

GABRIEL SANABRIA ALVARADO
DIEGO ALBERTO VEGA VÍQUEZ
JEIKEL NAVARRO SOLÍS
ANDY ROBERTO PERALTA DUARTE

ESTADÍSTICA ACTUARIAL II
**COMPARACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE DEPENDENCIA ENTRE
VARIABLES DE PRÉSTAMOS ESTUDIANTILES EN UNIVERSIDADES
PÚBLICAS Y PRIVADAS MEDIANTE CÓPULAS**

SETIEMBRE, 2025

MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO



- Los préstamos estudiantiles son clave en el acceso a la educación superior.
- La dinámica del crédito no depende solo de montos, sino de la interacción entre varias variables.
- Las dependencias pueden ser no lineales y concentrarse en eventos extremos
- Las correlaciones tradicionales no capturan adecuadamente estas relaciones.

CONTEXTO DEL PROBLEMA



- Programa Federal Family Education Loan (FFEL) en EE. UU. (hasta 2010).
- Participación del gobierno federal tras la crisis financiera 2008-2009.
- Eliminación del FFEL y transición al Federal Direct Loan Program.
- Importancia de analizar diferencias entre:
 - Universidades públicas
 - Universidades privadas

DATOS

- Fuente: Gobierno de los Estados Unidos.
- Cobertura temporal: 1 de abril-30 de julio del 2010.
- Partición: Públicas vs Privadas.

VARIABLES

- OPE ID.
- School.
- State.
- School Type.

VARIABLES DE INTERES

- FFEL SUBSIDIZED # of Disbursements
- FFEL UNSUBSIDIZED \$ of Disbursements

METODOLOGÍA

Teorema de Sklar (1959)

Sea H una distribución conjunta con marginales F y G . Entonces existe una cópula C tal que para todo $x, y \in \mathbb{R}$,

$$H(x, y) = C(F(x), G(y))$$

Si F u G son continuas, entonces C es única, si no C es únicamente determinado por el rango de F y G .

Por otro lado si C es una cópula y F y G son funciones de distribución, entonces la función $H(x, y)$ definida anteriormente es una función de distribución conjunta con marginales F y G .



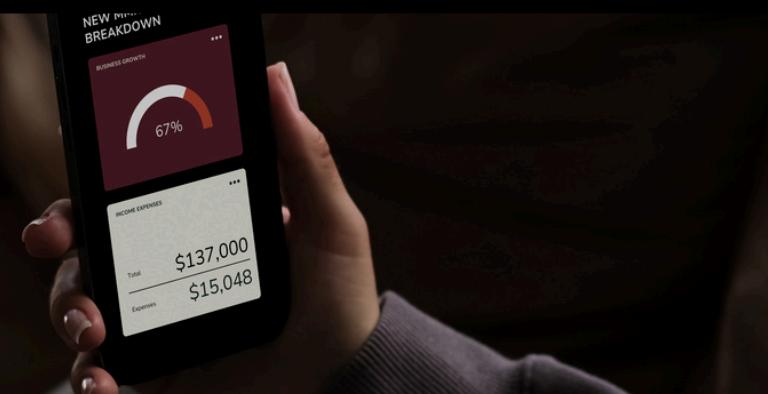
AJUSTE MARGINAL Y PIT

- Distribuciones consideradas:
 - Weibull_min
 - Johnsonsu
- Estimación por máxima verosimilitud.
- Transformación PIT:
 - Lleva variables al intervalo (0,1).
- Validación:
 - Histogramas
 - Gráficos QQ
- Resultados consistentes con uniformidad.



