

# Búsqueda de Hotspots y Modelización del Analfabetismo en República Dominicana; Geo estadística de la precipitación del 2008

**Estebania de la Cruz del Rosario**    *Maestrante, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD)*

---

En resumen, en esta investigación donde la pregunta de Educación: “Sabe leer y escribir; no sabe leer ni escribir” en cuanto a la autocorrelación según la comprobación de homocedasticidad, para la variable respecto de la coordenada Y, tanto grafico como la prueba de homocedasticidad, el resultado obtenido sugiere heterocedasticidad; pero respecto de X hay homocedasticidad. Y para el diagrama de moran plot San Rafael del Yuma tiene mucha más población que “no sabe leer ni escribir”, que lo que se esperaría de acuerdo a su entorno, eso se considera un outlayer espacial o un aberración espacial, El Mapa LISA Cliusters, nos muestra cuales son los grumos o aglomerados del valor alto de la variable, el valor alto de la variable es el porcentaje de persona que “no sabe leer ni escribir”, esa variable se comporta de la manera grumosa en 24 municipio, En 23 municipios pasa el efecto contrario estos municipios están autorrelacionado entre sí pero con bajo valor de la variable, Existen Dos grumos de bajo valor de las variables y tres grumos de alto valor de las variables. En el recto como no se parece entre sí, no hay una autocorrelacion espacial entre ellos, no hay una autotcorrelacion significativa. Duvergé es un caso contrario, se esperaría un analfabetismo grande, pero se obtuvo un valor menor. Para el proceso de la Modelización el modelo con variable cuyo coeficientes resultaron significativo, la variable del porcentaje de persona que no sabe leer ni escribir, están asociadas con las variables: Edad en grupos quinquenales 0, 1-4, ... 85 y más: 60 - 64 y Tipo de vivienda: Barracón estos son directo y el Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió e inverso porque el coeficiente es negativo. Para la Geoestadística de la Precipitación del año 2008, obtuvimos para representar el objeto stars, según el mapa las provincias donde se evidencian que hubo mayores precipitaciones son: Sánchez Ramírez, Monte Plata, María Trinidad Sánchez, Santo Domingo, Distrito Nacional San José de Ocoa, Hermanas Mirabal, San Cristóbal, Duarte, Semana, Barahona y Monseñor Noel.

*Keywords:* Analfabestimo, Precipitación, Modelizacion Espacial

---

## 1 Introducción

La siguiente investigación de análisis espacial se realizara con el fin de dar a conocer la cantidad, estado, condiciones y ubicación, del analfabetismo en República Dominicana; además obtendremos los datos e informaciones, para esto vamos a trabajar con la pregunta “Sabe leer y escribir; No sabe leer ni escribir” según (Ureña & Martínez, n.d.) del (ONE, 2012), todo el trabajo se va hacer en el programa de RStudio. R es un software gratuito que está constituido por herramientas, se pueden ampliar por paquetes, librerías y define funciones, R es un código abierto que nos permite ahorrar económicamente ya que es un software libre, no es pirateado, esto es según QUÉ ES R .Nuestra finalidad en esta investigación del analfabetismo es aplicar las múltiples formulaciones y medidas de Autocorrelación espacial e indicar cómo el concepto ayuda a determinar la naturaleza espacial de los datos georreferenciados, vamos a trabajar con código, además de cargar paquete, todo esto paquete deben estar cargado en R estudio, segun (Bivand, Pebesma, Gomez-Rubio, &

Pebesma, 2008). La Modelización de Datos Espaciales, es una asociación, aquí vamos a cargar una serie de librería como son: `library(tidyverse)`, `library(sf)`, `library(spdep)` y la `library(lmtest)`, `library(variableusan)` (Tomislav Hengl, 2009). Además vamos a trabajar con Geoestadística de la precipitación del año 2008, según (ONAMET, 2008). La Geoestadística estudia fenómenos con relación espacial, aquí vamos a estudiar algunos de los diferentes variogramas y cuál será el usado para nuestra investigación, sabiendo que los variogramas sirven para pronosticar la interpolación espacial. (Hengl, 2009).

## 2 Metodología

La presente investigación busca conocer el analfabetismo de la diferente provincia según (ONE, 2012) se hizo la siguiente pregunta “Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir” es muy importantes, aquí utilizaremos el método de observación para reconocer y apreciar el desarrollo del fenómeno que es objeto de estudio, es decir, nuestro problema de investigación. Vamos a cargar paquetes o librerías necesarias para que R estudio pueda obtener los datos y así tener mejor resultados, para esto aplicaremos tres técnicas: Los Hotspots, Asociación y Superficies Continuas. Los Hotspots, es la Autocorrelación Lisa Clusters (Moran), para evaluar autocorrelación se requiere conocer tanto los datos como los supuestos. En la Asociación está la Modelización de datos espaciales, las modelizaciones autorregresivas requieren considerar la autocorrelación espacial, puesto que, normalmente, las geometrías poligonales contienen observaciones que no son independientes entre sí, con lo cual se viola uno de los supuestos más importantes de la regresión. Las Superficies Continuas no son más que los Datos Puntuales, Geoestadística, Variogramas y Kriging, La geoestadística se ocupa en modelar, predecir y simular fenómenos espacialmente continuos; la Geoestadística asiste en la predicción espacialmente continua del valor de una variable. Existen varias modalidades de kriging según los distintos supuestos (todas asumen que la variación espacial es modelizable mediante el variograma). El variograma es el gráfico de representación de estimaciones de la semivarianza, además R dispone de los modelos comunes de variograma. En esta Asociación de Modelización, las modelizaciones autorregresivas requieren considerar la autocorrelación espacial, puesto que, normalmente, las geometrías poligonales contienen observaciones que no son independientes entre sí, con lo cual se viola uno de los supuestos más importantes de la regresión tradicional. (Hengl, 2009)

...

## 3 Resultados

### 3.1 Autocorrelación Espacial

#### 3.1.1 Vecinos

En el análisis de vecinos más cercanos, JUAN DE HERRERA tiene un solo vecino y el que más tiene es la VEGA con 14 vecinos.

#### 3.1.2 Análisis Exploratorio de Datos

Según el análisis exploratorio de los datos podemos ver en el mapa de la variable original que hay 54 municipios con aproximadamente 15% de personas que no saben leer ni escribir, 42 con un aproximado de 20% de personas que no sabe leer ni escribir, 34 municipios con un aproximado de 24% de personas que no sabe leer ni escribir, 20 municipios de aproximadamente 29% de personas

que no sabe leer ni escribir y 6 de los municipios tiene un 37% con un alto porcentaje que no sabe leer ni escribir.

En el análisis exploratorio de los datos podemos ver en el mapa de la variable logarítmica que hay 24 municipios con aproximadamente 3% de personas que no saben leer ni escribir, 51 municipios con un aproximado de 3% de personas que no sabe leer ni escribir, 48 municipios con un aproximado de 3% de personas que no sabe leer ni escribir, 27 municipios con aproximadamente 3% de las personas no sabe leer ni escribir y 5 municipios de aproximadamente 4% de las personas no sabe leer ni escribir.

### *3.1.3 Diagrama Cuantilar Normal*

Según el diagrama cuantilar normal, la gráfica logarítmica presenta más normalidad en los datos, ya que se asemeja más a una línea reta.

### *3.1.4 Prueba de Shapiro-Wilk*

Para la prueba de Shapiro-Wilk al menos los datos transformados, sí cumplen en principio, con el supuesto de normalidad.

### *3.1.5 Comprobación de Homocedasticidad*

Según la comprobación de homocedasticidad, para la variable respecto de la coordenada Y, tanto grafico como la prueba de homocedasticidad, el resultado obtenido sugiere heterocedasticidad. Pero respecto de X hay homocedasticidad.

### *3.1.6 Evaluar la Autocorrelación Espacial Global*

En esta investigación se rechaza la hipótesis nula, porque el coeficiente de significancia es menor que 0.05.

### *3.1.7 Prueba de I Moran Local*

En el diagrama de Moran Plot San Rafael del Yuma, tiene un valor de la variable en el eje X de 3.2, en el eje Y de acuerdo a su vecindad se esperaría de 2.8, San Rafael del Yuma tiene mucha más población que no sabe leer ni escribir, que lo que se esperaría de acuerdo a su entorno, eso se considera un outlayer espacial o una aberración espacial. En San Rafael del Yuma se observó un valor grande, pero se espera un valor más pequeño. Duvergé es un caso contrario, se obtiene un valor de la variable de 2.9, pero de acuerdo a su vecindad, Duvergé se esperaría es 3.4, se esperaría un analfabetismo grande, pero se obtuvo un valor menor.

### *3.1.8 Generación de Mapa LISA*

El Mapa LISA Clusters, nos muestra cuales son los grupos o aglomerados del valor alto de la variable, el valor alto de la variable es el porcentaje de persona que no sabe leer ni escribir, esa

variable se comporta de la manera grumosa en 24 municipio, entre estos están: la región Enriquillo en una parte de ella y en esos municipio y en algunos municipios de la región fronteriza y también al norte de la provincia de Azua, eso son los aglomerados donde los municipios de ese grumo se parecen a su entorno en cuanto a esa variable, es decir Pedernales se parece a Oviedo, Oviedo se parece a Paraíso, entre sí en cuanto al valor de la variable, es decir están autocorrelacionado espacialmente en cuanto a esa variable. En 23 municipios pasa el efecto contrario estos municipios están autorrelacionado entre sí pero con bajo valor de la variable, la variable tiene un bajo valor en Santo Domingo, San Cristóbal, Santo Domingo Norte, entre otros. Existen Dos grumos de bajo valor de las variables y tres grumos de alto valor de las variables. En el recto como no se parece entre sí, no hay una autocorrelacion espacial entre ellos, no hay una auotcorrelacion significativa y por eso se ponen todos de color gris.

### *3.2 Modelización de datos espaciales*

#### *3.2.1 Modelo Espacial Autorregresivo*

#### *3.2.2 Modelo con todas Variables*

En los casos de las variables, Tipo de vivienda: Barracón, Edad en grupos quinquenales 0, 1-4,.... 85 y más: 60 - 64, Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió, están asociada porque presentan coeficientes significativos y Tipo de vivienda: Pieza en cuartería o parte atrás, Condición Actividad Económica: Trabajador(a) familiar o no familiar sin paga o ganancia', no están asociado porque presentan coeficiente no significativo.

#### *3.2.3 Modelo con Variables cuyo Coeficientes Resultaron Significativo*

Dentro del modelo con variable cuyo coeficientes resultaron significativo, la variable del porcentaje de persona que no sabe leer ni escribir, están asociadas con las variables: Edad en grupos quinquenales 0, 1-4,.... 85 y más: 60 - 64 y Tipo de vivienda: Barracón estos son directo y el Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió e inverso porque el coeficiente es negativo.

### *3.3 Geoestadística de la Precipitación del año 2008*

#### *3.3.1 EDA básico*

#### *3.3.2 Estadísticos Básicos para el año 2008*

Según los Estadísticos Básicos para el año 2008, la tabla tiene 25 fila, con un mínimo de 560.5 milímetros, con una media de 1513.5 milímetros y un máximo de 2376.0 milímetros y en al menos en 1 hay datos perdido (NA).

#### *3.3.3 Histogramas Normal*

Según el histograma normal, los datos presentan una distribución normal.

### 3.3.4 *Histogramas Logaritmica*

Según este histograma logarítmico, los datos tienen una distribución poco normal, porque para la derecha presenta la mayor cantidad de datos.

### 3.3.5 *Prueba de Shapiro-Wilk Normal*

Según la prueba de Shapiro-Wilk Normal, el coeficiente significancia es mayor que 0.05 por tanto se acepta la hipótesis nula.

### 3.3.6 *Prueba de Shapiro-Wilk Transformado*

Según la prueba de Shapiro-Wilk, en la variable logarítmica el coeficiente de significancia es mayor que 0.05 por tanto se acepta la hipótesis nula, los datos vienen de una distribución normalmente distribuida

## 3.4 *Representacion de la Precipitación del año 2008*

Los valore de máximas precipitación están en los pluviómetros centrales y que tienen acceso a en los vientos alisios, las provincias como: Sánchez Ramírez, Monte Plata, María Trinidad Sánchez, Santo Domingo, Distrito Nacional San José de Ocoa, Hermanas Mirabal, San Cristóbal, Duarte, Semana, Barahona en (Polo) y Monseñor Noel. Donde hubo mediana precipitación es el Seíbo, Hato Mayor, La Romana, La Altagracia, Pedernales, Puerto Plata, Elia Piña, San Juan, Santiago y Santiago Rodríguez. En las demás provincias se evidencia baja precipitación.

### 3.4.1 *Variograma muestral*

### 3.4.2 *Variograma modelo 2 (Exponencial)*

De acuerdo a la representación gráfica de los diferentes Variogramas, el modelo que mejor se ajusta a los datos es el modelo Exponencial. Por lo que este será el usado para el procesado de los datos.

### 3.4.3 *Interpolación por Kriging Ordinario*

### 3.4.4 *Usar ggplot para representar el objeto stars.*

Según el mapa, las provincias donde se evidencian que hubieron mayores Precipitaciones son: Sánchez Ramírez, Monte Plata, María Trinidad Sánchez, Santo Domingo, Distrito Nacional San José de Ocoa, Hermanas Mirabal, San Cristóbal, Duarte, Semana, Barahona y Monseñor Noel. Donde hubo mediana precipitación es el Seíbo, Hato Mayor, La Romana, La Altagracia, Peder-nales, Puerto Plata, Elia Piña, San Juan, Santiago y Santiago Rodríguez. En las demás provincias se evidencia baja precipitación.

...

## 4 Discusión o Conclusiones

En esta investigación donde la variable “no sabe leer ni escribir”, en cuanto a la autocorrelación espacial, según En esta investigación donde la variable “no sabe leer ni escribir”, en cuanto a la autocorrelación espacial, según el diagrama de moran plot, se apreció que San Rafael del Yuma tiene más analfabetismo que lo que se esperaría, de acuerdo a su entorno; un caso contrario es Duverge, tiene un valor de la variable menor, pero de acuerdo a su vecindad, lo que se esperaría un alfabetismo grande. El LISA Cliusters muestra cuales son los grumos o aglomerados del valor de la variable, el valor de la variable es el Porcentaje de persona que no saben leer ni escribir, existen tres grumos de alto valor de la variable, esa variable se comporta de manera grumosa en 24 municipio y dos grumos de bajo valor de la variable, en 23 municipios, en el recto como no se parecen entre sí, no hay una autocorrelación espacial entre ellos, no hay una autotcorrelación significativa. Para el proceso de la Modelización, el modelo con variable cuyo coeficientes resultaron significativo, la variable del porcentaje de persona que no sabe leer ni escribir, están asociadas con las variables: Edad en grupos quinquenales 0, 1-4, . . . 85 y más: 60 - 64 y Tipo de vivienda: Barracón estos son directo y el Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió e inverso porque el coeficiente es negativo. En cuanto a la Geoestadística de la Precipitación del año 2008, según el mapa, las provincias donde se evidencian que hubieron mayores Precipitaciones son: Sánchez Ramírez, Monte Plata, María Trinidad Sánchez, Santo Domingo, Distrito Nacional San José de Ocoa, Hermanas Mirabal, San Cristóbal, Duarte, Semana, Barahona y Monseñor Noel. Concluyo diciendo que para los datos de los procesos de Autocorrelación espacial y la Modelización de datos espaciales, sugirieron trabajar con la Transformada (logarítmica). En el proceso de Geoestadística de la precipitación del año 2008, sugirieron trabajar con los datos Originales.

