

Resultados del modelo

```
> modelo_Tinscrsalu <- lm(TTRATA22 ~ Tinscrsalu, data=datos)
> summary(modelo_Tinscrsalu)
```

Call:

```
lm(formula = TTRATA22 ~ Tinscrsalu, data = datos)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.6761	-0.3935	-0.1978	0.1886	1.3949

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.091820	0.342827	-0.268	0.7907
Tinscrsalu	0.011923	0.006862	1.738	0.0925 .

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5572 on 30 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.09144, Adjusted R-squared: 0.06115

F-statistic: 3.019 on 1 and 30 DF, p-value: 0.09255

MODELO OLS

```
Modelo_OLS <- lm(TTRATA22~ Tinscrsalu+PIBPKPT22+hog_1afil_+
+ AK.1.22 + gstoseg22 + DENSD24, data=datos)
> summary(Modelo_OLS)
```

Call:

```
lm(formula = TTRATA22 ~ Tinscrsalu + PIBPKPT22 + hog_1afil_ + AK.1.22
+ gstoseg22 + DENSD24, data = datos)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.5244	-0.2970	-0.1618	0.1208	1.5951

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	4.644e-01	2.251e+00	0.206	0.8382
Tinscrsalu	2.008e-02	8.827e-03	2.275	0.0317 *
PIBPKPT22	-4.461e-07	1.387e-06	-0.322	0.7504
hog_1afil_	8.530e-05	4.257e-05	2.004	0.0560 .
AK.1.22	-1.804e+00	3.866e+00	-0.467	0.6448
gstoseg22	-8.482e-06	5.029e-05	-0.169	0.8674
DENSD24	2.115e-04	9.843e-05	2.149	0.0415 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5087 on 25 degrees of freedom Multiple R-squared: 0.3688, Adjusted R-squared: 0.2173

F-statistic: 2.435 on 6 and 25 DF, p-value: 0.05428

```
> # Prueba de Breush-Pagan de homocedasticidad (H0)
> #install.packages("lmtest")
> #library(lmtest)
> bptest(Modelo_OLS)
```

studentized Breusch-Pagan test

```
data: Modelo_OLS
BP = 1.9425, df = 6, p-value = 0.9249
```

Prueba de efecto causal:

```
> summary(iv_model)
```

Call:

```
ivreg(formula = TTRATA22 ~ Tinscrsalu + hog_1afil_ + gstoseg22 +
      DENS24 | AK.1.22 + PIBPKPT22 + DENS24, data = datos)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-1.93885	-0.61199	-0.07758	0.32730	2.72564

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.0959663	2.9219562	0.375	0.710
Tinscrsalu	0.0607462	0.0507495	1.197	0.241
hog_1afil_	0.0002760	0.0004273	0.646	0.524
gstoseg22	-0.0004814	0.0003878	-1.242	0.225

Residual standard error: 1.078 on 28 degrees of freedom
Multiple R-Squared: -2.173, Adjusted R-squared: -2.513
wald test: 0.5891 on 3 and 28 DF, p-value: 0.6272

```
> # Prueba de normalidad de los errores de Jarque-Bera
> #install.packages("tseries")
> #library(tseries)
> jarque.bera.test(Modelo_OLS$residuals)
```

Jarque Bera Test

```
data: Modelo_OLS$residuals
X-squared = 26.538, df = 2, p-value = 1.727e-06
```

```
> # Prueba de normalidad Shapiro-wilk
> shapiro.test(Modelo_OLS$residuals)
```

Shapiro-wilk normality test

```
data: Modelo_OLS$residuals
W = 0.82934, p-value = 0.0001528
```

Con los datos disponibles y bajo los instrumentos utilizados, no se puede afirmar que exista un efecto causal entre la afiliación al sistema de salud o el gasto en salud y la incidencia de trata de personas

No existe normalidad

Modelo LAG

```
ut_mod_lag <- residuals.lm(Modelo_lag)
> moran_mod_lag <- moran.test(ut_mod_lag, knear3, randomisation=TRUE, alternative="two.sided", na.action=na.exclude, zero.policy = T)
> print(moran_mod_lag)
```

Moran I test under randomisation

data: ut_mod_lag
weights: knear3

Moran I statistic standard deviate = -0.64476, **p-value = 0.5191**
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.10670680	-0.03225806	0.01333289

La hipótesis nula del test es: los residuos del modelo SAR no tienen autocorrelación espacial.

Dado que el p-valor = 0.5191 es mayor que 0.05, no hay evidencia de autocorrelación espacial en los residuos.

El modelo SAR eliminó la autocorrelación espacial que existía (o que se sospechaba) en los datos. Es decir, el modelo está bien especificado en términos espaciales.

