



Predicción de la temperatura interna de un prisma rectangular de concreto empleando datos meteorológicos e imágenes térmicas en un modelo de regresión.

Anexos

Luis Alberto López Herrera, Santiago Prieto Angarita

Este documento de anexos complementa el cuerpo principal del artículo al presentar gráficos, tablas y resultados para cada uno de los escenarios de estudio, que respaldan los análisis realizados. En particular, se incluyen los siguientes elementos:

Anexo A. Variación de la temperatura interna y temperatura superficial en el prisma de concreto.	2
Anexo B. Variación de la temperatura interna y temperatura superficial en el tiempo.	3
Anexo C. Histogramas de las variables meteorológicas y térmicas	7
Anexo D. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.	10
Anexo E. Matriz de correlación.	12
Anexo F. Selección de modelos de regresión.	13
Anexo G. Temperatura interna registrada vs modelo de predicción ganador.	18

Anexo A. Variación de la temperatura interna y temperatura superficial en el prisma de concreto.

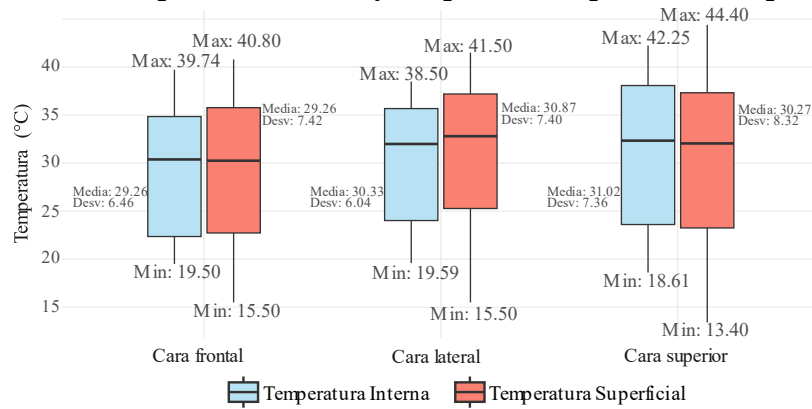


Figura A. 1. Temperatura interna y temperatura superficial para el escenario 1.
Fuente: elaboración propia.

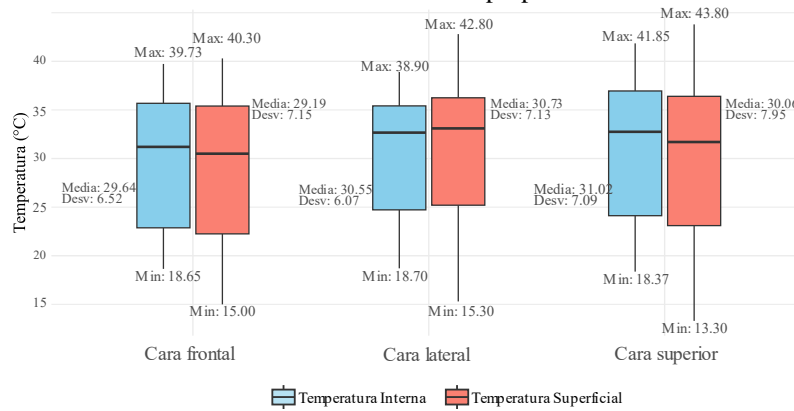


Figura A. 2. Temperatura interna y temperatura superficial para el escenario 2
Fuente: elaboración propia.

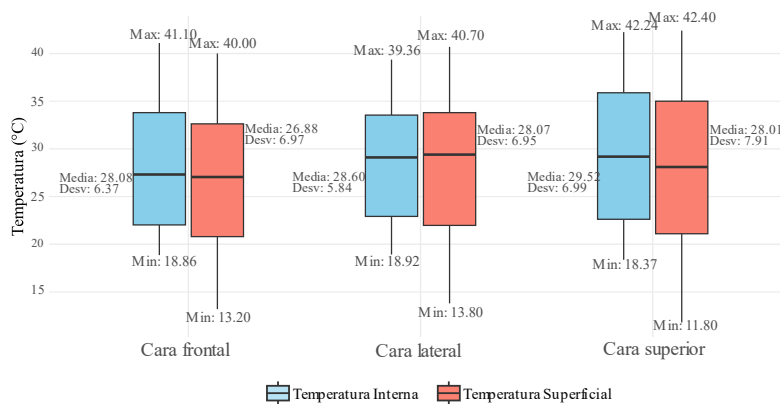


Figura A. 3. Temperatura interna y temperatura superficial para el escenario 3
Fuente: elaboración propia.

Anexo B. Variación de la temperatura interna y temperatura superficial en el tiempo.

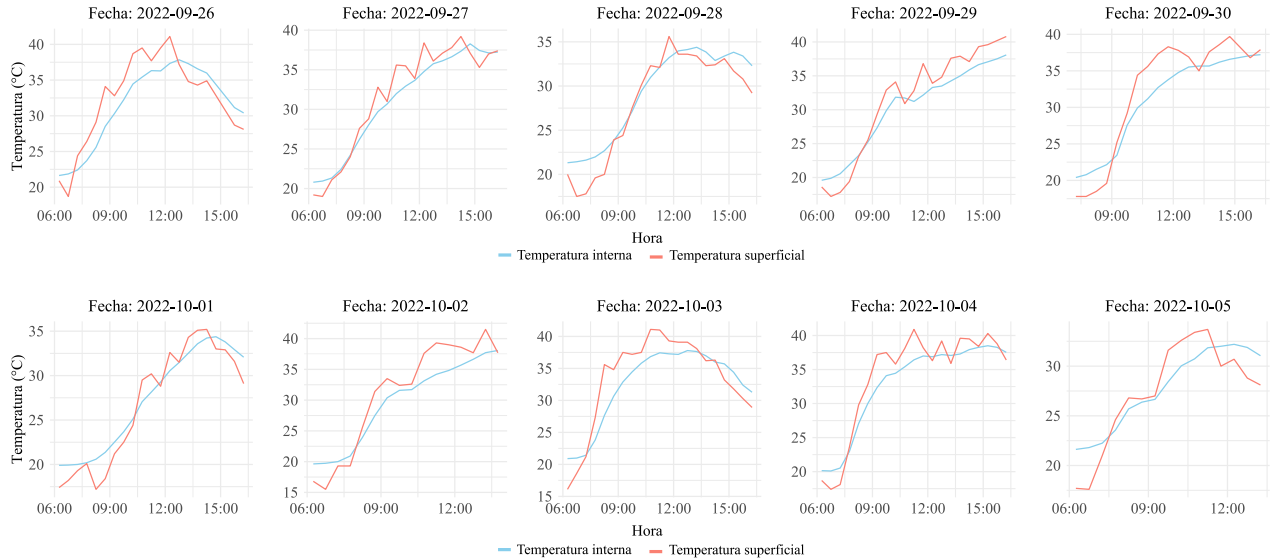


Figura B.1. 1. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara lateral en el tiempo para el escenario 1.
Fuente: elaboración propia.

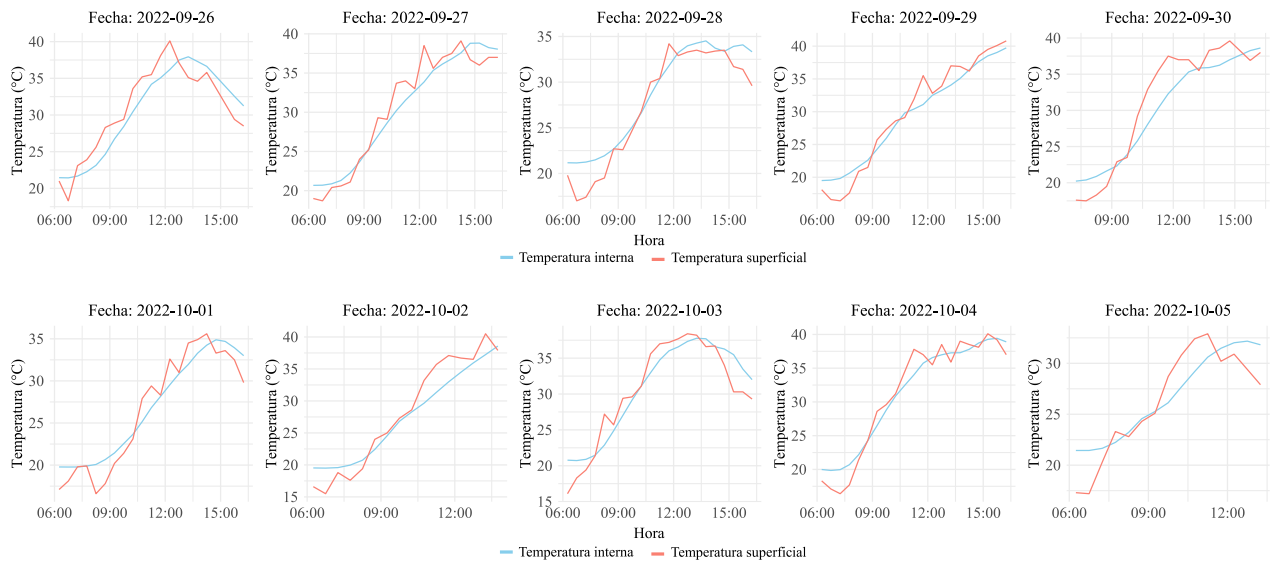


Figura B.1. 2. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara frontal en el tiempo para el escenario 1.
Fuente: elaboración propia.

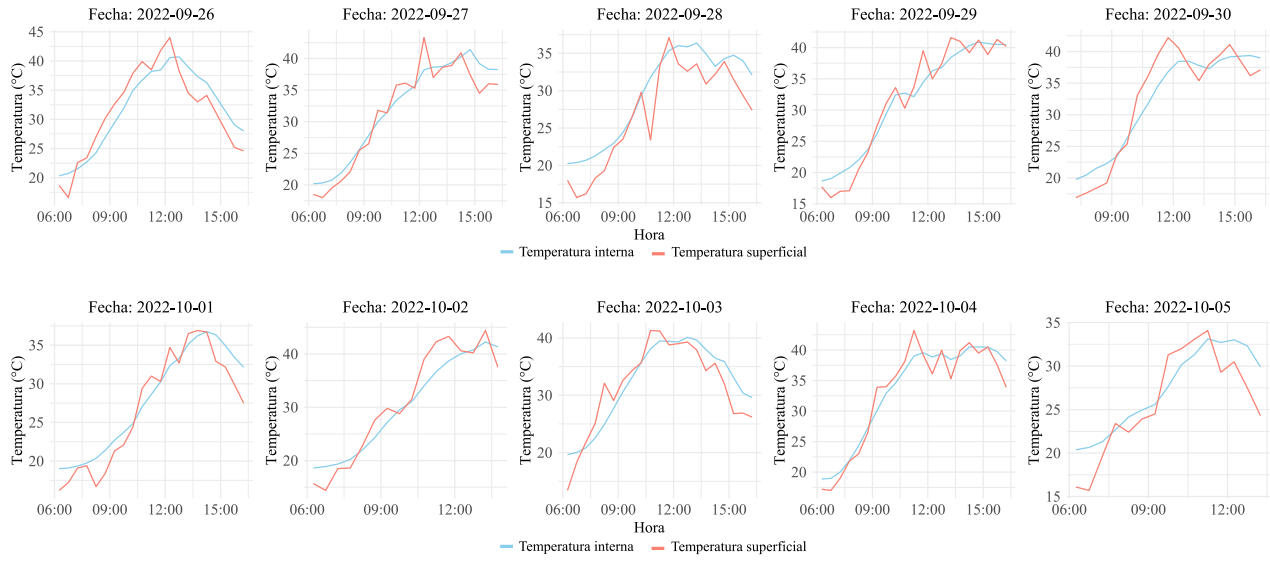


Figura B.1. 3. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara superior en el tiempo para el escenario 1.
Fuente: elaboración propia.

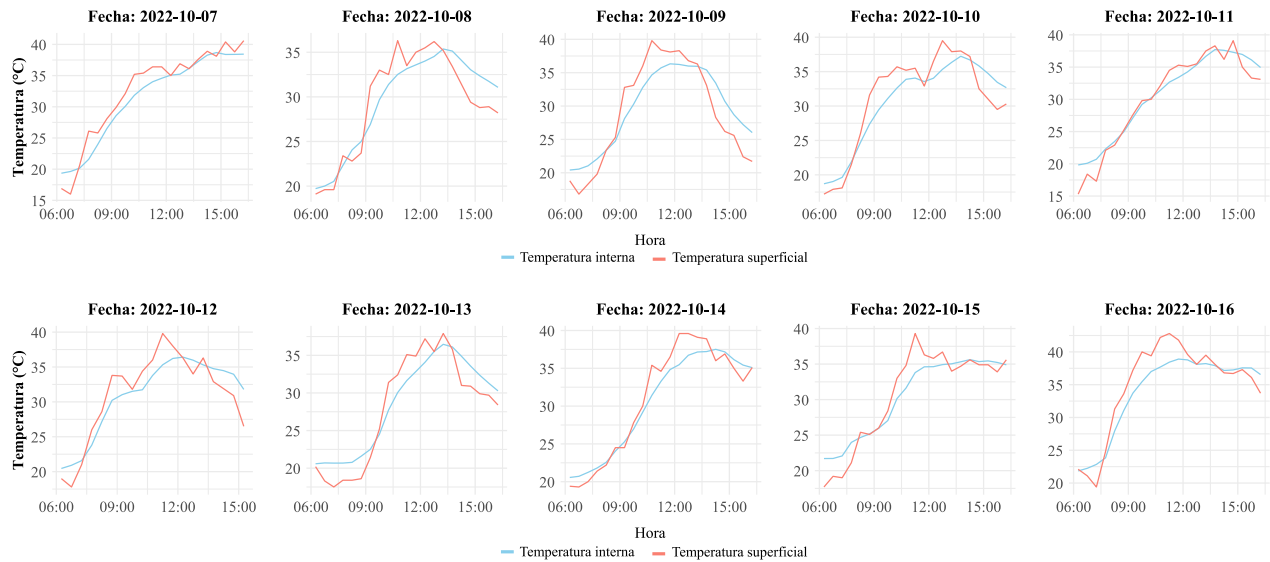


Figura B.2. 1. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara lateral en el tiempo para el escenario 2.
Fuente: elaboración propia.

