

Análisis de Datos de Trasplantes en México(2020-2025)

Un enfoque Descriptivo, Geográfico y Predictivo

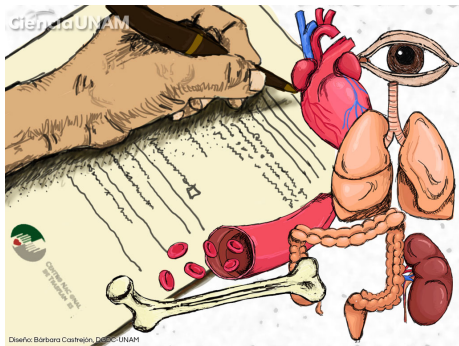
Rosa Isela Amador Rafael

Universidad Autónoma Metropolitana



Motivación

"La escasez de órganos, las desigualdades regionales en acceso a trasplantes y la falta de predictores claros de éxito en las primeras 24 horas limitan la eficiencia del sistema de salud mexicano, lo que resulta en vidas perdidas y recursos subutilizados."



¿Por qué importa?



- Miles de pacientes mueren en lista de espera por desequilibrios en la distribución de órganos.
- Identificar patrones geográficos y clínicos puede optimizar la logística y salvar más vidas.
- Predecir el éxito temprano del trasplante mejora la asignación de recursos y reduce complicaciones.

”En este estudio usamos Python para descubrir patrones en los trasplantes de México, mostrando diferencias entre regiones y qué factores ayudan al éxito, dando información útil para mejorar las decisiones de salud pública.”



Objetivos

Objetivo general: Aplicar herramientas de Python para realizar un análisis sobre la base de datos de transplantes realizados en México entre 2020-2025.

- ❶ **Distribución:** ¿Qué estados/instituciones tienen mayor acceso?
(Mapas)
- ❷ **Éxito:** ¿Edad, órgano o grupo sanguíneo predicen supervivencia a 24h?
(Random Forest y Regresión Logística)
- ❸ **Temporal:** ¿Cómo afectó la pandemia a la disponibilidad?
(Caída del 30% en 2020, pico en 2023)

Datos: Fuentes y variables

Fuente(CENATRA)

- El proceso de donación se lleva solamente a cabo en unidades médicas de alta especialidad, que cuenten con médicos especialistas y que deben estar registrados en el Centro Nacional de Transplantes(CENATRA).
- El conjunto de datos contiene información detallada sobre trasplantes de órganos y tejidos realizados en México entre 2020 y 2025, con un total de 27,361 registros y 22 variables

Diccionario de variables

- **sexo** – Género del receptor (*masculino, femenino*)
- **codigo_sexo** – Código del sexo (1, 2)
- **institucion** – Institución que realizó el trasplante
- **entidad_federativa_trasplante** – Estado donde se realizó
- **codigo_entidad_federativa_trasplante** – Clave numérica del estado
- **establecimiento** – Hospital o unidad médica
- **institucion_organ** – Institución que proporcionó el órgano
- **entidad_federativa_organ** – Estado donde se obtuvo el órgano
- **codigo_entidad_federativa_organ** – Clave del estado del órgano
- **entidad_federativa_origen** – Estado de origen del receptor
- **codigo_entidad_federativa_origen** – Clave del estado de origen
- **entidad_federativa_residencia** – Estado de residencia habitual
- **codigo_entidad_federativa_residencia** – Código del estado de residencia
- **grupo_sanguineo_receptor** – Grupo sanguíneo (A, B, AB, O, no aplica)
- **rh** – Factor RH (*positivo, negativo, no aplica*)
- **edad_al_trasplante_anios** – Edad al momento del trasplante
- **fecha_trasplante** – Fecha del trasplante
- **fecha_registro_comite** – Fecha de registro ante el comité
- **organ** – Órgano o tejido trasplantado
- **tipo_trasplante** – Tipo (cadáver, vivo, córnea importada)
- **relacion** – Relación donador-receptor
- **resultado_24hrs** – Resultado a las 24 horas

