

Curvas e Indicadores para Vigilancia en Tiempo Real de COVID-19

Edgar Muñoz, Stat., MS Epid.

Estadístico Senior – UT Health San Antonio*

San Antonio, TX, USA

2020

*mis opiniones no representan necesariamente la opinión de mi empleador

Preliminares

- Mis opiniones no representan necesariamente la opinión de mi empleador, ni del grupo de análisis
- COVID-19 es la enfermedad causada por el virus SARS-CoV-2
 - En aras de la fluidez de la presentación, usaré términos cortos como COVID-19, Coronavirus, Corona para referirme a la enfermedad y al virus y aclararé cuando se considere pertinente
- Epidemiólogo/Estadístico: Mi área de experiencia es en la aplicación de modelos al estudio de enfermedades infecciosas, en lesiones y violencia, y en crónicas

Instalación de programas

Obtención de datos del INS

- R

Descargar e instalar la última versión de R:

Windows: <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/>

Mac: <https://cran.r-project.org/bin/macosx/>

- R Studio

Descargar e instalar la última versión disponible de R Studio apropiada para su sistema operativo:

<https://www.rstudio.com/products/rstudio/download/#download>

- Datos INS

Descargar y familiarizarse con la base de datos del INS (CSV o Excel)

<https://www.ins.gov.co/Noticias/Paginas/Coronavirus.aspx>

- Código fuente – ejemplos y ejercicios

- <https://github.com/munozedg/taller-covid-19>

Grupo de Análisis COVID-19 - Cali

- Universidad del Valle
 - Daniel Cuartas
 - Lyda Osorio
 - Fabian Méndez
- Pontificia Universidad Javeriana Cali
 - David Arango
 - Delia Ortega
 - Diana Caicedo
- Secretaría de Salud Pública Municipal
 - Jorge Holguín
 - Silvio Duque
 - Jorge Mena
 - Mauricio Hernández
 - Guillermo Perlaza
- UT Health San Antonio
 - Edgar Muñoz

Finales de los 90... en la era pre-SIVIGILA

Código	Manual de Referencia - SIHIV 2.0
Estado	PANTALLA 1
Confirm	DOCUMENTO: __ No __
Notifica	FECHA DE NOTIFICACION: ____
	INSTITUCION: ____
	NOMBRES: ____
	APELLIDOS: ____
	MPIO: ____
	BARR: ____
EPS / A	EDAD: __ años __ mes
IDENT	SEXO __
	ESTADO CIVIL __

Secretaría de Salud Pública Municipal de Cali
División de Fomento de la Salud
Programa de Lucha contra el SIDA

Sistema de Información SIHIV

NOTIFICAR SIDA Y MUERTE

Notificar:

☐

SIDA

☐

Muerte

☐

A este programa se le ha denominado **SIHIV version 2.0** y fue elaborado bajo el auspicio de la Secretaría de Salud Municipal con la coordinación del doctor Carlos Salazar. El diseño y la puesta en marcha estuvo a cargo del Estadístico Edgar Muñoz.

Los datos son generados desde los distintos “**centros de acopio de información**” como centros hospitales, centros de salud, el Hospital Universitario del Valle, la Clínica Rafael Uribe Uribe y las distintas instituciones de atención en salud del Municipio que dispongan de al menos un computador.

Plan (sesión 1)

- Parte 1. Algunos criterios y discusión sobre modelos
 - 5 preguntas
 - Demo: Algunos modelos populares
- Parte 2. Modelación con enfoque local
 - Motivación
 - Acción (que hemos hecho en el grupo)
- Parte 3. Práctica
 - Demostración usando R
 - Ejercicios en el computador (participantes)
- Preguntas y Discusión
- Plan para la siguiente sesión

Parte 1. Algunos criterios y discusión sobre modelos

5 preguntas sobre modelos
Demo: Algunos modelos populares

5 preguntas sobre modelos...

Propósito y horizonte de proyección?

- Estadístico o Mecanicista?
- Corto o largo plazo?

Supuestos básicos del modelo?

- Inmunidad? Trasmisión asintomática?
- Parámetros de contacto?

Como se maneja la incertidumbre?

- ICs (estadísticos), Rango en los parámetros (mecanicistas)
- Predicciones a muy largo plazo?

Se ajustan los datos de la epidemia?

- Fecha de notificación, FIS, casos confirmados, hospitalizados, defunciones?

Es general o refleja un contexto particular?

- Nacional, regional, local? Contactos, densidad poblacional?

Demo: Algunos modelos populares

Modelos

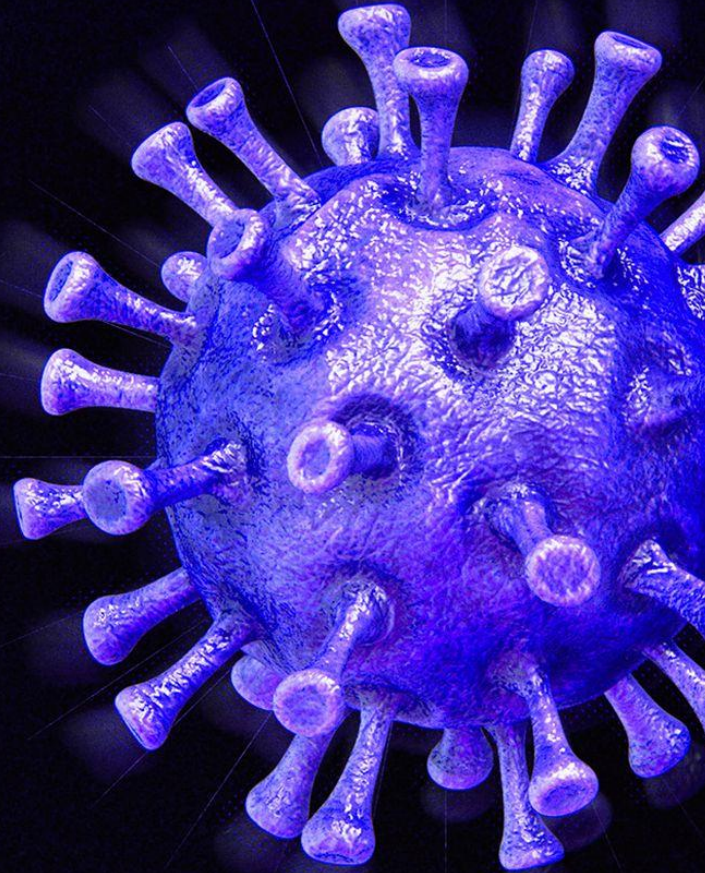
Referenced Covid-19 Pandemic Models.

