

# Usando R para la evaluación espacio-temporal de productos globales de precipitación con estaciones meteorológicas en Costa Rica

**Nelson Venegas<sup>1</sup>, Juan Diego Giraldo-Osorio<sup>2</sup>, Ana María Duran-Quesada<sup>3</sup> y Christian Birkel<sup>1</sup>**

1. Escuela de Geografía y Observatorio del Agua y Cambio Global (OACG), UCR

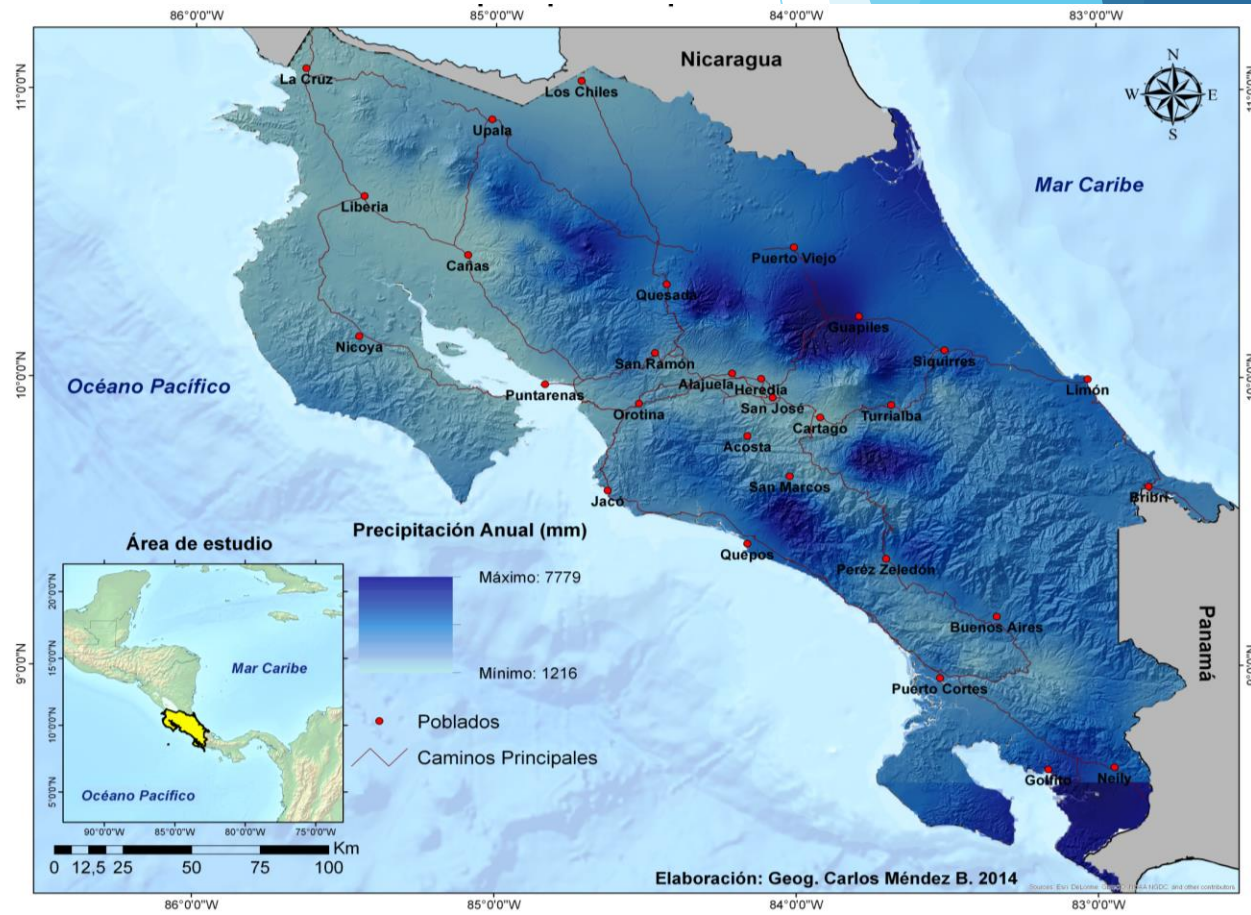
2. Grupo de Investigación Ciencia e Ingeniería del Agua y el Ambiente, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

3. Departamento de Física Atmosférica, Oceánica y Planetaria, Escuela de Física y Centro de Investigaciones Geofísicas, Universidad de Costa Rica.