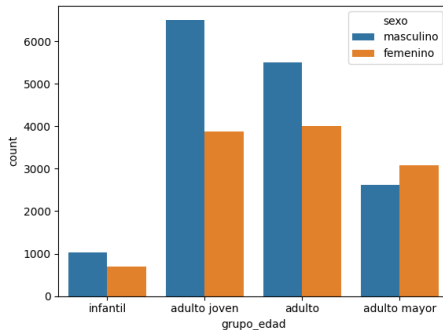
Preprocesamiento y calidad

Limpieza

- **Variables clave:** Para este análisis vamos a considerar las siguientes variables clave: sexo, edad, Órgano, tipo de trasplante, institución, entidad, grupo sanguíneo, fechas, resultado a 24 horas.
- Corrección de nombres de estados (ej: "México" → "Estado de México").
- Conversión de fechas a formato datetime

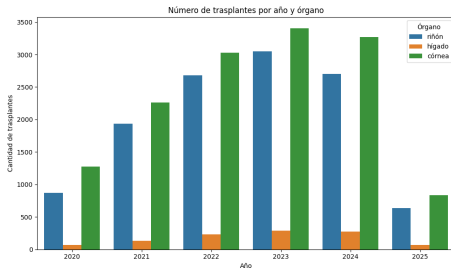
Agrupación por clases

- Infantil(1727), Adulto Joven(10381), Adulto(9503), Adulto mayor(5701).



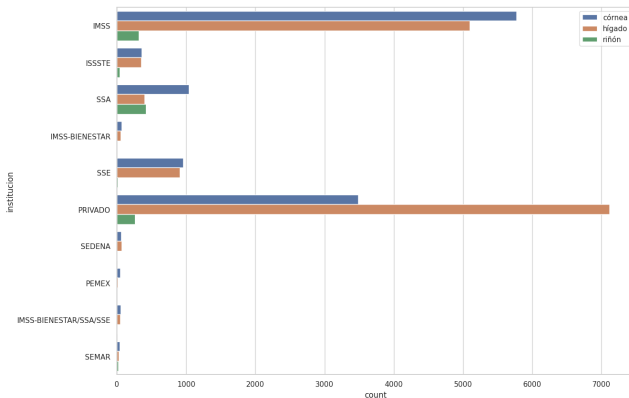
Filtrado de órganos principales

- Seleccionamos los organos que deseamos estudiar en este caso son los que tiene mayor número de trasplantes
- córnea (53%), riñón (32%), hígado (5%).



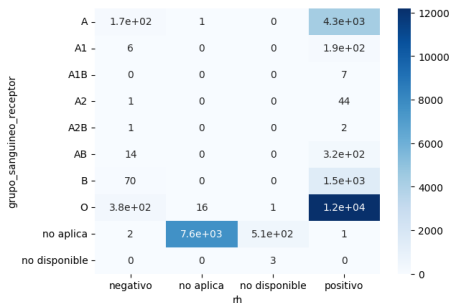
TOP 10 de instituciones

- Definimos las 10 primeras instituciones en donde se realizan los trasplantes: IMSS, PRIVADO, SSA, SSE, ISSSTE, SEDENA, IMSS-BIENESTAR, IMSS-BIENESTAR/SSA/SSE, SEMAR, PEMEX.



Mapa de calor relación entre el grupo sanguíneo del receptor y su factor RH

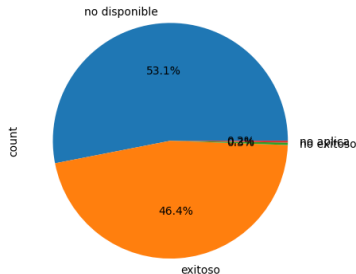
- Dominancia del grupo O positivo: La celda con el valor más alto es Grupo O, RH positivo con 12,000 trasplantes seguida de A positivo (4300), B positivo (4300), B positivo



Resultados a 24 horas (gráfico de pastel)

Hallazgos

- **No disponible (53.0%)**: más de la mitad de los registros no reportan el resultado a 24 horas; esto puede deberse a falta de seguimiento, registros incompletos o procedimientos donde no aplica (p. ej., córnea).
- **Exitoso**: casi la mitad de los trasplantes se registran como exitosos.
- **No exitoso**: la proporción es muy baja respecto del total.



Tipos de Trasplantes en México

1. Trasplante de donante cadáver

- Órgano donado por persona fallecida (muerte encefálica o paro cardíaco).
- Más común en programas públicos de salud.