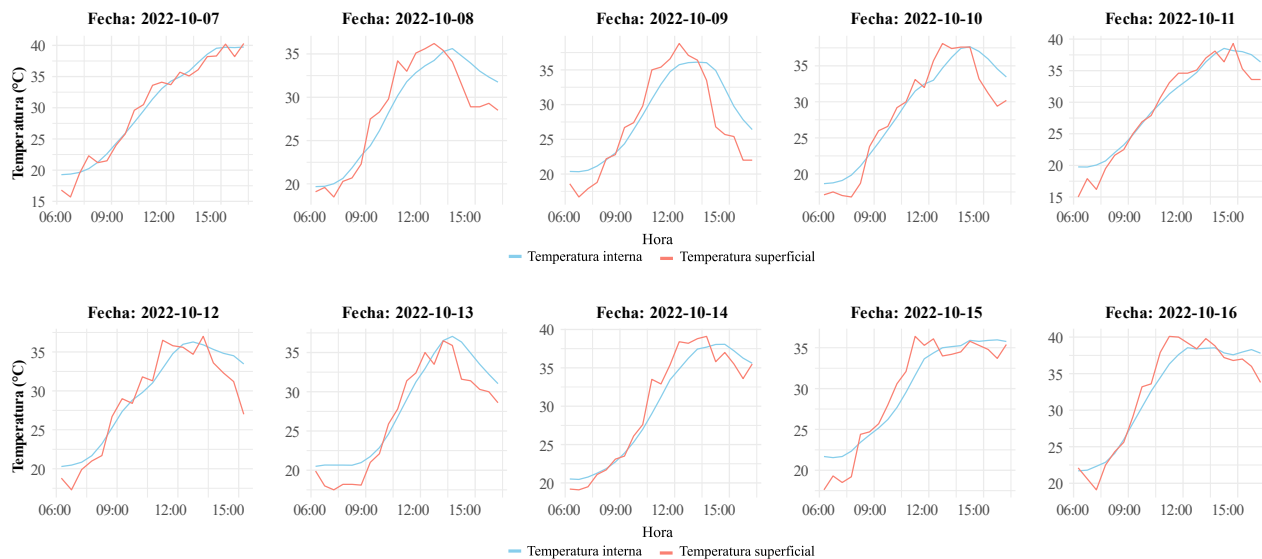


Figura B.2. 2. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara frontal en el tiempo para el escenario 2.
Fuente: elaboración propia.

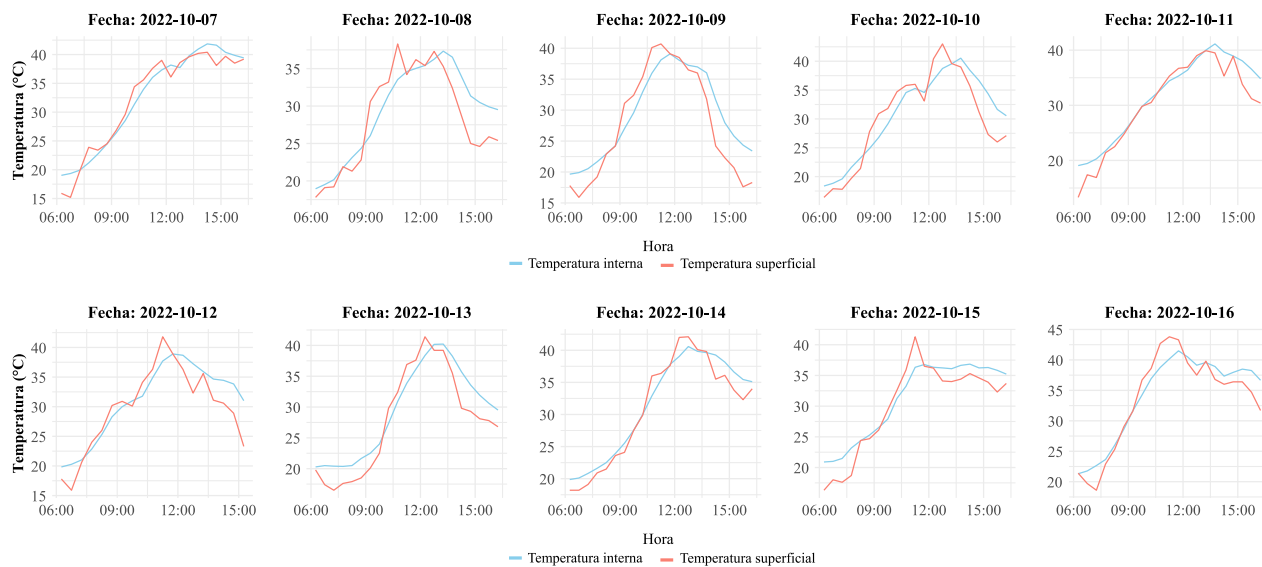


Figura B.2. 3. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara superior en el tiempo para el escenario 2.
Fuente: elaboración propia.

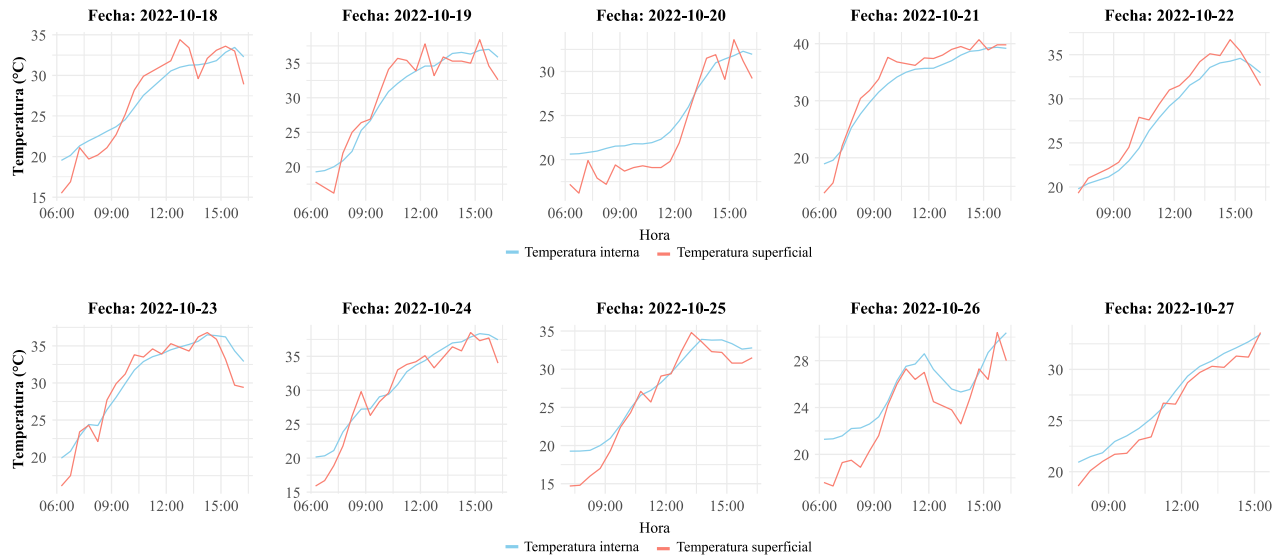


Figura B.3. 1. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara lateral en el tiempo para el escenario 3.
Fuente: elaboración propia.

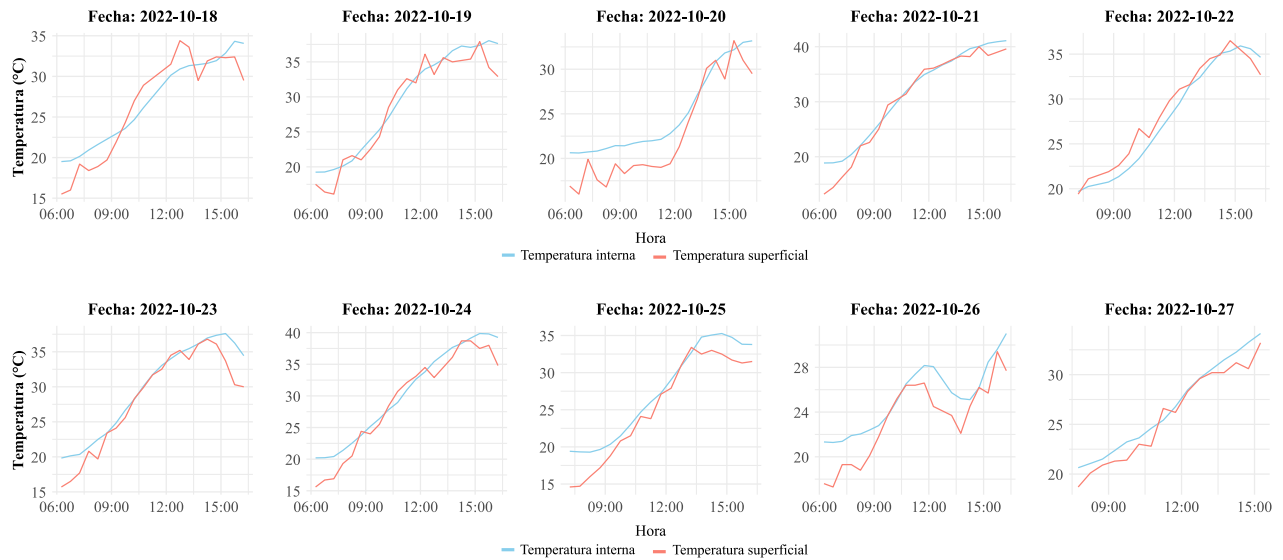


Figura B.3. 2. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara frontal en el tiempo para el escenario 3.
Fuente: elaboración propia.

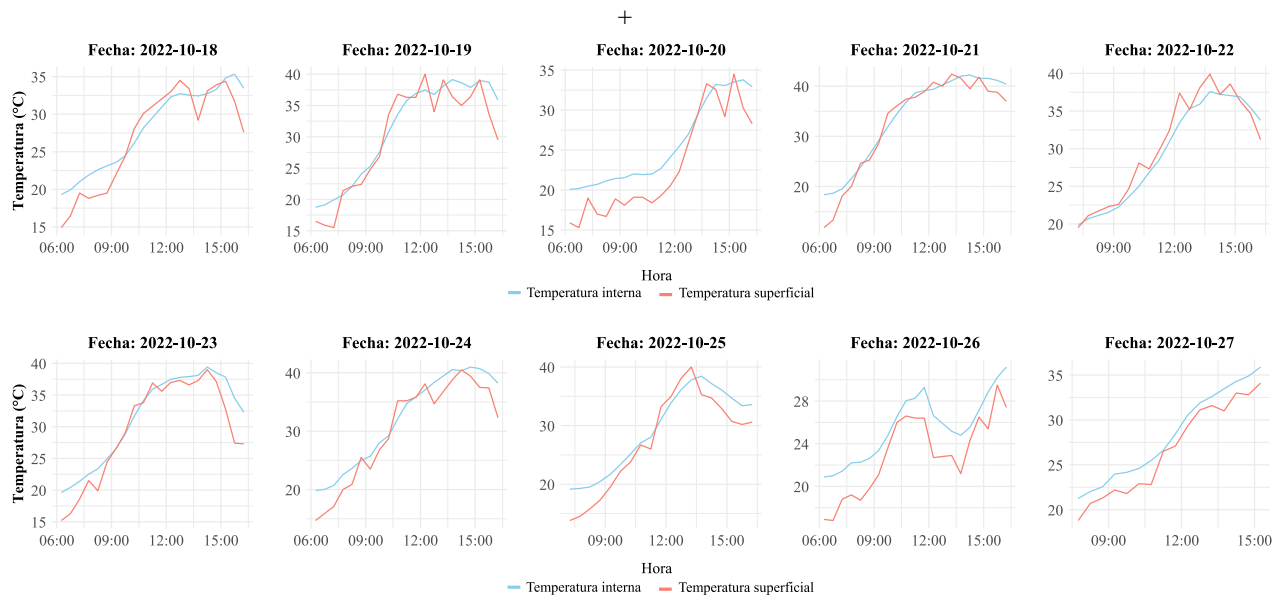


Figura B.3. 3. Temperatura interna vs temperatura superficial de la cara superior en el tiempo para el escenario 3.
Fuente: elaboración propia.

Anexo C. Histogramas de las variables meteorológicas y térmicas

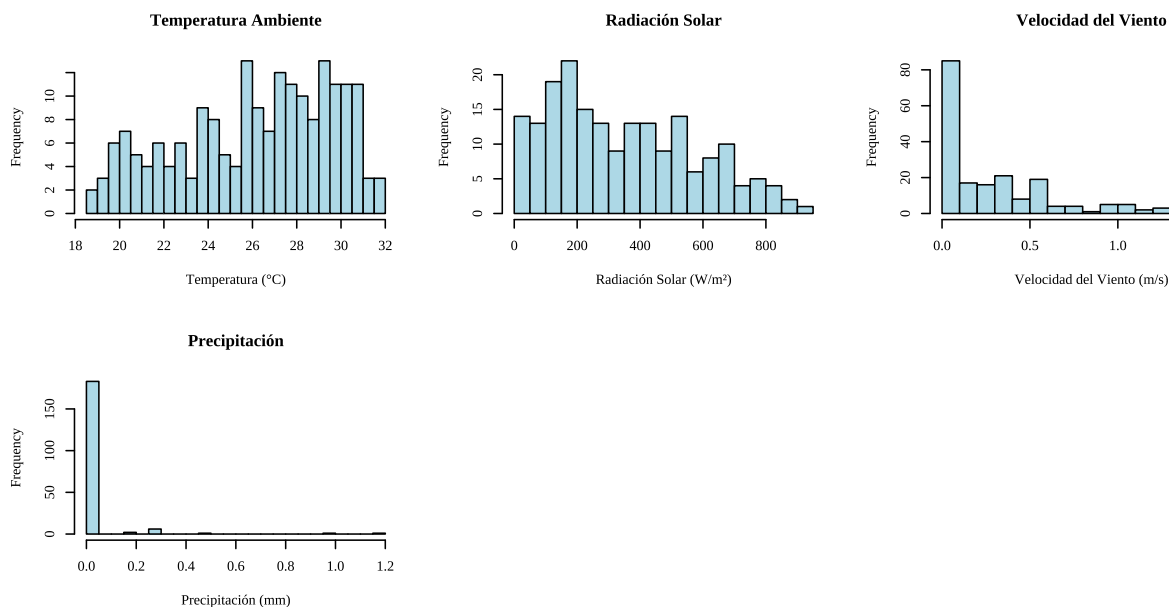


Figura C.1 1. Histogramas variables meteorológicas para el escenario 1.
Fuente: elaboración propia.

