

SINCRONIZACIÓN DE VACACIONES INVERNALES CON PEAKS VIRALES: HERRAMIENTA PREDICTIVA PARA POLÍTICAS PÚBLICAS EN CHILE (ID 2066)

**Gabriel González Medina – Loreto Espinoza Tillería –
Juan Carlos Sandoval – Melissa Lezana – Francisca
Tapia – Marcela Jirón Aliste**

Departamento de Vigilancia Sanitaria e Investigación, Instituto de
Salud Pública de Chile

Introducción

Estudio realizado por el Departamento de Vigilancia Sanitaria e Investigación del Instituto de Salud Pública de Chile (ISP).

El DVSI integra vigilancia epidemiológica y de laboratorio para informar decisiones sanitarias, desarrollando:

- Estudios de susceptibilidad y resistencia antimicrobiana.
- Caracterización y tipificación de agentes infecciosos.
- Vigilancia y seguimiento a agentes infecciosos de notificación obligatoria.
- Investigación aplicada en colaboración con el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y otras instituciones.
- Formación y tutoría de estudiantes y profesionales en salud pública.
- Otras.



Introducción

- Invierno => mayor circulación viral en el Cono Sur.
- Las vacaciones de invierno son una intervención de salud pública potencial que no ha sido evaluada.
- Evaluamos si el adelanto (2022, 2023, 2024) tuvo un efecto causal sobre la circulación viral vs. años sin adelanto (2018, 2019).
- Outcome: positividad semanal; ajuste por tendencia estacional, temperatura, precipitación, humedad y MP2.5.
- Objetivo: Evaluar el impacto de las vacaciones escolares de invierno en la circulación de virus respiratorios (influenza A y B, VRS y SARS-CoV-2) en Chile durante el período 2018-2024, mediante un análisis integrado de series de tiempo interrumpidas y variables climáticas (temperatura, humedad y material particulado), con el fin de desarrollar un modelo predictivo que optimice el timing de esta intervención como política pública basada en evidencia.





Materiales y métodos

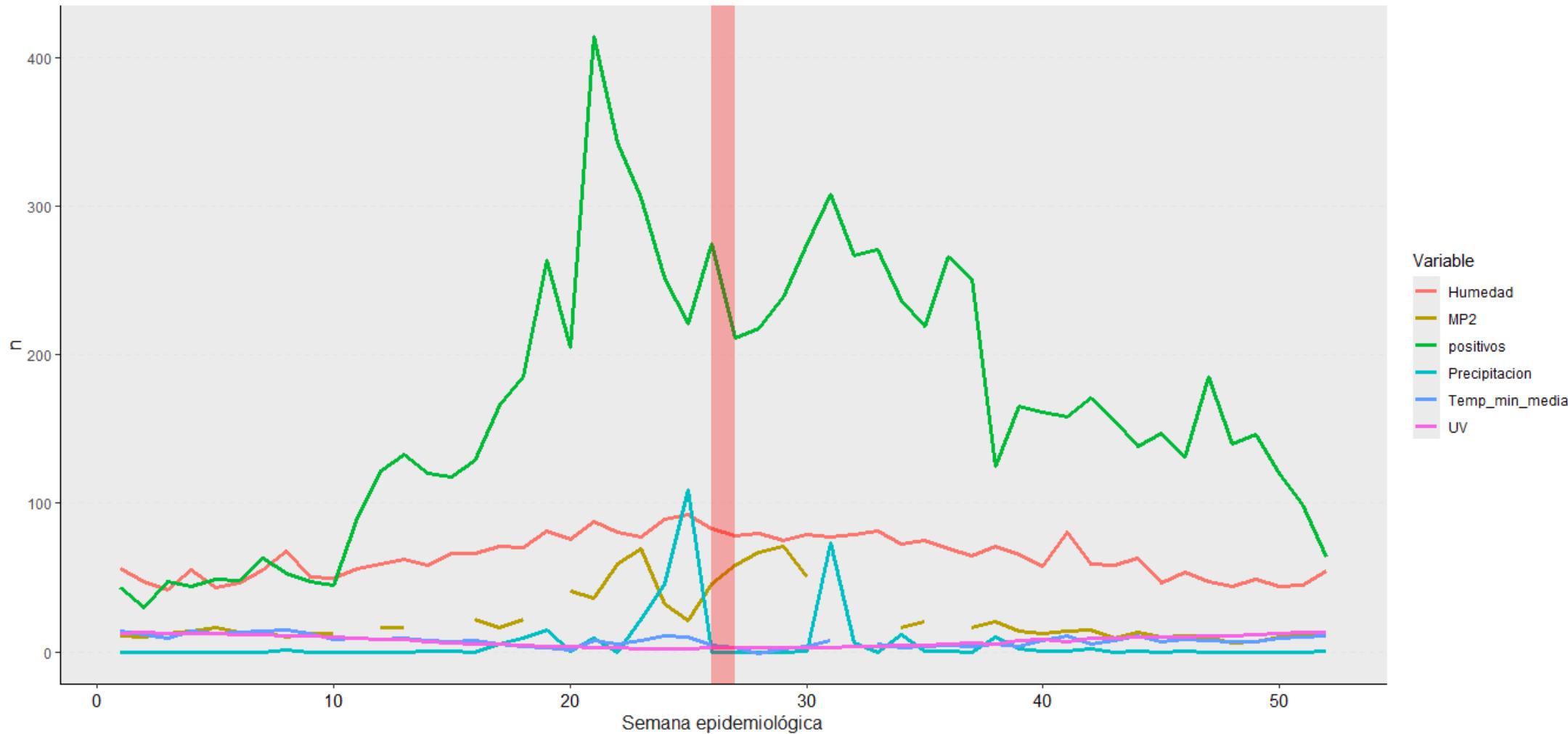
Diseño y fuentes. Estudio ecológico de series temporales (2018–2024; se excluyen 2020–2021 por efecto pandemia) en la Región Metropolitana, integrando vigilancia virológica con variables ambientales (temperatura mínima, precipitación, humedad) y contaminación (MP2.5; DMC/DGA).