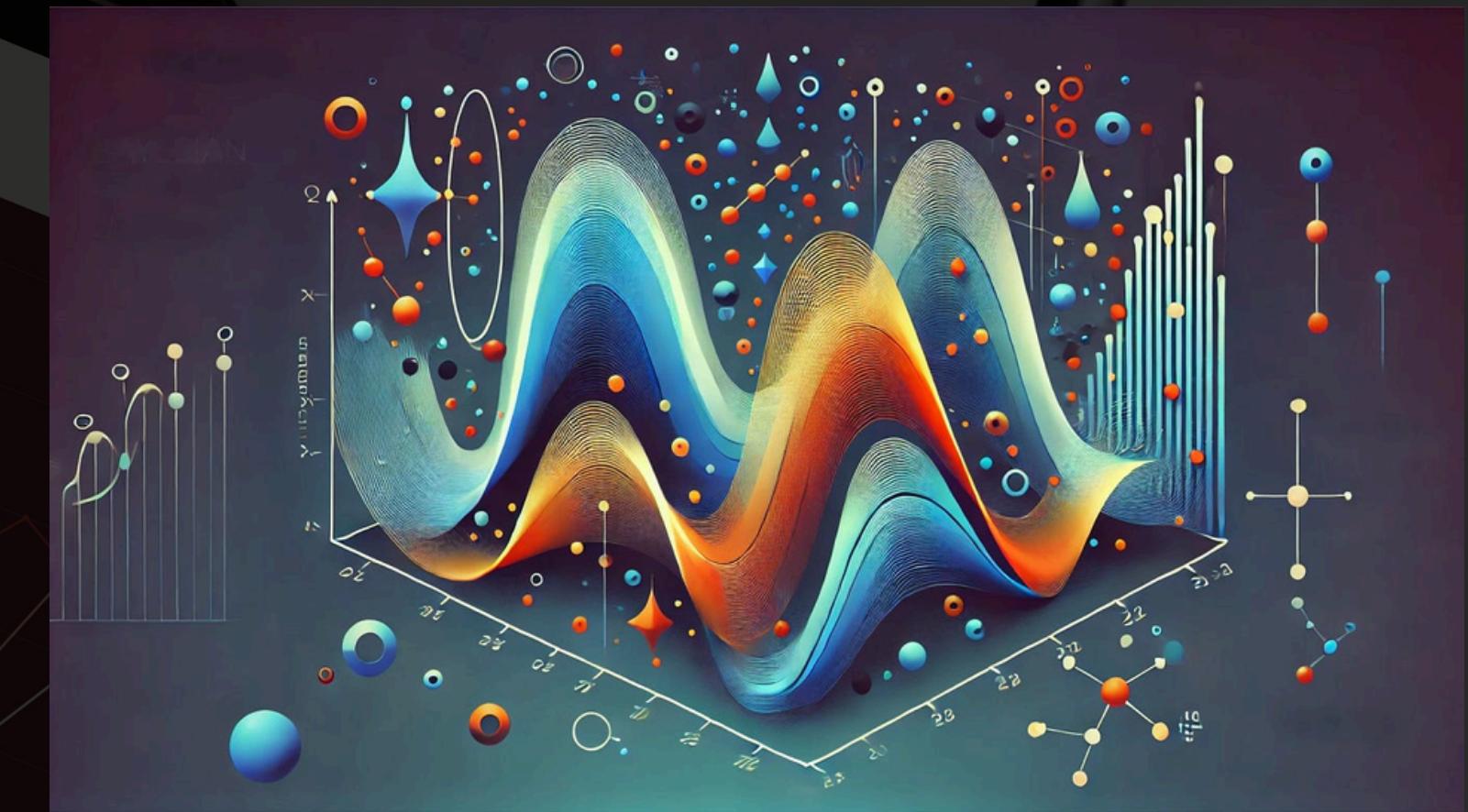
MODELOS DE CÓPULAS

- Familias analizadas:
 - Arquimedianas: Clayton, Gumbel, Frank
 - Elípticas: Gaussiana, t de Student
- Estimación por log-verosimilitud.
- Selección usando:
 - AIC
 - BIC
- En varios casos, mejor desempeño de:
 - Gumbel y Clayton (asimetría y colas)