# Introducción

- ▶ Costa Rica se caracteriza por una alta variabilidad hidroclimática.
- ▶ Limitación de datos disponibles, que dificulta el análisis para estudios hidrológicos.
- ▶ Las cuencas de los ríos Tempisque-Bebedero se ubican en una de las regiones más propensas al cambio climático en el país (Hidalgo & Alfaro, 2012).

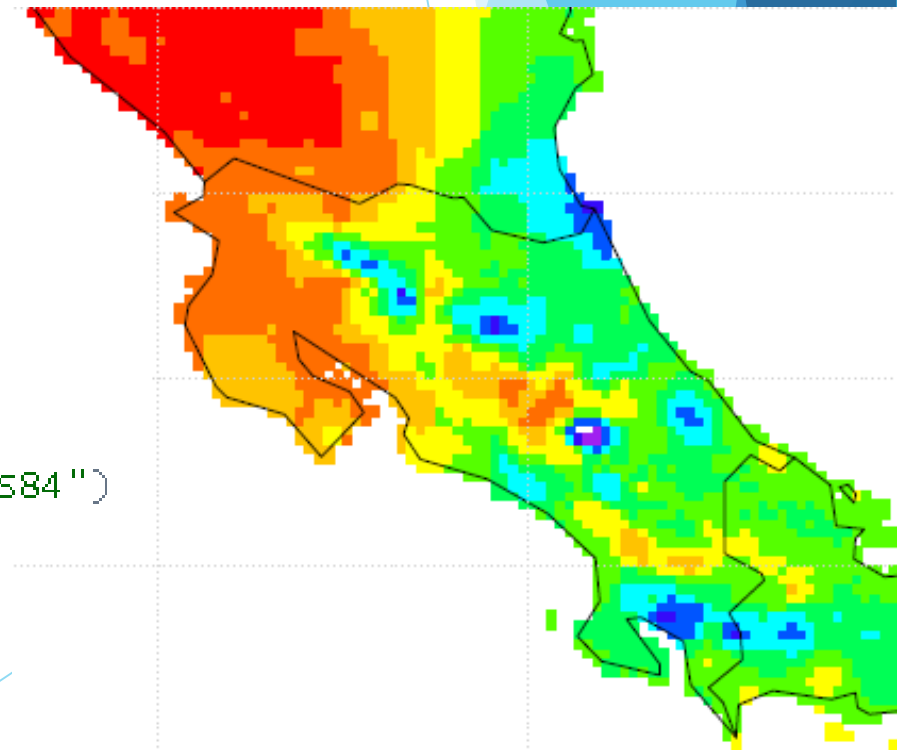


# Motivación

- ▶ Los sensores remotos son un instrumento disponible para la población y una alternativa real, ante situaciones de escasez de datos, en áreas con problemáticas hidrometeorológicas.
- ▶ Se exponen la recopilación de datos, basados exclusivamente en satélites, como una gran oportunidad para aplicaciones hidrológicas.
- ▶ Manejo efectivo de datos de productos globales de precipitación (sensores remotos) en R.

- ▶ Las herramientas tecnológicas de fácil acceso y adaptables a las dinámicas del cambio climático, deben ser percibidas como una oportunidad del manejo hídrico a corto, mediano y largo plazo.
- ▶ *¿Fiabilidad de productos globales que se basan en sensores remotos de precipitación?*

```
xx = as.vector(lonmat) %*% t(as.vector(rep(1,length(latmat))))  
yy = as.vector(latmat) %*% t(as.vector(rep(1,length(lonmat))))  
yy = t(yy)  
xlim = c( -87 , -82 )  
ylim = c( 7 , 12 )  
gridlimites = data.frame( x=xlim , y=ylim )  
coordinates(gridlimites)=~x+y  
proj4string(gridlimites) = CRS("+proj=longlat +datum=WGS84 +ellps=WGS84")  
gridded(gridlimites) = TRUE
```