Model	Source
IHME COVID-19 Predictions	https://covid19.healthdata.org
Los Alamos National Laboratory COVID-19 Confirmed and Forecasted Case Data	https://covid-19.bsvgateway.org
University of Geneva and Swiss Data Science Center, COVID-19 Epidemic Forecasting	https://renkulab.shinyapps.io/COVID-19-Epidemic-Forecasting
Ferguson et al., Imperial College Covid-19 Response Team, Report 9	www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-03-16-COVID19-Report-9.pdf
Kissler et al., Projecting the transmission dynamics of Covid-19 through the postpandemic period	https://doi.org/10.1126/science.abb5793
Aleta et al., Modeling the impact of social distancing, testing, contact tracing and household quarantine on second-wave scenarios of the COVID-19 epidemic	https://cosnet.bifi.es/wp-content/uploads/2020/05/main.pdf
Hellewell et al., Feasibility of controlling COVID-19 outbreaks by isolation of cases and contacts	https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30074-7

All models are wrong but some are useful



George E. P. Box (1978)

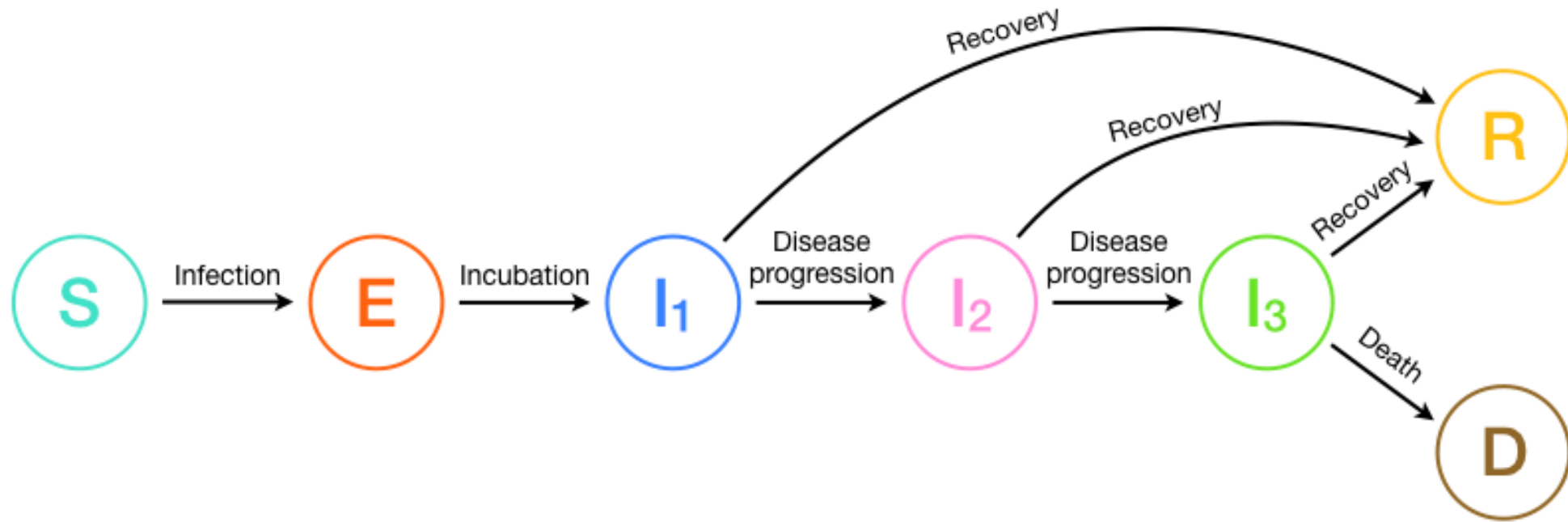


Parte 2. Modelación con enfoque local

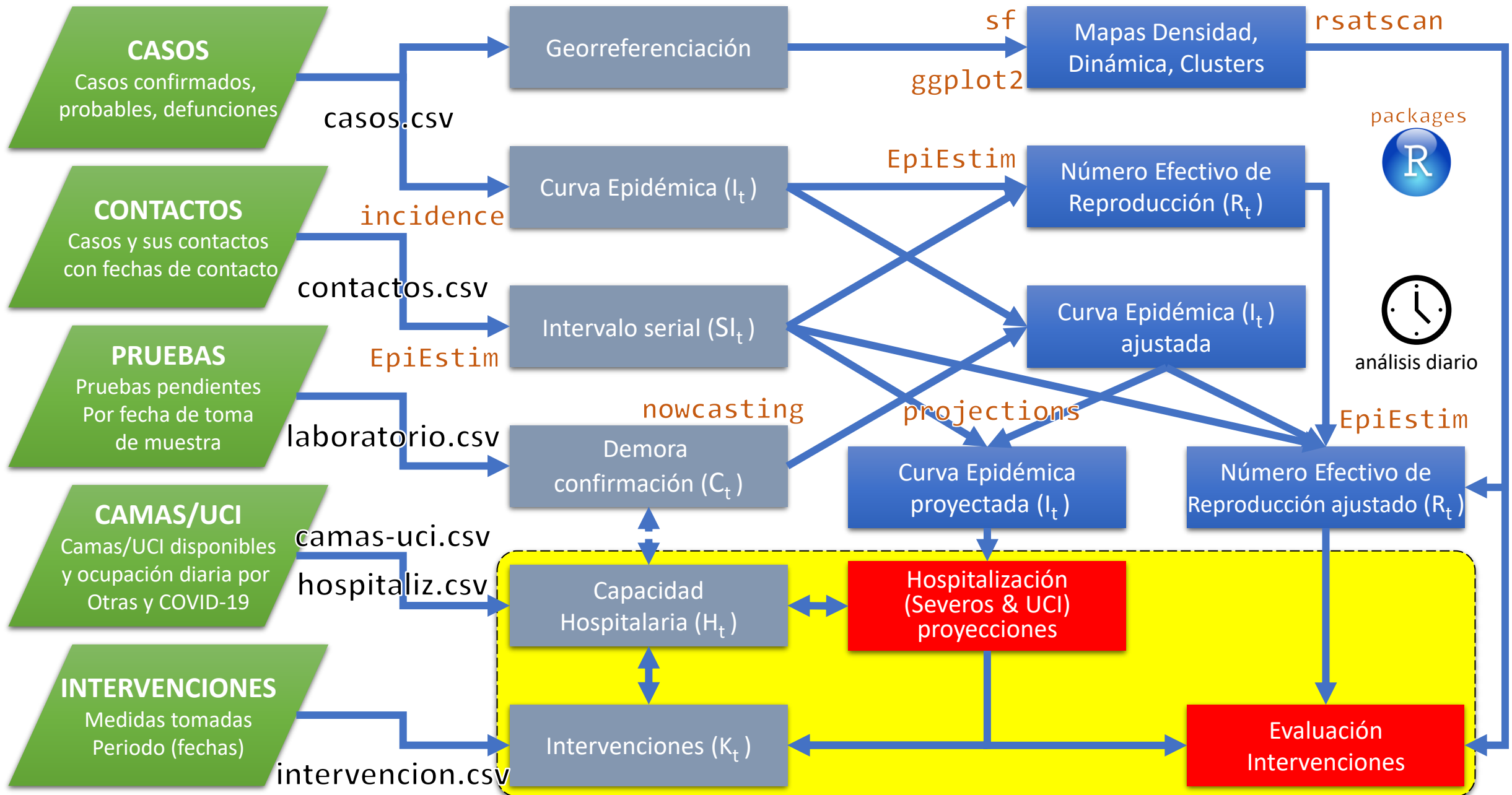
Motivación

Acción (que hemos hecho en el grupo)