```
library(spatialreg)
> Modelo_lag <- lagsarlm(TTRATA22 ~ Tinscrsalu + PIBPKPT22 + DENS24 +
+                          hog_1afil_ + AK.1.22 + gstoseg22,
+                          data = datos, listw = knear3,
+                          zero.policy = TRUE, tol.solve = 1e-20)
> summary(Modelo_lag)
```

Call: lagsarlm(formula = TTRATA22 ~ Tinscrsalu + PIBPKPT22 + DENS24 + hog_1afil_ + AK.1.22 + gstoseg22, data = datos, listw = knear3, zero.policy = TRUE, tol.solve = 1e-20)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.45761	-0.30978	-0.14167	0.15578	1.49491

Type: lag

Coefficients: (asymptotic standard errors)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	9.4935e-01	1.9726e+00	0.4813	0.630319
Tinscrsalu	2.0200e-02	7.5921e-03	2.6607	0.007798
PIBPKPT22	-3.9686e-07	1.1967e-06	-0.3316	0.740167

DENSD24	2.1387e-04	8.4647e-05	2.5266	0.011519
hog_1afil_	8.6044e-05	3.6667e-05	2.3466	0.018944
AK.1.22	-2.2931e+00	3.3509e+00	-0.6843	0.493765
gstoseg22	-1.4886e-05	4.3269e-05	-0.3440	0.730823

Rho: -0.25584, LR test value: 1.3429, p-value: 0.24653 Asymptotic standard error: 0.2067

z-value: -1.2377, p-value: 0.21582
wald statistic: 1.532, p-value: 0.21582

Log likelihood: -19.15665 for lag model
ML residual variance (sigma squared): 0.19137, (sigma: 0.43746)
Number of observations: 32
Number of parameters estimated: 9
AIC: 56.313, (AIC for lm: 55.656)
LM test for residual autocorrelation
test value: 1.9432, p-value: 0.16332

Rho no es significativo

LM test for residual autocorrelation: p = 0.1633

No hay evidencia de autocorrelación espacial restante en los residuos.

El modelo (aunque rho no es significativo) no deja estructura espacial sin capturar.

AIC SAR = 56.313

AIC OLS = 55.656

El OLS tiene un AIC ligeramente menor, lo que sugiere que el modelo espacial no mejora el ajuste.

Además, rho no es significativo → el componente espacial no aporta mejora estadísticamente relevante.

Spatial error

Estimar el modelo de Error Espacial

```
> Modelo_err <- errorsarlm(TTRATA22~ Tinscrsalu+PIBPKPT22+hog_1afil_+DENSD 24+
+                               AK.1.22 + gstoseg22, tol.solve = 1e-20,
+                               data=datos,knear3, zero.policy = T)
> summary(Modelo_err)
```

```
Call:errorsarlm(formula = TTRATA22 ~ Tinscrsalu + PIBPKPT22 + hog_1afil_ + DENSD24 + AK.1.22
+ gstoseg22, data = datos, listw = knear3,                                zero.
policy = T, tol.solve = 1e-20)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.44767	-0.27783	-0.10110	0.14335	1.40421

Type: error

Coefficients: (asymptotic standard errors)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	(Intercept)
	-6.5237e-01				
	1.6535e+00	-0.3945	0.693178		

Tinscrsalu	1.7019e-02	5.4427e-03	3.1269	0.001767
PIBPKPT22	3.4615e-07	1.0354e-06	0.3343	0.738140
hog_1afil_	7.7647e-05	3.3638e-05	2.3083	0.020980
DENSD24	2.6510e-04	7.2466e-05	3.6582	0.000254
AK.1.22	3.6737e-01	2.9483e+00	0.1246	0.900838
gstoseg22	-3.8318e-05	3.7396e-05	-1.0247	0.305520