...

## 5 Información de soporte

Codigos, procedimientos de la clase de Vecindad, autocorrelación espacial y Modelización de datos espaciales del. Datos del censo del 2010 de la Oficina Nacional de Estadística -ONE- Datos de precipitación del año 2008, de la Oficina Nacional de Meteorología -ONAME-

...

## 6 Script reproducible

### 6.1 Librerías necesarias para los analisis

```
library(spdep)
library(tidyverse)
library(sf)
library(lmtest) #Necesario para la función bptest, que evalúa homocedasticidad
library(tmap)
library(RColorBrewer)
library(knitr)
library(stars)
source("lisaclusters.R")
library(gstat)
library(ggplot2)
```

## 6.2 Cargar datos

- Cargar los datos de la capas ONE del archivo "vivpersgeom\_sf.RDS". Hay que determinar cómo se llama la capa ONE usando la función `readRDS`, asignándola al objeto `datosfuentes`,

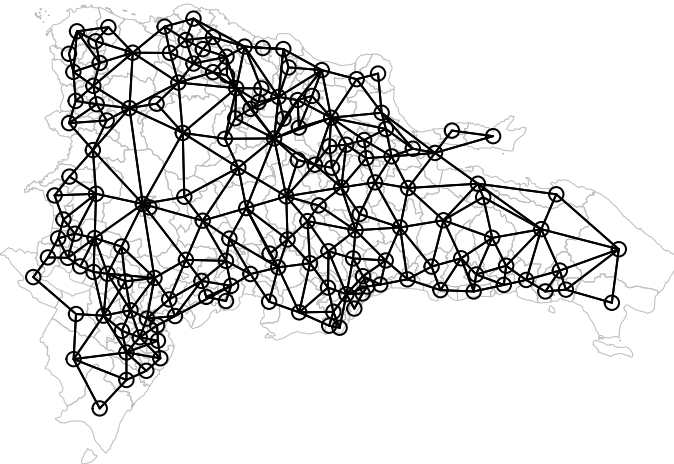
```
datosfuentes <- readRDS("vivpersgeom_sf.RDS")
datosfuentes <- st_transform(x = datosfuentes, crs = 32619)
datosfuentes.nb <- poly2nb(datosfuentes, queen=TRUE)
attr(datosfuentes.nb, 'region.id') <- datosfuentes$TOPONIMIA
summary(datosfuentes.nb)
```

```
## Neighbour list object:
## Number of regions: 155
## Number of nonzero links: 804
## Percentage nonzero weights: 3.346514
## Average number of links: 5.187097
## Link number distribution:
##
##  1  2  3  4  5  6  7  8  9 10 11 12 14
##  1 10 20 34 33 22 13 13  4  1  1  2  1
## 1 least connected region:
## JUAN DE HERRERA with 1 link
## 1 most connected region:
## LA VEGA with 14 links
```

## 6.3 Librerías necesarias para los analisis

### 6.3.1 Vecinos

```
datosfuentes.sp <- as_Spatial(datosfuentes)
plot(datosfuentes.sp, border="grey", lwd=0.5)
plot(datosfuentes.nb, coordinates(datosfuentes.sp), add=T)
```



- En el análisis de vecinos más cercanos, JUAN DE HERRERA tiene un solo vecino y el que más tiene es la VEGA con 14 vecinos

### 6.3.2 Pesos Espaciales

- Los pesos que es la función para generar pesos en R utiliza el estilo denominado weighted o “W”, se le asigno pesos usando criterios que elegimos en función de nuestro conocimiento del fenómeno analizado.

```
datosfuentes.w.W <- nb2listw( datosfuentes.nb)
datosfuentes.w.W
```

```
## Characteristics of weights list object:
## Neighbour list object:
## Number of regions: 155
## Number of nonzero links: 804
## Percentage nonzero weights: 3.346514
## Average number of links: 5.187097
##
## Weights style: W
## Weights constants summary:
##      n      nn  S0      S1      S2
## W 155 24025 155 65.94606 650.7687
```

### 6.4 EDA para la Variable seleccionada

```
coordsxy <- datosfuentes %>%
  st_centroid() %>%
  mutate("Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir"='Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir',
         "Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log"= log('Pct Sabe leer y escribir'),
         x=unlist(map(geom,1)),
         y=unlist(map(geom,2))) %>%
  st_drop_geometry()
```

```
## Warning in st_centroid.sf(.): st_centroid assumes attributes are constant
## over geometries of x
```

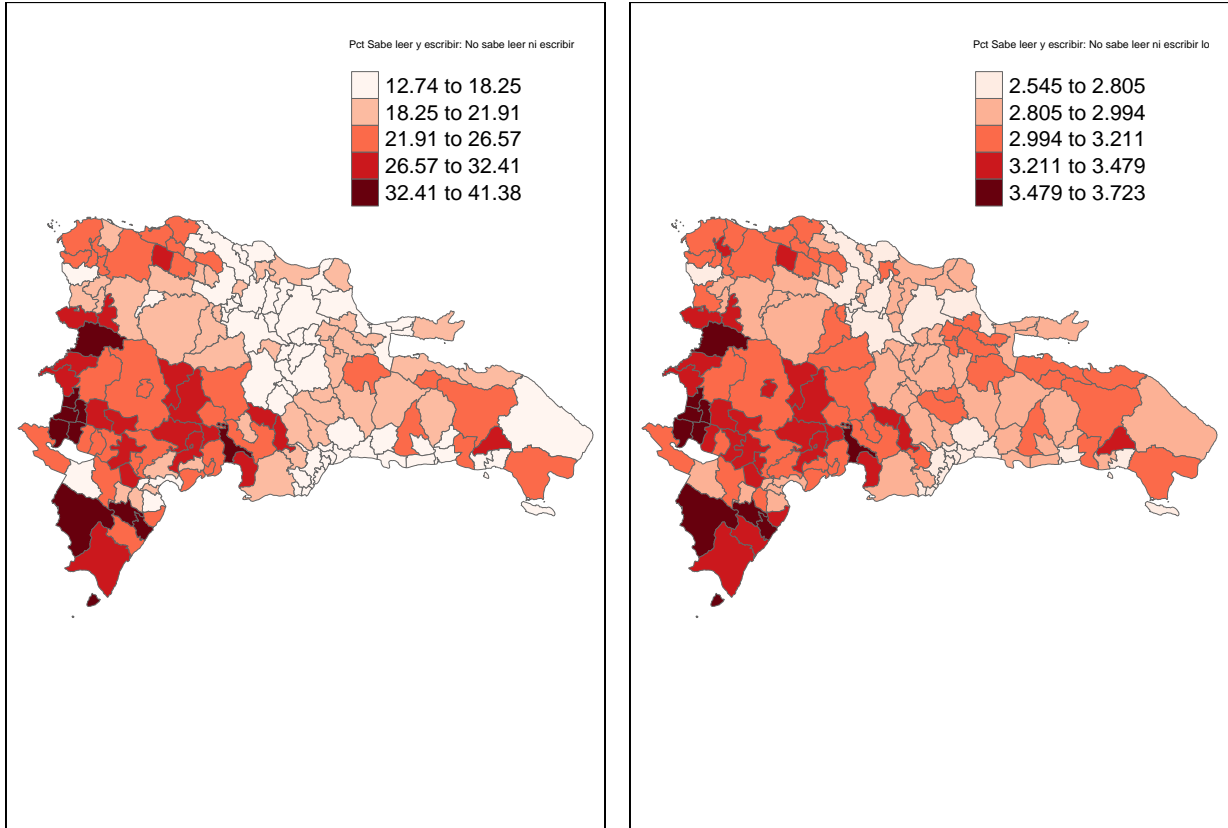
```
datosfuentes_sf <- datosfuentes %>%
  inner_join(coordsxy, by = 'TOPONIMIA') %>%
  dplyr::select(matches('^Pct.*'), x, y, TOPONIMIA)
```

### 6.5 EDA para No sabe leer ni escribir

```
p1 <- tm_shape(datosfuentes_sf) +
  tm_fill(col = "Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir", style = 'jenks', palette = 'magma') +
  tm_borders(lwd = 0.5)
p2 <- tm_shape(datosfuentes_sf) +
```



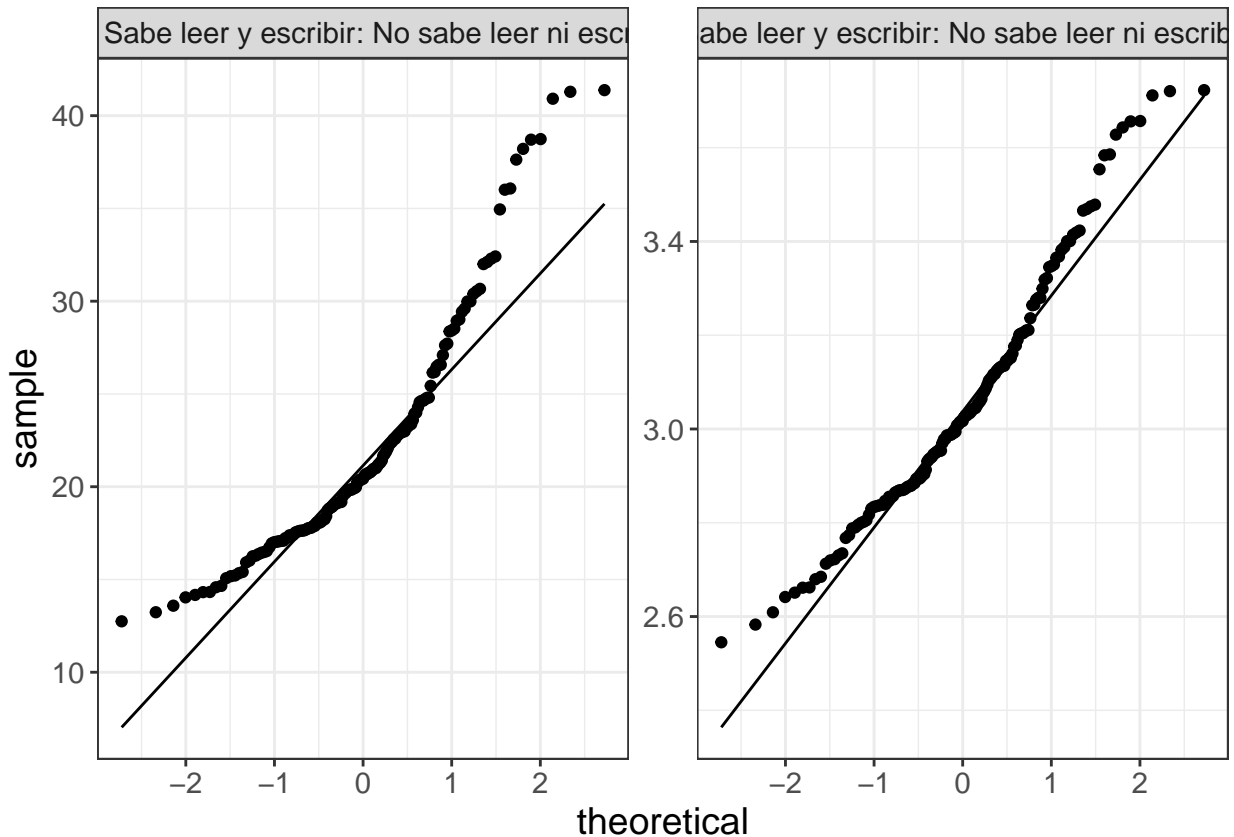
```
tm_fill(col = "Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log", style = 'jenks',
        palette = brewer.pal(9, name = 'Reds'), midpoint = NA) +
tm_borders(lwd = 0.5)
tmap_arrange(p1, p2)
```



- Según el análisis exploratorio de los datos podemos ver en el mapa de la variable original que hay 54 municipios con aproximadamente 15% de personas que no saben leer ni escribir, 42 con un aproximado de 20% de personas que no sabe leer ni escribir, 34 municipios con un aproximado de 24% de personas que no sabe leer ni escribir, 20 municipios de aproximadamente 29% de personas que no sabe leer ni escribir y 6 de los municipios tiene un 37% con un alto porcentaje que no sabe leer ni escribir.
- En el análisis exploratorio de los datos podemos ver en el mapa de la variable logarítmica que hay 24 municipios con aproximadamente 3% de personas que no saben leer ni escribir, 51 municipios con un aproximado de 3% de personas que no sabe leer ni escribir, 48 municipios con un aproximado de 3% de personas que no sabe leer ni escribir, 27 municipios con aproximadamente 3% de las personas no sabe leer ni escribir y 5 municipios de aproximadamente 4% de las personas no sabe leer ni escribir

### 6.5.1 Crear Diagrama Cuantilar Normal

```
datosfuentes_sf %>% st_drop_geometry() %>%
  gather(variable, valor, -(x:TOPONIMIA)) %>%
  ggplot() + aes(sample=valor) +
  stat_qq() + stat_qq_line() + theme_bw() +
  theme(text = element_text(size = 14)) +
  facet_wrap(~variable, scales = 'free')
```



- Según el diagrama cuantilar normal, la gráfica logarítmica presenta más normalidad en los datos, ya que se asemeja más a una línea recta