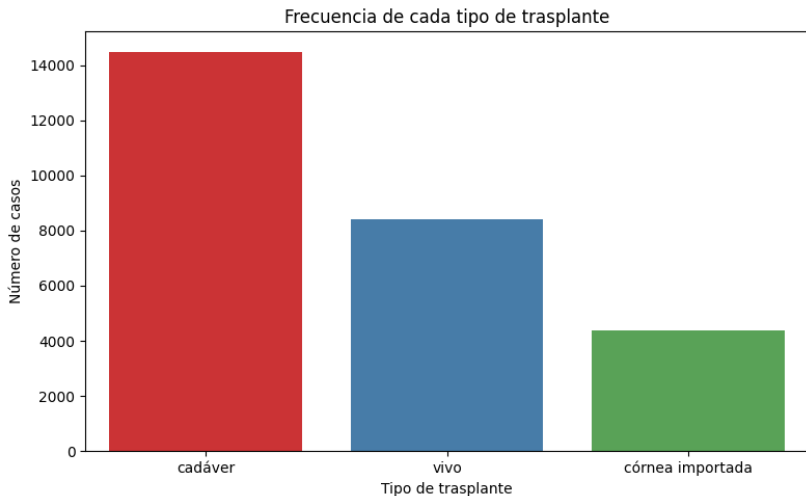
2. Trasplante de donante vivo

- Donación entre personas vivas (generalmente familiares directos).
- Frecuente en riñón y segmentos hepáticos.
- Requiere compatibilidad y evaluación médica rigurosa.

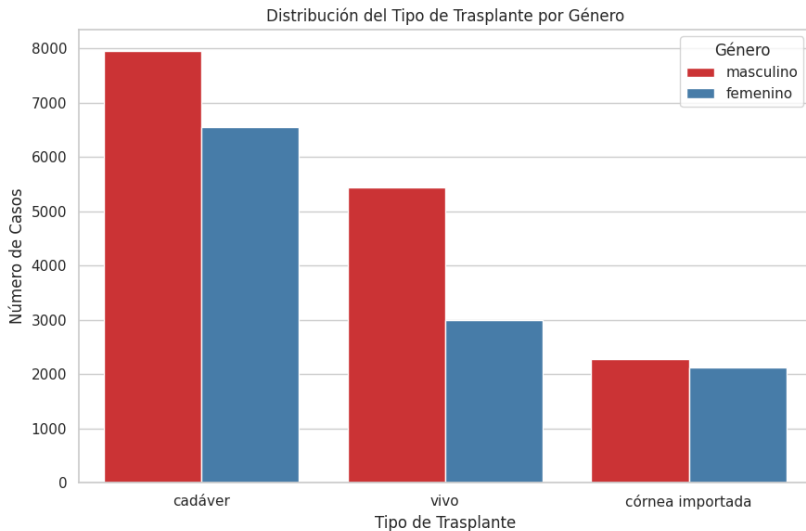
3. Trasplante de córnea importada

- Tejido corneal obtenido de bancos internacionales.
- Alternativa cuando no hay disponibilidad local.
- Regulación especial por ser tejido (no órgano sólido).