Lambda: -0.75801, LR test value: 5.1017, p-value: 0.023902 Asymptotic standard error: 0.23655

z-value: -3.2045, p-value: 0.001353
wald statistic: 10.269, p-value: 0.001353

Log likelihood: -17.2772 for error model
ML residual variance (sigma squared): 0.15451, (sigma: 0.39307)
Number of observations: 32
Number of parameters estimated: 9
AIC: 52.554, (AIC for lm: 55.656)

```
ut_mod_err <- residuals.lm(Modelo_err)
> moran_mod_err <- moran.test(ut_mod_err, knear3, randomisation=TRUE, alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
> print(moran_mod_err)
```

Moran I test under randomisation

data: ut_mod_err
weights: knear3

Moran I statistic standard deviate = -0.42506, p-value = 0.6708
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.08035390	-0.03225806	0.01280330

Lambda es significativo.

- Hay **autocorrelación espacial en los errores del modelo OLS**, lo cual justifica el uso del modelo SEM.
- El **LR test** también confirma que SEM es estadísticamente mejor que OLS.

Tinscrsalu, hog_1afil_, DENSD24 Son estadísticamente significativas y positivas, en donde Mayor inscripción en salud, mayor densidad, y mayor proporción de hogares afiliados se asocian con mayor tasa de trata reportada.

Sí hay dependencia espacial en los errores, lo cual invalida OLS y SAR para este caso.

El modelo SEM es válido, eficiente y justificable estadísticamente.

Lambda = -0.85954, p-value = 0.000143

LR test value = 5.8167, p-value = 0.015874

El parámetro lambda (λ) es muy significativo → hay fuerte autocorrelación espacial en los errores del OLS.

El modelo SEM es estadísticamente mejor que el modelo OLS (confirmado por el LR test y el Wald test).

Conclusión:

El modelo Spatial Error Model (SEM) es apropiado, ya que la autocorrelación espacial en los errores es significativa. Además, mejora el ajuste respecto al modelo OLS.

```
ut_mod_err <- residuals.lm(Modelo_err)
> moran_mod_err <- moran.test(ut_mod_err, knear3, randomisation=TRUE, alternative="two.sided", na.action=na.exclude)
> print(moran_mod_err)
```

Moran I test under randomisation

data: ut_mod_err
weights: knear3

Moran I statistic standard deviate = -0.42506, p-value = 0.6708
alternative hypothesis: two.sided
sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.08035390	-0.03225806	0.01280330

Moran I statistic = -0.0804
p-value = 0.6708

- La **hipótesis nula** de la prueba es: “**no hay autocorrelación espacial en los residuos**”.
- El **p-valor alto (0.67)** indica que **NO hay evidencia de autocorrelación espacial residual**.
- Significa que el **modelo SEM logró corregir la autocorrelación espacial que estaba presente en el modelo OLS**.
- Los residuos del SEM ahora se comportan como deberían: independientes entre sí, espacialmente hablando.

Tiene un lambda significativo,

Presenta mejor ajuste (AIC, logLik) que OLS y SAR,

Captura bien la estructura espacial (confirmado por la prueba de Moran en residuos).

Se concluye que este modelo es el más adecuado y que el efecto del gasto en salud (y otras variables) sobre la trata es válido y no sesgado por autocorrelación espacial.