### 6.5.2 Prueba de Shapiro-Wilk

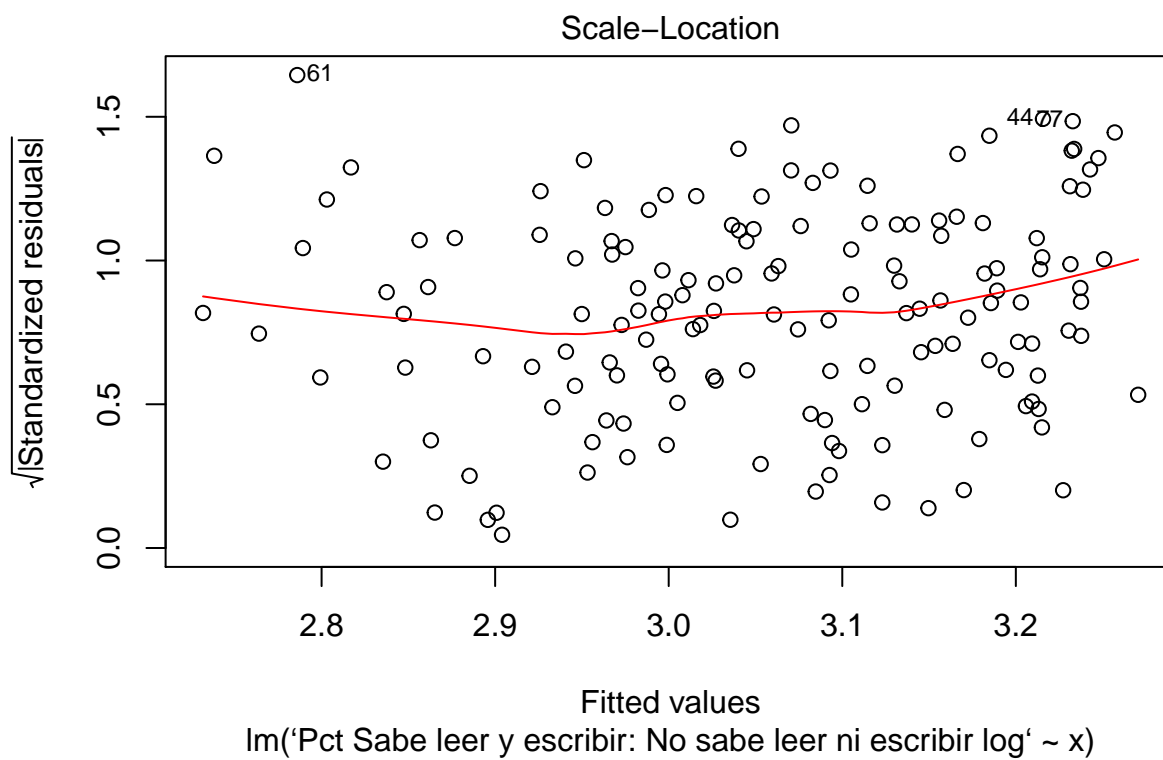
```
datosfuentes_sf %>% st_drop_geometry() %>%
  gather(variable, valor, -(x:TOPONIMIA)) %>% group_by(variable) %>%
  summarise(prueba_normalidad=shapiro.test(valor)$p.value)
```

```
## # A tibble: 2 x 2
##   variable                                prueba_normalidad
##   <chr>                                     <dbl>
## 1 Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir 0.00000000512
## 2 Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log 0.000550
```

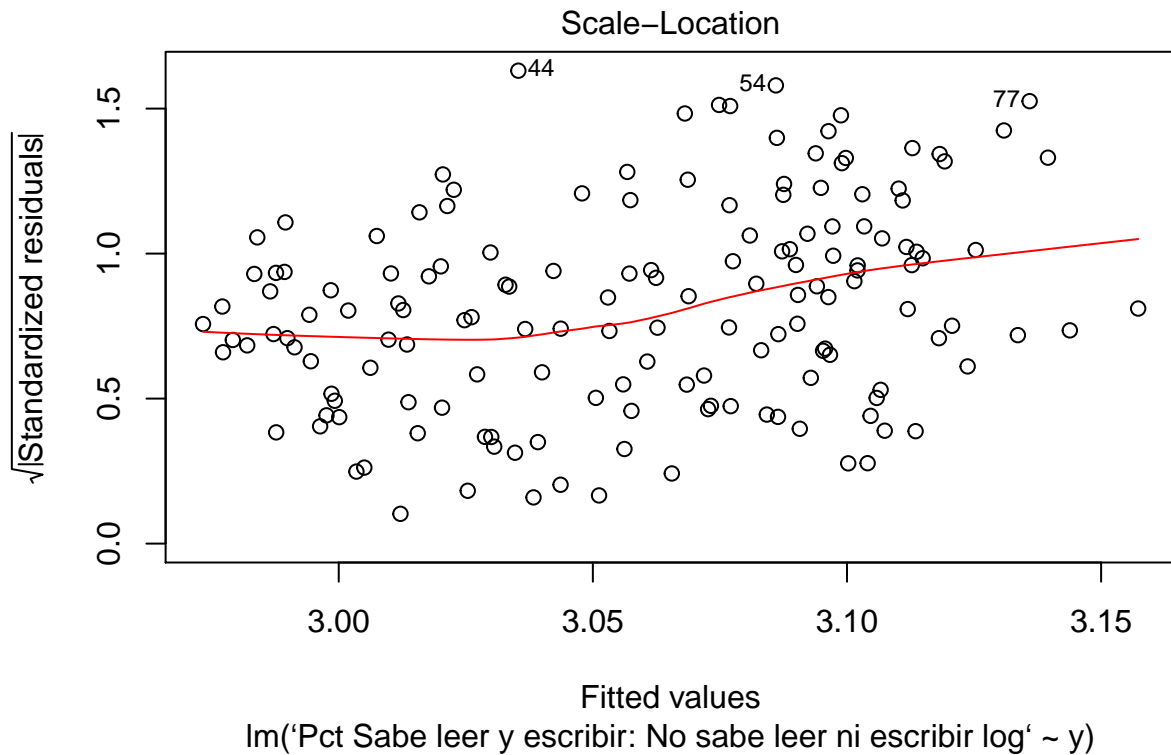
- Para la prueba de Shapiro-Wilk al menos los datos transformados, sí cumplen en principio con el supuesto de normalidad.

### 6.5.3 Comprobación de Homocedasticidad

```
datosfuentes_sf %>% lm('Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log' ~ x, .) %>% plot(
```



```
datosfuentes_sf %>% lm('Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log' ~ y, .) %>% plot(
```



```
datosfuentes_sf %>% lm('Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log' ~ y, .) %>% bptest
```

```
##
## studentized Breusch-Pagan test
##
## data: .
## BP = 12.689, df = 1, p-value = 0.0003677
```

```
datosfuentes_sf %>% lm('Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log' ~ x, .) %>% bptest
```

```
##
## studentized Breusch-Pagan test
##
## data: .
## BP = 0.97226, df = 1, p-value = 0.3241
```

- Según la comprobación de homocedasticidad, para la variable respecto de la coordenada Y, tanto grafico como la prueba de homocedasticidad, el resultado obtenido sugiere heterocedasticidad. Pero respecto de X hay homocedasticidad.

## 6.6 Evaluar la Autocorrelacion Espacial Global

```
(gmoranw <- moran.test(x = datosfuentes_sf$'Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log'

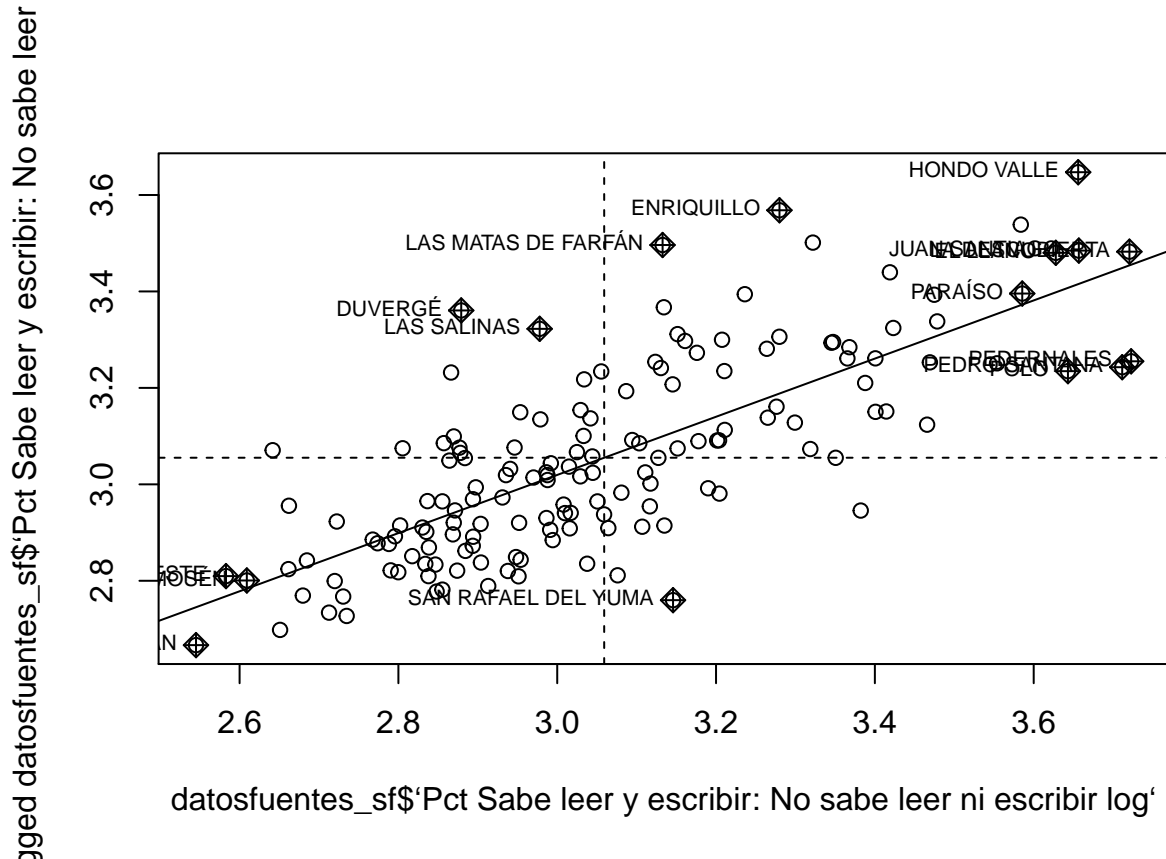
##
## Moran I test under randomisation
##
## data:  datosfuentes_sf$'Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log'
## weights: datosfuentes.w.W
##
## Moran I statistic standard deviate = 11.835, p-value < 2.2e-16
## alternative hypothesis: greater
## sample estimates:
## Moran I statistic      Expectation      Variance
##      0.603141844      -0.006493506      0.002653516
```

- En esta investigación se rechaza la hipótesis nula, porque el coeficiente de significancia es menor que 0.05

## 6.7 Evaluar la Autocorrelacion Espacial Local

### 6.7.1 Prueba de I Moran Local

```
moran.plot(x = datosfuentes_sf$'Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log', listw =
```



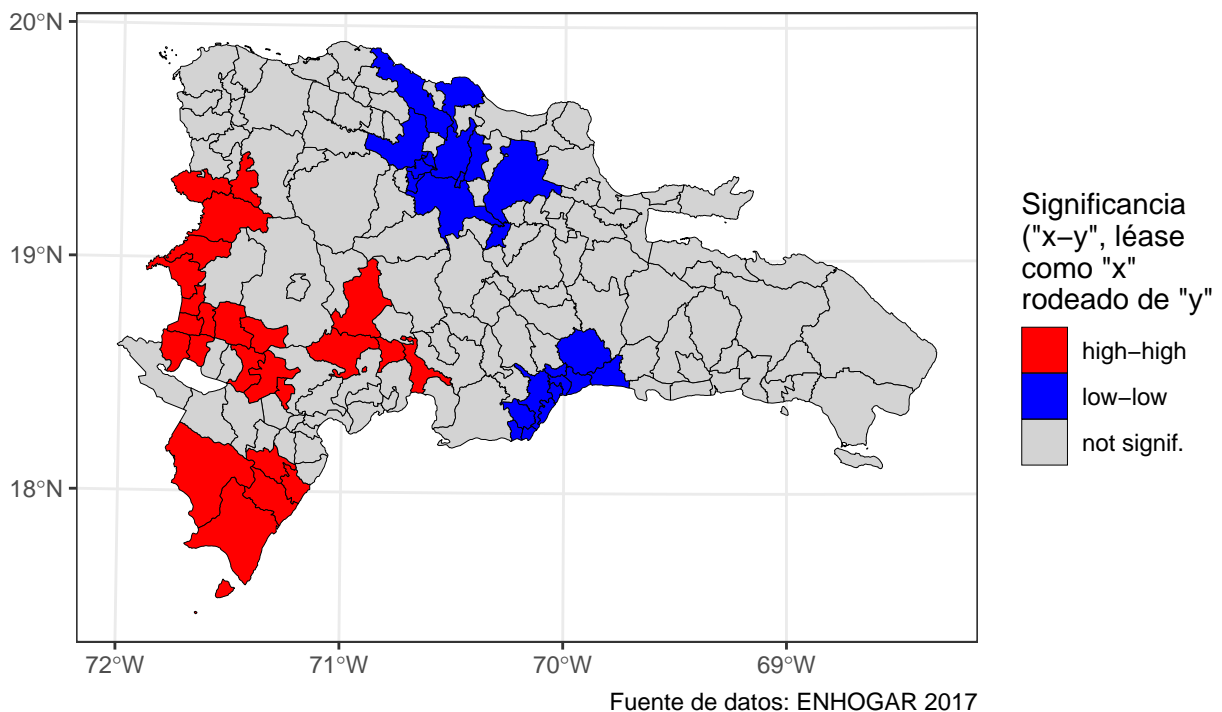
- En el diagrama de Moran Plot San Rafael del Yuma, tiene un valor de la variable en el eje X de 3.2, en el eje Y de acuerdo a su vecindad se esperaría de 2.8, San Rafael del Yuma tiene mucha más población que no sabe leer ni escribir, que lo que se esperaría de acuerdo a su entorno, eso se considera un outlier espacial o un aberración espacial. En San Rafael del Yuma se observó un valor grande, pero se espera un valor más pequeño. Duvergé es un caso contrario, se obtiene un valor de la variable de 2.9, pero de acuerdo a su vecindad, Duvergé se esperaría es 3.4, se esperaría un analfabetismo grande, pero se obtuvo un valor menor.