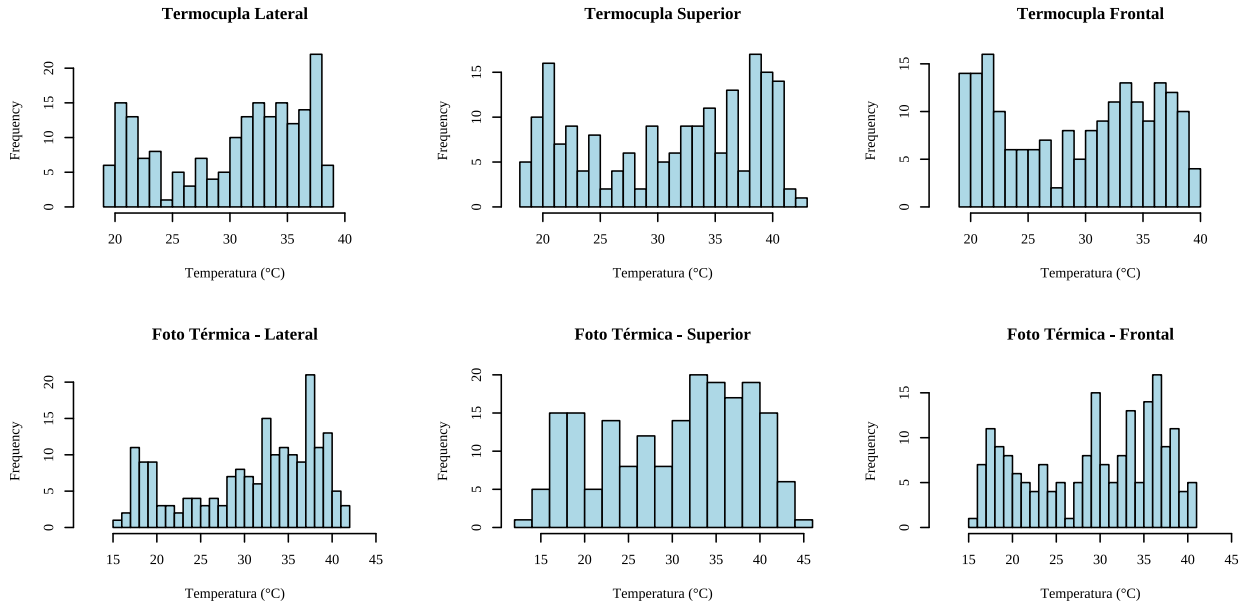


Figura C.1 2. Histogramas variables térmicas para el escenario 1.
Fuente: elaboración propia.

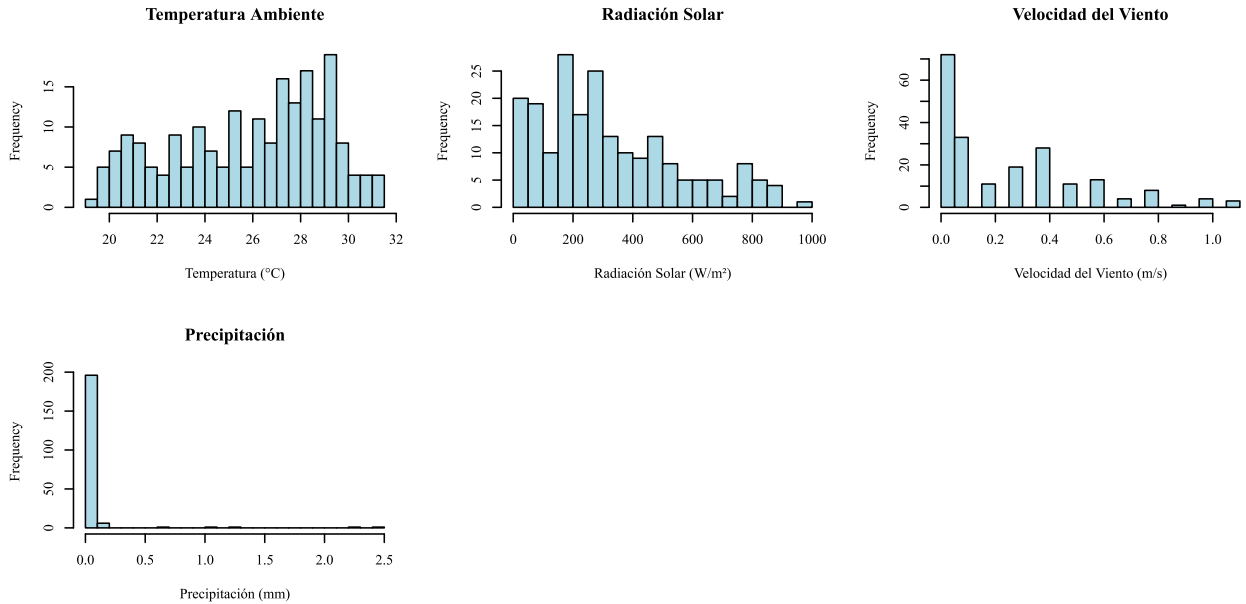


Figura C.2. 1. Histogramas variables meteorológicas para el escenario 2.
Fuente: elaboración propia.

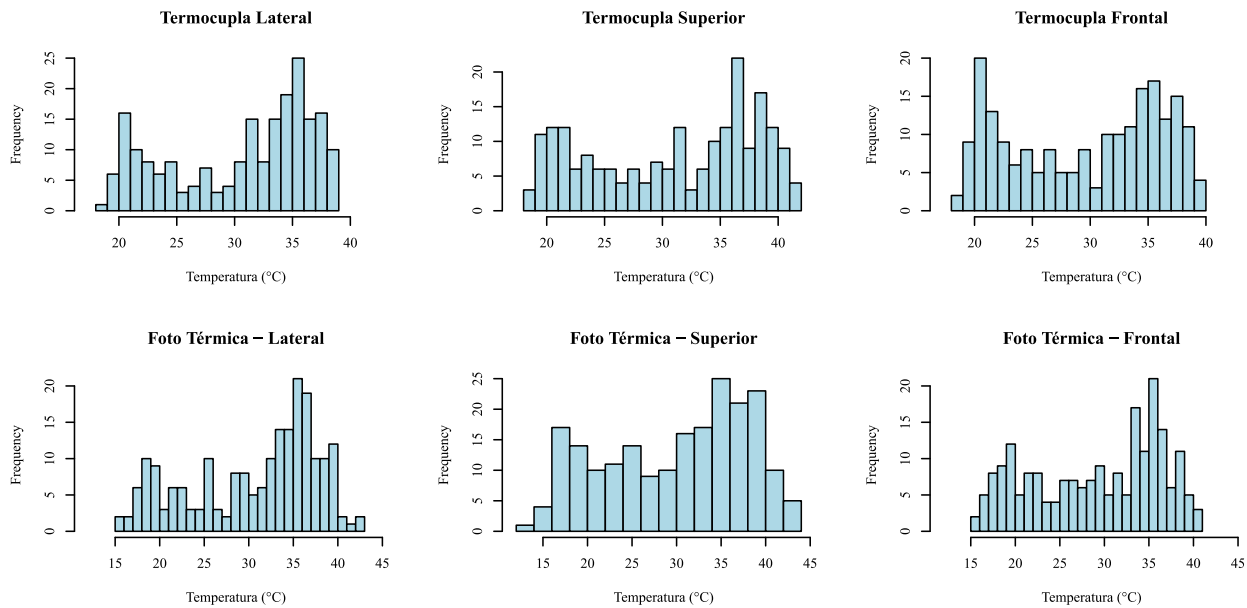


Figura C.2. 2. Histogramas variables térmicas para el escenario 2.

Fuente: elaboración propia.

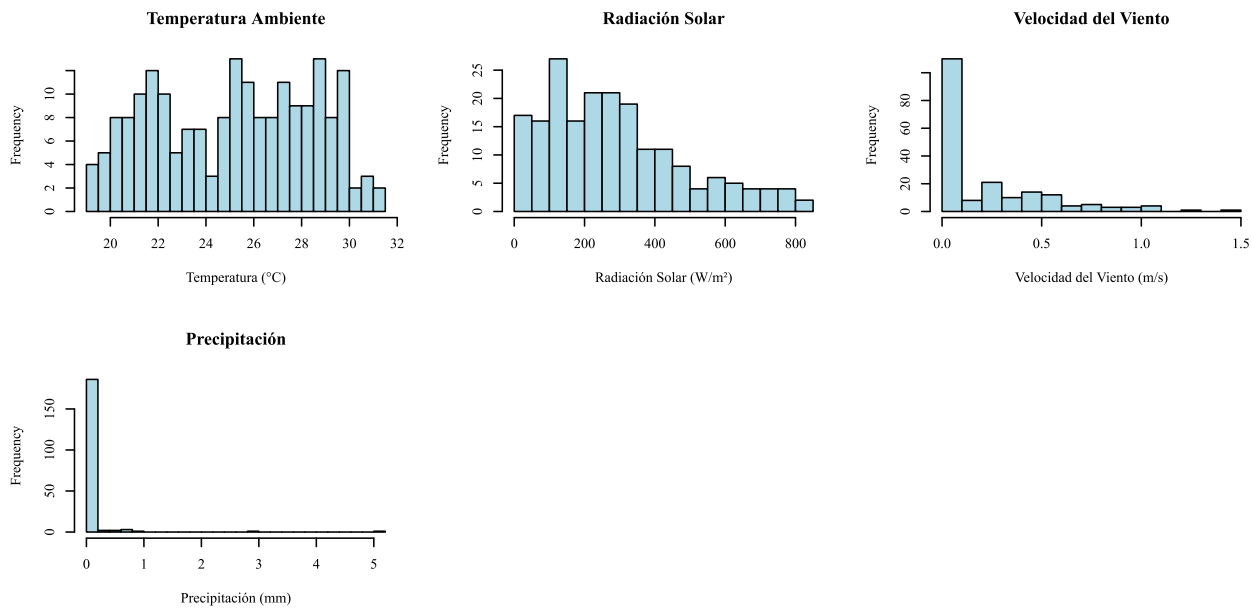


Figura C.3. 1. Histogramas variables meteorológicas para el escenario 3.

Fuente: elaboración propia.

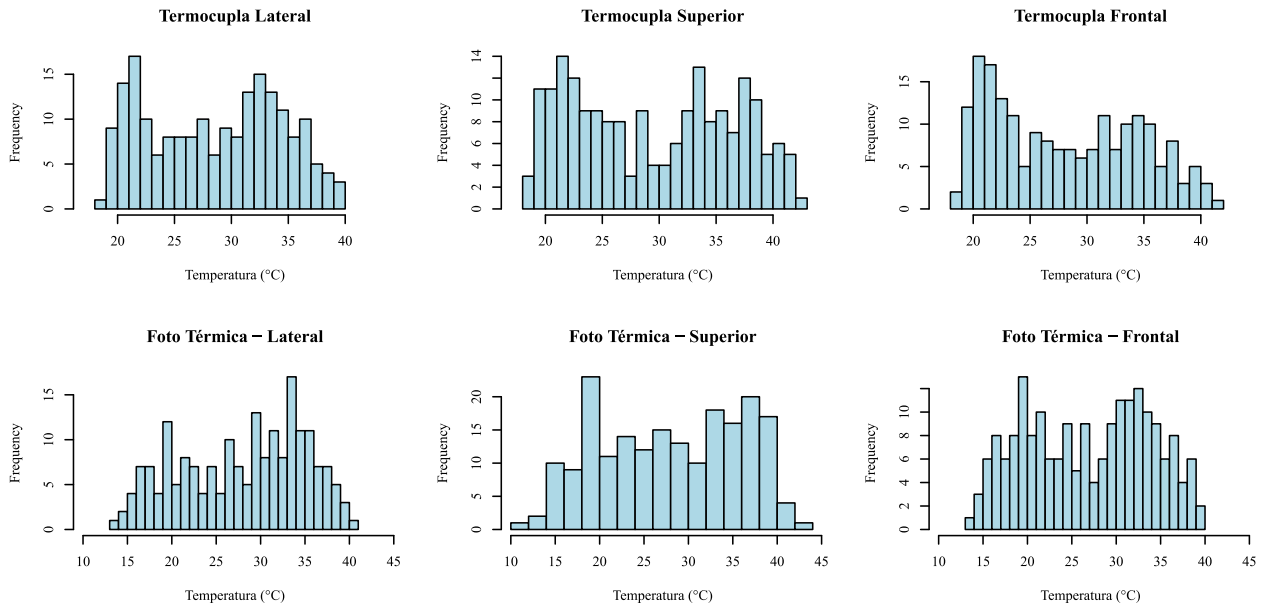


Figura C.3. 2. Histogramas variables térmicas para el escenario 3.
Fuente: elaboración propia.

Anexo D. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

Tabla D. 1. Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk, para las variables del escenario 1

Variable	Valor <i>p</i>	Normalidad
Termocupla lateral	2.89E-10	No Normal
Termocupla superior	2.10E-09	No Normal
Termocupla frontal	3.66E-09	No Normal
Foto térmica lateral	1.06E-09	No Normal
Foto térmica superior	5.37E-07	No Normal
Foto térmica frontal	1.68E-08	No Normal
Temperatura ambiente	4.34E-06	No Normal
Radiación solar	3.66E-06	No Normal
Velocidad del viento	6.53E-14	No Normal
Precipitación	4.32E-28	No Normal

Fuente: elaboración propia.

Tabla D. 2. Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk, para las variables del escenario 2.

Variable	Valor p	Normalidad
Termocupla lateral	6.75E-11	No Normal
Termocupla superior	1.10E-09	No Normal
Termocupla frontal	5.69E-10	No Normal
Foto térmica lateral	1.84E-09	No Normal
Foto térmica superior	1.46E-07	No Normal
Foto térmica frontal	1.44E-08	No Normal
Temperatura ambiente	4.36E-07	No Normal
Radiación solar	2.50E-08	No Normal
Velocidad del viento	1.20E-13	No Normal
Precipitación	1.73E-29	No Normal

Fuente: elaboración propia.

Tabla D. 3. Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk, para las variables del escenario 3.

Variable	Valor p	Normalidad
Termocupla lateral	8.22E-07	No Normal
Termocupla superior	7.54E-08	No Normal
Termocupla frontal	8.18E-08	No Normal
Foto térmica lateral	6.85E-06	No Normal
Foto térmica superior	5.92E-06	No Normal
Foto térmica frontal	1.23E-05	No Normal
Temperatura ambiente	9.32E-06	No Normal
Radiación solar	3.23E-08	No Normal
Velocidad del viento	1.36E-15	No Normal
Precipitación	7.71E-29	No Normal

Fuente: elaboración propia.

Anexo E. Matriz de correlación.

