
8.55	13.29	0.076	0.274	-0.20	1.83	37.40
8.00	13.85	0.079	0.265	-0.19	2.94	40.33
7.46	14.42	0.082	0.256	-0.17	3.15	43.48
6.91	14.98	0.086	0.247	-0.16	3.40	46.88
6.54	15.36	0.088	0.241	-0.15	2.39	49.27
5.99	15.92	0.091	0.232	-0.14	3.91	53.18

5.43	16.49	0.095	0.223	-0.13	4.31	57.49
4.88	17.05	0.098	0.213	-0.12	4.82	62.31
4.51	17.43	0.100	0.207	-0.11	3.49	65.80
3.95	18.00	0.104	0.196	-0.09	6.07	71.88
3.58	18.37	0.106	0.188	-0.08	4.57	76.44
3.01	18.94	0.109	0.175	-0.07	8.61	85.06
2.45	19.51	0.113	0.159	-0.05	12.16	97.21
1.89	20.07	0.116	0.140	-0.02	23.53	120.75
1.51	20.45	0.119	0.125	-0.01	61.24	181.98

Cálculo de tiempo respecto al cambio de concentración de CO₂

O ₂ (%)	CO ₂ (%)	permeabilidad	respiración	dCO ₂ /dt	Δt(h)	t (h)
21	0	0	0.68	0.38	0	0
20.49	0.56	-0.020	0.66	0.35	1.62	1.62
19.98	1.12	-0.039	0.64	0.32	1.77	3.39
19.64	1.49	-0.052	0.63	0.30	1.26	4.65
19.13	2.05	-0.072	0.61	0.27	2.10	6.75
18.79	2.42	-0.085	0.60	0.25	1.51	8.26
18.27	2.98	-0.105	0.58	0.22	2.55	10.81
17.75	3.54	-0.124	0.57	0.19	2.92	13.73
17.41	3.92	-0.137	0.56	0.17	2.16	15.89
16.89	4.48	-0.157	0.55	0.15	3.84	19.72
16.37	5.04	-0.177	0.53	0.12	4.70	24.43
16.02	5.41	-0.190	0.52	0.10	3.69	28.11
15.50	5.97	-0.210	0.51	0.08	7.47	35.59
14.97	6.53	-0.229	0.50	0.05	11.46	47.05
14.45	7.10	-0.249	0.49	0.02	24.30	71.35
14.09	7.47	-0.262	0.48	0.01	62.36	133.71