Motivación

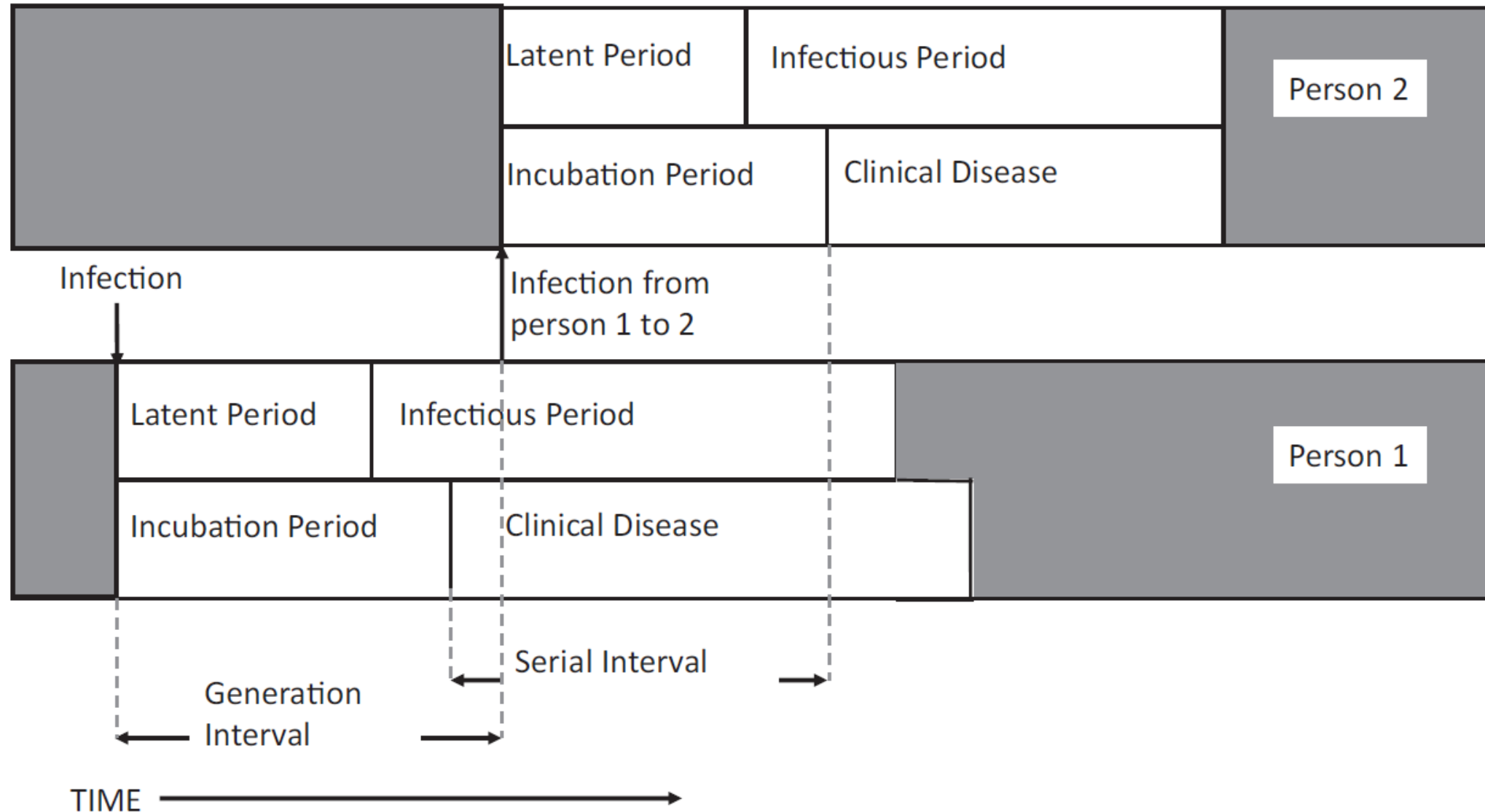


Modelo de información para toma de decisiones en vigilancia de COVID-19

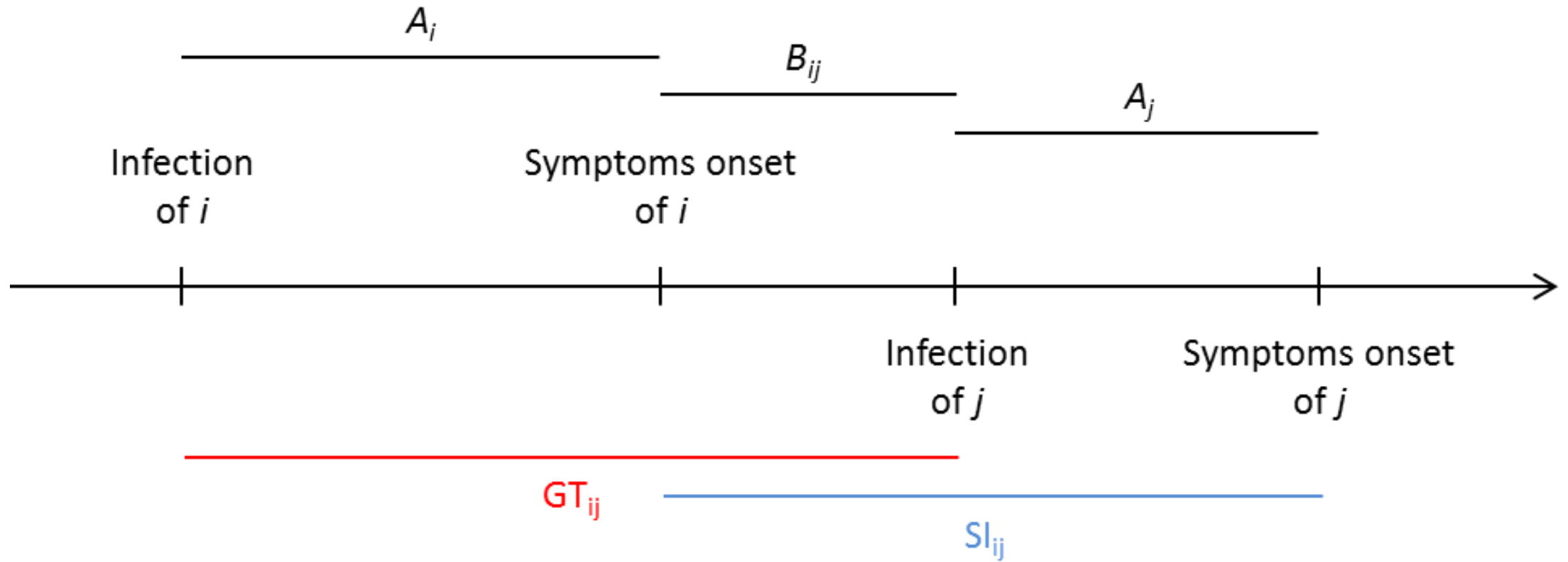


Intervalo de Generación
Intervalo Serial

Key Parameters in Infectious Disease Epidemiology



Generation time (GT) and serial interval (SI)



Números Reproductivos

- Número Básico de Reproducción, R_0
- Número efectivo de reproducción, R_t

El Número Básico de Reproducción, R_0

- “El número esperado de **casos secundarios** infectados por un **caso primario** en una población **completamente susceptible**”
- **$R_0 > 1$** determina si un patógeno puede invadir un población
- Umbral de inmunidad de rebaño: **$s^* = 1 / R_0$**
- Meta crítica de vacunación: **$p_c = 1 - 1/R_0$**

El Número Básico de Reproducción, R_0

- “El número esperado de **casos secundarios** infectados por un **caso primario** en una población **completamente susceptible**”
- Componentes de R
 - La probabilidad de volverse infeccioso habiendo sido infectado
 - El periodo promedio de infección
 - Tasa de transmisión (tasa de contactos)
- Métodos de Estimación de R_0
 - Analíticos e.g. SEIR
 - “fase exponencial”
 - Mas complejos: Inspirados en SEIR y similares, semi-Bayesianos