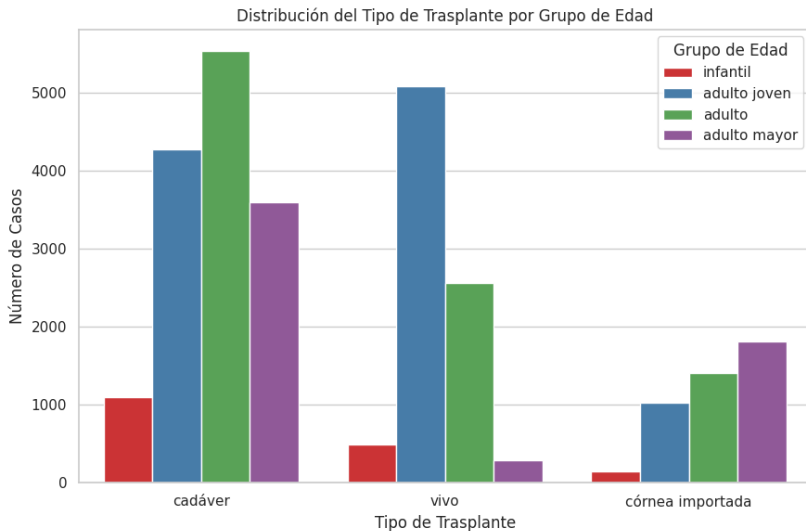
Frecuencia de los tipos de trasplantes



Frecuencia de los tipos de trasplantes por generos



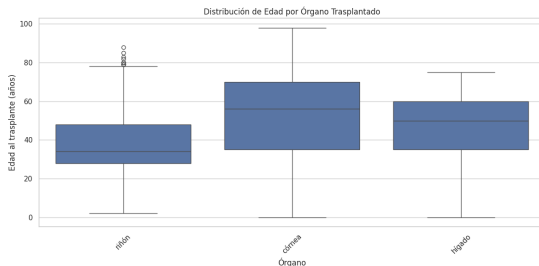
Frecuencia de los tipos de trasplantes por clases



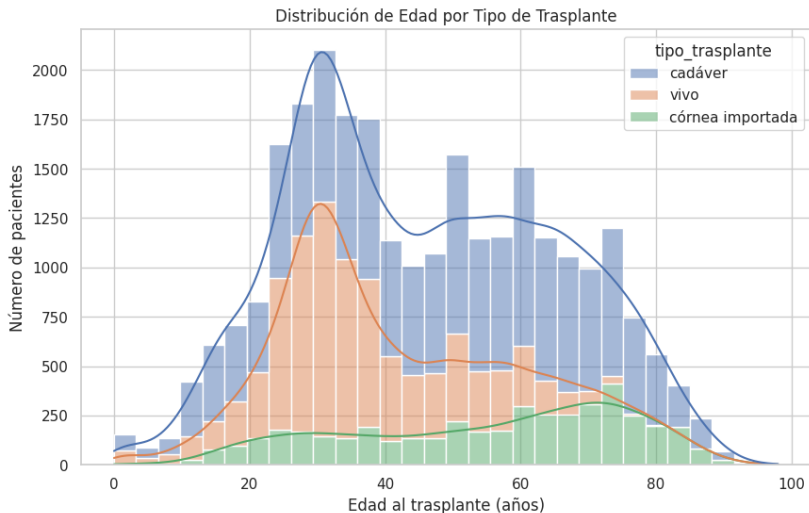
Distribución de edad por órgano trasplantado

Hallazgos

- **Riñón:** mediana ≈ 33 años; receptores más jóvenes; algunos outliers altos (> 75 años).
- **Córnea:** mediana ≈ 56 años; mayor variabilidad (IQR amplio); edades desde muy jóvenes hasta casi 100.
- **Hígado:** mediana ≈ 50 años; dispersión moderada; concentrado en adultos medios.



Histograma de edades según tipo de trasplante

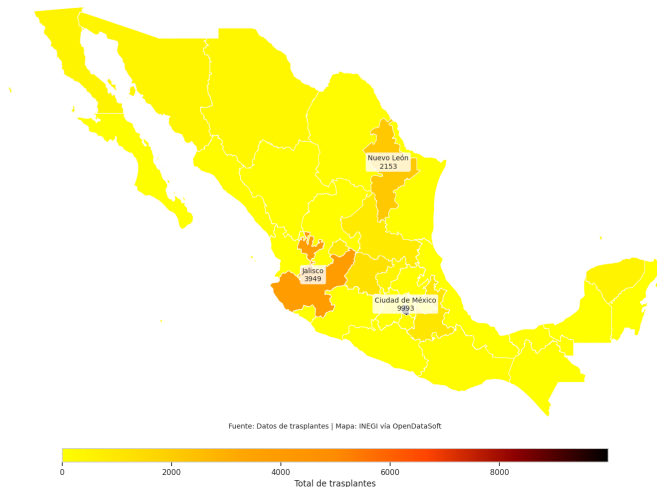


Tipo de Trasplante por Entidad de Origen y Residencia



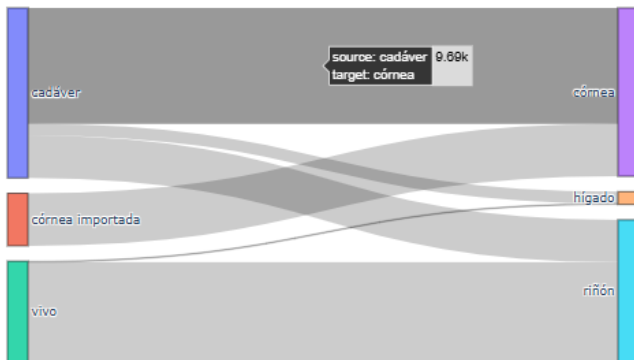
Distribución de Trasplantes por Entidad Federativa México