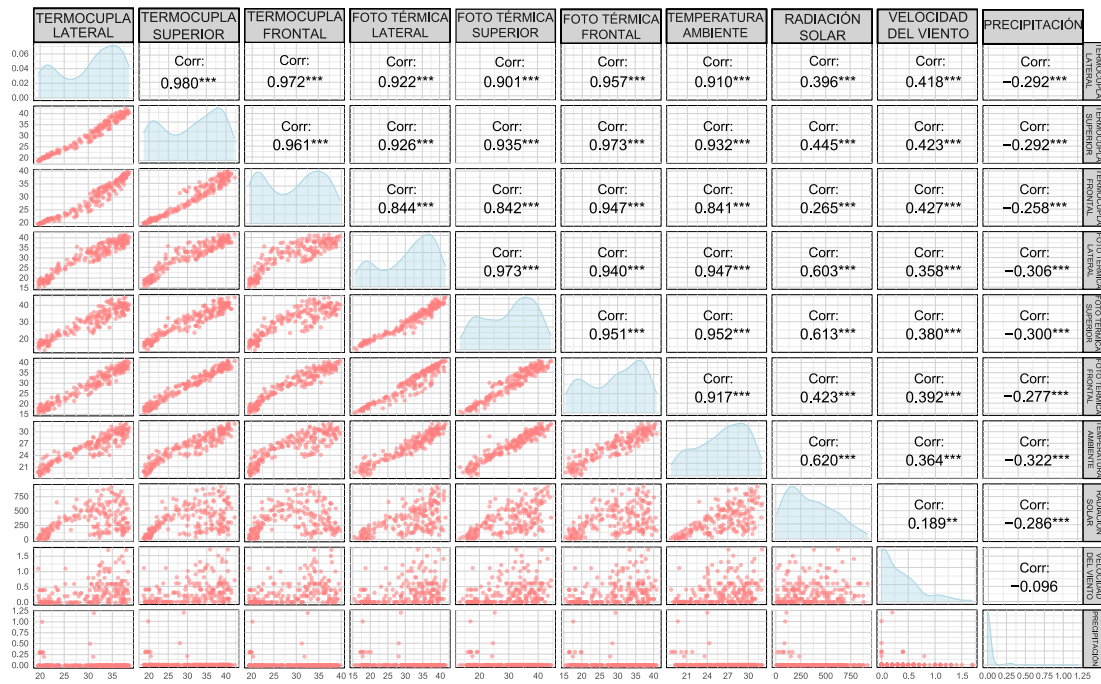


Figura E. 1. Matriz de correlación para el escenario 1.

Fuente: elaboración propia.

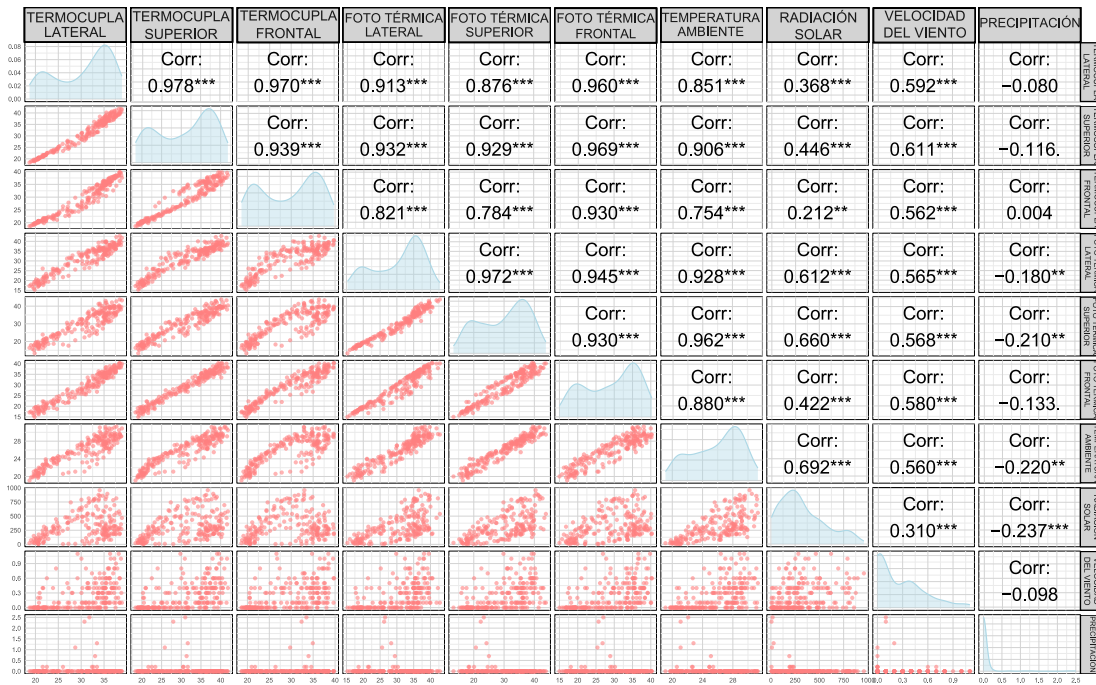


Figura E. 2. Matriz de correlación para el escenario 2.

Fuente: elaboración propia.

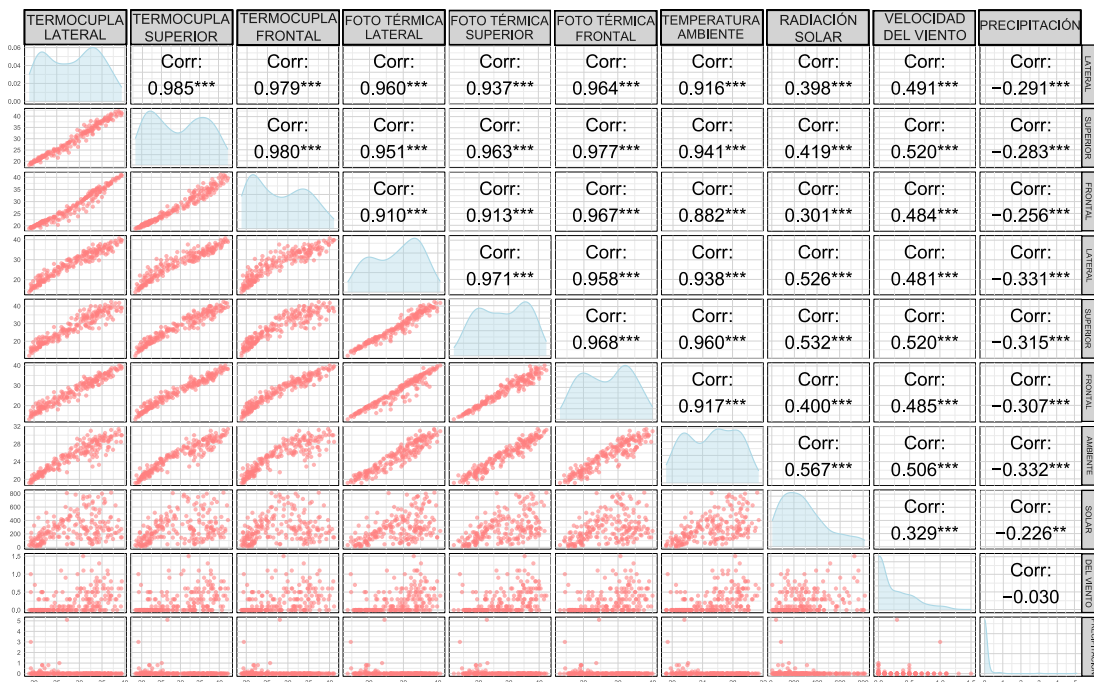


Figura E. 3. Matriz de correlación para el escenario 3.

Fuente: elaboración propia.

Anexo F. Selección de modelos de regresión.

Tabla F. 1. Selección de modelos de regresión para la cara lateral, escenario 1.

N°	R ²	RMSE	Modelos		
			Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.958	1.42	NO	NO	-
2	0.921	2.04	SI	SI	N/A
3	0.87	2.4	SI	SI	-
4	0.788	3.18	SI	SI	-
5	0.794	3.26	NO	SI	-
6	0.923	1.99	SI	SI	12.04
7	0.949	1.67	SI	NO	-
8	0.925	1.95	SI	SI	1.079
9	0.952	1.59	SI	NO	-
10	0.956	1.51	SI	NO	-
11	0.927	1.9	SI	SI	12.12
12	0.958	1.43	SI	NO	-
13	0.898	2.07	SI	NO	-
14	0.877	2.29	SI	SI	-
15	0.902	1.97	SI	NO	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla F. 2. Selección de modelos de regresión para la cara superior, escenario 1.

Modelos					
Nº	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.952	1.82	NO	NO	-
2	0.906	2.57	SI	SI	N/A
3	0.867	2.42	SI	SI	-
4	0.732	3.08	SI	SI	-
5	0.767	3.07	SI	SI	-
6	0.909	2.35	SI	SI	13.75
7	0.944	2.34	SI	NO	-
8	0.910	2.47	SI	SI	1.12
9	0.945	2.28	SI	NO	-
10	0.950	1.91	SI	NO	-
11	0.912	2.24	SI	SI	13.98
12	0.952	1.83	SI	NO	-
13	0.902	2.05	SI	NO	-
14	0.874	2.30	SI	SI	-
15	0.907	1.97	SI	NO	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla F. 3. Selección de modelos de regresión para la cara frontal, escenario 1.

Modelos					
Nº	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.957	1.40	NO	NO	-
2	0.922	2.01	SI	SI	N/A
3	0.725	3.31	SI	SI	-
4	0.644	3.71	SI	SI	-
5	0.717	3.41	NO	SI	-
6	0.930	1.97	SI	NO	-
7	0.954	1.53	SI	NO	-
8	0.922	1.93	NO	SI	-
9	0.955	1.45	NO	NO	-
10	0.956	1.50	SI	NO	-
11	0.930	1.91	NO	NO	-
12	0.956	1.41	NO	NO	-
13	0.865	2.63	SI	NO	-
14	0.739	3.18	SI	SI	-
15	0.874	2.54	SI	NO	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla F. 4. Selección de modelos de regresión para la cara lateral, escenario 2.

Modelos					
N°	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.953	1.266	SI	NO	-
2	0.901	2.053	SI	SI	N/A
3	0.810	3.206	SI	SI	-
4	0.723	3.873	SI	SI	-
5	0.786	3.284	NO	SI	-
6	0.900	2.058	NO	SI	-
7	0.939	1.414	SI	NO	-
8	0.905	2.068	SI	SI	1.31
9	0.942	1.425	SI	NO	-
10	0.944	1.375	SI	NO	-
11	0.904	2.068	NO	SI	-
12	0.946	1.411	SI	NO	-
13	0.862	2.664	SI	NO	-
14	0.819	3.247	SI	SI	-
15	0.868	2.728	SI	NO	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla F. 5. Selección de modelos de regresión para la cara superior, escenario 2.

Modelos					
N°	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.956	1.45	SI	NO	-
2	0.888	2.33	SI	SI	N/A
3	0.855	3.08	SI	SI	-
4	0.727	3.88	SI	SI	-
5	0.773	3.34	NO	SI	-
6	0.892	2.40	SI	SI	13.61
7	0.935	1.71	SI	NO	-
8	0.894	2.27	SI	SI	1.21
9	0.939	1.66	SI	NO	-
10	0.947	1.63	SI	NO	-
11	0.896	2.33	SI	SI	13.83
12	0.949	1.59	SI	NO	-
13	0.906	2.36	SI	NO	-
14	0.859	2.98	SI	SI	-
15	0.908	2.29	SI	NO	-

Fuente: elaboración propia

Tabla F. 6. Selección de modelos de regresión para la cara frontal, escenario 2.

Modelos					
Nº	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.949	1.35	NO	NO	-
2	0.906	2.14	SI	SI	N/A
3	0.630	3.93	SI	SI	-
4	0.597	4.59	SI	SI	-
5	0.768	3.94	NO	SI	-
6	0.929	1.96	SI	SI	12.04
7	0.941	1.54	SI	NO	-
8	0.906	2.20	SI	SI	1.079
9	0.942	1.55	SI	NO	-
10	0.941	1.56	SI	NO	-
11	0.931	1.98	SI	SI	12.12
12	0.942	1.57	SI	NO	-
13	0.819	2.80	SI	NO	-
14	0.657	4.22	SI	SI	-
15	0.826	2.86	SI	NO	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla F. 7. Selección de modelos de regresión para la cara lateral, escenario 3.

Modelos					
Nº	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.953	1.28	NO	NO	-
2	0.924	1.40	SI	SI	N/A
3	0.859	2.40	SI	SI	-
4	0.749	2.89	SI	SI	-
5	0.751	2.92	NO	SI	-
6	0.927	1.47	SI	SI	8.87
7	0.942	1.20	SI	NO	-
8	0.925	1.41	SI	SI	1.18
9	0.944	1.20	SI	NO	-
10	0.951	1.28	SI	NO	-
11	0.928	1.48	NO	SI	-
12	0.952	1.27	SI	NO	-
13	0.881	2.27	SI	NO	-
14	0.859	2.42	NO	SI	-
15	0.882	2.28	NO	NO	-

Fuente: elaboración propia.

Tabla F. 8. Selección de modelos de regresión para la cara superior, escenario 3.

Modelos					
N°	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.958	1.42	NO	NO	-
2	0.921	2.04	SI	SI	N/A
3	0.87	2.4	SI	SI	-
4	0.788	3.18	SI	SI	-
5	0.794	3.26	NO	SI	-
6	0.923	1.99	SI	SI	12.04
7	0.949	1.67	SI	NO	-
8	0.925	1.95	SI	SI	1.079
9	0.952	1.59	SI	NO	-
10	0.956	1.51	SI	NO	-
11	0.927	1.9	SI	SI	12.12
12	0.958	1.43	SI	NO	-
13	0.898	2.07	SI	NO	-
14	0.877	2.29	SI	SI	-
15	0.902	1.97	SI	NO	-

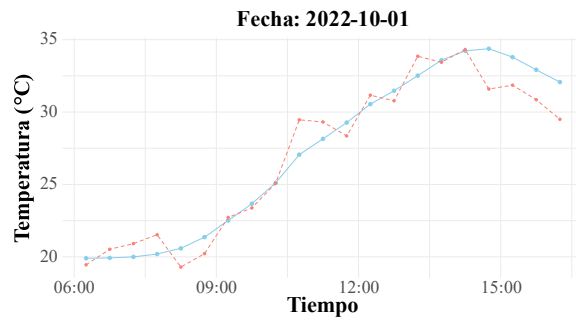
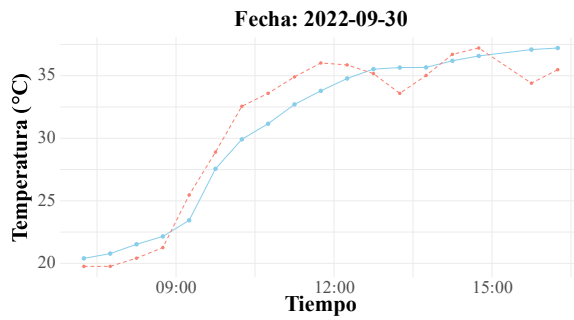
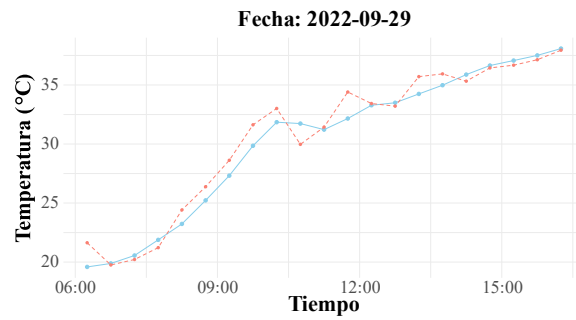
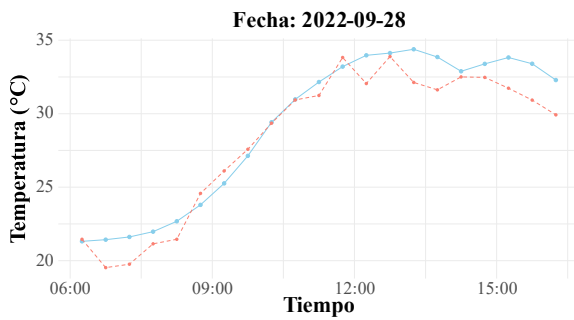
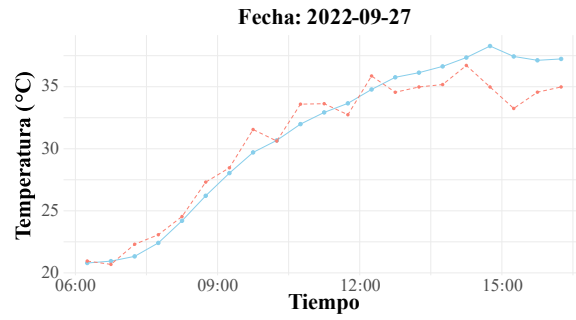
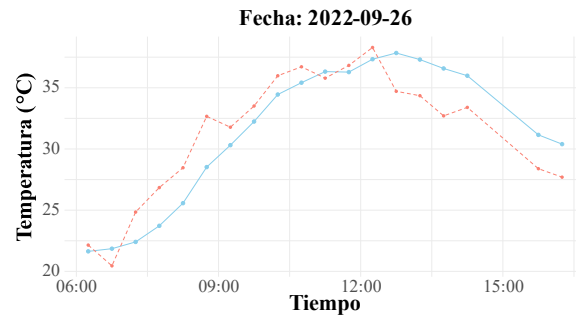
Fuente: elaboración propia.