R_0 : Métodos analíticos (e.g. SEIR)

- R_0 es aproximado por el producto de:
 - La probabilidad de volverse infeccioso habiendo sido infectado
 - El periodo promedio de infección
 - Tasa de transmisión
- SEIR, asumiendo que todos los individuos son susceptibles

$$\frac{dS}{dt} = \mu(N - S) - \frac{\beta IS}{N} + \omega R,$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\beta IS}{N} - (\mu + \sigma)E,$$

$$\frac{dI}{dt} = \sigma E - (\mu + \gamma)I,$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I - (\mu + \omega)R.$$

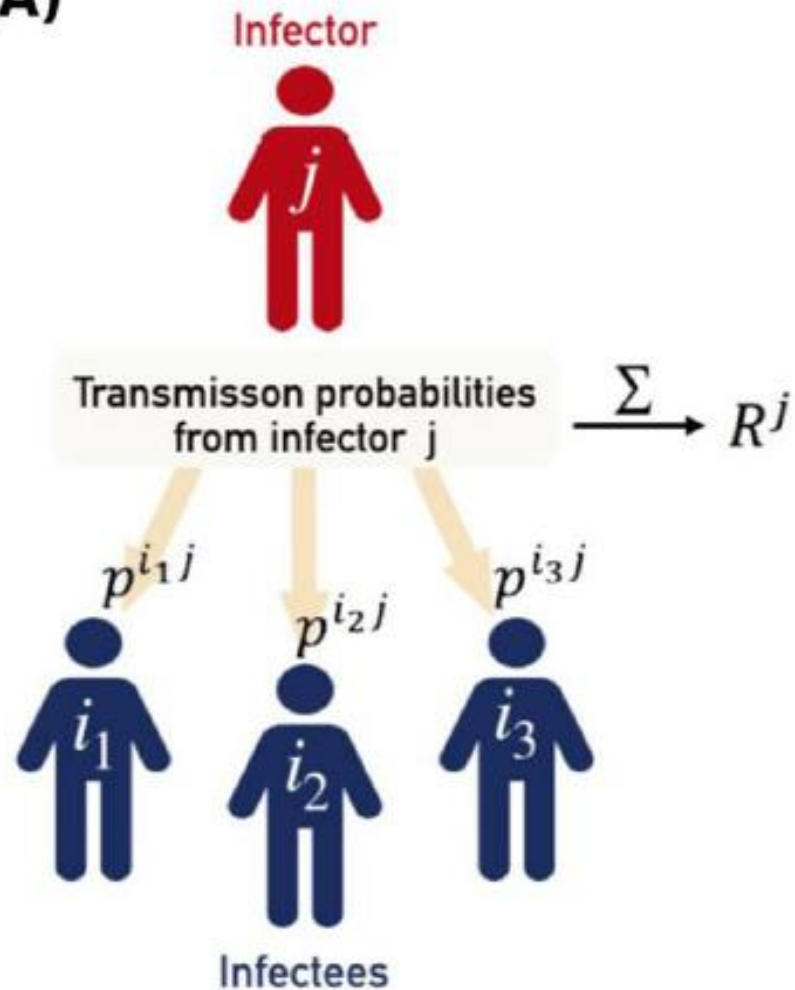
$$R_0 = (\sigma/(\sigma + \mu)) \times (1/(\gamma + \mu)) \times \beta N/N = \frac{\sigma}{\sigma + \mu} \frac{\beta}{\gamma + \mu}.$$

In the above incarnation μ is the birth/death rate, β is the transmission rate, $1/\omega$ is the average duration of immunity, $1/\sigma$ is the average latent period, and $1/\gamma$ is the average infectious period. The logic of the transmission term is that β is the contact rate among hosts times the probability of infection given a contact. The I infectious individuals in the population will by assumption contact some random number of other individuals, a fraction $s = S/N$ of which will be susceptible (or equivalently the S susceptibles will contact some number of individuals a fraction I/N of which will be infectious).

Número efectivo de
reproducción, R_t

Números Reproductivos Individuales

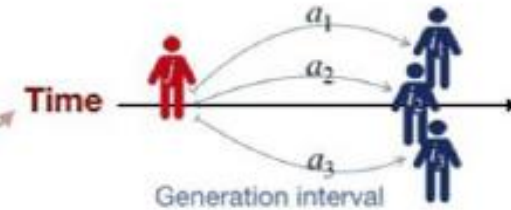
(A)



(B)

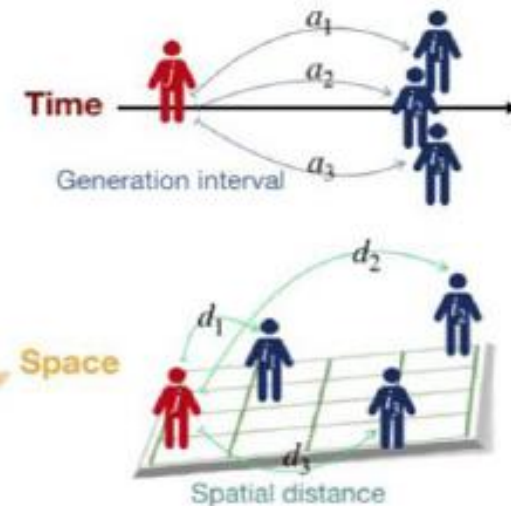
Non-adjusted

$$\begin{aligned} p^{i_1j} &\propto g(a_1) \\ p^{i_2j} &\propto g(a_2) \\ p^{i_3j} &\propto g(a_3) \end{aligned}$$