Distribución de Trasplantes por Entidad Federativa
México



Flujo entre Tipo de Trasplante y Órgano

Flujo entre Tipo de Trasplante y Órgano

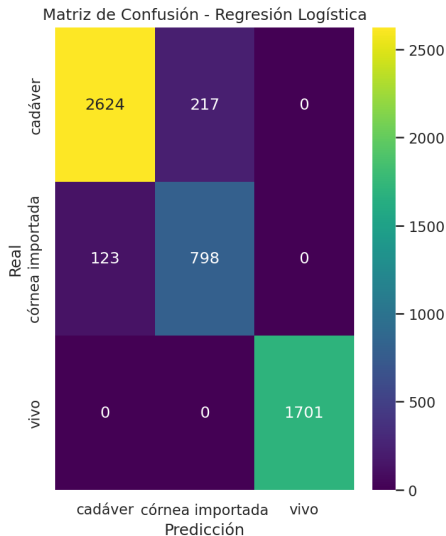


Métricas del Modelo Regresión Logística

Clase	Precisión	Recall	F1-Score	Support
Cadáver	0.96	0.92	0.94	2,841
Córnea importada	0.79	0.87	0.82	921
Vivo	1.00	1.00	1.00	1,701
Accuracy	0.94			
Macro Avg	0.91	0.93	0.92	5,463
Weighted Avg	0.94	0.94	0.94	5,463

- **Mejor desempeño:** Clase "Vivo" (100% en todas las métricas)
- **Mayor error:** Confusión entre "Cadáver" y "Córnea importada"
- **Accuracy global:** 94% (excelente para datos desbalanceados)

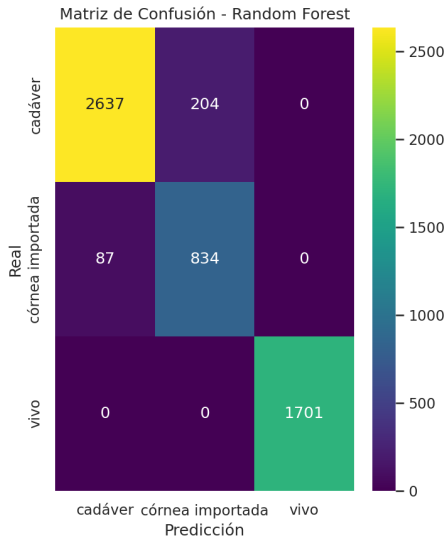
Matriz de Confusión - Regresión Logística



Resultados del Modelo de Clasificación

Categoría	Precisión	Recall	F1-Score	Casos
Cadáver	0.97	0.93	0.95	2,841
Córnea importada	0.80	0.91	0.85	921
Vivo	1.00	1.00	1.00	1,701
Exactitud	0.95			
Promedio Macro	0.92	0.94	0.93	5,463
Promedio Ponderado	0.95	0.95	0.95	5,463

- **Clase óptima:** "Vivo" con métricas perfectas
- **Mejóro:** +0.04 en F1-Score para córneas
- **Generalización:** 95% exactitud global



- El modelo Random Forest supera al modelo de regresión logística especialmente en la clasificación de córnea importada.
- Random Forest es más robusto frente a ambigüedades entre cadáver y córnea importada, lo que probablemente se deba a su capacidad para manejar relaciones no lineales y múltiples variables relevantes.

Limitaciones

- **Sesgo:** 53% de datos sin resultado a 24h (córneas no requieren seguimiento).
- **Cobertura:** 28/32 estados con datos (Yucatán y Quintana Roo subrepresentados).
- **Privacidad:** Datos anonimizados (sin NSS/edad exacta).

Conclusiones - Hallazgos clave

- Se observó un pico en 2023 en trasplantes de córnea (+3,400 casos)
- El 97% de los trasplantes de córnea provienen de donantes cadavéricos
- Priorizar campañas de donación en estados con baja tasa (ej: Guerrero, Oaxaca).
- Optimizar logística para trasplantes de hígado (solo 5% del total).