Tabla F. 9. Selección de modelos de regresión para la cara frontal, escenario 3.

Modelos					
N°	R ²	RMSE	Valor p<0.05	Coef. esperados	VIF
1	0.958	1.42	NO	NO	-
2	0.921	2.04	SI	SI	N/A
3	0.87	2.4	SI	SI	-
4	0.788	3.18	SI	SI	-
5	0.794	3.26	NO	SI	-
6	0.923	1.99	SI	SI	8.87
7	0.949	1.67	SI	NO	-
8	0.925	1.95	SI	SI	1.18
9	0.952	1.59	SI	NO	-
10	0.956	1.51	SI	NO	-
11	0.927	1.9	SI	SI	9.12
12	0.958	1.43	SI	NO	-
13	0.898	2.07	SI	NO	-
14	0.877	2.29	SI	SI	-
15	0.902	1.97	SI	NO	-

Fuente: elaboración propia

Anexo G. Temperatura interna registrada vs modelo de predicción ganador.



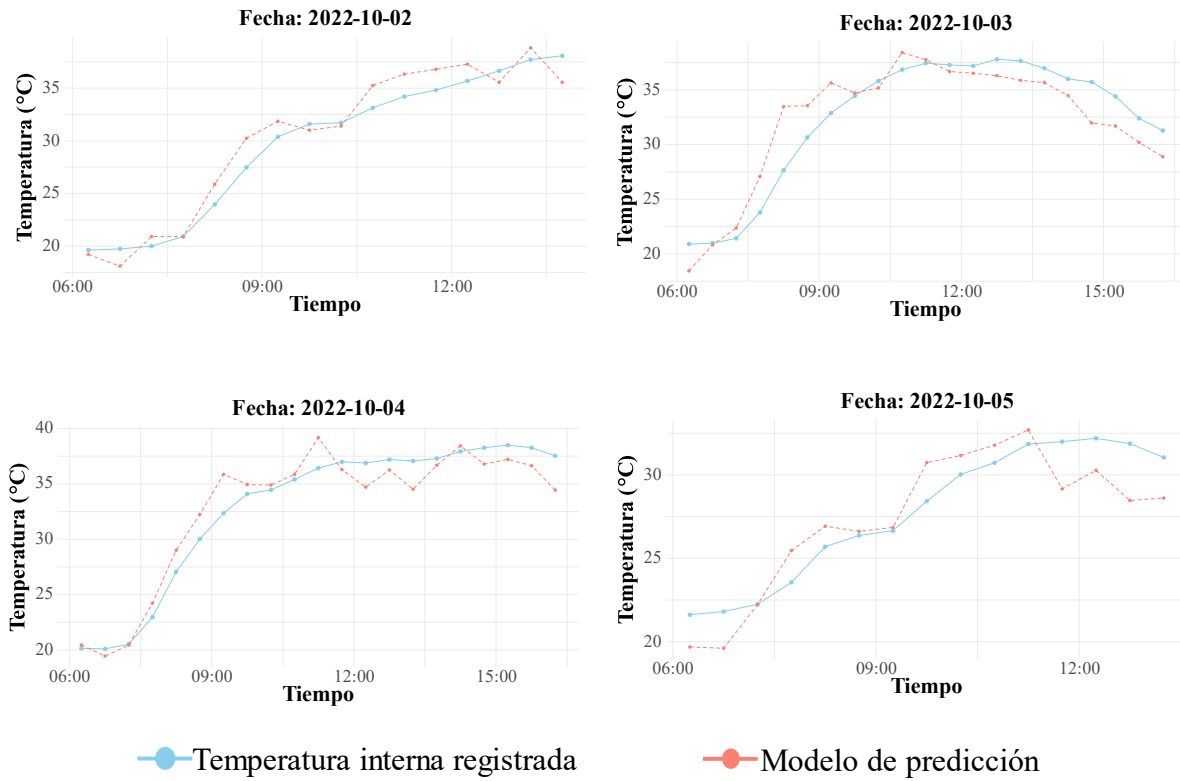
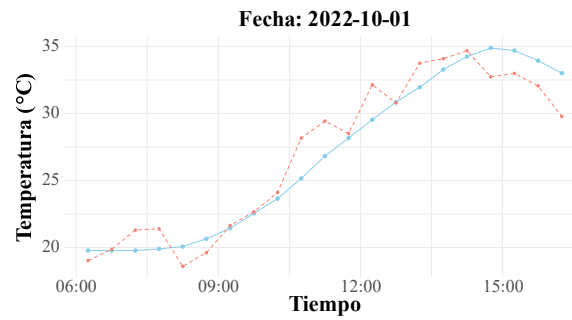
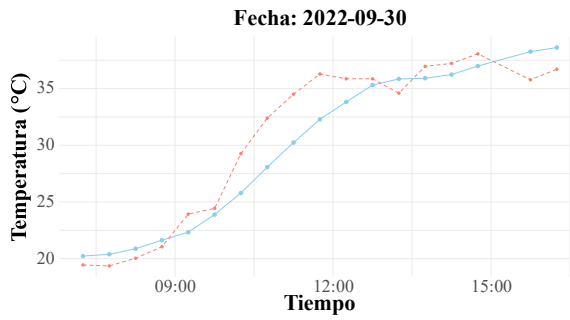
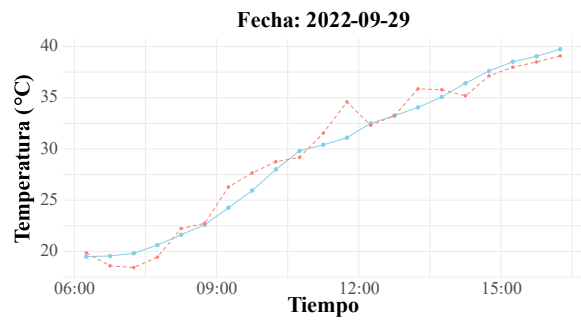
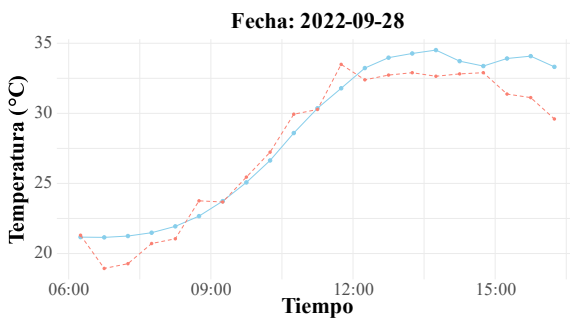
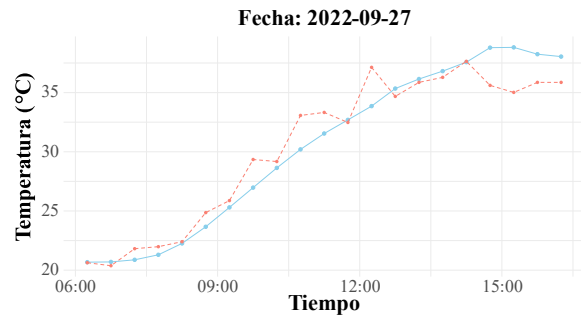
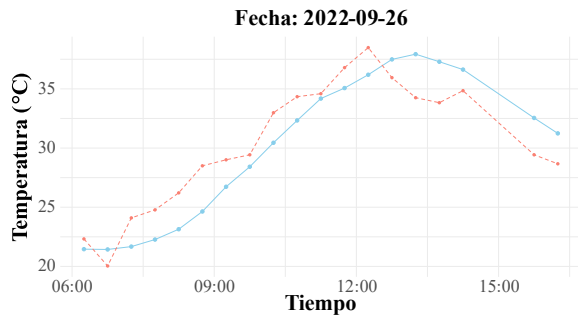


Figura G. 1 Temperatura interna registrada vs modelo 8 de predicción, cara lateral, escenario 1.
Fuente: Elaboración propia.



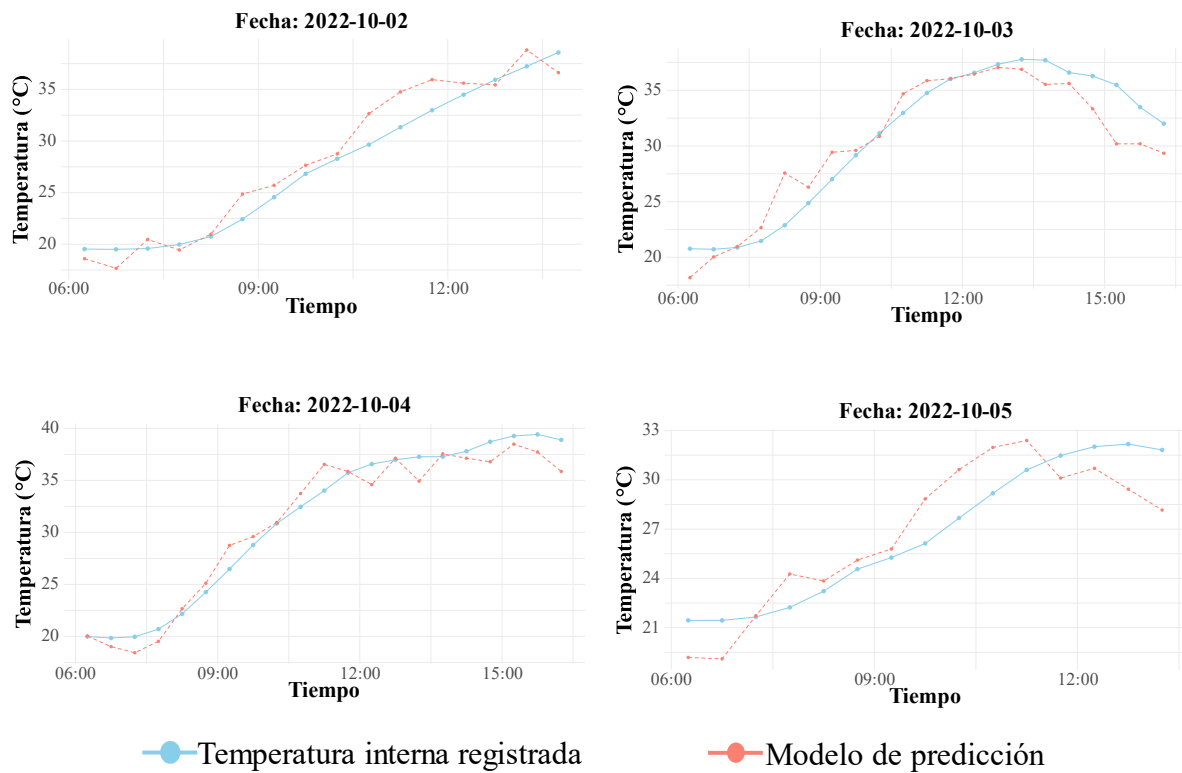
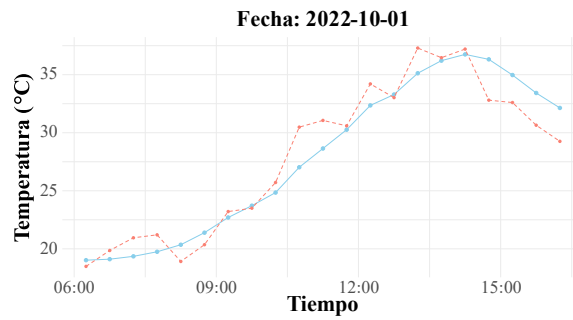
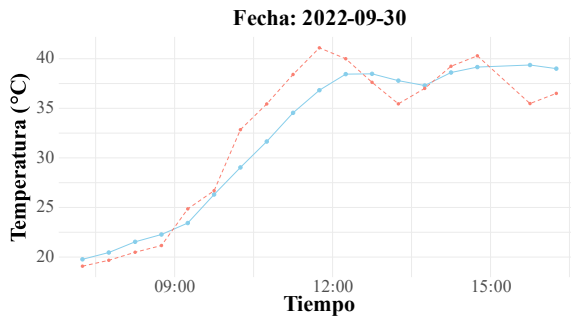
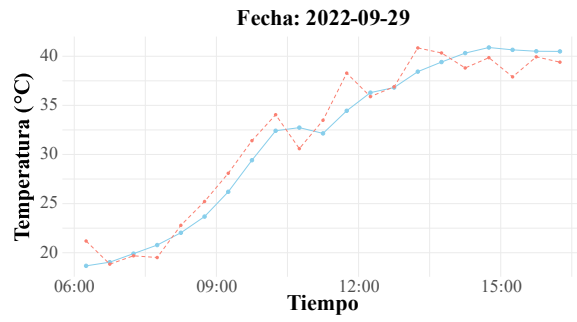
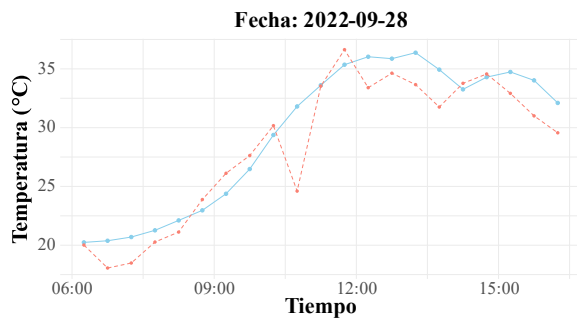
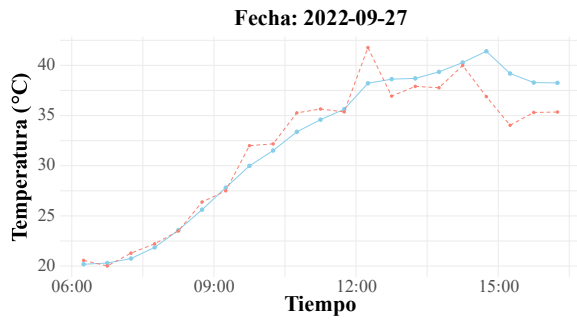
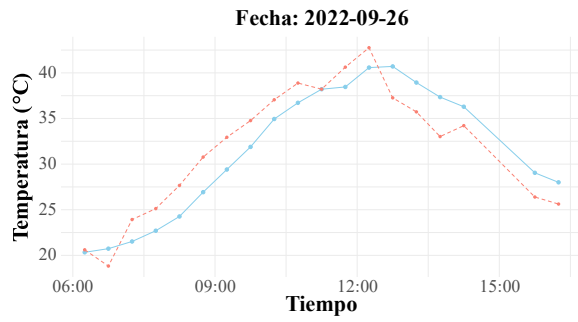


Figura G. 2. Temperatura interna registrada vs modelo 2 de predicción, cara frontal, escenario 1.
Fuente: Elaboración propia.