Límitaciones: Modelos iniciales en la RM con conteo de casos poblacionales (datos agrupados).

Análisis causal (ITS) y asociación. Para estimar el efecto del receso sobre la circulación viral se aplicó Interrupted Time Series (ITS) con términos de cambio de nivel y cambio de pendiente post-receso, ajustando estacionalidad con splines cúbicos. Se realizó estado del arte y grafo causal. Se estudió el efecto del Sars-Cov-2 en la circulación viral anual post pandemia.

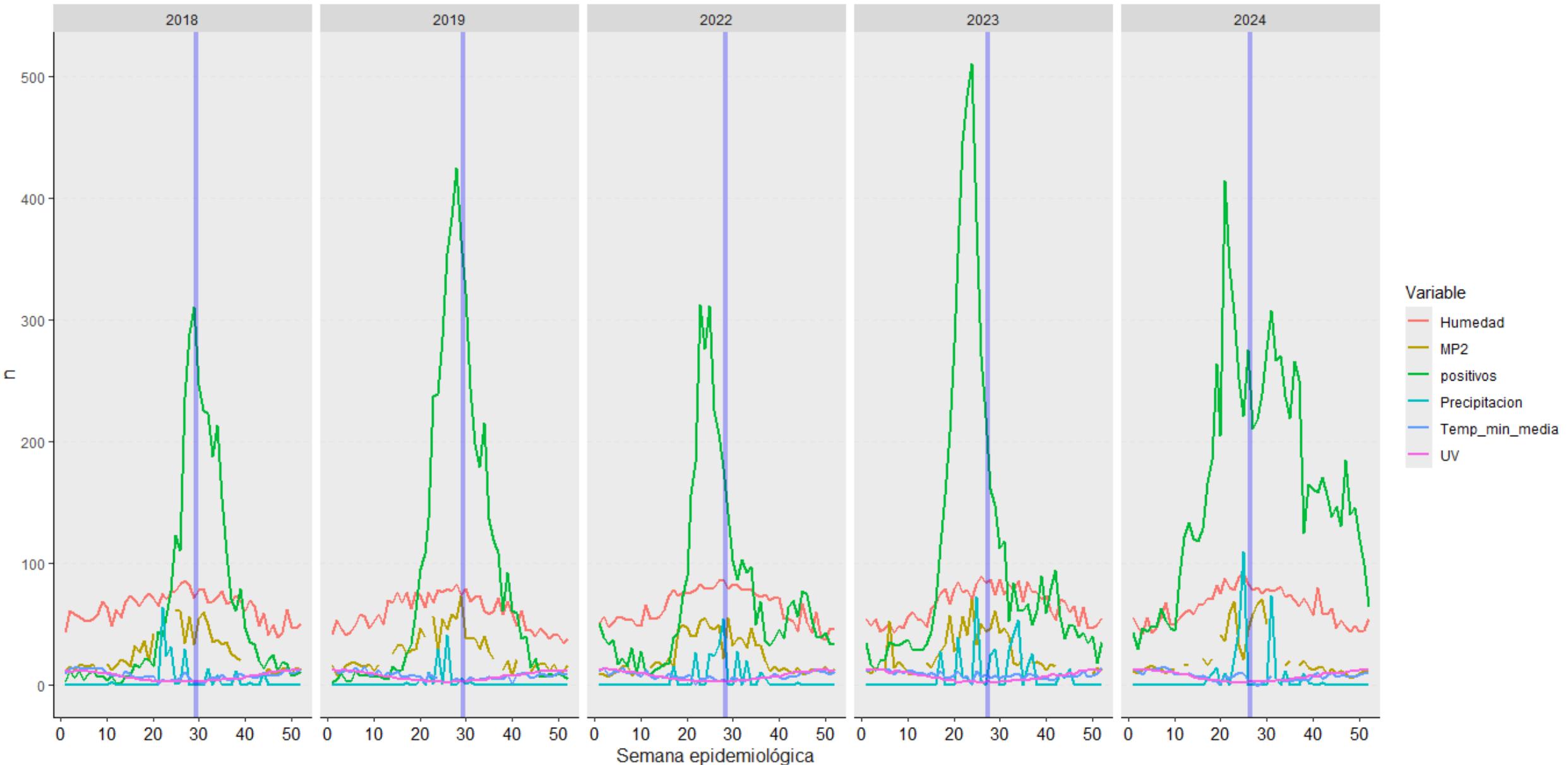
Predicción del peak. Se construyó un modelo predictivo preliminar del timing del peak anual combinando clima, escolaridad y estacionalidad. La métrica principal fue el error absoluto en semanas entre el peak observado y el predicho. Todos los análisis se realizaron en R (4.3).