### 6.7.2 Generar Mapa Clusters lisa

```
lisamap(objesp = datosfuentes_sf,
  var = 'Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log',
  pesos = datosfuentes.w.W,
  tituloyleyenda = 'Significancia\n("x-y", léase\ncomo "x"\nrodeado de "y"',
  leyenda = T,
  anchuratitulo = 100,
  tamanotitulo = 16,
  fuentedatos = 'ENHOGAR 2017',
  titulumapa = paste0('Clusters LISA de respuestas a la pregunta:\n"', 'Pct Sabe leer y e
```

## \$grafico

### Clusters LISA de respuestas a la pregunta: "Pct Sabe leer y e



##

## \$objeto

```

## Simple feature collection with 155 features and 8 fields
## geometry type:  MULTIPOLYGON
## dimension:      XY
## bbox:           xmin: 182215.8 ymin: 1933532 xmax: 571365.3 ymax: 2205216
## epsg (SRID):    32619
## proj4string:     +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
## First 10 features:
##   Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir
## 1                                     12.74486
## 2                                     22.72702
## 3                                     29.60064
## 4                                     28.37117
## 5                                     32.11417
## 6                                     32.41135
## 7                                     21.23028
## 8                                     23.99644
## 9                                     29.98810
## 10                                    22.97169
##   Pct Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir log      x      y
## 1                                     2.545128 400576.8 2044091
## 2                                     3.123555 308829.1 2037708
## 3                                     3.387796 336675.2 2034232
## 4                                     3.345373 289007.6 2058192
## 5                                     3.469297 298570.6 2080773
## 6                                     3.478509 311899.8 2057722
## 7                                     3.055429 300563.9 2037000
## 8                                     3.177905 311931.4 2034599
## 9                                     3.400801 297803.0 2046138
## 10                                    3.134263 313902.6 2070484
##                                     TOPONIMIA                geom puntuacionz
## 1  SANTO DOMINGO DE GUZMÁN MULTIPOLYGON (((405218.1 20... -1.98817365
## 2                AZUA MULTIPOLYGON (((319065.3 20...  0.24918591
## 3                LAS CHARCAS MULTIPOLYGON (((341415.3 20...  1.27127372
## 4  LAS YAYAS DE VIAJAMA MULTIPOLYGON (((304058.1 20...  1.10718295
## 5        PADRE LAS CASAS MULTIPOLYGON (((312890.8 20...  1.58652129
## 6        PERALTA MULTIPOLYGON (((317370.6 20...  1.62215145
## 7        SABANA YEGUA MULTIPOLYGON (((306745.8 20... -0.01432628
## 8        PUEBLO VIEJO MULTIPOLYGON (((310447.9 20...  0.45941522
## 9        TÁBARA ARRIBA MULTIPOLYGON (((306556.7 20...  1.32157579
## 10       GUAYABAL MULTIPOLYGON (((322129.5 20...  0.29060399
##   lagpuntuacionz    quad_sig
## 1          -1.5183907      low-low
## 2           0.7535335 not signif.
## 3           0.5844024 not signif.
## 4           0.9071218   high-high
## 5           0.7495699   high-high
## 6           1.0780923   high-high
## 7           0.6767256 not signif.

```

```
## 8      0.1174298 not signif.
## 9      0.3527162 not signif.
## 10     1.1915914 not signif.
```

- El Mapa LISA Clusters, nos muestra cuales son los grupos o aglomerados del valor alto de la variable, el valor alto de la variable es el porcentaje de persona que no sabe leer ni escribir, esa variable se comporta de la manera grumosa en 24 municipio, entre estos están: la región Enriquillo en una parte de ella y en esos municipio y en algunos municipios de la región fronteriza y también al norte de la provincia de Azua, eso son los aglomerados donde los municipios de ese grupo se parecen a su entorno en cuanto a esa variable, es decir Pedernales se parece a Oviedo, Oviedo se parece a Paraíso, entre sí en cuanto al valor de la variable, es decir están autocorrelacionado espacialmente en cuanto a esa variable. En 23 municipios pasa el efecto contrario estos municipios están autorrelacionado entre sí pero con bajo valor de la variable, la variable tiene un bajo valor en Santo Domingo, San Cristóbal, Santo Domingo Norte, entre otros. Existen Dos grupos de bajo valor de las variables y tres grupos de alto valor de las variables. En el recto como no se parece entre sí, no hay una autocorrelacion espacial entre ellos, no hay una auotcorrelacion significativa y por eso se ponen todos de color gris.

## 6.8 Modelización de datos espaciales

### 6.8.1 Selección de variables

- Dentro del proyecto de investigación voy a trabajar con la modelización de datos espaciales para ello esta, el grado de asociación de diferentes variables, dende se encuentra la principal como “sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir”.
- Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir
- Población total
- Tipo de vivienda: Pieza en cuartería o parte atrás
- Tipo de vivienda: Barracón
- Edad en grupos quinquenales 0, 1-4, .... 85 y más: 60 - 64
- Condición Actividad Económica: Trabajador(a) familiar o no familiar sin paga o ganancia
- Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió

## 6.9 Cargar Datos

- Vamos hacer las selecciones correspondientes y a las variables le atribuimos nombres cortos, conservando el campo ENLACE y TOPONIMIA:

```
alfa <- datosfuentes %>% dplyr::select(
  ENLACE = ENLACE,
  TOPONIMIA = TOPONIMIA,
  POBLA= 'Población total',
```



```

VICUARTERIA = 'Tipo de vivienda: Pieza en cuartería o parte atrás',
VIBARRACON = 'Tipo de vivienda: Barracón',
TERCERAEDAD = 'Edad en grupos quinquenales 0, 1-4, .... 85 y más: 60 - 64',
TRASINPAGA = 'Condición Actividad Económica: Trabajador(a) familiar o no familiar sin paga o g
ASISTIOESC = 'Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió',
ANALFABETISMO= 'Sabe leer y escribir: No sabe leer ni escribir'
alfa

```

```

## Simple feature collection with 155 features and 9 fields
## geometry type:  MULTIPOLYGON
## dimension:      XY
## bbox:           xmin: 182215.8 ymin: 1933532 xmax: 571365.3 ymax: 2205216
## epsg (SRID):    32619
## proj4string:     +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
## First 10 features:
##      ENLACE      TOPONIMIA POBLA VICUARTERIA VIBARRACON
## 1  100101 SANTO DOMINGO DE GUZMÁN 965040      27922      587
## 2   050201              AZUA  91345      1683      48
## 3   050202          LAS CHARCAS 11243      296      4
## 4   050203    LAS YAYAS DE VIAJAMA 17620      283     10
## 5   050204      PADRE LAS CASAS 20041      56      1
## 6   050205          PERALTA 15257      78      3
## 7   050206      SABANA YEGUA 19020      282      2
## 8   050207      PUEBLO VIEJO 11235      26      2
## 9   050208      TÁBARA ARriba 17647      35     14
## 10  050209          GUAYABAL  5263      44      0
##      TERCERAEDAD TRASINPAGA ASISTIOESC ANALFABETISMO
## 1      31976      6201      514540      122993
## 2      2559      990      40563      20760
## 3      325      84      5128      3328
## 4      567      356      7281      4999
## 5      635      429      7831      6436
## 6      402      259      6412      4945
## 7      541      404      8863      4038
## 8      286      160      5016      2696
## 9      559      305      7390      5292
## 10     167      158      2043      1209
##
##      geom
## 1  MULTIPOLYGON (((405218.1 20...
## 2  MULTIPOLYGON (((319065.3 20...
## 3  MULTIPOLYGON (((341415.3 20...
## 4  MULTIPOLYGON (((304058.1 20...
## 5  MULTIPOLYGON (((312890.8 20...
## 6  MULTIPOLYGON (((317370.6 20...
## 7  MULTIPOLYGON (((306745.8 20...
## 8  MULTIPOLYGON (((310447.9 20...
## 9  MULTIPOLYGON (((306556.7 20...
## 10 MULTIPOLYGON (((322129.5 20...

```

### 6.9.1 Relativizar

- Vamos a relativizar todas las columnas numéricas con el campo POBLA, generando así nuevas columnas de porcentaje (nombre de columnas con sufijo \_PCT). Al mismo tiempo, obtendremos los logaritmos de la base, de los porcentajes (nombre de columnas con sufijo \_PCTLOG).

```
alfapctlog <- alfa %>% mutate_each(  
  funs(PCT=round(./POBLA,4)*100,  
        PCTLOG=log1p(round(./POBLA,4)*100)),  
  -1, -2, -geom, -POBLA)  
  
## Warning: funs() is soft deprecated as of dplyr 0.8.0  
## Please use a list of either functions or lambdas:  
##  
## # Simple named list:  
## list(mean = mean, median = median)  
##  
## # Auto named with 'tibble::lst()':  
## tibble::lst(mean, median)  
##  
## # Using lambdas  
## list(~ mean(., trim = .2), ~ median(., na.rm = TRUE))  
## This warning is displayed once per session.
```

```
alfapctlog  
  
## Simple feature collection with 155 features and 21 fields  
## geometry type: MULTIPOLYGON  
## dimension: XY  
## bbox: xmin: 182215.8 ymin: 1933532 xmax: 571365.3 ymax: 2205216  
## epsg (SRID): 32619  
## proj4string: +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs  
## First 10 features:  
## ENLACE TOPONIMIA POBLA VICUARTERIA VIBARRACON  
## 1 100101 SANTO DOMINGO DE GUZMÁN 965040 27922 587  
## 2 050201 AZUA 91345 1683 48  
## 3 050202 LAS CHARCAS 11243 296 4  
## 4 050203 LAS YAYAS DE VIAJAMA 17620 283 10  
## 5 050204 PADRE LAS CASAS 20041 56 1  
## 6 050205 PERALTA 15257 78 3  
## 7 050206 SABANA YEGUA 19020 282 2  
## 8 050207 PUEBLO VIEJO 11235 26 2  
## 9 050208 TÁBARA ARriba 17647 35 14  
## 10 050209 GUAYABAL 5263 44 0  
## TERCERAEDAD TRASINPAGA ASISTIOESC ANALFABETISMO  
## 1 31976 6201 514540 122993  
## 2 2559 990 40563 20760
```

|       |                                     |                   |                      |                   |
|-------|-------------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| ## 3  | 325                                 | 84                | 5128                 | 3328              |
| ## 4  | 567                                 | 356               | 7281                 | 4999              |
| ## 5  | 635                                 | 429               | 7831                 | 6436              |
| ## 6  | 402                                 | 259               | 6412                 | 4945              |
| ## 7  | 541                                 | 404               | 8863                 | 4038              |
| ## 8  | 286                                 | 160               | 5016                 | 2696              |
| ## 9  | 559                                 | 305               | 7390                 | 5292              |
| ## 10 | 167                                 | 158               | 2043                 | 1209              |
| ##    | geom VICUARTERIA_PCT VIBARRACON_PCT |                   |                      |                   |
| ## 1  | MULTIPOLYGON (((405218.1 20...      |                   | 2.89                 | 0.06              |
| ## 2  | MULTIPOLYGON (((319065.3 20...      |                   | 1.84                 | 0.05              |
| ## 3  | MULTIPOLYGON (((341415.3 20...      |                   | 2.63                 | 0.04              |
| ## 4  | MULTIPOLYGON (((304058.1 20...      |                   | 1.61                 | 0.06              |
| ## 5  | MULTIPOLYGON (((312890.8 20...      |                   | 0.28                 | 0.00              |
| ## 6  | MULTIPOLYGON (((317370.6 20...      |                   | 0.51                 | 0.02              |
| ## 7  | MULTIPOLYGON (((306745.8 20...      |                   | 1.48                 | 0.01              |
| ## 8  | MULTIPOLYGON (((310447.9 20...      |                   | 0.23                 | 0.02              |
| ## 9  | MULTIPOLYGON (((306556.7 20...      |                   | 0.20                 | 0.08              |
| ## 10 | MULTIPOLYGON (((322129.5 20...      |                   | 0.84                 | 0.00              |
| ##    | TERCERAEDAD_PCT                     | TRASINPAGA_PCT    | ASISTIOESC_PCT       | ANALFABETISMO_PCT |
| ## 1  | 3.31                                | 0.64              | 53.32                | 12.74             |
| ## 2  | 2.80                                | 1.08              | 44.41                | 22.73             |
| ## 3  | 2.89                                | 0.75              | 45.61                | 29.60             |
| ## 4  | 3.22                                | 2.02              | 41.32                | 28.37             |
| ## 5  | 3.17                                | 2.14              | 39.07                | 32.11             |
| ## 6  | 2.63                                | 1.70              | 42.03                | 32.41             |
| ## 7  | 2.84                                | 2.12              | 46.60                | 21.23             |
| ## 8  | 2.55                                | 1.42              | 44.65                | 24.00             |
| ## 9  | 3.17                                | 1.73              | 41.88                | 29.99             |
| ## 10 | 3.17                                | 3.00              | 38.82                | 22.97             |
| ##    | VICUARTERIA_PCTLOG                  | VIBARRACON_PCTLOG | TERCERAEDAD_PCTLOG   |                   |
| ## 1  | 1.3584092                           | 0.058268908       | 1.460938             |                   |
| ## 2  | 1.0438041                           | 0.048790164       | 1.335001             |                   |
| ## 3  | 1.2892326                           | 0.039220713       | 1.358409             |                   |
| ## 4  | 0.9593502                           | 0.058268908       | 1.439835             |                   |
| ## 5  | 0.2468601                           | 0.000000000       | 1.427916             |                   |
| ## 6  | 0.4121097                           | 0.019802627       | 1.289233             |                   |
| ## 7  | 0.9082586                           | 0.009950331       | 1.345472             |                   |
| ## 8  | 0.2070142                           | 0.019802627       | 1.266948             |                   |
| ## 9  | 0.1823216                           | 0.076961041       | 1.427916             |                   |
| ## 10 | 0.6097656                           | 0.000000000       | 1.427916             |                   |
| ##    | TRASINPAGA_PCTLOG                   | ASISTIOESC_PCTLOG | ANALFABETISMO_PCTLOG |                   |
| ## 1  | 0.4946962                           | 3.994892          | 2.620311             |                   |
| ## 2  | 0.7323679                           | 3.815732          | 3.166740             |                   |
| ## 3  | 0.5596158                           | 3.841815          | 3.421000             |                   |
| ## 4  | 1.1052568                           | 3.745260          | 3.379974             |                   |
| ## 5  | 1.1442228                           | 3.690628          | 3.499835             |                   |
| ## 6  | 0.9932518                           | 3.761898          | 3.508855             |                   |

|       |           |          |          |
|-------|-----------|----------|----------|
| ## 7  | 1.1378330 | 3.862833 | 3.101443 |
| ## 8  | 0.8837675 | 3.821004 | 3.218876 |
| ## 9  | 1.0043016 | 3.758406 | 3.433665 |
| ## 10 | 1.3862944 | 3.684369 | 3.176803 |

### 6.9.2 Modelo Lineal

```
modlin <- alfafpctlog %>% select(contains('_PCTLOG')) %>%
  st_drop_geometry() %>% lm(ANALFABETISMO_PCTLOG ~ ., .)
modlin %>% summary
```

```
##
## Call:
## lm(formula = ANALFABETISMO_PCTLOG ~ ., data = .)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.29529 -0.09118 -0.01235  0.07643  0.42540
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
## (Intercept)      7.29304    0.31061   23.480 < 2e-16 ***
## VICUARTERIA_PCTLOG  0.02398    0.03268    0.734  0.4643
## VIBARRACON_PCTLOG   0.04547    0.03004    1.514  0.1322
## TERCERAEDAD_PCTLOG  0.43638    0.10081    4.329 2.74e-05 ***
## TRASINPAGA_PCTLOG   0.13983    0.05400    2.589  0.0106 *
## ASISTIOESC_PCTLOG  -1.28148    0.07426  -17.258 < 2e-16 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 0.1305 on 149 degrees of freedom
## Multiple R-squared:  0.7309, Adjusted R-squared:  0.7218
## F-statistic: 80.92 on 5 and 149 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

### 6.9.3 Modelo Espacial Autorregresivo