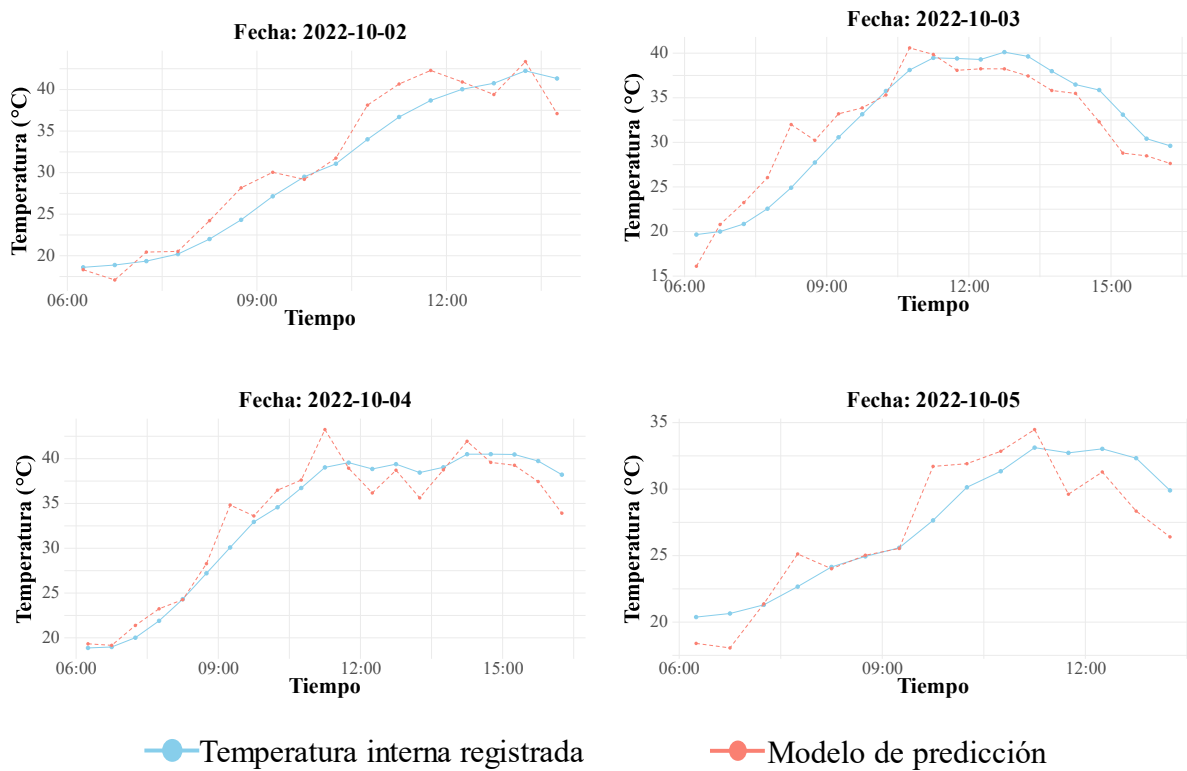
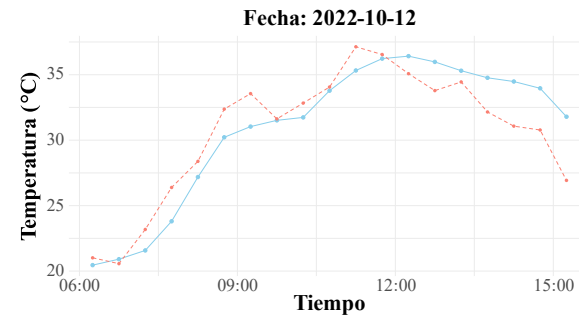
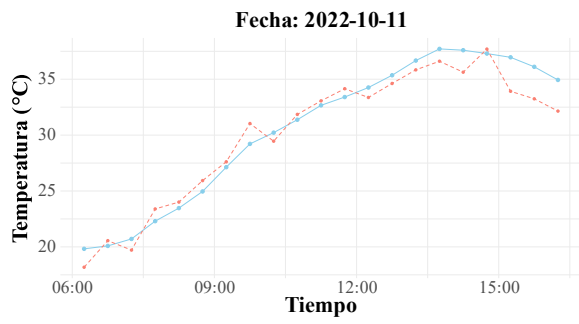
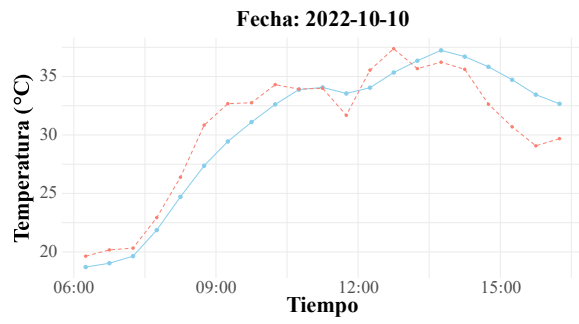
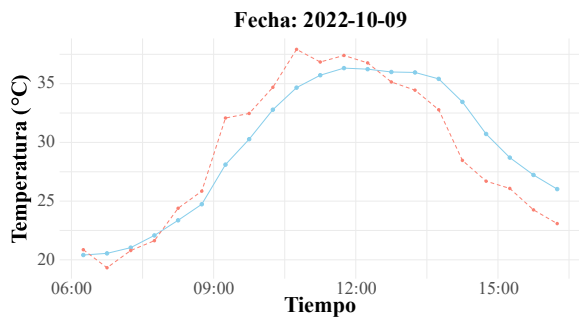
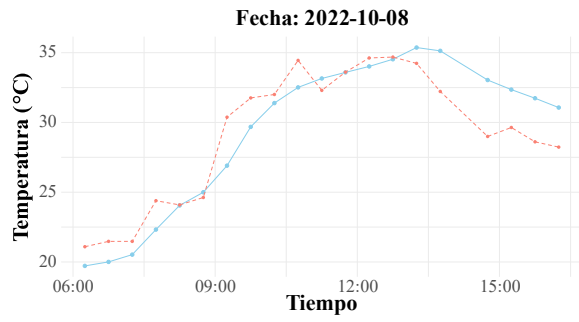
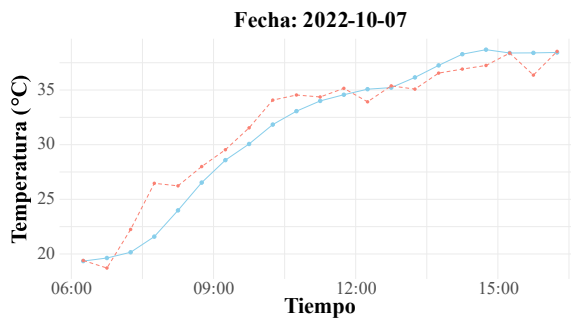


Figura G. 3. Temperatura interna registrada vs modelo 2 de predicción, cara superior, escenario 1.
Fuente: Elaboración propia.



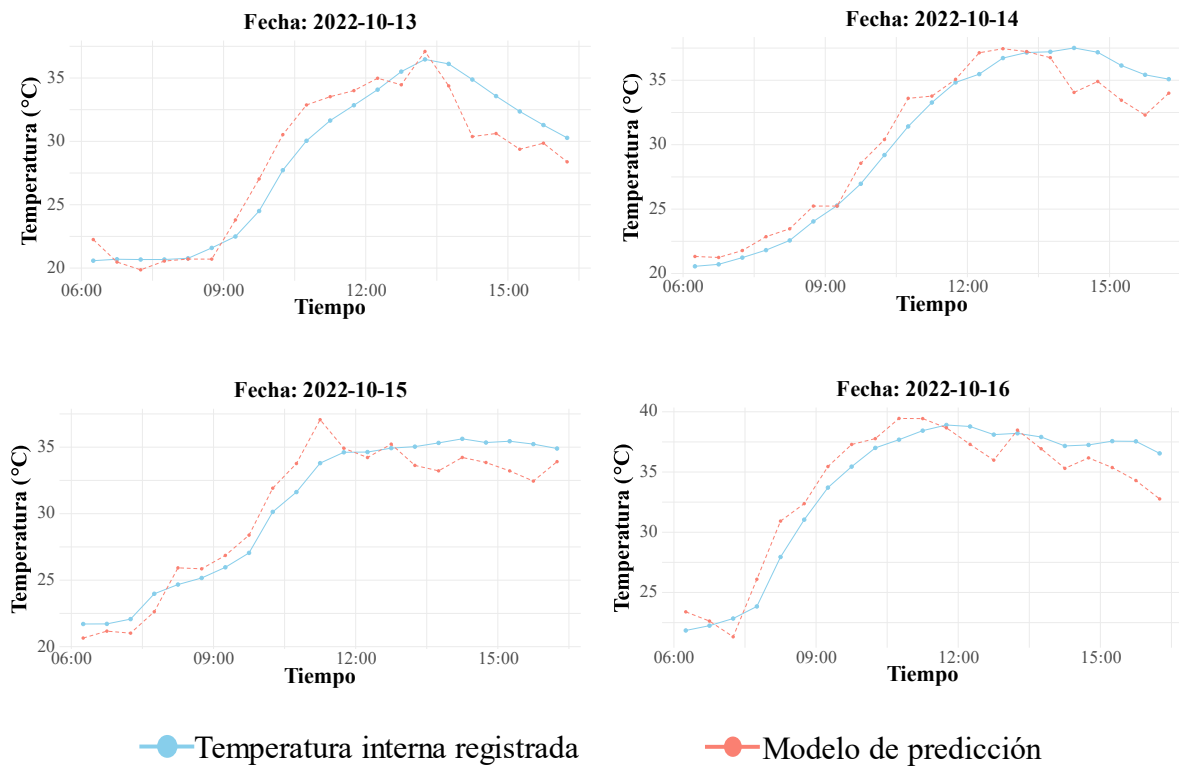
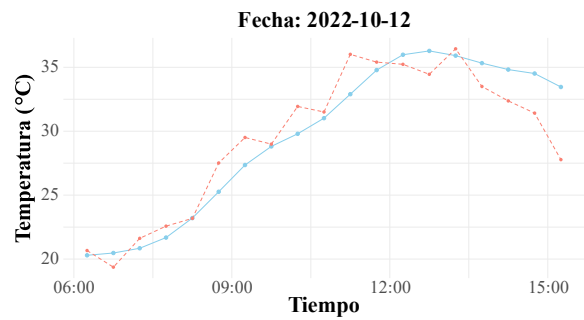
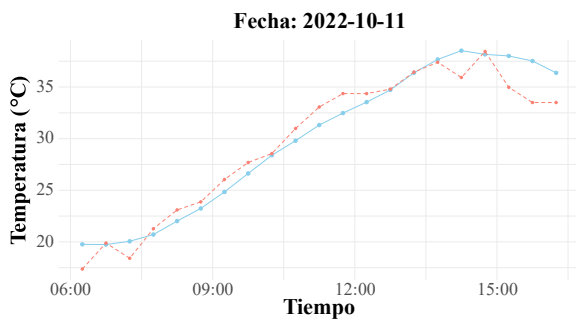
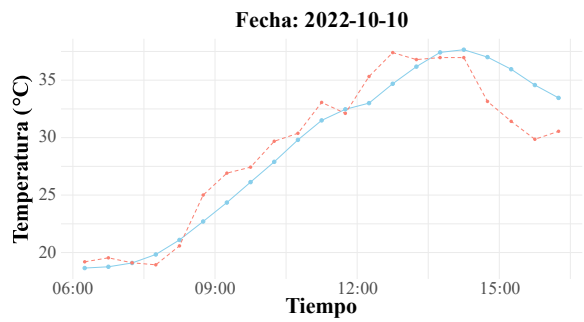
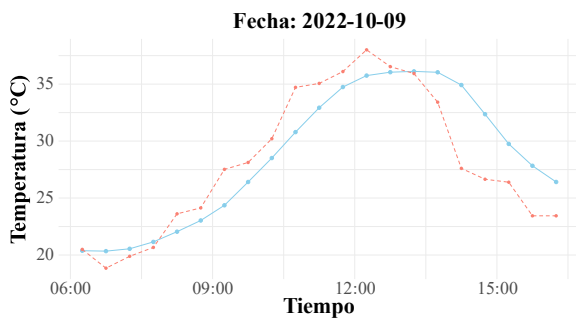
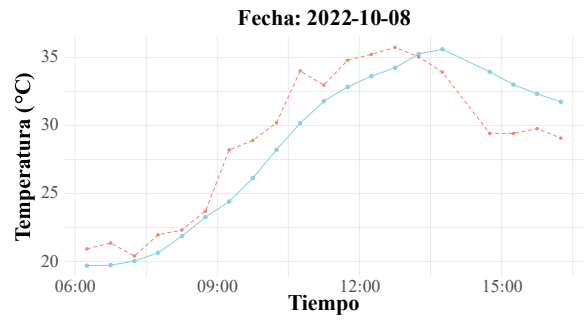
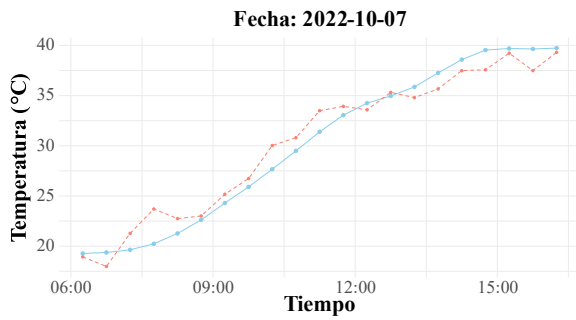


Figura G. 4. Temperatura interna registrada vs modelo 8 de predicción, cara lateral, escenario 2.
Fuente: Elaboración propia.