Spatially adjusted

$$\begin{aligned} p^{i_1j} &\propto g(a_1) f(d_1) \\ p^{i_2j} &\propto g(a_2) f(d_2) \\ p^{i_3j} &\propto g(a_3) f(d_3) \end{aligned}$$



Wallinga & Teunis (2004)

$$R_t = \int_{x=t}^{\infty} \frac{\hat{b}_x g(x - t)}{\int_{a=0}^{\infty} \hat{b}_{x-a} g(a) da} dx$$

$$p_{ij} = \frac{g(t_j - t_i)}{\sum_{j \neq i} g(t_j - t_i)}.$$

$$R_i = \sum_j p_{ij}.$$

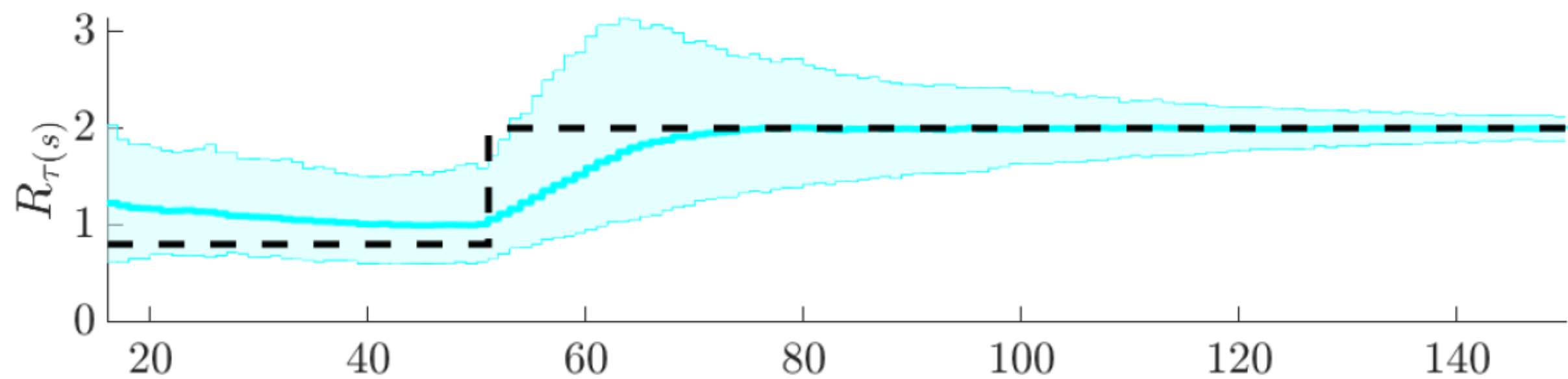
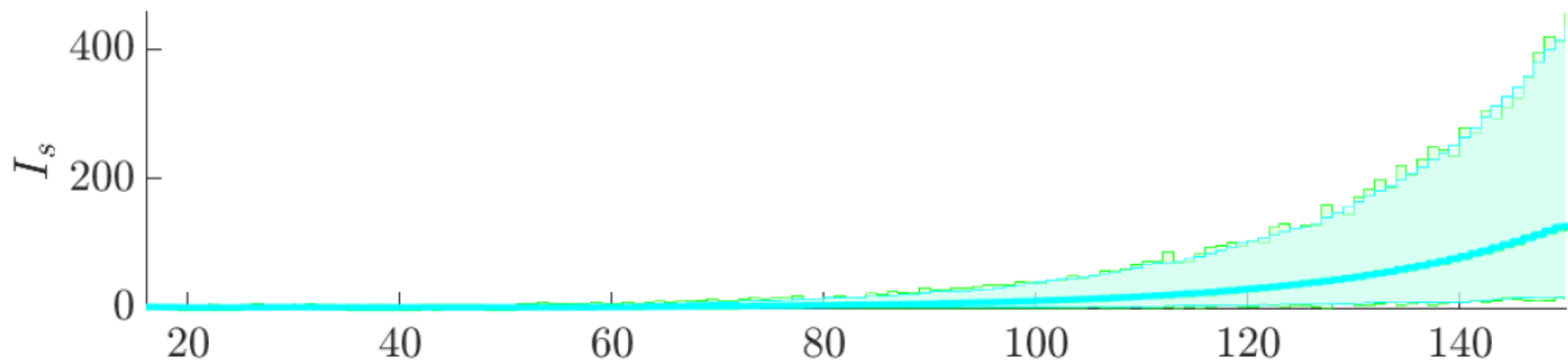
Fraser (2007), Cori et al. (2013)