```
sar <- alfafpctlog %>% select(contains('_PCTLOG')) %>%
  st_drop_geometry() %>%
  spautolm(
    formula = ANALFABETISMO_PCTLOG ~ .,
    data = .,
    listw = datosfuentes.w.W)
summary(sar)
```

### Modelo con todas Variables

```
##
## Call:
## spautolm(formula = ANALFABETISMO_PCTLOG ~ ., data = ., listw = datosfuentes.w.W)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.3402646 -0.0605722 -0.0026683  0.0672125  0.3338405
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error  z value  Pr(>|z|)
## (Intercept)    7.710569   0.379417  20.3221 < 2.2e-16
## VICUARTERIA_PCTLOG -0.037173   0.026782  -1.3880  0.165135
## VIBARRACON_PCTLOG  0.071284   0.027405   2.6011  0.009293
## TERCERAEDAD_PCTLOG  0.259888   0.087802   2.9599  0.003077
## TRASINPAGA_PCTLOG  0.053992   0.045566   1.1849  0.236051
## ASISTIOESC_PCTLOG -1.297447   0.094929 -13.6676 < 2.2e-16
##
## Lambda: 0.67854 LR test value: 52.748 p-value: 3.7914e-13
## Numerical Hessian standard error of lambda: 0.070969
##
## Log likelihood: 125.0939
## ML residual variance (sigma squared): 0.010353, (sigma: 0.10175)
## Number of observations: 155
## Number of parameters estimated: 8
## AIC: -234.19
```

- En los casos de las variables, Tipo de vivienda: Barracón, Edad en grupos quinquenales 0, 1-4, ... 85 y más: 60 - 64, Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió, están asociada porque presentan coeficientes significativos y Tipo de vivienda: Pieza en cuartería o parte atrás, Condición Actividad Económica: Trabajador(a) familiar o no familiar sin paga o ganancia', no están asociado porque presentan coeficiente no significativo.

```
sar2 <- alfabpctlog %>% select(contains('_PCTLOG')) %>%
  st_drop_geometry() %>%
  spautolm(
    formula = ANALFABETISMO_PCTLOG ~ TERCERAEDAD_PCTLOG + ASISTIOESC_PCTLOG + VIBARRACON_PCTLOG,
    data = .,
    listw = datosfuentes.w.W)
summary(sar2)
```

### Modelo con Variables cuyo Coeficientes Resultaron Significativo

```
##
## Call: spautolm(formula = ANALFABETISMO_PCTLOG ~ TERCERAEDAD_PCTLOG +
##      ASISTIOESC_PCTLOG + VIBARRACON_PCTLOG, data = ., listw = datosfuentes.w.W)
```

```
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -0.320265 -0.065410 -0.010406  0.070575  0.291970
##
## Coefficients:
##              Estimate Std. Error  z value  Pr(>|z|)
## (Intercept)    7.787180   0.371600  20.9558 < 2.2e-16
## TERCERAEDAD_PCTLOG  0.349453   0.075691   4.6169 3.896e-06
## ASISTIOESC_PCTLOG -1.344197   0.092879 -14.4726 < 2.2e-16
## VIBARRACON_PCTLOG  0.058811   0.026785   2.1957  0.02811
##
## Lambda: 0.67775 LR test value: 55.576 p-value: 8.9928e-14
## Numerical Hessian standard error of lambda: 0.070706
##
## Log likelihood: 123.095
## ML residual variance (sigma squared): 0.010627, (sigma: 0.10309)
## Number of observations: 155
## Number of parameters estimated: 6
## AIC: -234.19
```

- Dentro del modelo con variable cuyo coeficientes resultaron significativo, la variable del porcentaje de persona que no sabe leer ni escribir, están asociadas con las variables: Edad en grupos quinquenales 0, 1-4,... 85 y más: 60 - 64 y Tipo de vivienda: Barracón estos son directo y el Asiste o asistió a la escuela: No asiste, pero asistió e inverso porque el coeficiente es negativo.

## 6.10 Geoestadística de la Precipitación del año 2008

- Los primeros que vamos a hacer es cargar los observatorios y las provincias. Para una precipitación del año 2008:

```
rutapre <- 'onamet_prec_anual_sf.gpkg'
rutadiv <- 'divisionRD.gpkg'
st_layers(rutapre)
```

```
## Driver: GPKG
## Available layers:
##      layer_name geometry_type features fields
## 1 onamet_prec_anual_sf      Point      25     37
```

### 6.10.1 Exploremos el CRS del objeto obs

```
pre <- st_read(rutapre)
```

```
## Reading layer 'onamet_prec_anual_sf' from data source '/home/agrie/unidad-0-asignacion-99-mi-
## Simple feature collection with 25 features and 37 fields
## geometry type: POINT
## dimension: XY
## bbox: xmin: -71.7 ymin: 18.067 xmax: -68.367 ymax: 19.85
## epsg (SRID): 4326
## proj4string: +proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs
```

```
pre
```

```
## Simple feature collection with 25 features and 37 fields
## geometry type: POINT
## dimension: XY
## bbox: xmin: -71.7 ymin: 18.067 xmax: -68.367 ymax: 19.85
## epsg (SRID): 4326
## proj4string: +proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs
## First 10 features:
##      Estación a1979 a1980 a1981 a1982 a1983 a1984 a1985
## 1      Barahona 1740.0 1053.6 1435.3 815.3 1183.0 584.1 997.8
## 2      Bayaguana 2794.3 1761.5 2412.4 1758.6 1857.1 1645.6 1928.3
## 3      Cabrera 2035.0 1276.8      NA 2136.9 1703.8 1888.7 1557.1
## 4      Constanza 1652.1 1166.9 1343.3 921.2 828.4      NA 892.8
## 5 Gaspar Hernández      NA 1443.8 2174.9 1844.1 1688.8 2208.8 1895.5
## 6      Hondo Valle 1823.6 1778.2 2203.7 1709.9 1841.3 1796.6 1309.5
## 7      Jimaní 1060.7 639.1 960.2 507.5 610.7 641.5 689.6
## 8      La Unión 1781.5 1630.6 2304.4 1413.1 1288.4 1499.4 1157.1
## 9      La Vega 1833.5 1304.3 1993.7 1483.2 1353.9 1550.1 1084.9
## 10     Las Américas 1958.4 958.7 1513.4 787.4 975.5 954.9 1398.2
##      a1986 a1987 a1988 a1989 a1990 a1991 a1992 a1993 a1994 a1995
## 1 1080.0 1423.9 704.7 1011.6 1075.20 983.1 1112.5 968.5 1622.4 956.00
## 2 2182.2 2273.5 1813.2 1730.6 1823.40 1850.3 1765.7 1606.2 1892.8 1360.10
## 3 1597.0 2059.7      NA 1176.9 1183.40 957.6      NA      NA      NA
## 4 715.8 786.9 837.7 671.5 875.35      NA 858.6 858.6 900.7 839.40
## 5 2874.7 2360.8 1426.3 1214.2 1530.70      NA 1257.5 1345.3 1824.9 1665.45
## 6 1589.7 1778.8 1766.5 1722.8 1596.10 1088.4 1731.0 1887.0 1772.0 1288.30
## 7 802.4 648.9 521.0 680.7 880.00 311.6 809.2 472.9 840.2 909.00
## 8 1313.1 1786.5 1888.8 1222.8 1808.00 1250.4 1555.2 1484.8 1035.9 877.70
## 9 1767.1 1663.2 1934.9 1192.4 1664.40 1146.4 1565.6 1855.4 1455.7 1175.40
## 10 1419.0 1866.4 1620.5 1151.7      NA 997.0      NA      NA      NA 1017.50
##      a1996 a1997 a1998 a1999 a2000 a2001 a2002 a2003 a2004
## 1 965.65 662.60 684.6 662.7 600.0 600.0 997.6 942.60 972.6
## 2 1867.70 1618.60 2156.6 1712.5 1868.5 1796.1 1658.0 2117.30 1554.2
## 3      NA      NA      NA      NA 1538.6 1852.9 946.9 1810.95 2053.3
## 4 1167.30 525.10 1492.7 1077.8 951.3 787.1 959.2 1084.10 985.9
## 5 2656.80 984.80 2147.9 1791.9 1716.9 2178.8 1093.4 2058.50 1906.8
## 6 1447.90 912.65 1813.9 1762.2 2285.9 1604.3 1477.4 1628.10 1617.7
## 7 816.20 358.20 824.1 1037.0 833.9 488.4 510.1 656.70 866.9
## 8 1980.50 554.20 1744.1 1314.3 1148.5 1360.5 972.1 1802.00 2550.1
```

```
## 9 1772.50 1018.80 1549.6 1817.9 1368.6 1522.0 1200.7 2290.60 1825.7
## 10 1019.60 651.20 1218.6 1125.9 809.7 747.6 933.4 1083.60 1338.9
##      a2005    a2006    a2007    a2008    a2009    a2010    a2011    a2012    a2013
## 1 1274.60 1118.40 1531.30 1136.80 583.3 1036.3 1280.2 1726.3 576.2
## 2 2102.80 2097.10 2137.60 1831.20 1607.9 1881.6 1849.9 2350.8 2108.0
## 3 1451.10 1957.90      NA      NA      NA 2411.4 1920.1 2821.3      NA
## 4 1245.20 1162.20 1661.40 1072.90 902.8 1024.5 1008.2 1188.1 1016.3
## 5 2001.85 1992.00 3282.65 1866.30 2386.1 2639.2 1727.2 2524.0 1448.2
## 6 1554.65 1487.15 1487.15 1399.15 1461.9 2005.6 1309.0 1736.8 1390.2
## 7 929.30 963.90 1084.00 751.10 694.9 807.1 879.5 1037.3 292.9
## 8 2034.30 2106.60 2764.80 1536.30 1605.8 2255.6 1719.2 2484.3 1299.2
## 9 1245.20 1162.20 1661.40 1072.90 2867.4 1486.4 1434.1 2204.7 1227.0
## 10 1744.60 1141.70 1457.50 1718.40 1369.1 2422.4 1885.5 1658.7 1039.6
##      a2014      geom
## 1 845.9 POINT (-71.1 18.2)
## 2 1505.6 POINT (-69.63333 18.75)
## 3 1975.6 POINT (-69.9 19.633)
## 4 764.1 POINT (-70.7 18.9)
## 5 1928.7 POINT (-70.3 19.617)
## 6 908.9 POINT (-71.7 18.717)
## 7 502.0 POINT (-71.633 18.483)
## 8 1741.5 POINT (-70.55 19.75)
## 9 1812.5 POINT (-70.533 19.217)
## 10 909.4 POINT (-69.667 18.433)
```

### 6.10.2 Exploracion de capa

```
st_layers(rutadiv)
```

```
## Driver: GPKG
## Available layers:
##      layer_name geometry_type features fields
## 1 PROVCenso2010      Polygon      32      4
## 2 MUNCenso2010      Polygon     155      5
## 3 REGCenso2010      Polygon      10      2
```

- Las PROVCenso2010 tienen 32 fila y 4 campos, mientras que el MUNCenso2010 tiene 155 fila y 5 campos, en los REGCenso2010 tienen 10 fila y 2 campos.

### 6.10.3 Capa provincia

```
prov <- st_read(rutadiv, layer = 'PROVCenso2010')
```

```
## Reading layer 'PROVCenso2010' from data source '/home/agrie/unidad-0-asignacion-99-mi-proyect
```



```
## Simple feature collection with 32 features and 4 fields
## geometry type: MULTIPOLYGON
## dimension: XY
## bbox: xmin: 182215.8 ymin: 1933532 xmax: 571365.3 ymax: 2205216
## epsg (SRID): 32619
## proj4string: +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
```

```
prov
```

```
## Simple feature collection with 32 features and 4 fields
## geometry type: MULTIPOLYGON
## dimension: XY
## bbox: xmin: 182215.8 ymin: 1933532 xmax: 571365.3 ymax: 2205216
## epsg (SRID): 32619
## proj4string: +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
## First 10 features:
## PROV REG TOPONIMIA ENLACE geom
## 1 01 10 DISTRITO NACIONAL 1001 MULTIPOLYGON (((406845.9 20...
## 2 02 05 AZUA 0502 MULTIPOLYGON (((322129.5 20...
## 3 03 06 BAORUCO 0603 MULTIPOLYGON (((271940 2060...
## 4 04 06 BARAHONA 0604 MULTIPOLYGON (((291856.5 20...
## 5 05 04 DAJABÓN 0405 MULTIPOLYGON (((245433.3 21...
## 6 06 03 DUARTE 0306 MULTIPOLYGON (((374434.8 21...
## 7 07 07 ELÍAS PIÑA 0707 MULTIPOLYGON (((235630.8 21...
## 8 08 08 EL SEIBO 0808 MULTIPOLYGON (((523436.4 20...
## 9 09 01 ESPAILLAT 0109 MULTIPOLYGON (((385993.5 21...
## 10 10 06 INDEPENDENCIA 0610 MULTIPOLYGON (((205698.2 20...
```

#### 6.10.4 CRS del objeto observado

```
st_crs(pre)
```

```
## Coordinate Reference System:
## EPSG: 4326
## proj4string: "+proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs"
```

#### 6.10.5 Transformemos a 32619:

```
crsdestino <- 32619
preutm <- pre %>% st_transform(crs = crsdestino)
preutm
```

```
## Simple feature collection with 25 features and 37 fields
## geometry type: POINT
```