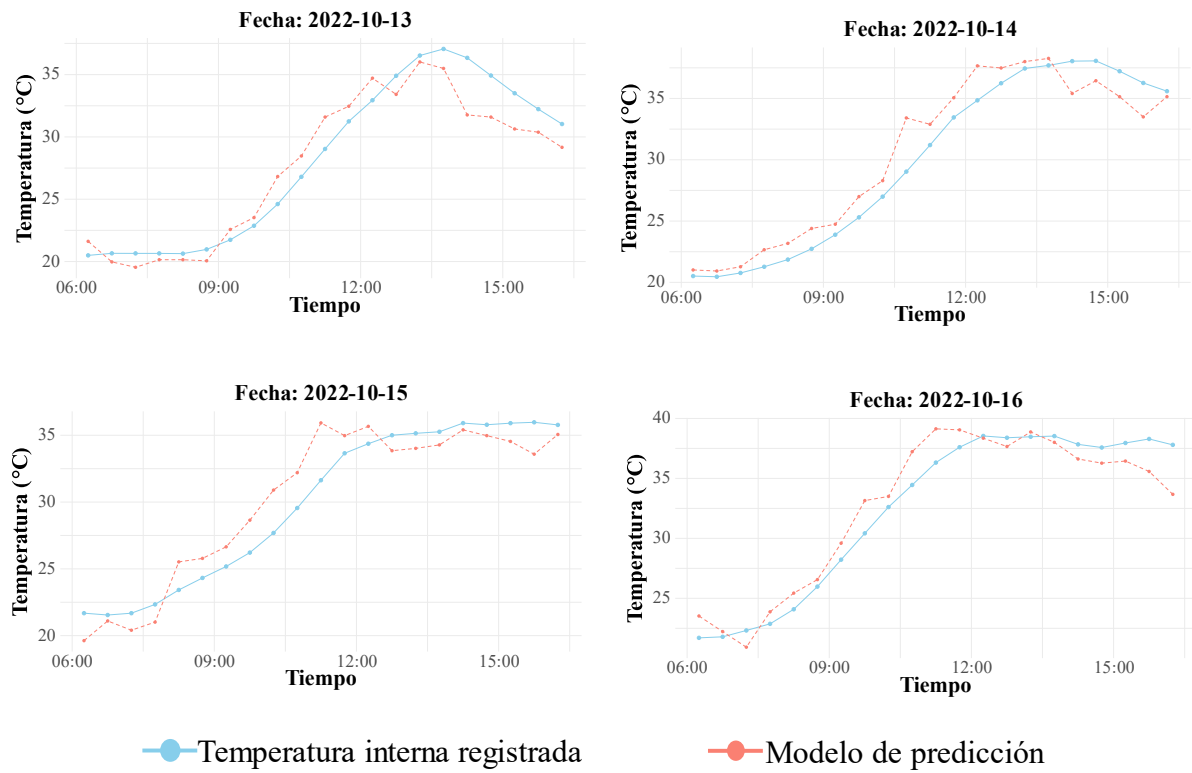
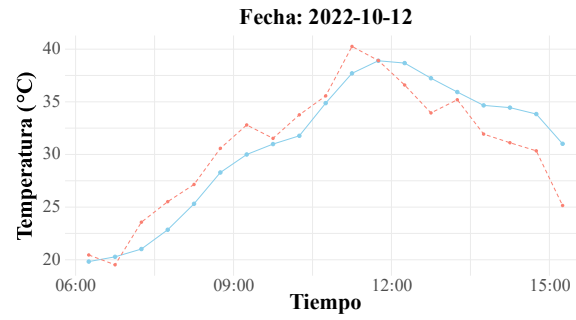
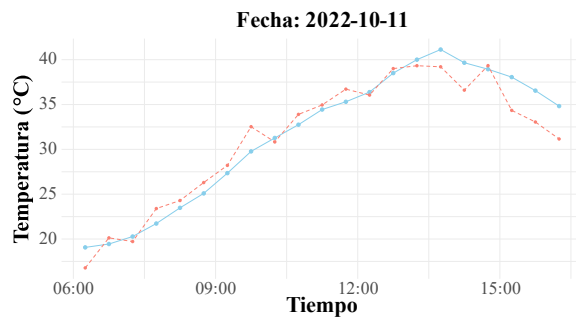
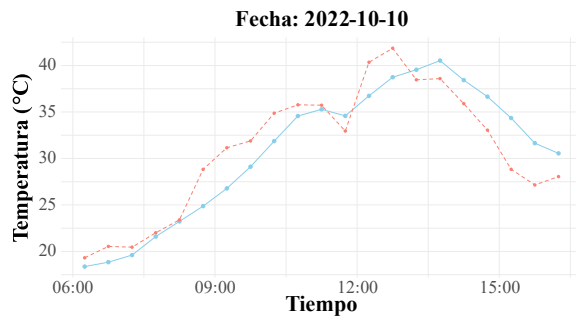
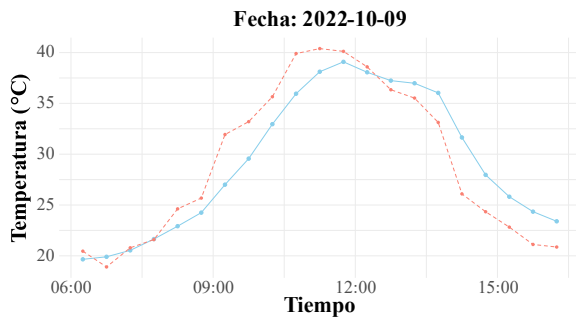
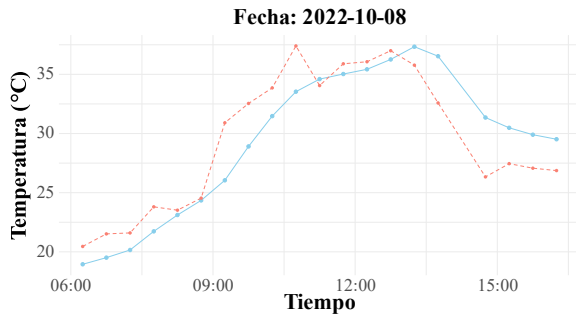
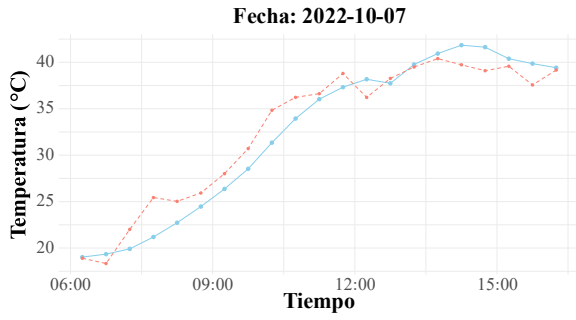


Figura G. 5. Temperatura interna registrada vs modelo 2 de predicción, cara frontal, escenario 2.
Fuente: Elaboración propia.



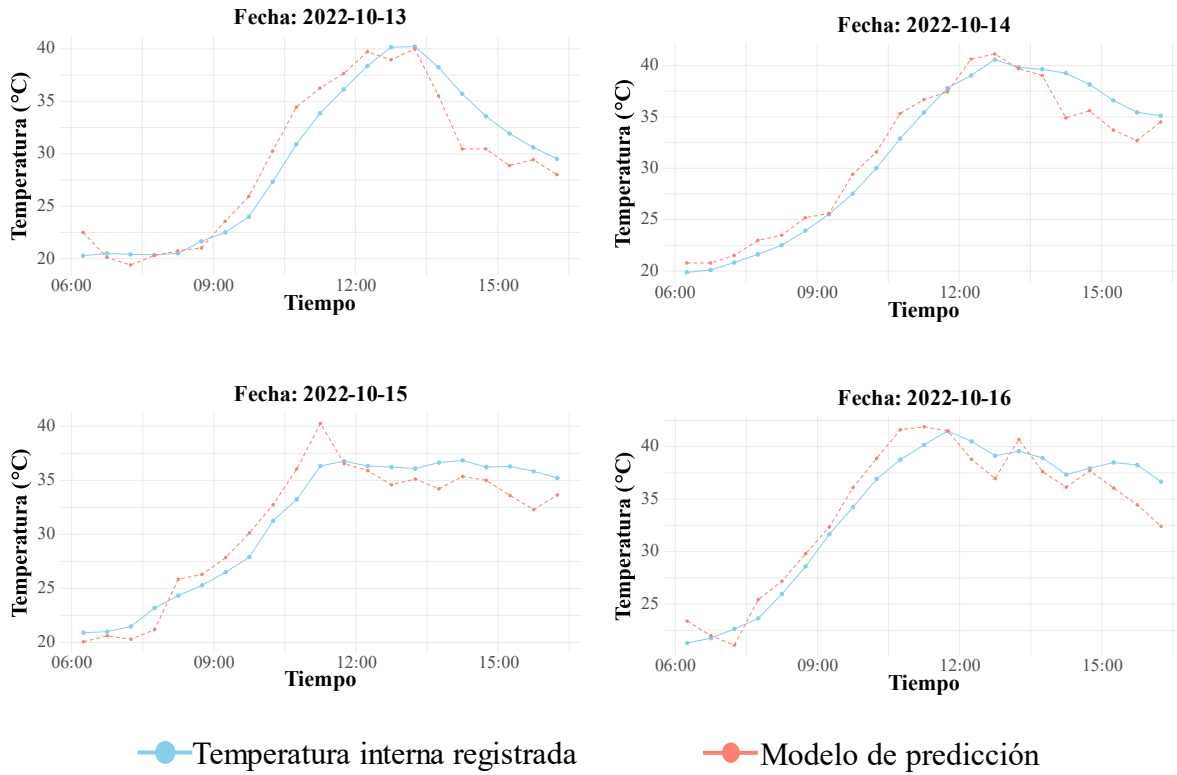
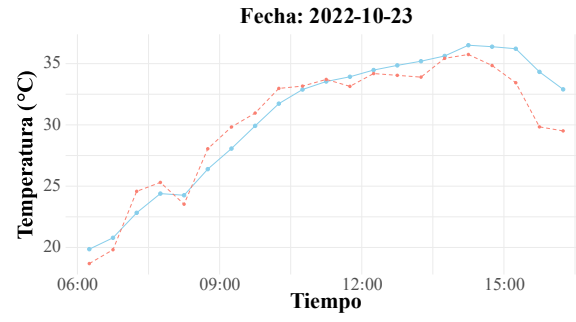
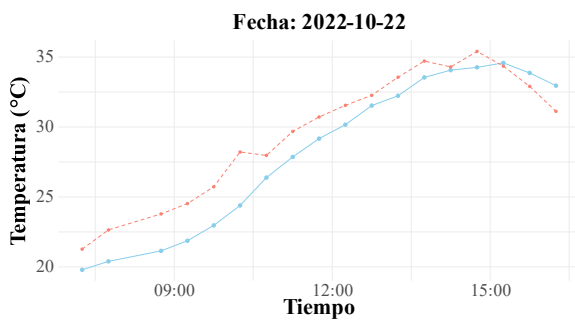
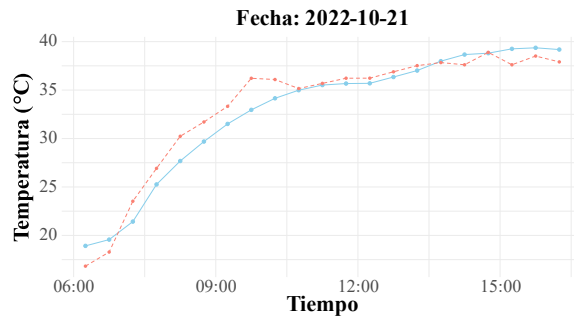
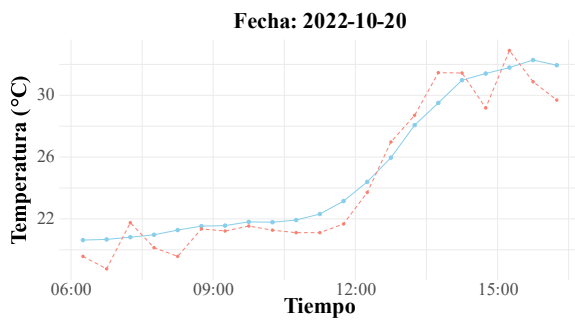
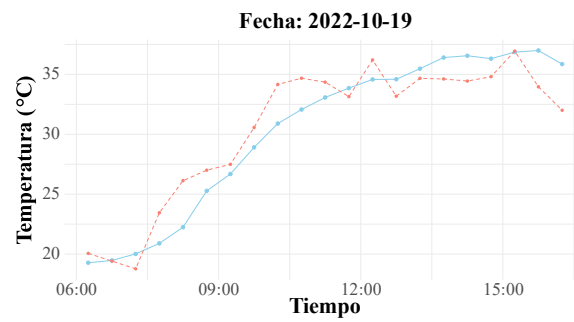
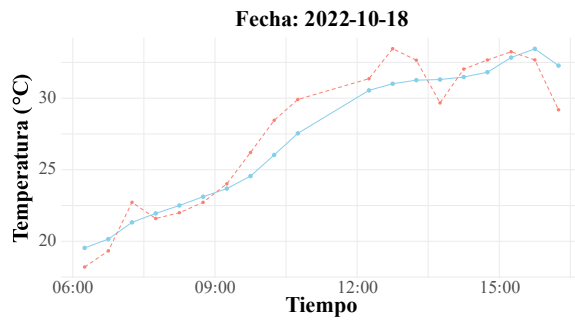


Figura G. 6. Temperatura interna registrada vs modelo 8 de predicción, cara superior, escenario 2.
Fuente: Elaboración propia.