Modelo Durbin spatial lag

```
#Estimar el modelo de Durbin Rezago Espacial
> Modelo_lag_durbin <- lagsarlm(TTRATA22 ~ Tinscrsalu + PIBPKPT22 +
+                               DENS24 + hog_lafil_ + AK.1.22 + gstoseg
22,
+                               data = datos, listw = knear3,
+                               Durbin = TRUE, zero.policy = TRUE, tol.solve = 1e-20)
> summary(Modelo_lag_durbin)
```

```
Call:lagsarlm(formula = TTRATA22 ~ Tinscrsalu + PIBPKPT22 + DENS24 +
  hog_lafil_ + AK.1.22 + gstoseg22, data = datos, listw = knear3,
  Durbin = TRUE, zero.policy = TRUE, tol.solve = 1e-20)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.610683	-0.249209	-0.037012	0.176367	0.914216

Type: mixed

Coefficients: (asymptotic standard errors)

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-3.5320e+00	3.4807e+00	-1.0147	0.310232
Tinscrsalu	2.7255e-02	8.3189e-03	3.2762	0.001052
PIBPKPT22	-3.0945e-07	1.0309e-06	-0.3002	0.764031
DENS24	2.4960e-04	7.6567e-05	3.2599	0.001114
hog_lafil_	9.1807e-05	3.1763e-05	2.8904	0.003847
AK.1.22	5.1557e-02	3.0013e+00	0.0172	0.986294
gstoseg22	2.1306e-05	3.9258e-05	0.5427	0.587316
lag.Tinscrsalu	-6.4392e-03	1.1511e-02	-0.5594	0.575891
lag.PIBPKPT22	1.8664e-06	1.9529e-06	0.9557	0.339202
lag.DENS24	3.4675e-04	1.3577e-04	2.5539	0.010652
lag.hog_lafil_	-3.7690e-05	6.8612e-05	-0.5493	0.582786
lag.AK.1.22	5.1525e+00	5.1027e+00	1.0098	0.312611
lag.gstoseg22	-1.0223e-04	7.1449e-05	-1.4308	0.152495

Rho: -0.68389, LR test value: 6.4134, p-value: 0.011326 Asymptotic standard error: 0.23003

z-value: -2.973, p-value: 0.002949

Wald statistic: 8.8388, p-value: 0.002949

Log likelihood: -12.34388 for mixed model

ML residual variance (sigma squared): 0.11584, (sigma: 0.34035) Number of observations: 32

Number of parameters estimated: 15 AIC:

54.688, (AIC for lm: 59.101)

LM test for residual autocorrelation test value:

6.3409, p-value: 0.011799