Positividad, MP2.5, temperatura mínima media y precipitaciones por semana epidemiológica en 2024

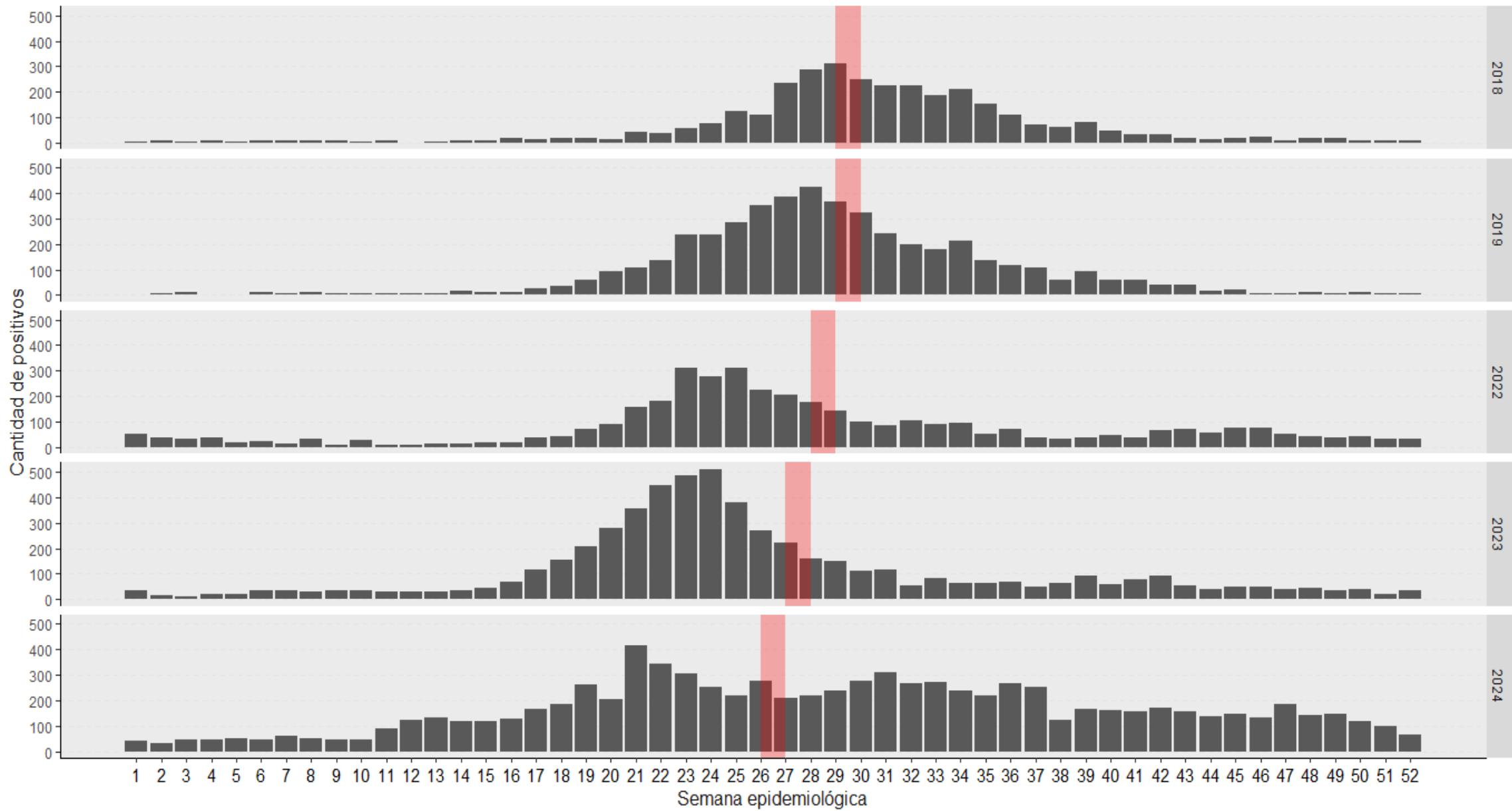


Resultados

Positividad, MP2.5, temperatura mínima media y precipitaciones por semana epidemiológica y año