```

## dimension:      XY
## bbox:           xmin: 215264.1 ymin: 1999092 xmax: 566794.7 ymax: 2197035
## epsg (SRID):    32619
## proj4string:     +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
## First 10 features:
##      Estación a1979 a1980 a1981 a1982 a1983 a1984 a1985
## 1 Barahona 1740.0 1053.6 1435.3 815.3 1183.0 584.1 997.8
## 2 Bayaguana 2794.3 1761.5 2412.4 1758.6 1857.1 1645.6 1928.3
## 3 Cabrera 2035.0 1276.8 NA 2136.9 1703.8 1888.7 1557.1
## 4 Constanza 1652.1 1166.9 1343.3 921.2 828.4 NA 892.8
## 5 Gaspar Hernández NA 1443.8 2174.9 1844.1 1688.8 2208.8 1895.5
## 6 Hondo Valle 1823.6 1778.2 2203.7 1709.9 1841.3 1796.6 1309.5
## 7 Jimaní 1060.7 639.1 960.2 507.5 610.7 641.5 689.6
## 8 La Unión 1781.5 1630.6 2304.4 1413.1 1288.4 1499.4 1157.1
## 9 La Vega 1833.5 1304.3 1993.7 1483.2 1353.9 1550.1 1084.9
## 10 Las Américas 1958.4 958.7 1513.4 787.4 975.5 954.9 1398.2
##      a1986 a1987 a1988 a1989 a1990 a1991 a1992 a1993 a1994 a1995
## 1 1080.0 1423.9 704.7 1011.6 1075.20 983.1 1112.5 968.5 1622.4 956.00
## 2 2182.2 2273.5 1813.2 1730.6 1823.40 1850.3 1765.7 1606.2 1892.8 1360.10
## 3 1597.0 2059.7 NA 1176.9 1183.40 957.6 NA NA NA NA
## 4 715.8 786.9 837.7 671.5 875.35 NA 858.6 858.6 900.7 839.40
## 5 2874.7 2360.8 1426.3 1214.2 1530.70 NA 1257.5 1345.3 1824.9 1665.45
## 6 1589.7 1778.8 1766.5 1722.8 1596.10 1088.4 1731.0 1887.0 1772.0 1288.30
## 7 802.4 648.9 521.0 680.7 880.00 311.6 809.2 472.9 840.2 909.00
## 8 1313.1 1786.5 1888.8 1222.8 1808.00 1250.4 1555.2 1484.8 1035.9 877.70
## 9 1767.1 1663.2 1934.9 1192.4 1664.40 1146.4 1565.6 1855.4 1455.7 1175.40
## 10 1419.0 1866.4 1620.5 1151.7 NA 997.0 NA NA NA 1017.50
##      a1996 a1997 a1998 a1999 a2000 a2001 a2002 a2003 a2004
## 1 965.65 662.60 684.6 662.7 600.0 600.0 997.6 942.60 972.6
## 2 1867.70 1618.60 2156.6 1712.5 1868.5 1796.1 1658.0 2117.30 1554.2
## 3 NA NA NA NA 1538.6 1852.9 946.9 1810.95 2053.3
## 4 1167.30 525.10 1492.7 1077.8 951.3 787.1 959.2 1084.10 985.9
## 5 2656.80 984.80 2147.9 1791.9 1716.9 2178.8 1093.4 2058.50 1906.8
## 6 1447.90 912.65 1813.9 1762.2 2285.9 1604.3 1477.4 1628.10 1617.7
## 7 816.20 358.20 824.1 1037.0 833.9 488.4 510.1 656.70 866.9
## 8 1980.50 554.20 1744.1 1314.3 1148.5 1360.5 972.1 1802.00 2550.1
## 9 1772.50 1018.80 1549.6 1817.9 1368.6 1522.0 1200.7 2290.60 1825.7
## 10 1019.60 651.20 1218.6 1125.9 809.7 747.6 933.4 1083.60 1338.9
##      a2005 a2006 a2007 a2008 a2009 a2010 a2011 a2012 a2013
## 1 1274.60 1118.40 1531.30 1136.80 583.3 1036.3 1280.2 1726.3 576.2
## 2 2102.80 2097.10 2137.60 1831.20 1607.9 1881.6 1849.9 2350.8 2108.0
## 3 1451.10 1957.90 NA NA NA 2411.4 1920.1 2821.3 NA
## 4 1245.20 1162.20 1661.40 1072.90 902.8 1024.5 1008.2 1188.1 1016.3
## 5 2001.85 1992.00 3282.65 1866.30 2386.1 2639.2 1727.2 2524.0 1448.2
## 6 1554.65 1487.15 1487.15 1399.15 1461.9 2005.6 1309.0 1736.8 1390.2
## 7 929.30 963.90 1084.00 751.10 694.9 807.1 879.5 1037.3 292.9
## 8 2034.30 2106.60 2764.80 1536.30 1605.8 2255.6 1719.2 2484.3 1299.2
## 9 1245.20 1162.20 1661.40 1072.90 2867.4 1486.4 1434.1 2204.7 1227.0

```

```
## 10 1744.60 1141.70 1457.50 1718.40 1369.1 2422.4 1885.5 1658.7 1039.6
##      a2014                                geom
## 1   845.9 POINT (277900.2 2013585)
## 2  1505.6 POINT (433242.1 2073284)
## 3  1975.6   POINT (405636 2171119)
## 4   764.1 POINT (320947.7 2090623)
## 5  1928.7 POINT (363678.2 2169619)
## 6   908.9 POINT (215264.1 2071669)
## 7   502.0 POINT (221953.7 2045651)
## 8  1741.5 POINT (337592.1 2184559)
## 9  1812.5 POINT (338847.1 2125548)
## 10  909.4 POINT (429562.7 2038222)
```

## 6.11 EDA básico

### 6.11.1 Estadísticos Básicos para el año 2008

```
nrow(preutm)
```

```
## [1] 25
```

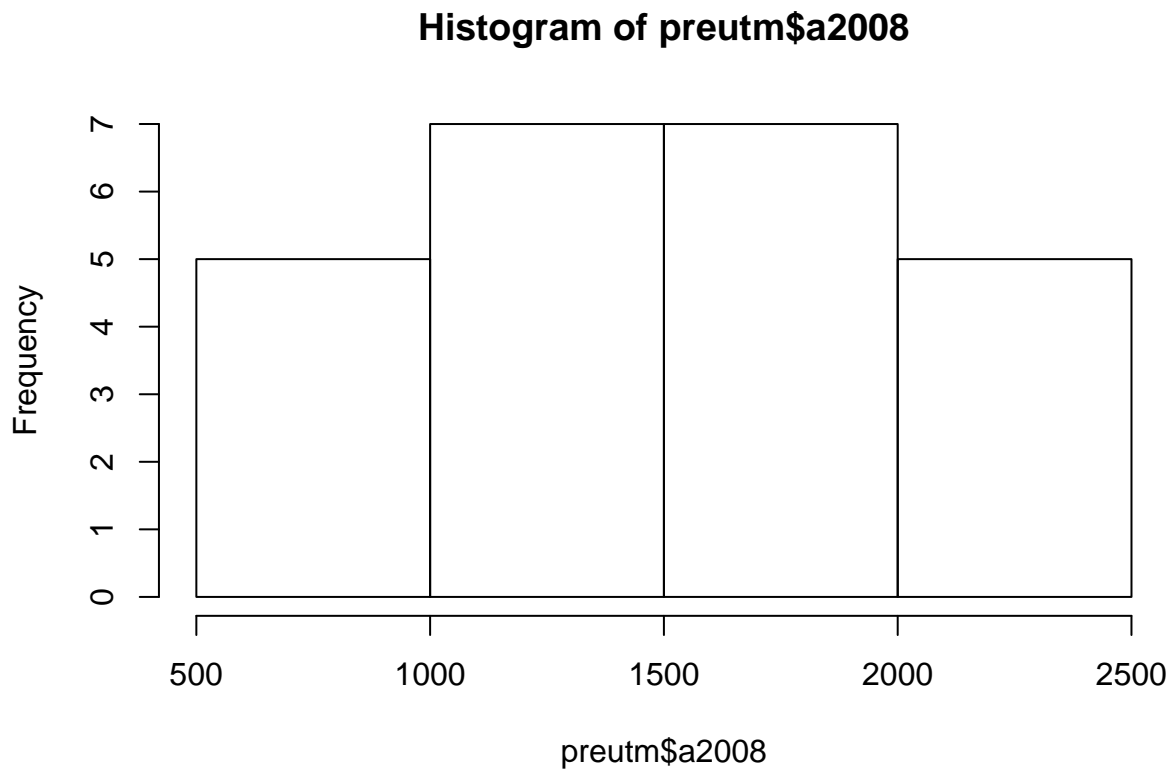
```
summary(preutm$a2008)
```

```
##      Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.     NA's
##      560.5  1060.1  1513.5   1456.0  1840.0   2376.0         1
```

- Según los Estadísticos Básicos para el año 2008, la tabla tiene 25 fila, con un mínimo de 560.5 milímetros, con una media de 1513.5 milímetros y un máximo de 2376.0 milímetros y en al menos en 1 hay datos perdido (NA).

### 6.11.2 Histogramas Normal

```
hist(preutm$a2008)
```

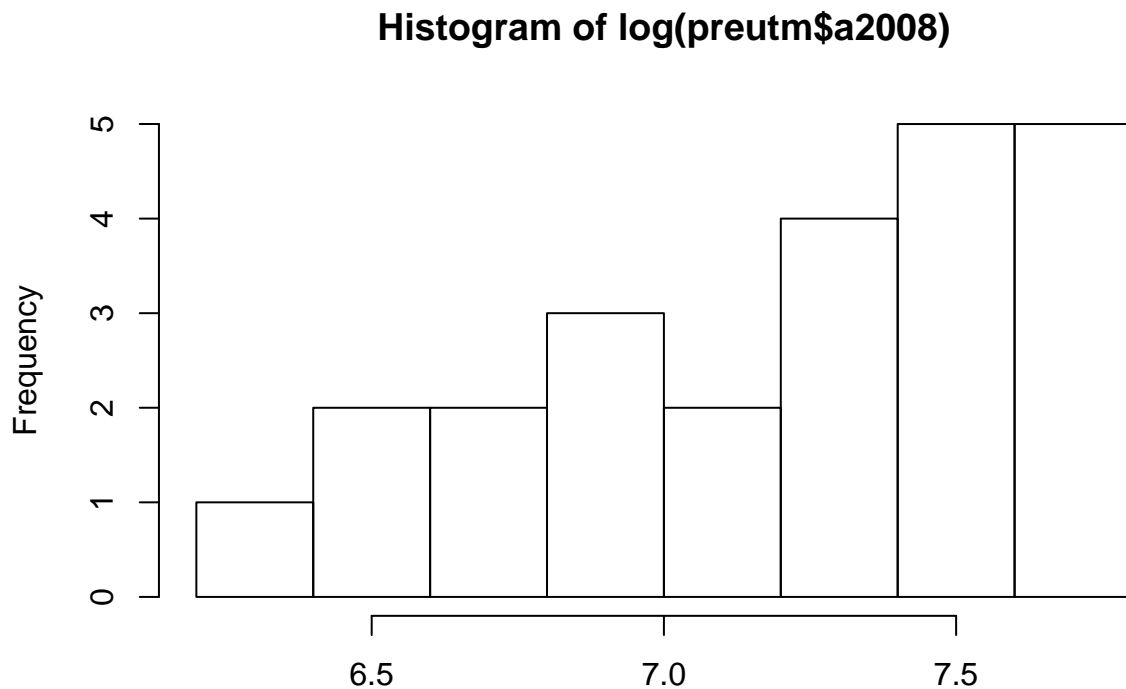


el histograma normal, los datos presentan una distribución normal.

\* Según

#### 6.11.3 Histogramas Logaritmica

```
hist(log(preutm$a2008))
```



\* Según

este histograma logarítmico, los datos tienen una distribución poco normal, porque para la derecha presenta la mayor cantidad de datos.

#### 6.12 Prueba de Shapiro-Wilk Normal

```
shapiro.test(preutm$a2008)
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
## data:  preutm$a2008
## W = 0.9557, p-value = 0.3582
```

- Según la prueba de Shapiro-Wilk Normal, el coeficiente significancia es mayor que 0.05 por tanto se acepta la hipótesis nula.

##### 6.12.1 Prueba de Shapiro-Wilk Transformado

```
shapiro.test(log(pre$a2008))
```

```
##
##  Shapiro-Wilk normality test
##
```

```
## data: log(pre$a2008)
## W = 0.93849, p-value = 0.1509
```

- Según la prueba de Shapiro-Wilk, en la variable logarítmica el coeficiente de significancia es mayor que 0.05 por tanto se acepta la hipótesis nula, los datos vienen de una distribución normalmente distribuida.

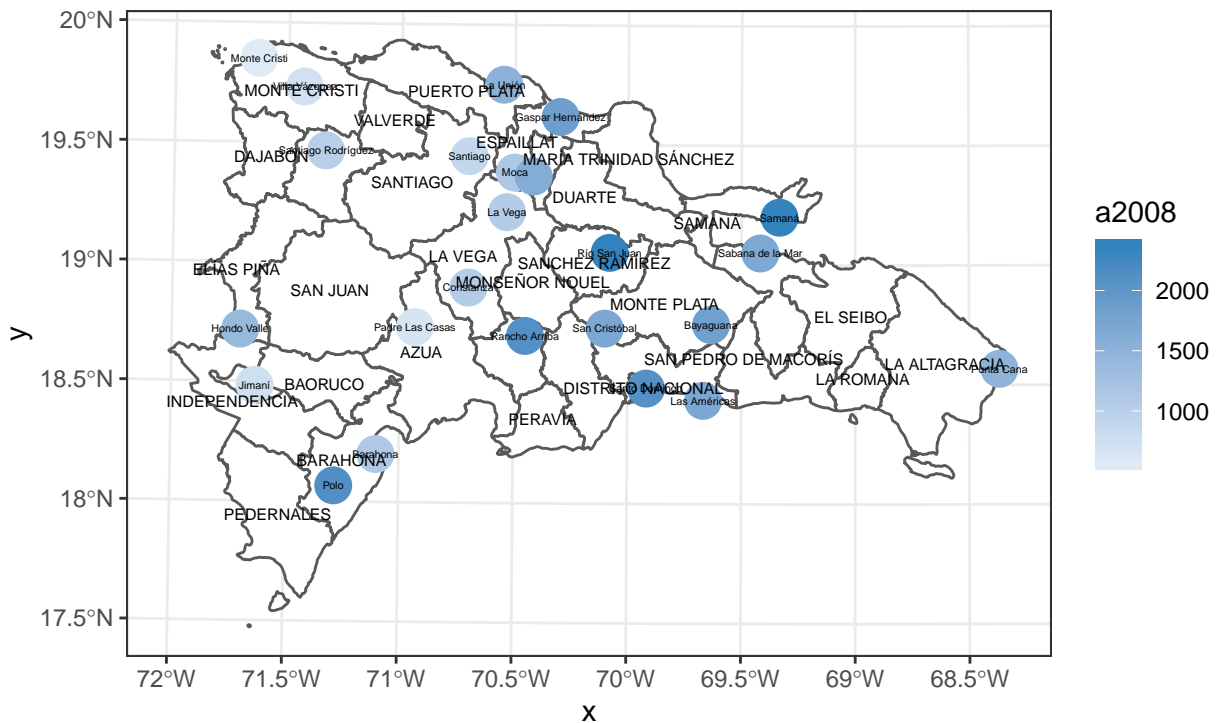
### 6.13 Precipitación del año 2008