```
residuos_durbin <- residuals(Modelo_lag_durbin)
```

```
> moran.test(residuos_durbin, knear3, zero.policy = TRUE)
```

Moran I test under randomisation

data: residuos_durbin weights:
knear3

Moran I statistic standard deviate = -0.94164, p-value = 0.8268 alternative
hypothesis: greater
sample estimates:

Moran I statistic	Expectation	Variance
-0.14510247	-0.03225806	0.01436131

Conclusión:

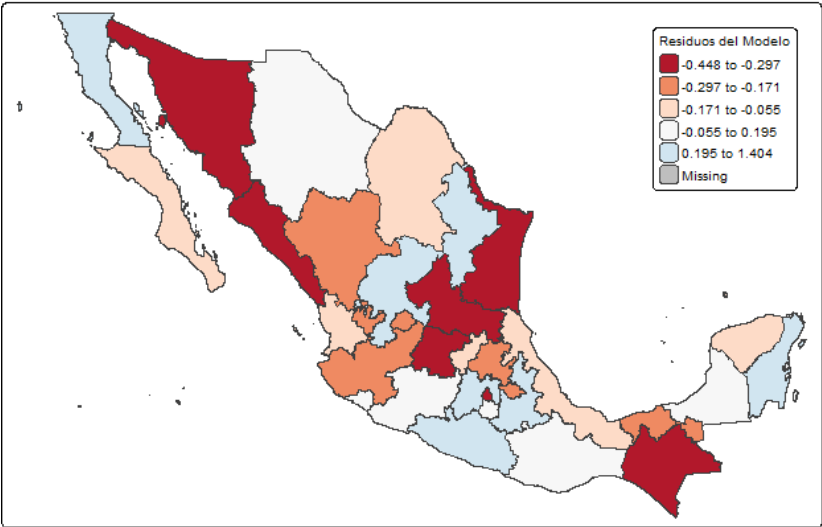
Modelo	Log-Likelihood	AIC	Test espacial significativo	p-valor
OLS	-21.55	59.10	Moran I residual	0.0002
SAR (lag)	-19.16	56.31	ρ (rho)	0.216
SEM (error)	-17.28	52.55	λ (lambda)	0.0014
SDM (Durbin)	-12.34	54.69	ρ (rho), WX	0.0029 (ρ) / 0.0106 (WX)

Aunque SEM tiene el AIC más bajo, el log-likelihood del SDM es mejor, y capta más dimensiones del efecto espacial, lo que le da ventaja global.

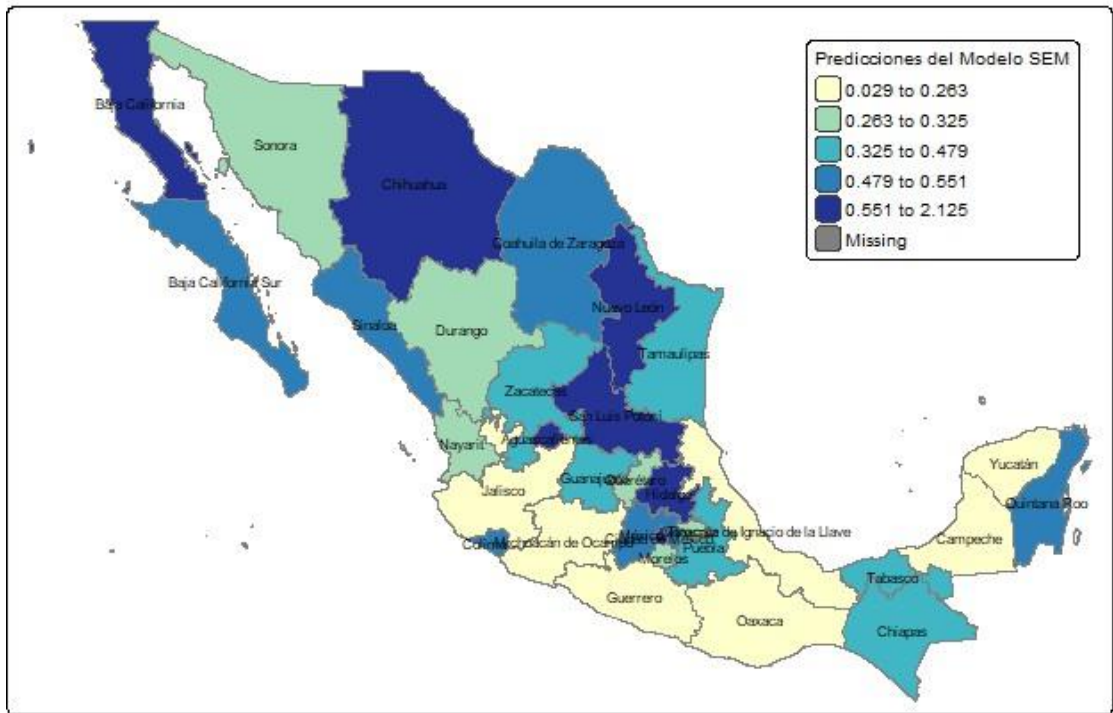
Tinscrsalu, DENS24, hog_1afil_, lag.DENS24 son estadísticamente significativos.