Positividad viral por semana y año



¹Fuente: elaboración propia con base en datos de vigilancia virológica nacional

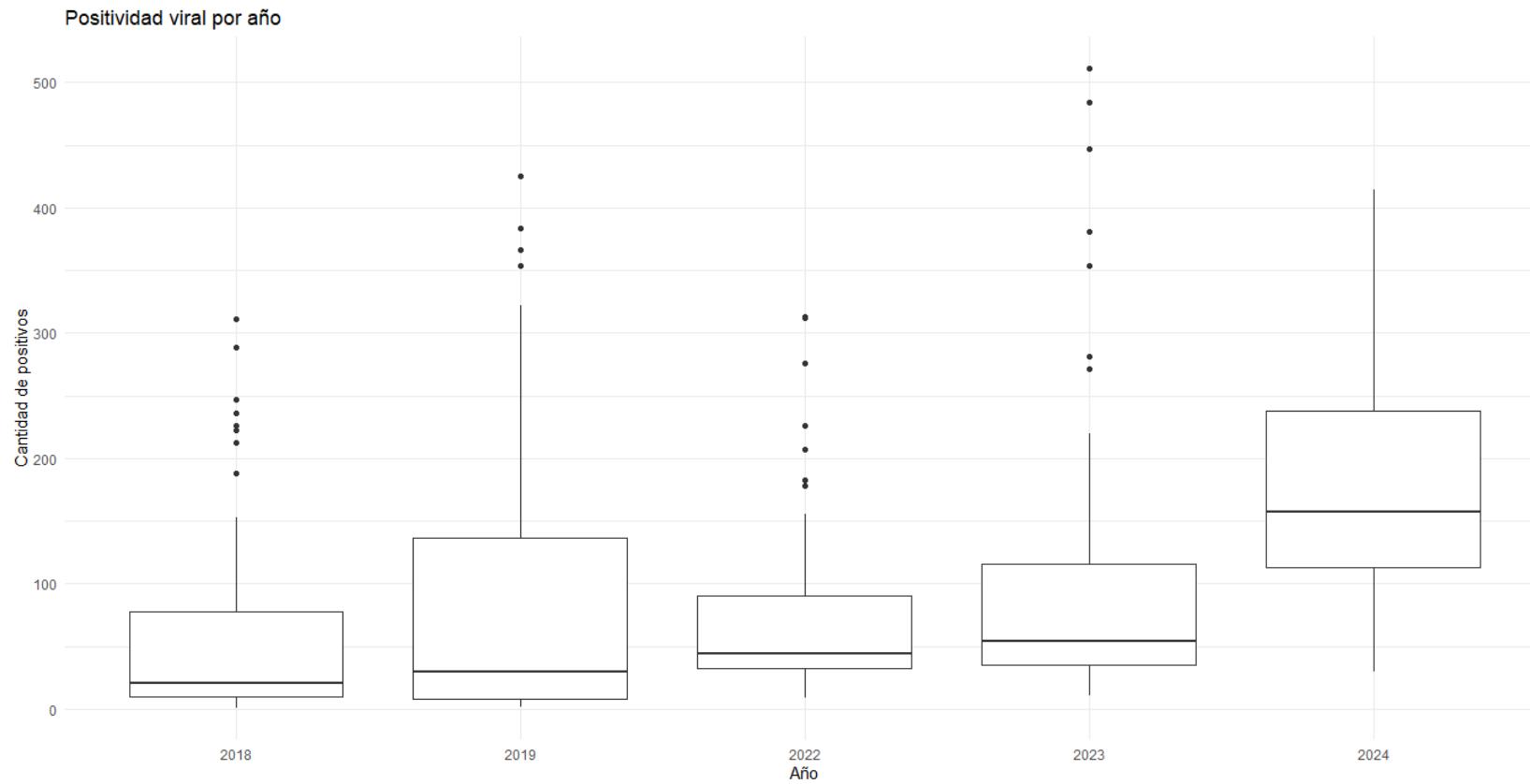
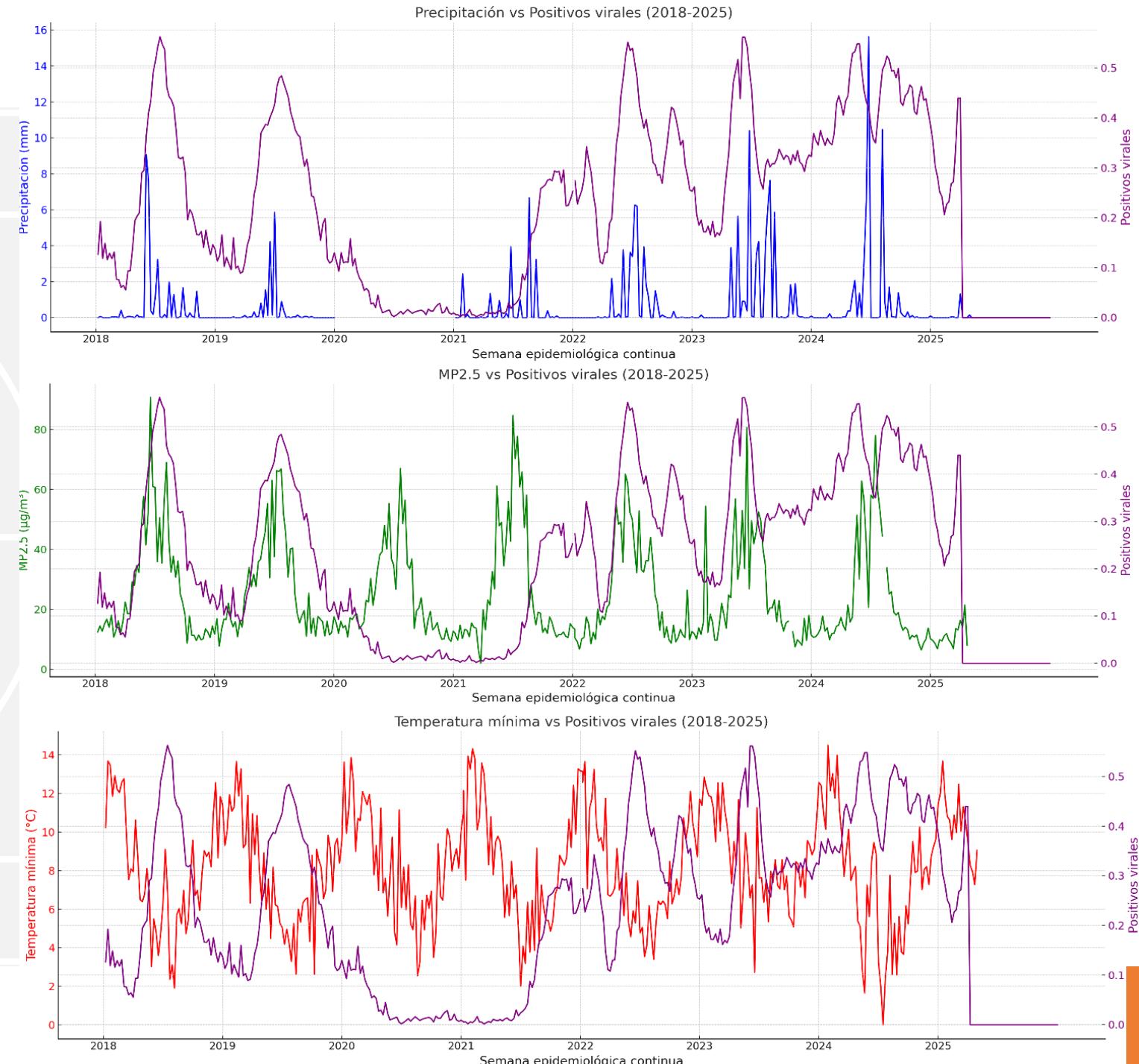