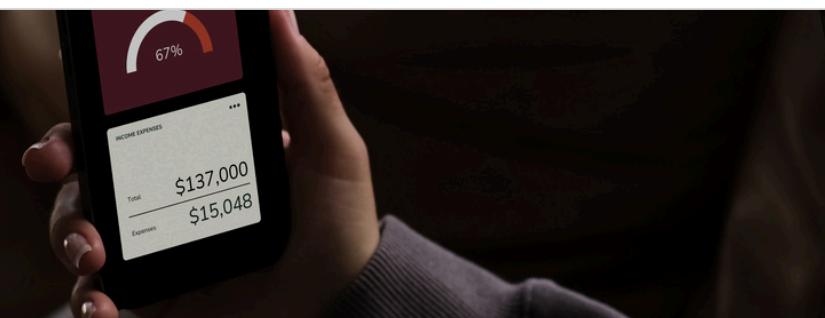
RESULTADOS PRINCIPALES

- Dependencia positiva entre montos y número de préstamos.
- Universidades privadas:
 - Mayor τ de Kendall
 - Mayor dependencia en la cola superior
 - Más riesgo de eventos extremos simultáneos
- Universidades públicas:
 - Dependencia más moderada
 - Menor concentración extrema

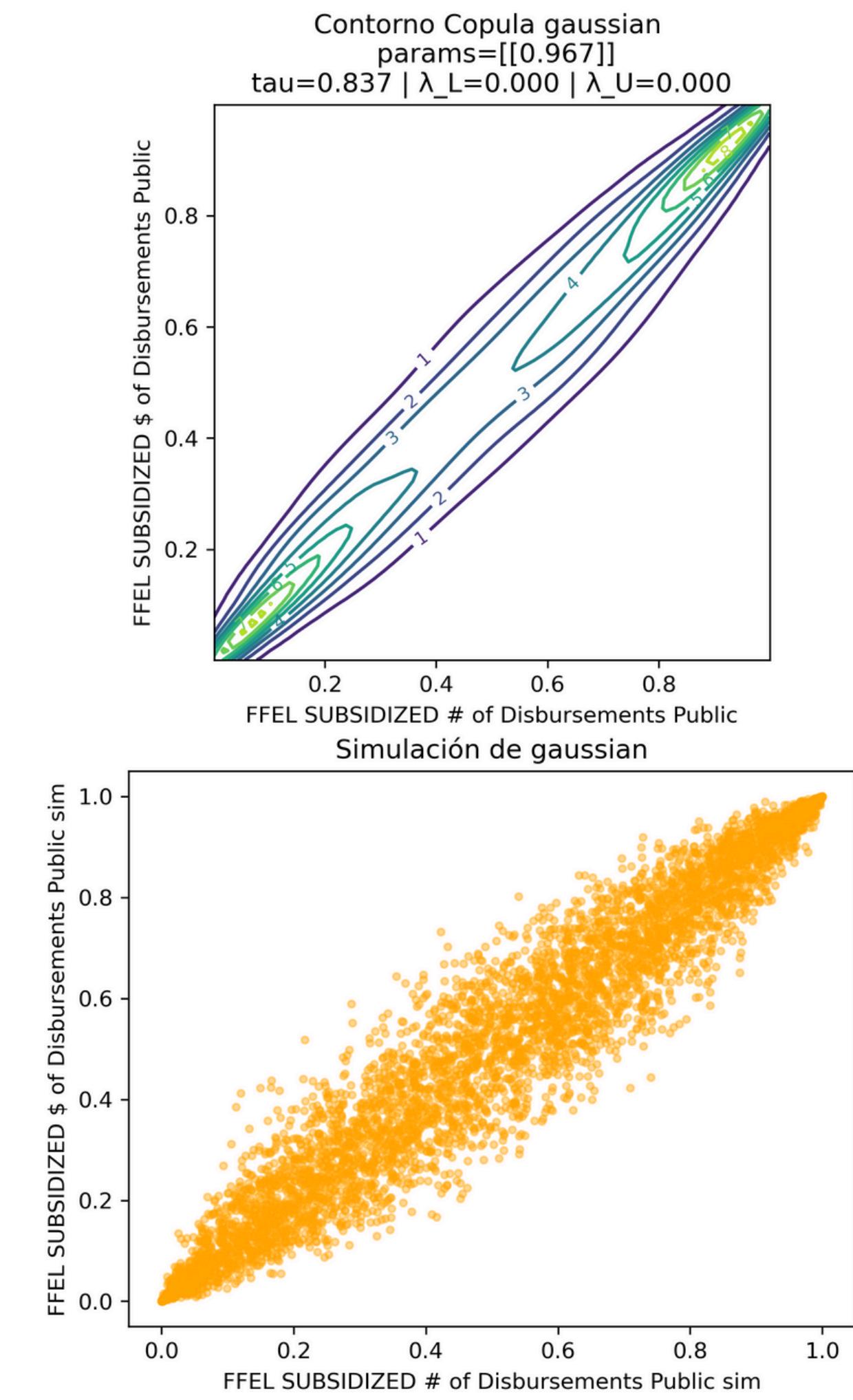
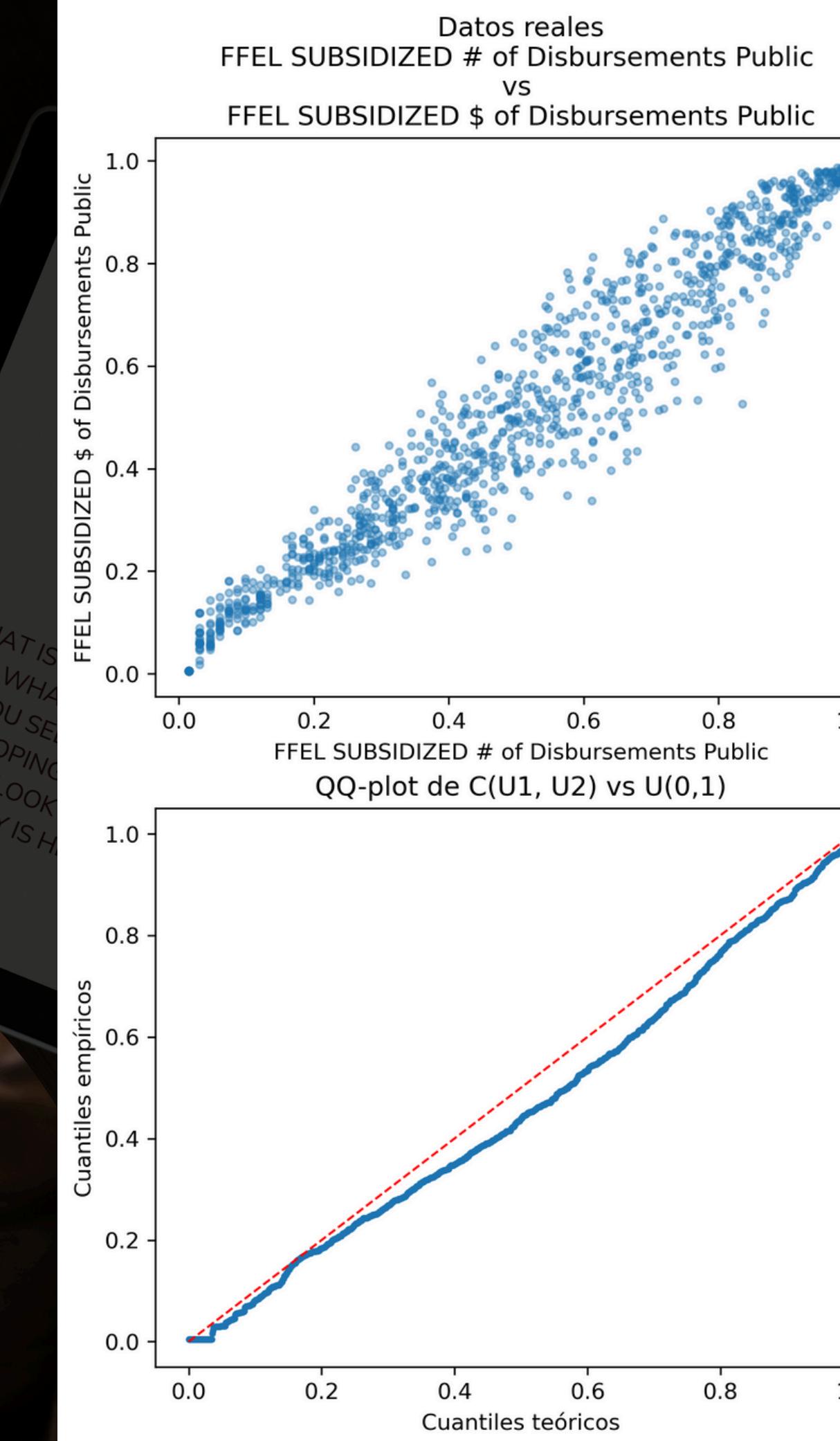