Una mayor densidad poblacional en los municipios vecinos está asociada con un mayor nivel de trata en la entidad a nivel focalizado.

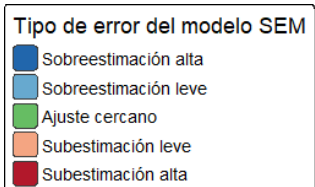
Mapa de Residuos del Modelo de Error Espacial



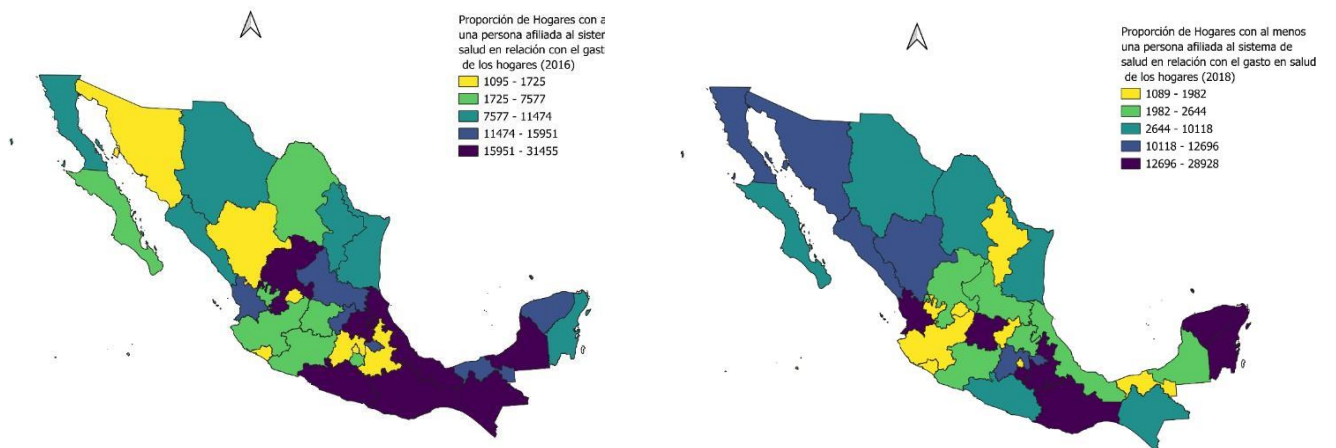
Predicciones del Modelo de Error Espacial

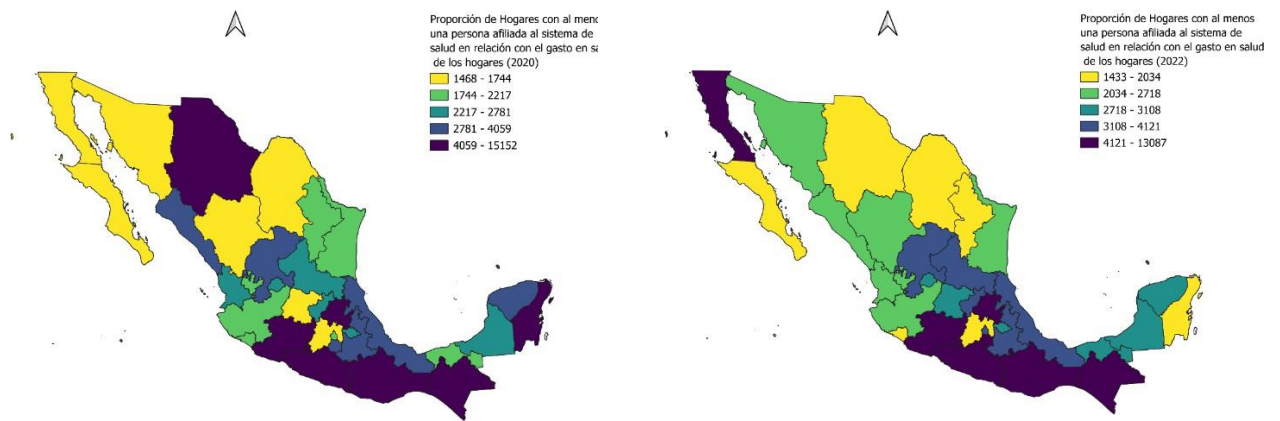


Clasificación unificada de los residuos del Modelo SEM



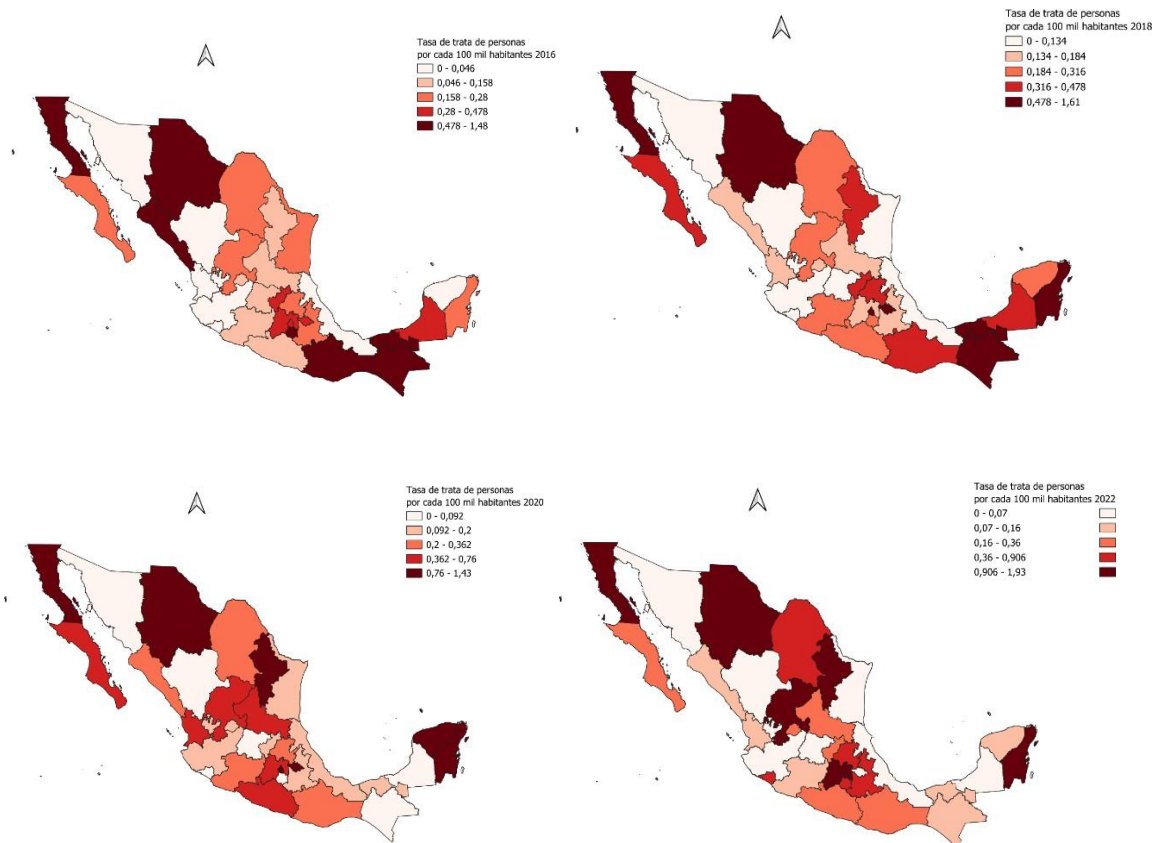
Mapa coroplético del indicador de Cobertura en salud





Fuente: Elaboración propia con datos de la ENIGH

Mapa coroplético de tasa de trata de personas por cada 100 mil habitantes



Fuente: Elaboración propia con datos de la SESESP

Nota1: De la tabla CONCENTRADOHOGAR:

La variable de gasto en salud sale de la encuesta ENIGH en pesos mexicanos
La pregunta #88 Cuidados en salud: La suma de atenc_ambu, hospital y medicinas.

#88 salud: Cuidados de la salud			
Tipo	N (12,2)	Construcción	La suma de atenc_ambu, hospital y medicinas.
Rango			
Definición	Gasto en cuidados de la salud.		
#89 atenc_ambu: Atención primaria o ambulatoria			
Tipo	N (12,2)	Construcción	Suma de gastoshogar.gasto_tri cuando la clave está en J016 a J043 más la suma de gastospersona.gasto_tri cuando la clave está en J016 a J043.
Rango			
Definición	Gasto en atención primaria o ambulatoria.		
#90 hospital: Atención hospitalaria			
Tipo	N (12,2)	Construcción	Suma de gastoshogar.gasto_tri cuando la clave está en J001 a J015, J070 a J072 más la suma de gastospersona.gasto_tri cuando la clave está en J001 a J015, J070 a J072.
Rango			
Definición	Gasto en atención hospitalaria, servicios médicos y medicamentos durante el embarazo y parto, aparatos ortopédicos, terapéuticos y seguros médicos.		
#91 medicinas: Medicamentos sin receta			
Tipo	N (12,2)	Construcción	Suma de gastoshogar.gasto_tri cuando la clave está en J044 a J069 más la suma de gastospersona.gasto_tri cuando la clave está en J044 a J069.
Rango			
Definición	Gasto en medicamentos sin receta.		