Tabla 1. Descriptivos de positividad

year	media	sd	mediana	q1	q3	min	max
2018	63.75	20.5	20.5	9.75	77.5	1	311
2019	93.04	29.5	29.5	8	136.25	2	425
2022	76.40	44.5	44.5	32.75	90.5	9	313
2023	108.37	54	54	34.75	115.75	11	511
2024	166.92	157	157	113.25	237.5	30	414

Figura: Evolución semanal continua de la circulación viral positiva en relación con (A) MP2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), (B) temperatura mínima diaria ($^{\circ}\text{C}$) y (C) precipitaciones diarias (mm) en Chile, para el período 2018 a 2025.



Resultados del modelo de regresión quasi-Poisson por año: efecto del receso escolar en la circulación viral (2018–2024)

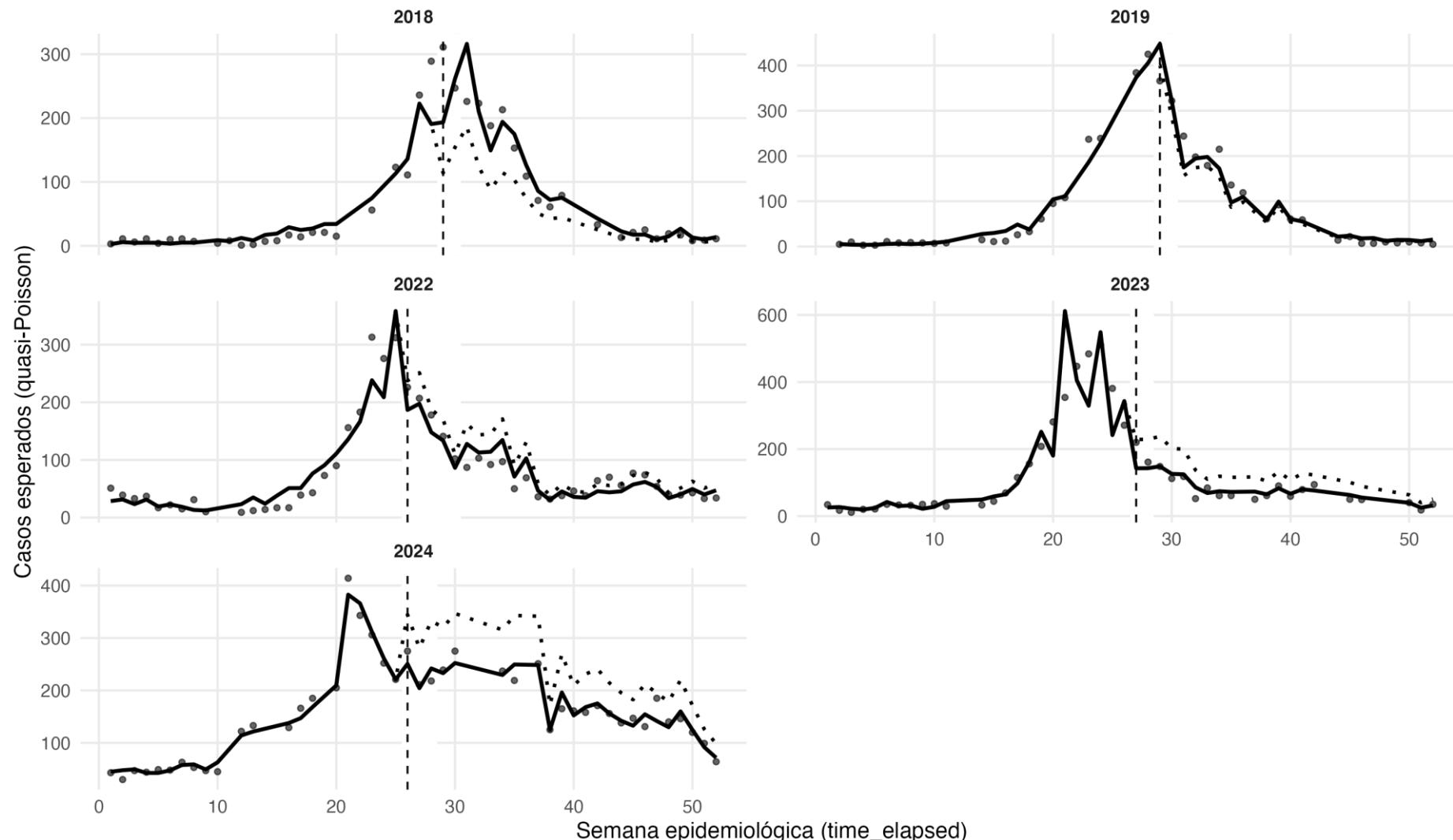
Año	Política	IRR Vacaciones	IC95%	p-valor	Interpretación
2018	Sin adelanto	0.98	0.71–1.37	0.924	Sin efecto
2019	Sin adelanto	1.58	1.24–2.01	<0.001	↑ circulación
2022	Con adelanto	0.74	0.55–0.99	0.041	↓ circulación
2023	Con adelanto	0.54	0.38–0.76	<0.001	↓ circulación
2024	Con adelanto	0.76	0.67–0.87	0.002	↓ circulación

Modelo:

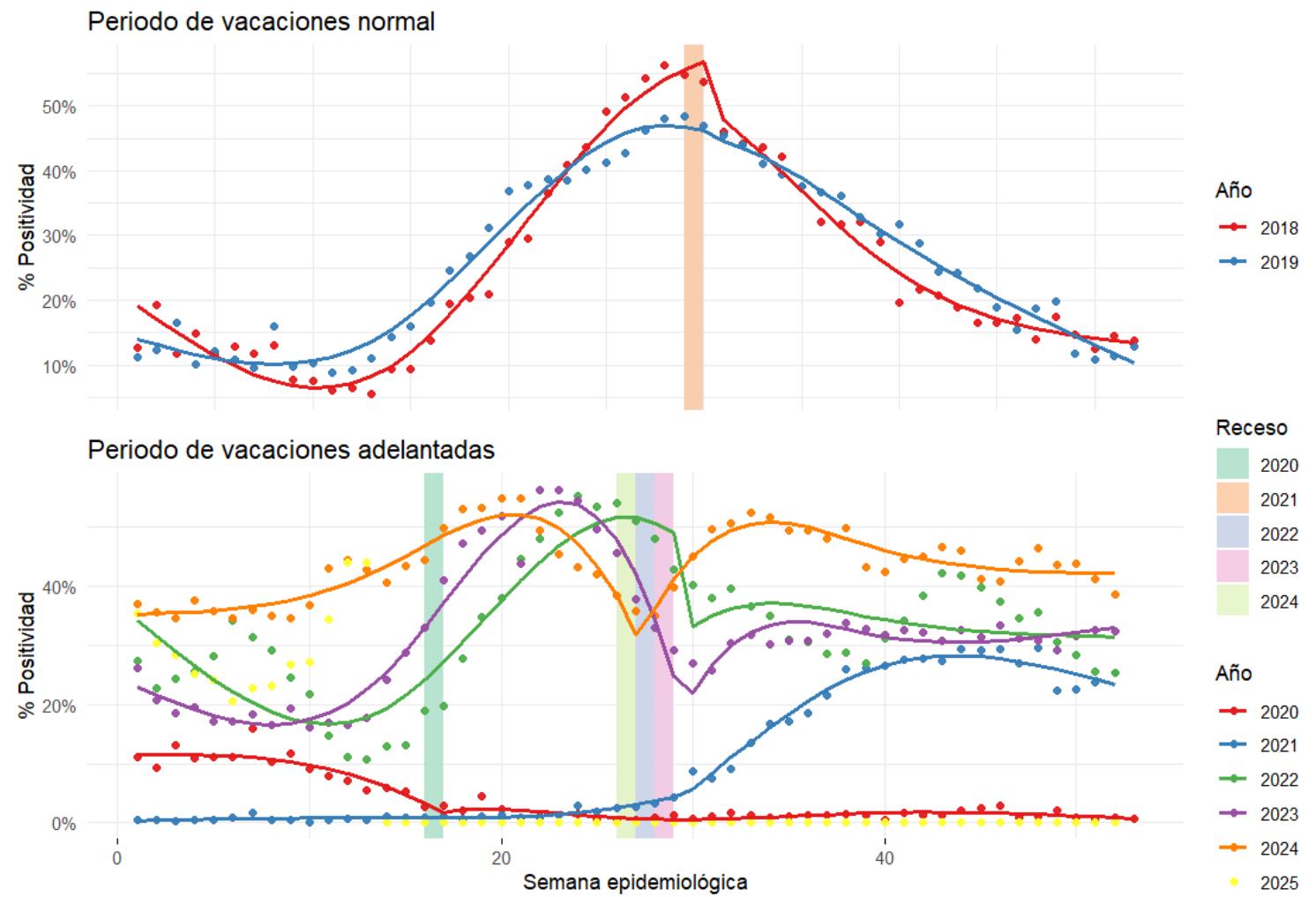
```
modelo_poisson <- glm(positivos ~ offset(log(n_total)) +
vacaciones + time_elapsed +
Temp_min_media + Precipitacion +
Humedad + MP2,
family = quasipoisson(link = "log"),
data = positividad_2024)
```

ITS – Receso escolar por año

Sólida: con intervención | Punteada: contrafactual sin intervención



Comparación anual de modelos de series de tiempo interrumpidas (ITS) de positividad viral respiratoria, Chile 2018-2024, con modelo suavizado.

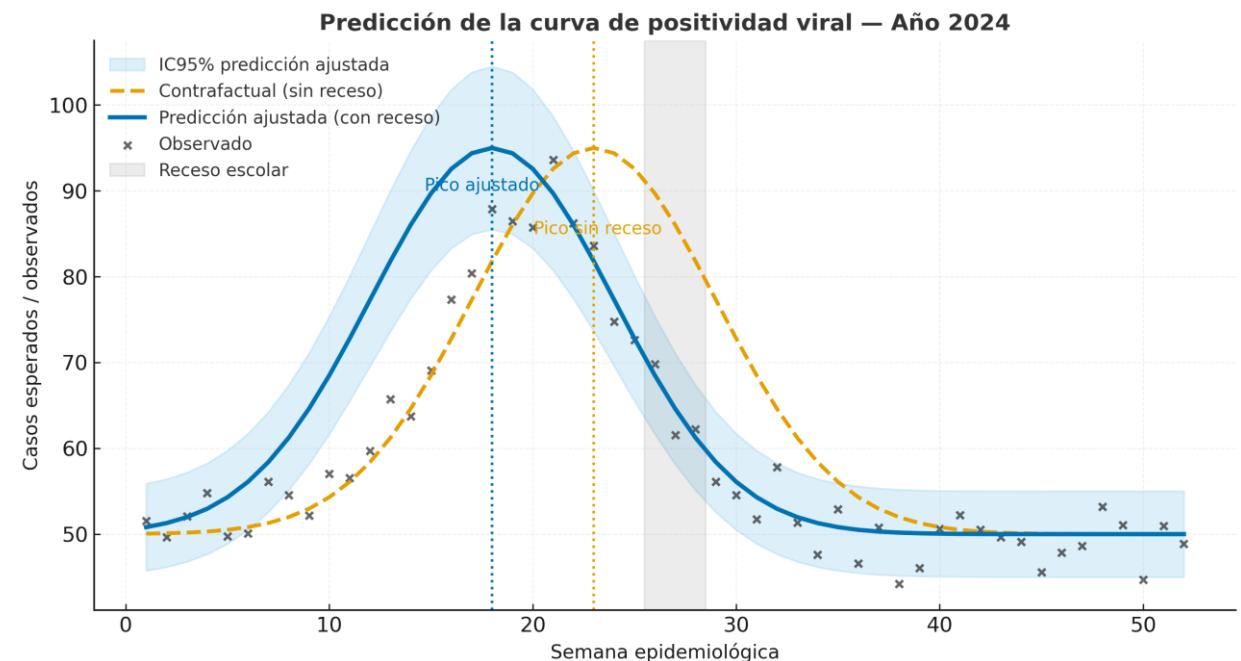


¹Fuente: elaboración propia con base en datos de vigilancia virológica nacional.