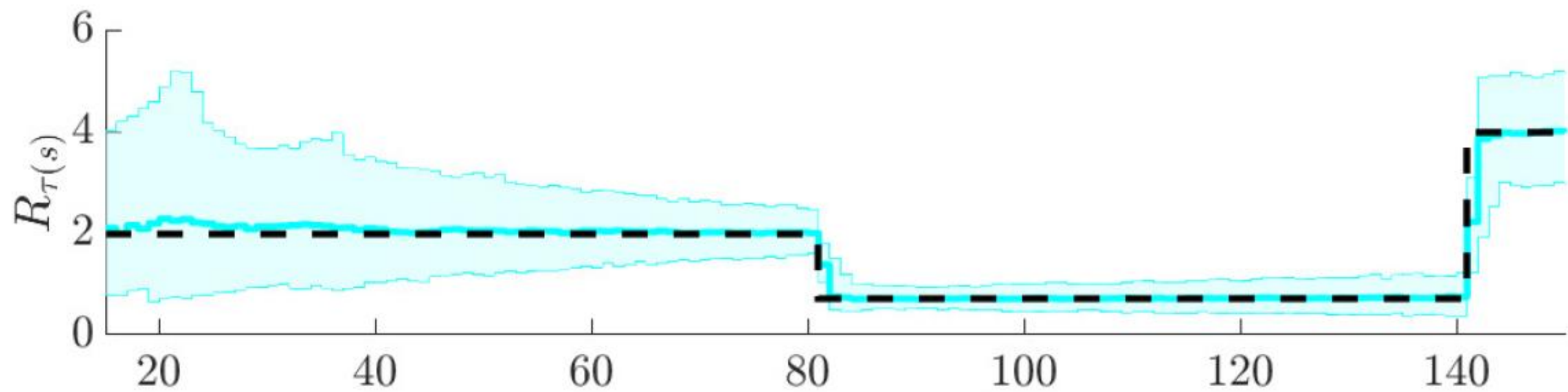
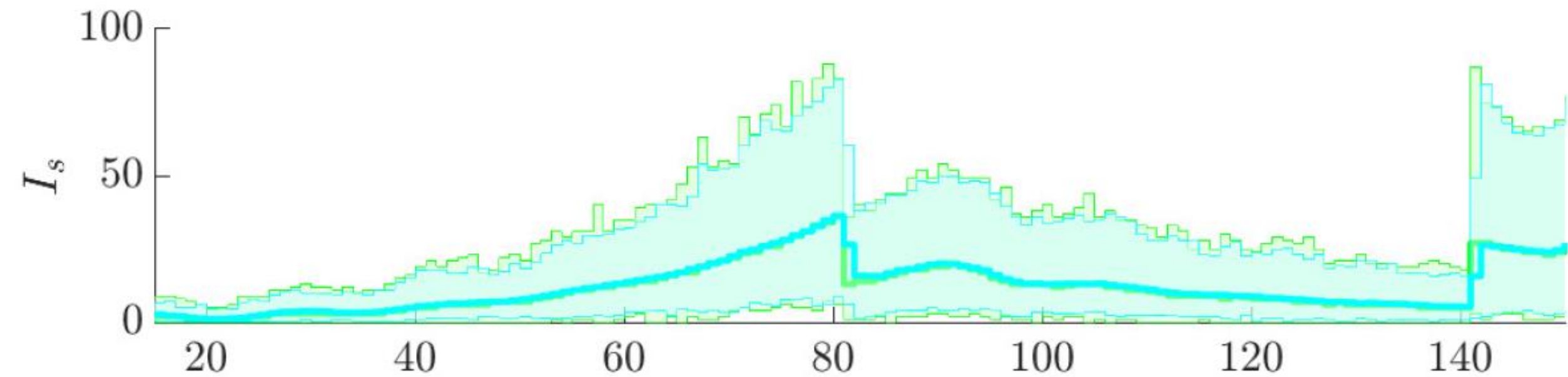
- Asume un proceso de Poisson
- Usando los datos de incidencia N_1, \dots, N_t ,

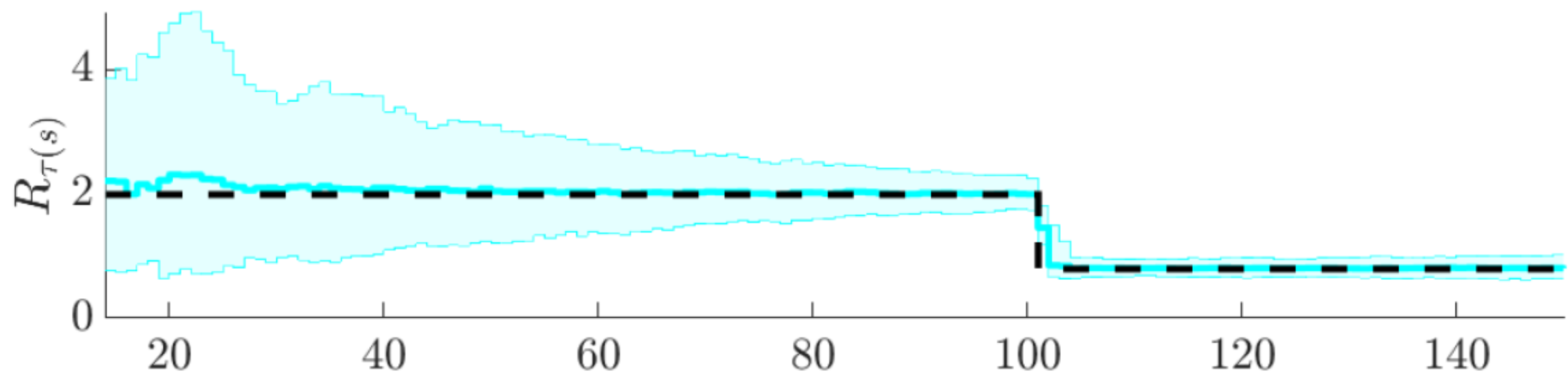
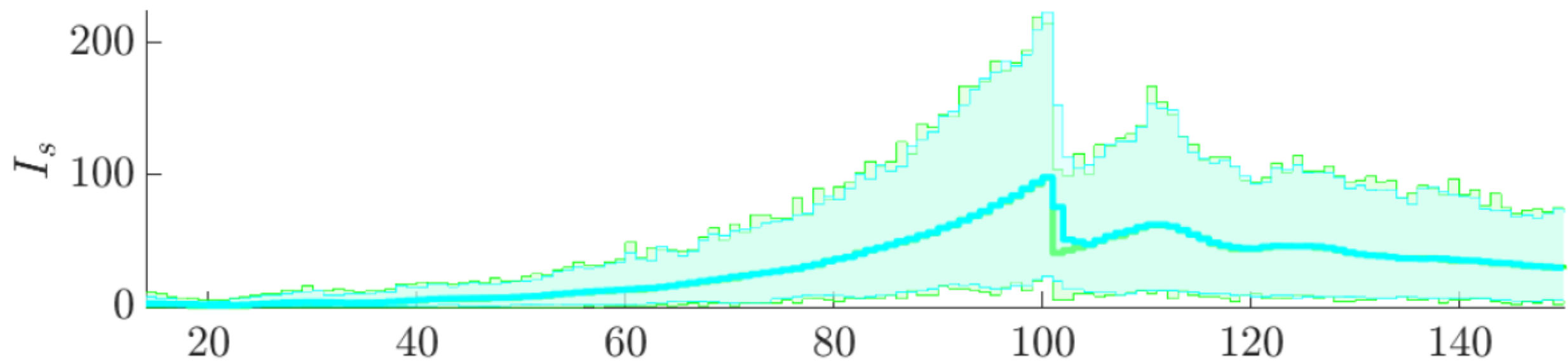
$$L(N_t | N_1, \dots, N_{t-1}, w, R_t) = \frac{(R_t \Lambda_t)^{N_t} e^{-R_t \Lambda_t}}{N_t!}$$