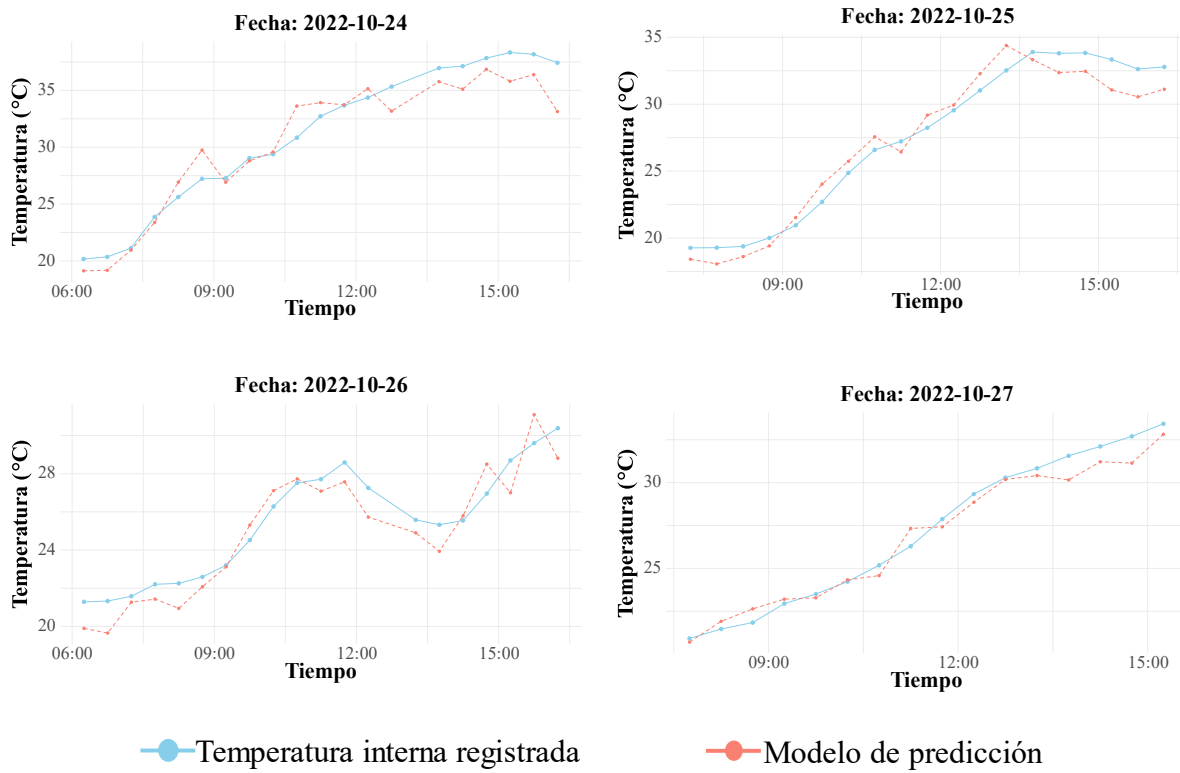
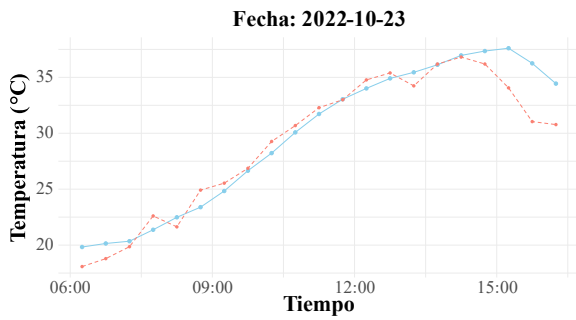
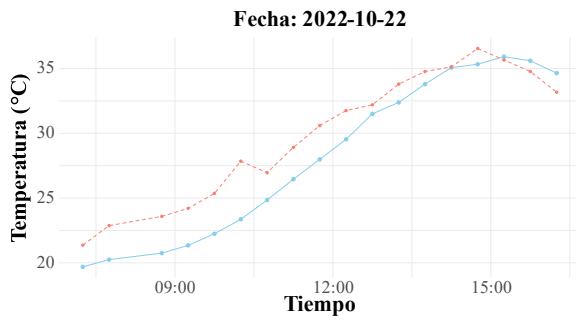
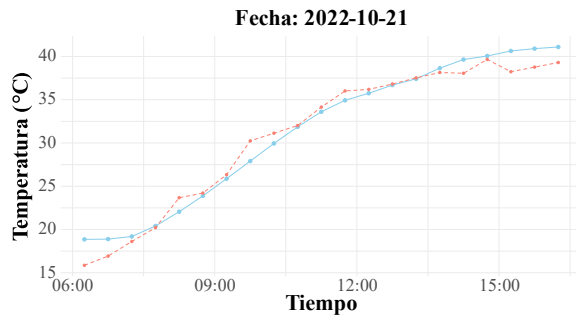
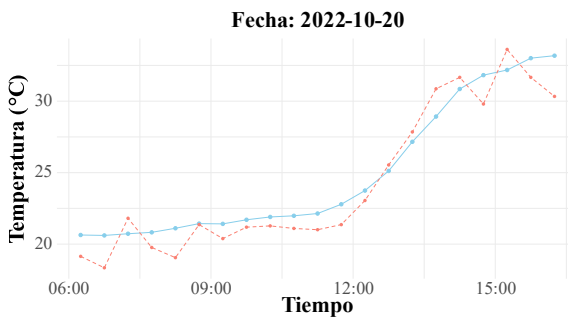
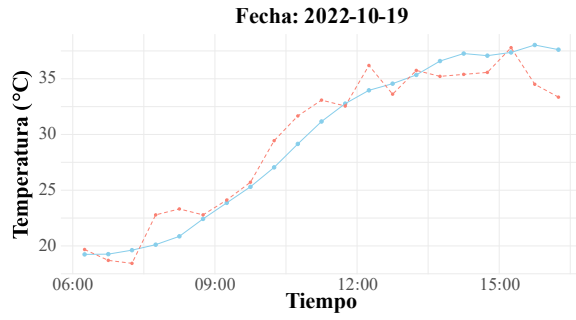
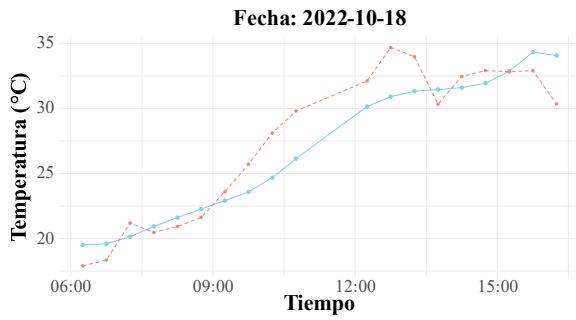


Figura G. 7. Temperatura interna registrada vs modelo 8 de predicción, cara lateral, escenario 3.
Fuente: Elaboración propia.



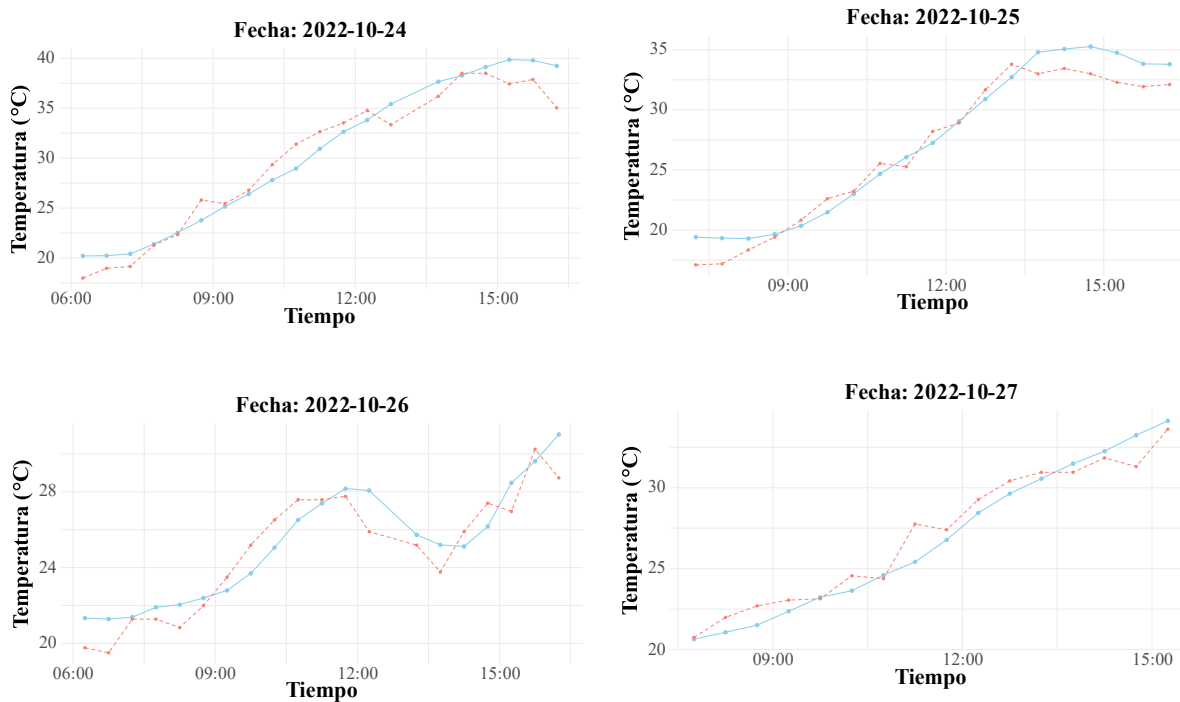
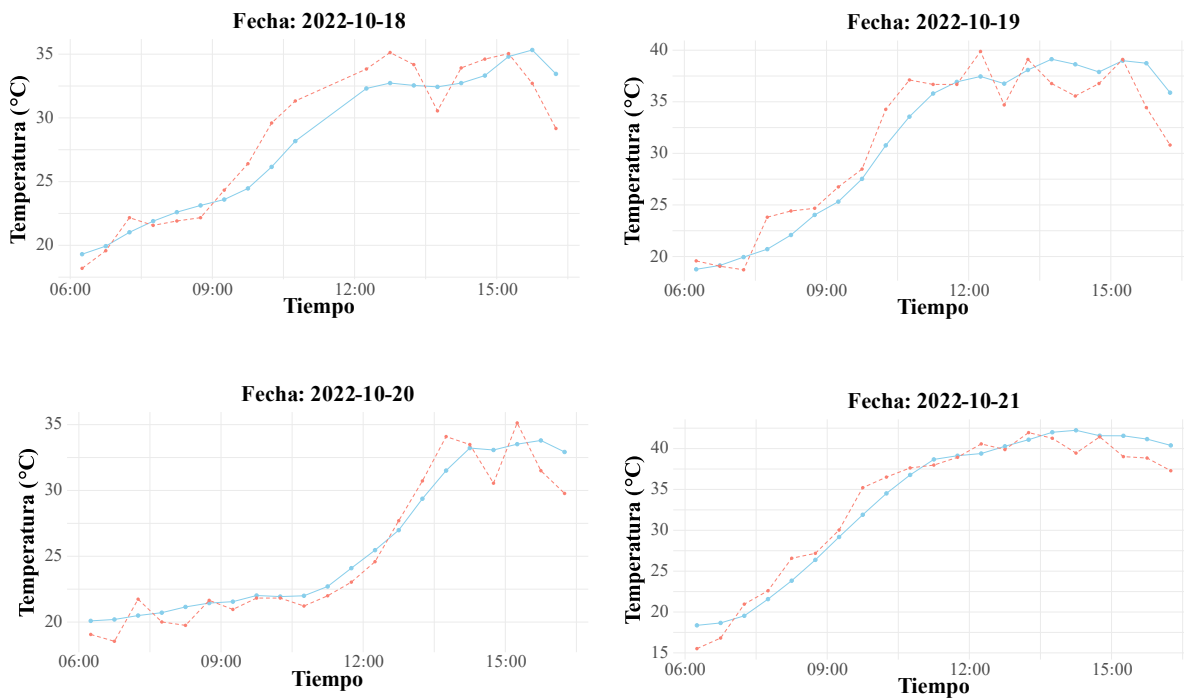


Figura G. 8. Temperatura interna registrada vs modelo 2 de predicción, cara frontal, escenario 3.
Fuente: Elaboración propia.



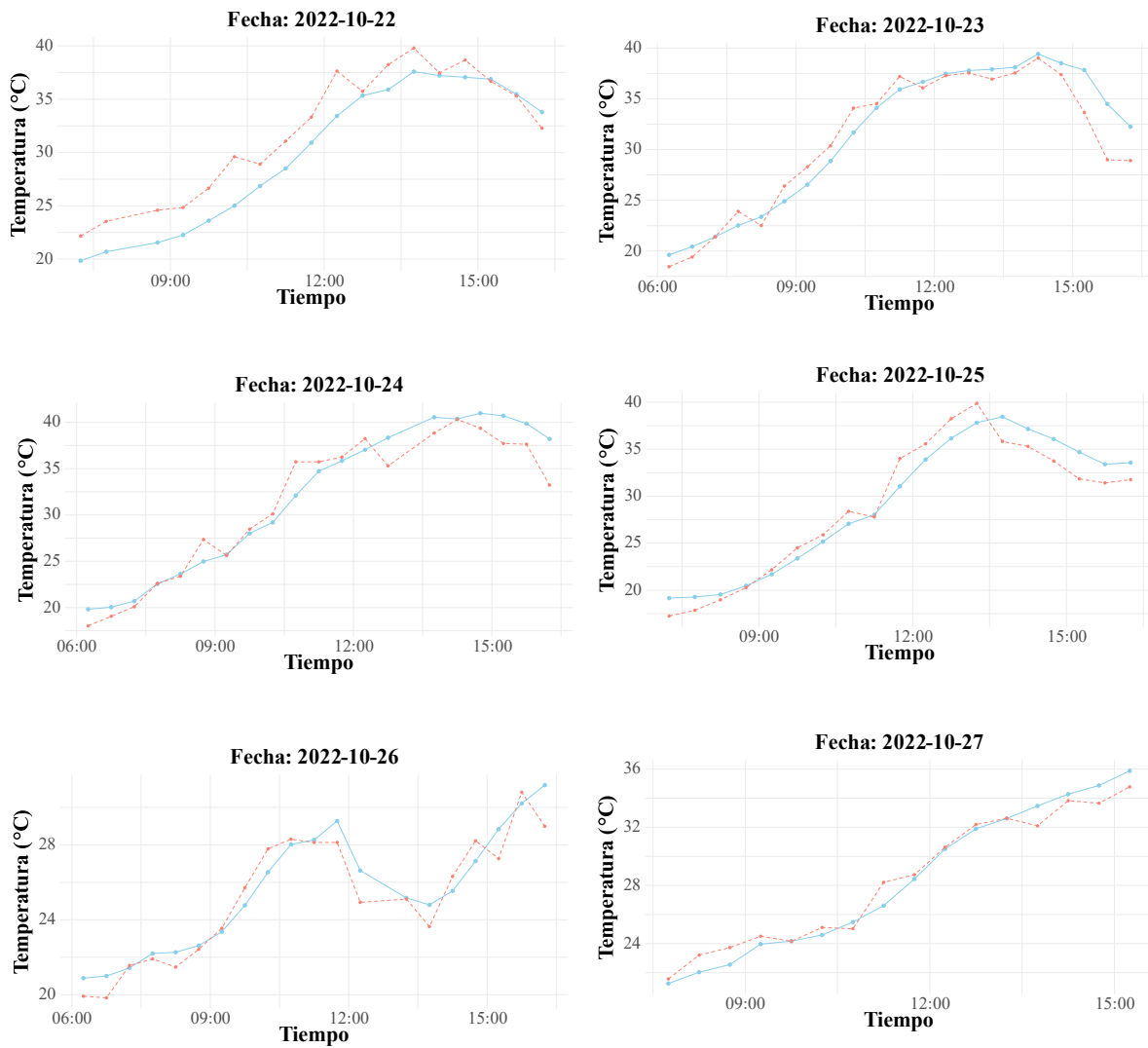


Figura G. 9. Temperatura interna registrada vs modelo 2 de predicción, cara superior, escenario 3.
Fuente: Elaboración propia.