```
pre2008 <- na.omit(preutm[,c('Estación', 'a2008')])
pre2008

## Simple feature collection with 24 features and 2 fields
## geometry type: POINT
## dimension: XY
## bbox: xmin: 215264.1 ymin: 1999092 xmax: 566794.7 ymax: 2197035
## epsg (SRID): 32619
## proj4string: +proj=utm +zone=19 +datum=WGS84 +units=m +no_defs
## First 10 features:
##      Estación  a2008      geom
## 1 Barahona 1136.80 POINT (277900.2 2013585)
## 2 Bayaguana 1831.20 POINT (433242.1 2073284)
## 4 Constanza 1072.90 POINT (320947.7 2090623)
## 5 Gaspar Hernández 1866.30 POINT (363678.2 2169619)
## 6 Hondo Valle 1399.15 POINT (215264.1 2071669)
## 7 Jimaní 751.10 POINT (221953.7 2045651)
## 8 La Unión 1536.30 POINT (337592.1 2184559)
## 9 La Vega 1072.90 POINT (338847.1 2125548)
## 10 Las Américas 1718.40 POINT (429562.7 2038222)
## 11 Moca 1144.30 POINT (342475.8 2143891)
```

### 6.14 Representación de la Precipitación del año 2008

```
library(ggplot2)
ggplot() +
  geom_sf(data = prov, fill = 'white') +
  geom_sf(data = pre2008, aes(col = a2008), size = 6) +
  scale_colour_gradient(low="#deebf7", high="#3182bd") +
  geom_sf_text(data = prov, aes(label=TOPONIMIA), check_overlap = T, size = 2) +
  geom_sf_text(data = pre2008, aes(label=Estación), check_overlap = T, size = 1.5) +
  theme_bw()
```



- Los valores de máximas precipitación están en los pluviómetros centrales y que tienen acceso a los vientos alisios, las provincias como: Sánchez Ramírez, Monte Plata, María Trinidad Sánchez, Santo Domingo, Distrito Nacional, San José de Ocoa, Hermanas Mirabal, San Cristóbal, Duarte, Semana, Barahona (Polo) y Monseñor Noel. Donde hubo mediana precipitación es el Seibo, Hato Mayor, La Romana, La Altagracia, Pedernales, Puerto Plata, Elia Piña, San Juan, Santiago y Santiago Rodríguez. En las demás provincias se evidencia baja precipitación.

#### 6.15 Variograma muestral

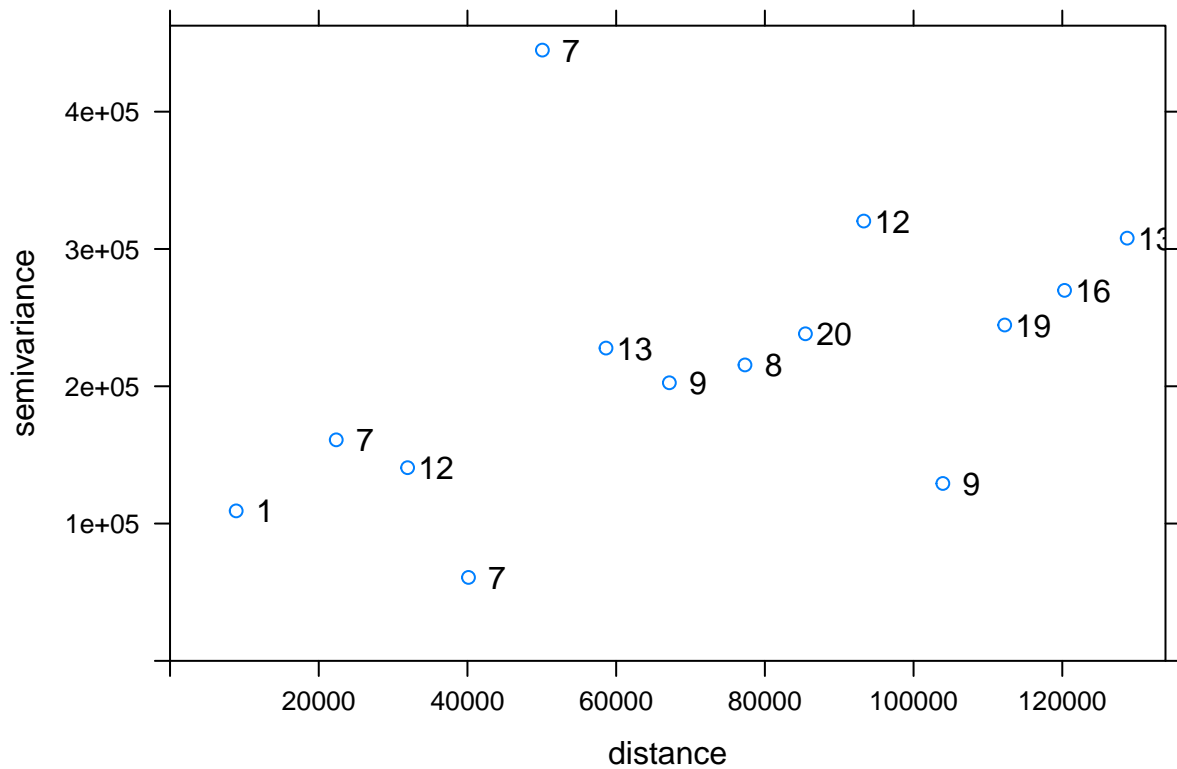
- Se genera el variograma muestral para el logaritmo de la precipitación. Para esto se emplea la función `variogram`

```
v2008 <- variogram(a2008~1, pre2008)
v2008
```

| ##   | np | dist      | gamma     | dir.hor | dir.ver | id   |
|------|----|-----------|-----------|---------|---------|------|
| ## 1 | 1  | 8896.559  | 109231.38 | 0       | 0       | var1 |
| ## 2 | 7  | 22355.182 | 160973.45 | 0       | 0       | var1 |
| ## 3 | 12 | 31950.749 | 140693.52 | 0       | 0       | var1 |
| ## 4 | 7  | 40140.925 | 60776.08  | 0       | 0       | var1 |
| ## 5 | 7  | 50078.452 | 444856.24 | 0       | 0       | var1 |
| ## 6 | 13 | 58634.264 | 227820.90 | 0       | 0       | var1 |
| ## 7 | 9  | 67157.152 | 202536.59 | 0       | 0       | var1 |
| ## 8 | 8  | 77324.589 | 215532.06 | 0       | 0       | var1 |
| ## 9 | 20 | 85454.491 | 238217.12 | 0       | 0       | var1 |

```
## 10 12 93304.363 320335.94 0 0 var1
## 11 9 103937.517 129201.49 0 0 var1
## 12 19 112257.676 244612.55 0 0 var1
## 13 16 120305.537 269842.33 0 0 var1
## 14 13 128732.483 307869.87 0 0 var1
```

```
plot(v2008, plot.numbers = T)
```



### 6.15.1 Variograma Esferico

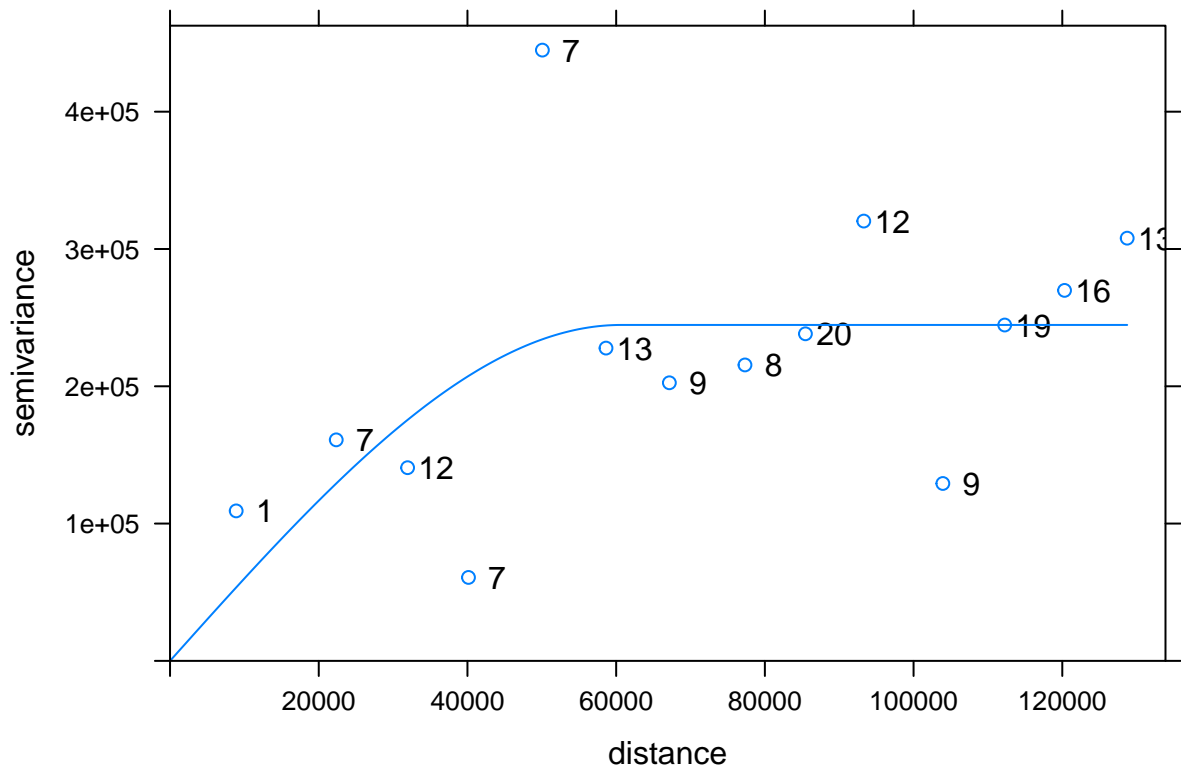
- Con el variograma muestral, se genera un variograma modelo que será el que se utilizará en la función krige para realizar la interpolación.

```
v2008_m <- fit.variogram(v2008, vgm(model = "Sph", range = 50000))
v2008_m
```

```
## model psill range
## 1 Sph 244665.2 60617.39
```

```
plot(v2008, v2008_m, plot.numbers = T)
```



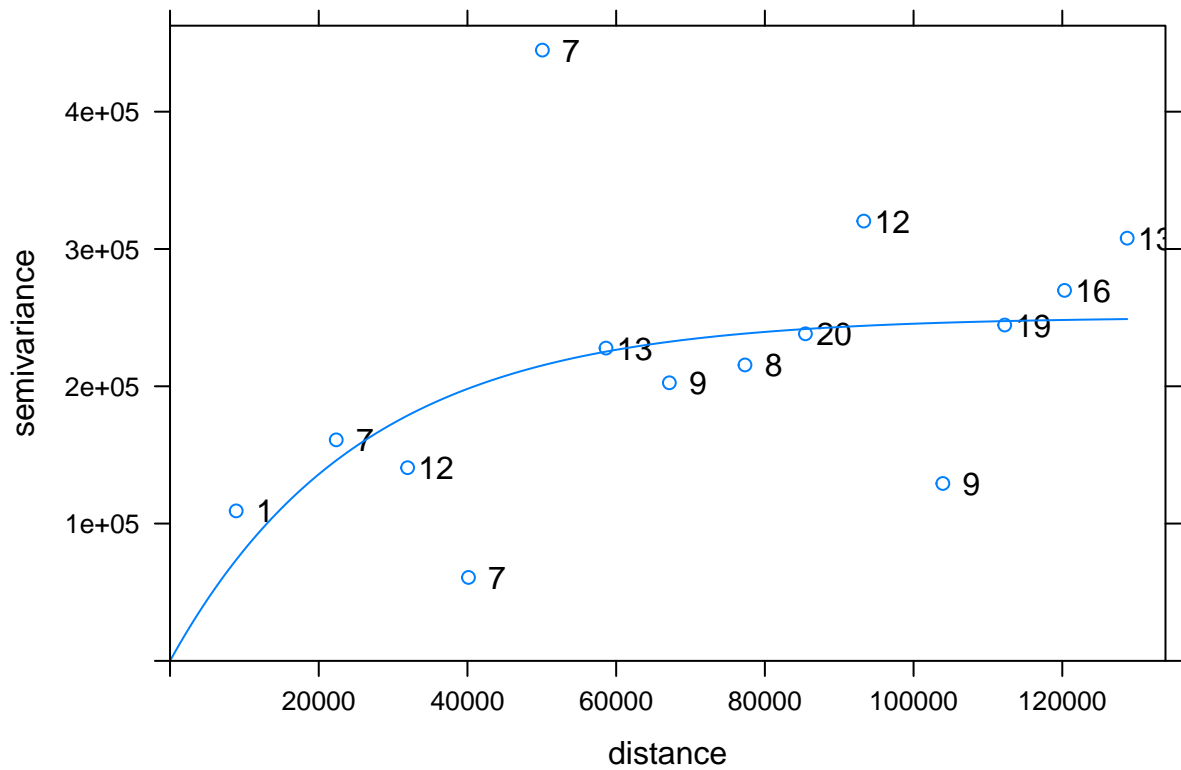


### 6.15.2 Variograma modelo 2 (Exponencial)

```
v2008_m2 <- fit.variogram(v2008, vgm(model = "Exp", range = 50000))
v2008_m2
```