ESTIMACIÓN DE CÓPULAS

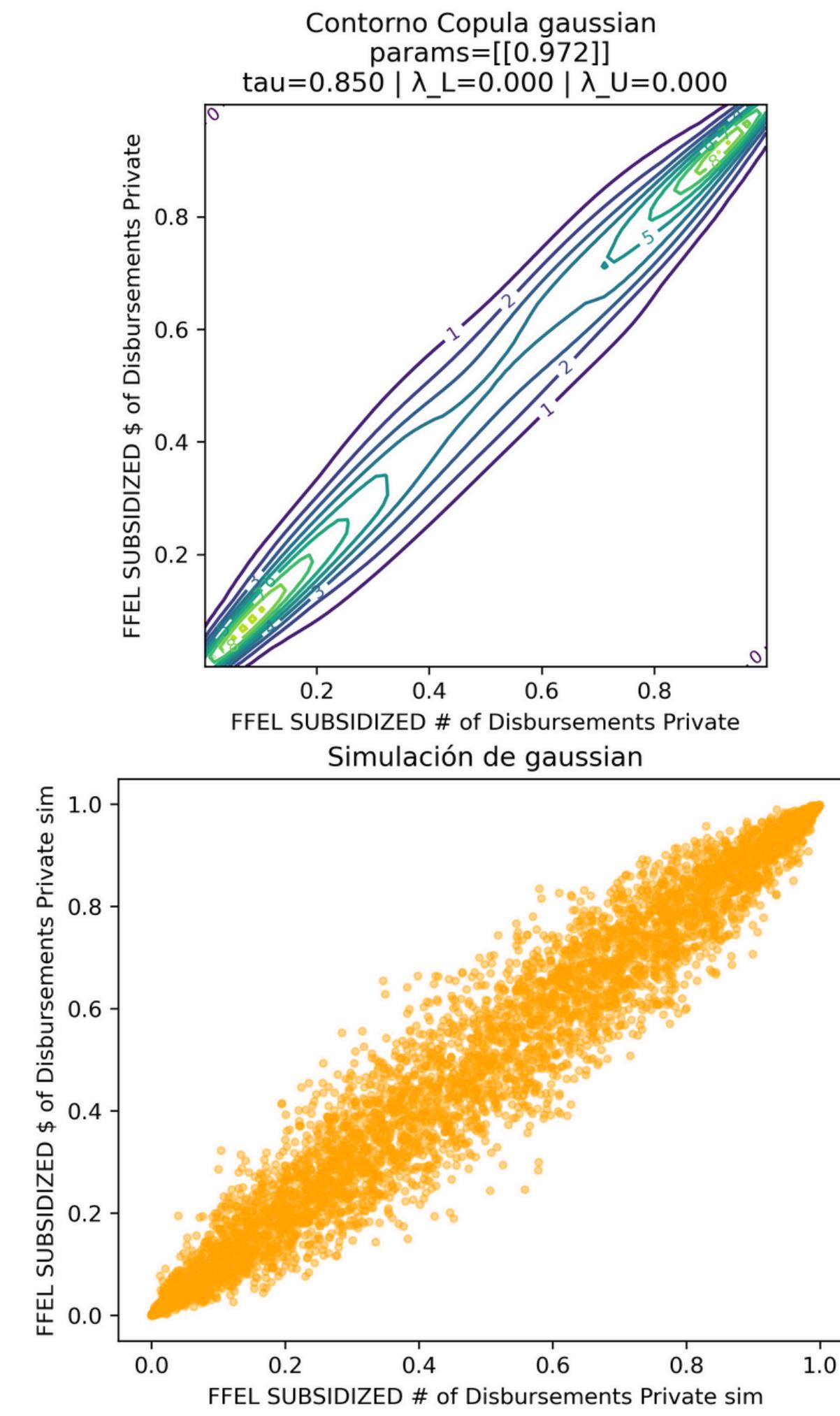
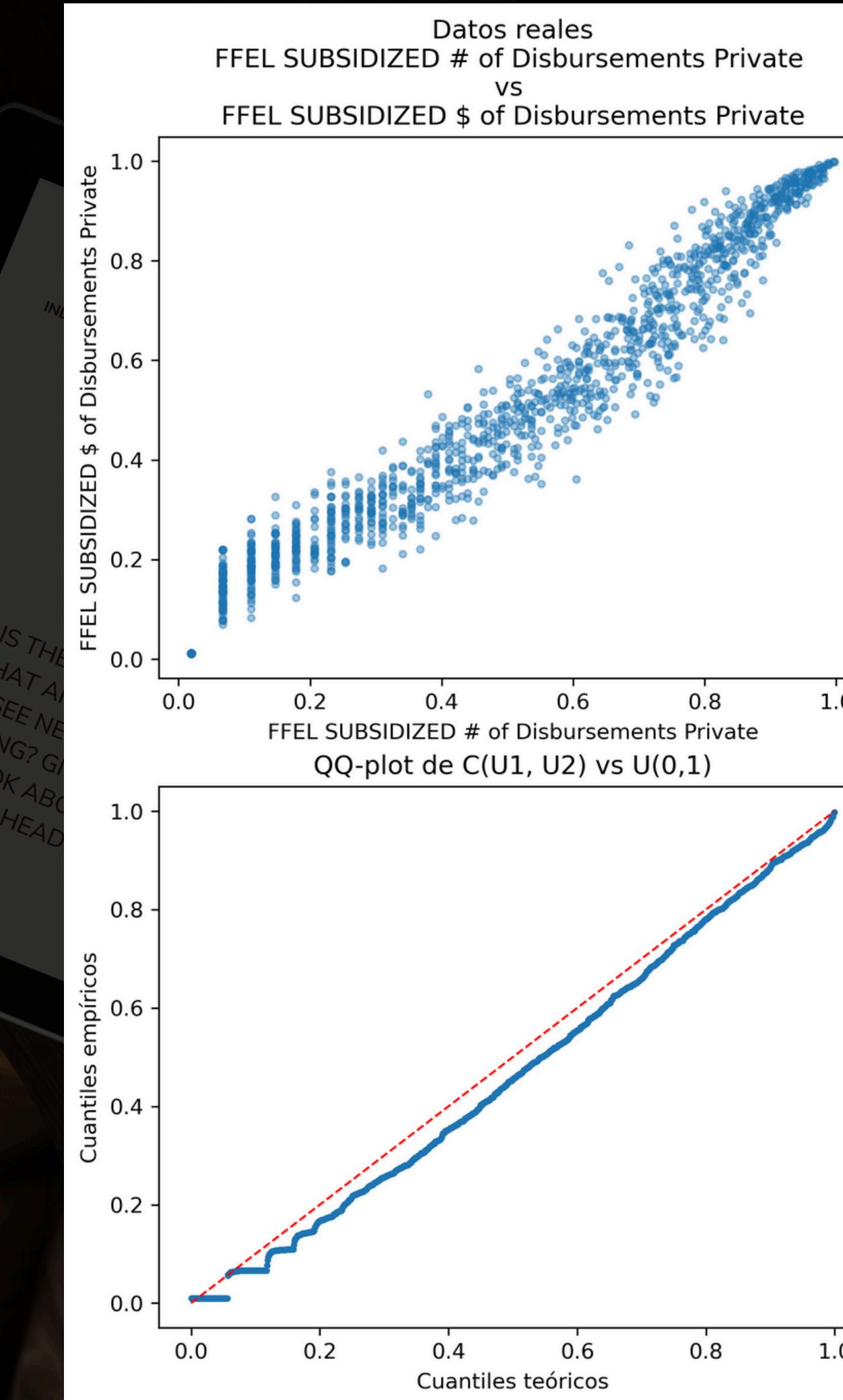
Tipo de institución	Cópula óptima	Principales resultados
Pública	Gumbel	$\lambda_U \approx 0.42 \rightarrow$ dependencia en cola superior
Privada	Frank	$\tau \approx 0.35 \rightarrow$ dependencia simétrica moderada
Con fines de lucro	t / Clayton	Dependencia en colas ($\lambda_L \approx 0.28$, $\lambda_U \approx 0.31$)



PÚBLICAS



PRIVADA



GROUND

THE INDUSTRY'S HISTORY

GRACIAS

POR SU ATENCIÓN