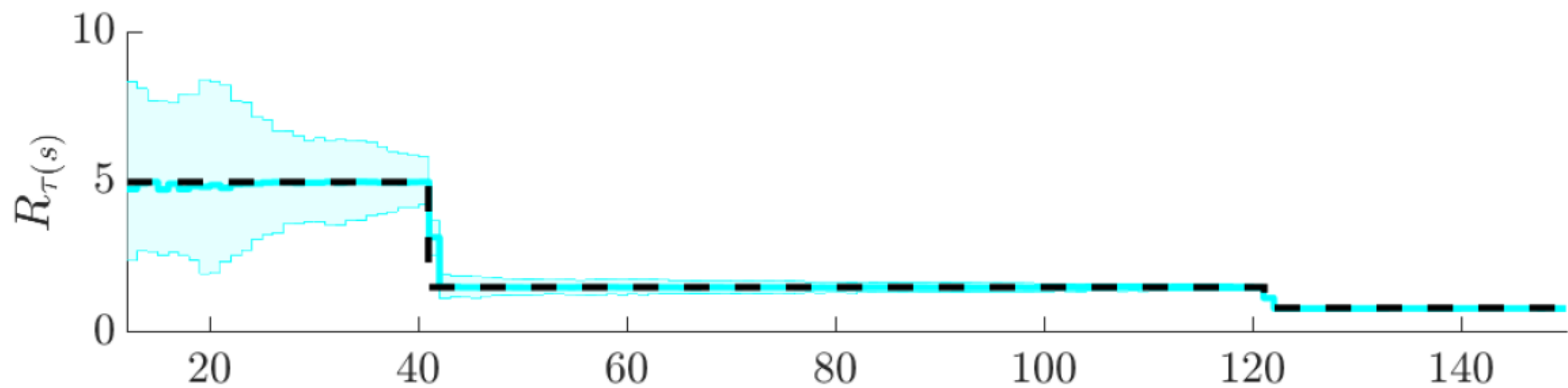
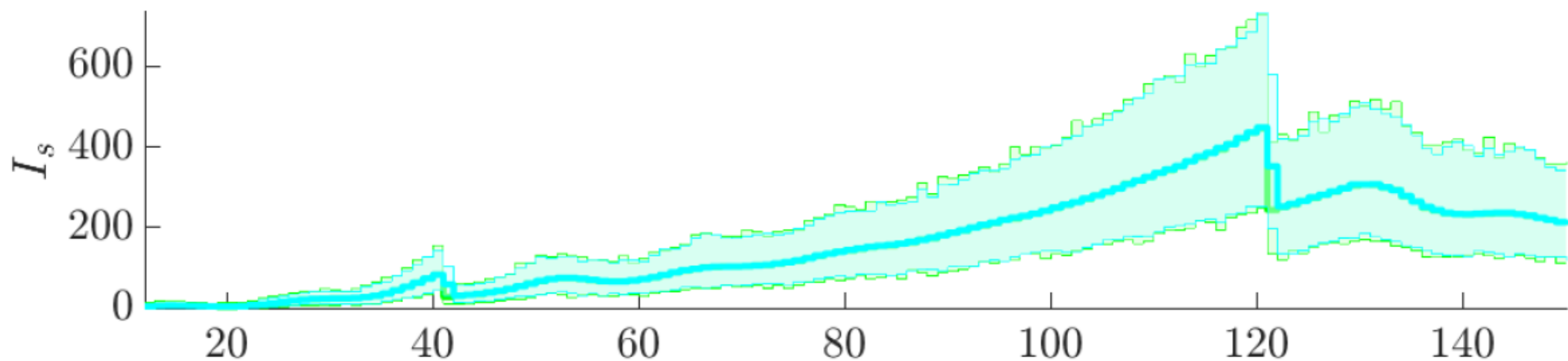
Uso de Rt

Ejemplos de texto









Acción

(que hemos hecho en el grupo)

Parte 3. Práctica

Demostración
Ejercicios en el computador

Demostración

Ejercicios en el computador

código fuente – ejemplos y ejercicios

<https://github.com/munozedg/taller-covid-19>

Preguntas y Discusión

- Preguntas y Discusión
- Plan para la siguiente sesión