```
## model psill range
## 1 Exp 250584.5 25586.33
```

```
plot(v2008, v2008_m2, plot.numbers = T)
```

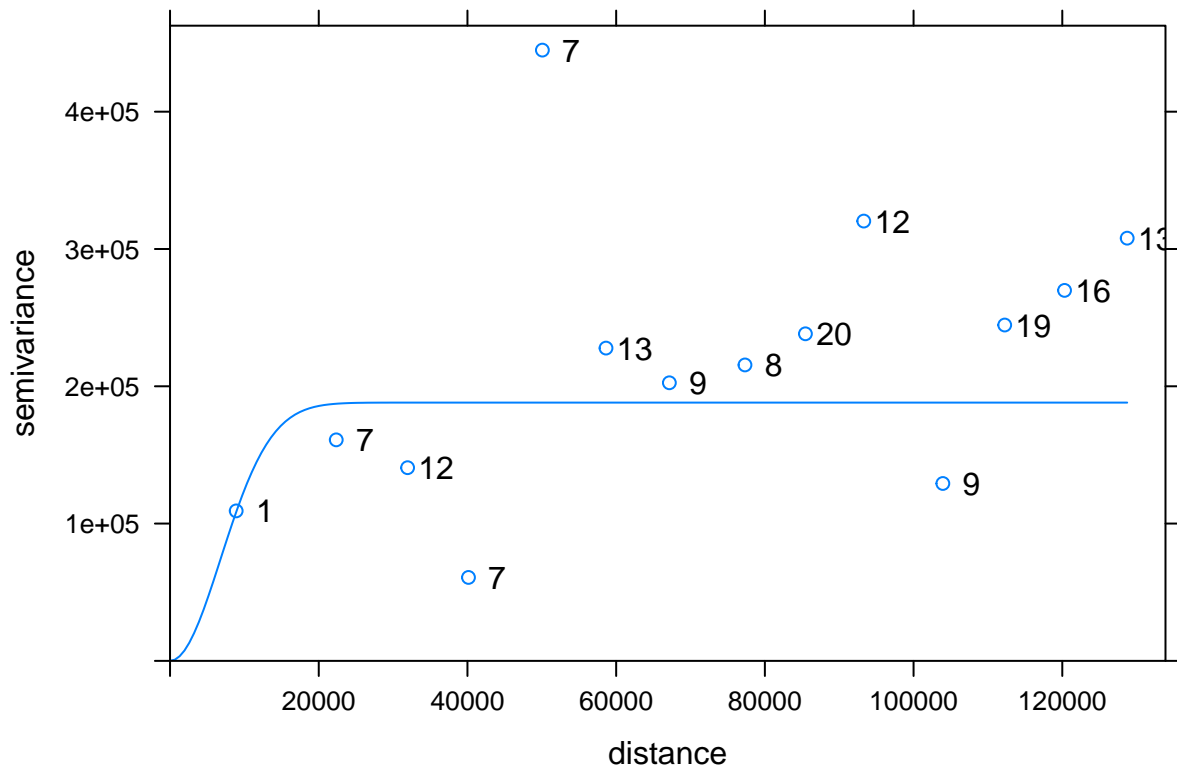


### 6.15.3 Variograma modelo 3 (Gaussiano)

```
v2008_m3 <- fit.variogram(v2008, vgm(model = "Gau", range = 50000))
v2008_m3
```

```
## model psill range
## 1 Gau 188116.5 9599.91
```

```
plot(v2008, v2008_m3, plot.numbers = T)
```



- De acuerdo a la representación gráfica de los diferentes Variogramas, el modelo que mejor se ajusta a los datos es el modelo Exponencial. Por lo que este será el usado para el procesamiento de los datos.

#### 6.16 Interpolación por Kriging Ordinario

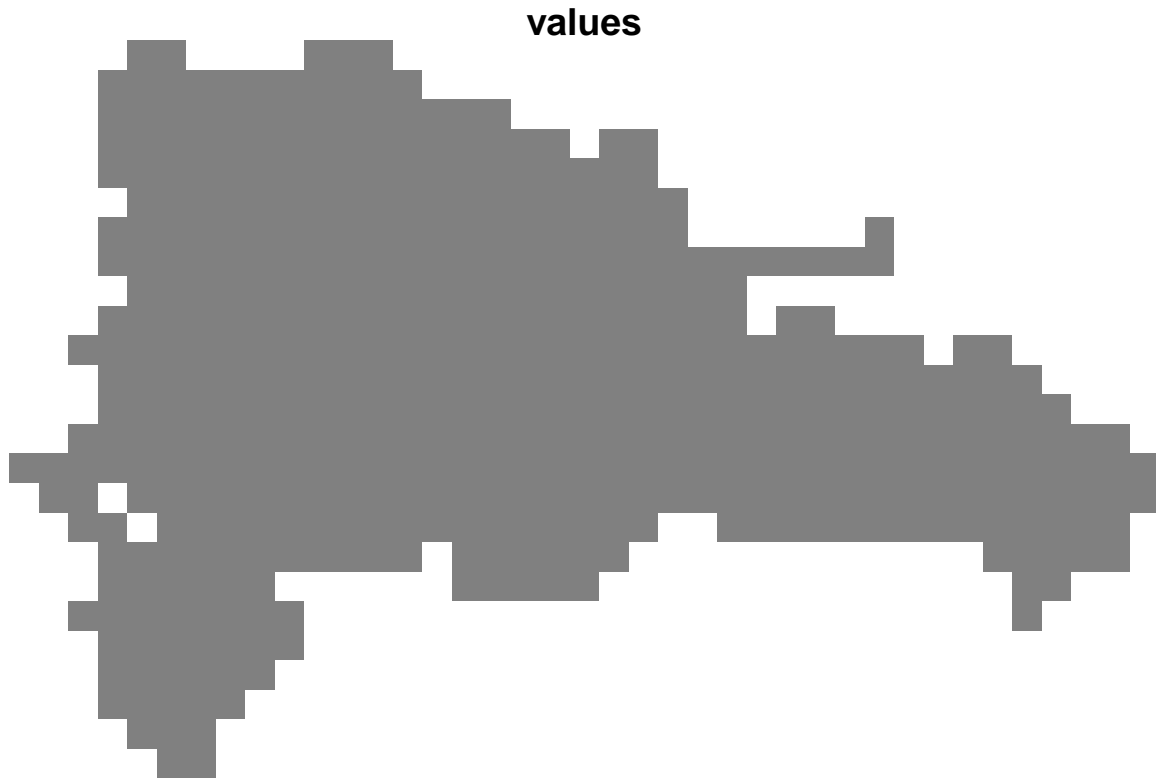
- Antes de realizar la interpolación, necesitamos una cuadrícula que “llenaremos” con las predicciones. Creamos una cuadrícula para RD, en este caso, de baja resolución, 10x10 km, esta cuadrícula la vamos a crear con la librería (stars)

```
grd <- st_bbox(prov) %>%
  st_as_stars(dx = 10000) %>% #10000 metros=1km de resolución espacial
  st_set_crs(crsdestino) %>%
  st_crop(prov)
grd
```

```
## stars object with 2 dimensions and 1 attribute
## attribute(s):
##   values
##   Min.   :0
##   1st Qu.:0
##   Median :0
##   Mean   :0
##   3rd Qu.:0
##   Max.   :0
```

```
## NA's :605
## dimension(s):
##   from to offset delta          refsys point values
## x    1 39 182216 10000 +proj=utm +zone=19 +datum...    NA    NULL [x]
## y    1 28 2205216 -10000 +proj=utm +zone=19 +datum...    NA    NULL [y]
```

```
plot(grd)
```



### 6.16.1 Interpolacion Kriging

```
k <- krige(formula = a2008~1, locations = pre2008, newdata = grd, model = v2008_m2)
```

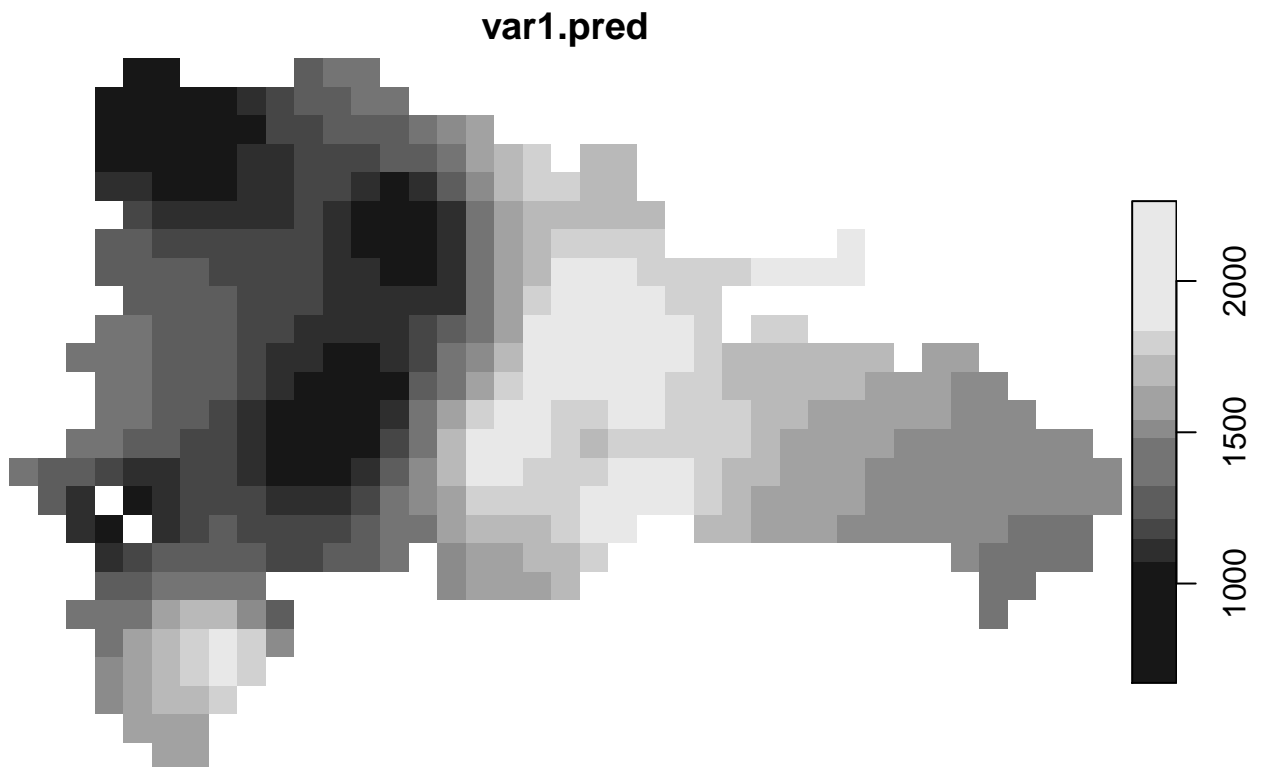
```
## [using ordinary kriging]
```

```
k
```

```
## stars object with 2 dimensions and 2 attributes
## attribute(s):
##   var1.pred      var1.var
## Min.   : 671.6   Min.   : 29359
## 1st Qu.:1181.6   1st Qu.:152996
```

```
## Median :1481.1   Median :200561
## Mean   :1445.4   Mean   :188528
## 3rd Qu.:1703.2   3rd Qu.:230251
## Max.   :2264.0   Max.   :263269
## NA's   :605      NA's   :605
## dimension(s):
##   from to offset delta          refsys point values
## x    1 39 182216 10000 +proj=utm +zone=19 +datum...   NA   NULL [x]
## y    1 28 2205216 -10000 +proj=utm +zone=19 +datum...   NA   NULL [y]
```

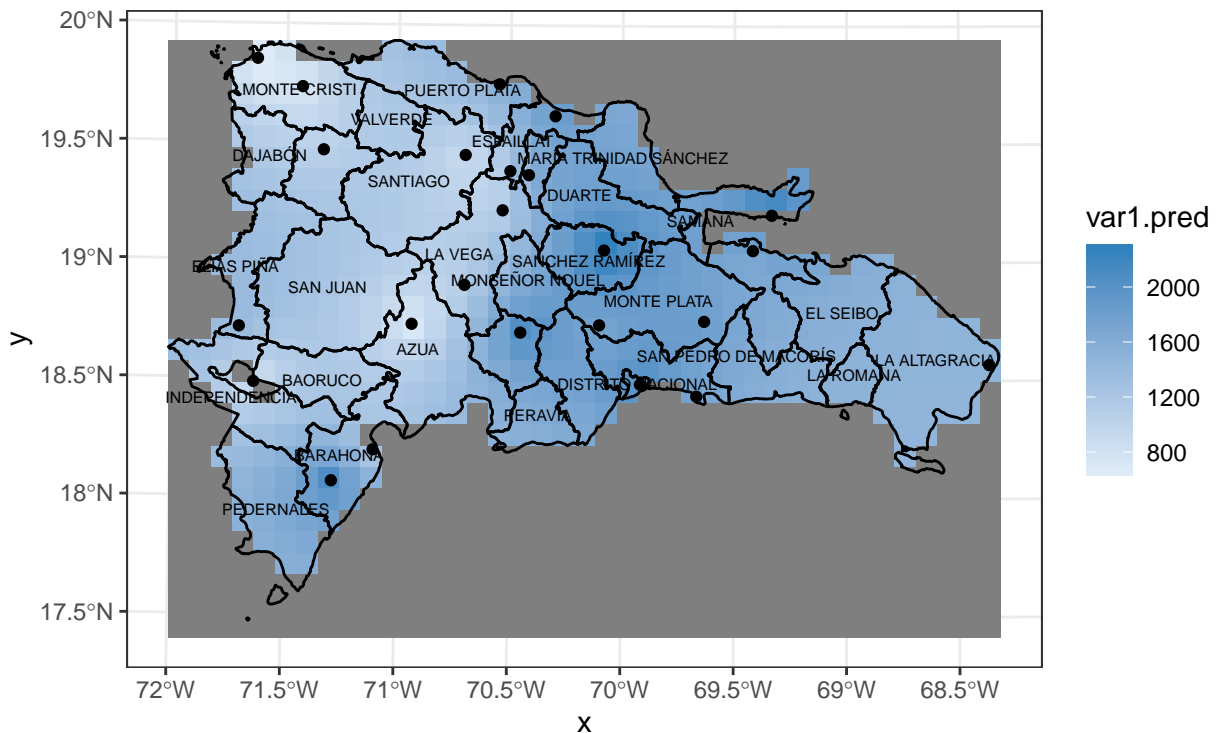
```
plot(k)
```



6.16.2 Usar ggplot para representar el objeto stars.

```
ggplot() +
  geom_stars(data = k, aes(fill = var1.pred, x = x, y = y)) +
  scale_fill_gradient(low="#deebf7", high="#3182bd") +
  geom_sf(data = st_cast(prov, "MULTILINESTRING")) +
  geom_sf(data = pre2008) +
  geom_sf_text(data = prov, aes(label=TOPONIMIA), check_overlap = T, size = 2, nudge_=500) +
  theme_bw()
```

## Warning: Ignoring unknown parameters: nudge\_



- Según el mapa, las provincias donde se evidencian que hubo mayores Precipitaciones son: Sánchez Ramírez, Monte Plata, María Trinidad Sánchez, Santo Domingo, Distrito Nacional San José de Ocoa, Hermanas Mirabal, San Cristóbal, Duarte, Semana, Barahona y Monseñor Noel. Donde hubo mediana precipitación es el Seibo, Hato Mayor, La Romana, La Altagracia, Pedernales, Puerto Plata, Elia Piña, San Juan, Santiago y Santiago Rodríguez. En las demás provincias se evidencia baja precipitación.

## Referencias

- Bivand, R. S., Pebesma, E. J., Gomez-Rubio, V., & Pebesma, E. J. (2008). *Applied spatial data analysis with r* (Vol. 747248717). Springer.
- Hengl, T. (2009). *A practical guide to geostatistical mapping* (Vol. 52). Hengl Amsterdam.
- ONAMET. (2008). *Precipitacion*. ONAMET.
- ONE. (2012). *Censo*. ONE.
- Ureña, F. I. C., & Martínez, M. (n.d.). *Evaluación de la cobertura del ix censo nacional de población y vivienda 2010*.