²Distribución semanal de casos positivos (%) por semana epidemiológica. Las líneas continuas representan las curvas suavizadas del modelo ITS antes y después del receso escolar de invierno; los rectángulos coloreados muestran la(s) semana(s) exacta(s) de vacaciones para cada año. El panel superior agrupa los años con calendario "normal" (vacaciones en las semanas 28-29); el panel inferior incluye los años con vacaciones "adelantadas". El año 2025 se muestra solo con puntos dado que la serie aún está incompleta.

Modelo predictivo que optimice el timing de esta intervención como política pública basada en evidencia

- ✓ Para anticipar la semana del peak de positividad viral utilizamos un modelo quasi-Poisson con validación Leave-One-Year-Out (LOYO), incorporando estacionalidad armónica, variables climáticas (temperatura mínima, humedad, precipitación, MP2) y la intervención escolar como variable de receso.
- ✓ El modelo reproduce adecuadamente los años 2018, 2019 y 2022, con errores inferiores a dos semanas, pero pierde precisión en 2023–2024, cuando el peak se adelanta hasta 5 semanas respecto del patrón histórico.
- ✓ Estos años presentan alta sobre-dispersión y cambio de fase estacional, asociados a precipitaciones atípicas y desplazamiento del calendario escolar.



✓ Actualmente estamos ajustando versiones no lineales (GAM) y explorando desfases del receso para mejorar la predicción del timing del peak.

Conclusión

- ✓ **Hallazgo Principal:** El adelanto de las vacaciones escolares causa una reducción significativa de la circulación viral, pero solo si se sincroniza con la fase ascendente del peak viral.
- ✓ **Evidencia:** Análisis de series de tiempo interrumpidas (2022-2024 vs. 2018-2019) confirman el efecto y la importancia crítica del timing. (GRAFO)
- ✓ **Predicción:** Modelo LOYO es viable para alerta temprana usando covariables climáticas pre-temporada para determinar el timing óptimo anual.
- ✓ **Límites y Mejora:** Los años atípicos revelan la necesidad de modelos adaptativos (ej. GAM) para capturar no linealidades y cambios de fase, evaluar efecto de CC. Análisis con datos poblacionales.
- ✓ **Recomendación de Política:** Reemplazar el calendario fijo por un calendario basado en evidencia.
- ✓ **Impacto:** Transforma una decisión administrativa en una política de salud pública ágil y basada en evidencia.

Referencias

1. Lopez Bernal J, Cummins S, Gasparrini A. Interrupted time series regression for the evaluation of public health interventions: a tutorial. *Int J Epidemiol*. 2017;46(1):348-355.
2. Lopez Bernal J, Cummins S, Gasparrini A. The use of controls in interrupted time series studies of public health interventions. *Int J Epidemiol*. 2018;47(6):2082-2093.
3. Wagner AK, Soumerai SB, Zhang F, Ross-Degnan D. Segmented regression analysis of interrupted time series studies in medication use research. *J Clin Pharm Ther*. 2002;27(4):299-309.
4. Penfold RB, Zhang F. Use of interrupted time series analysis in evaluating health care quality improvements. *Acad Pediatr*. 2013;13(6 Suppl):S38-S44.
5. Kontopantelis E, Doran T, Springate DA, Buchan I, Reeves D. Regression based quasi-experimental approach when randomisation is not an option: interrupted time series analysis. *BMJ*. 2015;350:h2750.
6. Linden A. Conducting interrupted time-series analysis for single- and multiple-group comparisons. *Stata J*. 2015;15(2):480-500.
7. Hudson J, Fielding S, Ramsay CR. Methods for estimating the effect of an intervention in an interrupted time series when there are few time points. *Stat Methods Med Res*. 2019;28(3):740-751.
- **Estacionalidad, armónicos y GAM/GAMM**
 8. Wood SN. *Generalized Additive Models: An Introduction with R*. 2nd ed. CRC Press; 2017.
 9. Bhaskaran K, Gasparrini A, Hajat S, Smeeth L, Armstrong B. Time series regression studies in environmental epidemiology. *Int J Epidemiol*. 2013;42(4):1187-1195.
 10. Stolwijk AM, Straatman H, Zielhuis GA. Studying seasonality by using sine and cosine functions in regression analysis. *J Epidemiol Community Health*. 1999;53(4):235-238.



VIII Congreso Chileno de Salud Pública X Congreso Chileno de Epidemiología



ORGANIZAN



AUSPICIAN