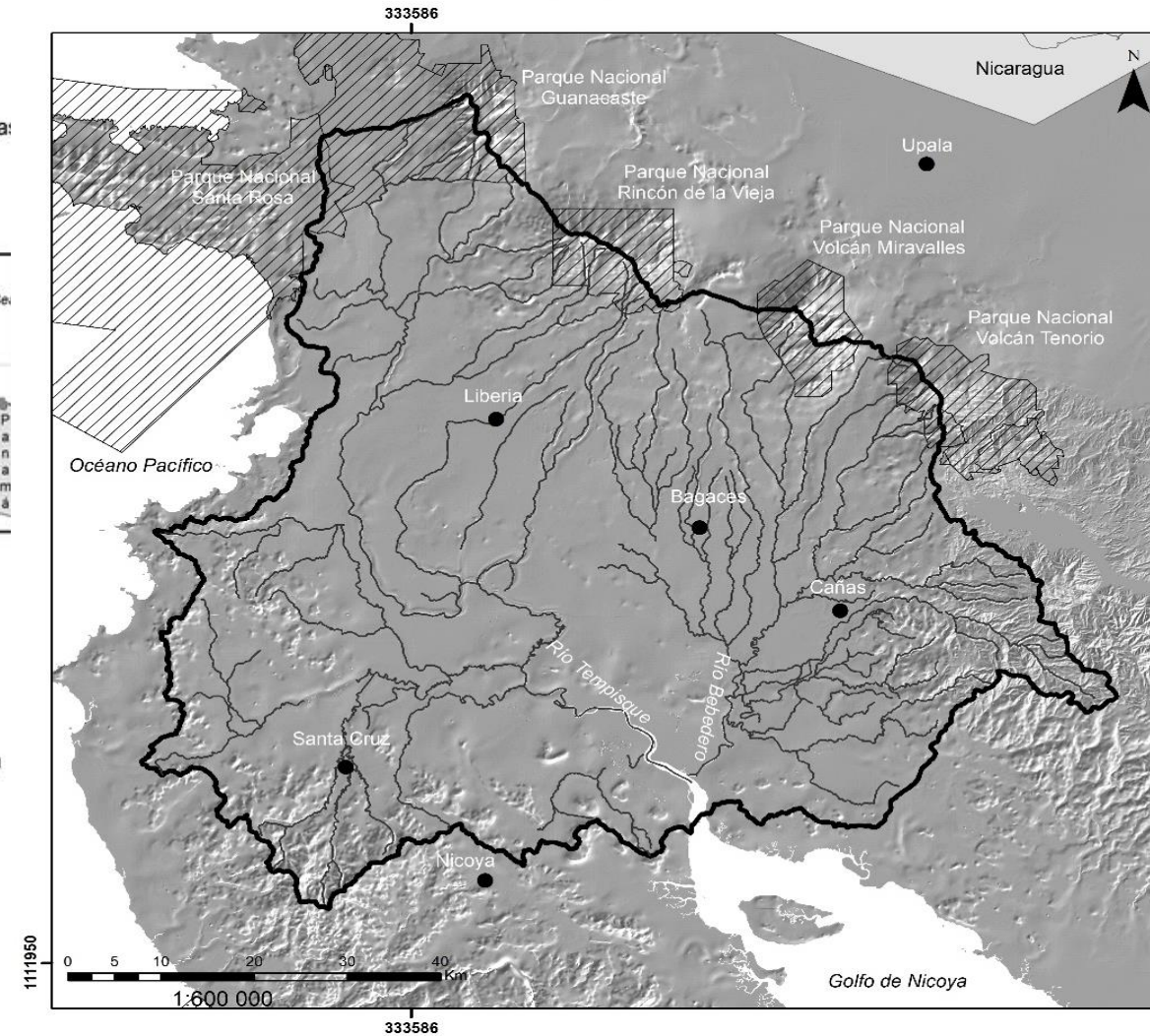
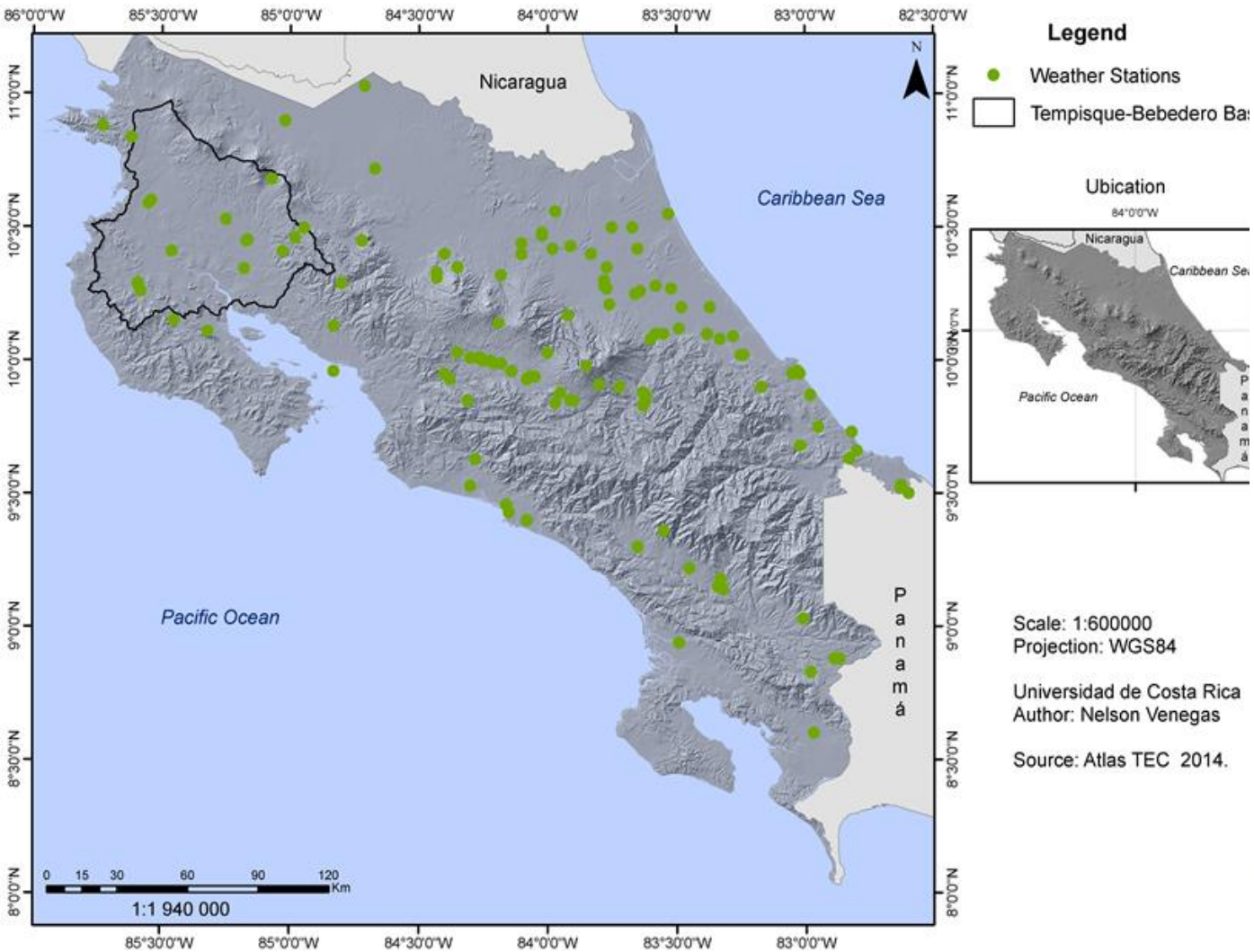
# Objetivos

- ▶ Valorar cuál es el sensor más adecuado a partir de la *Eficiencia de Kling-Gupta (KGE)* para obtener una evaluación espacio-temporal de productos globales.
- ▶ Realizar una comparación exhaustiva de datos de estaciones meteorológicas (observados) y productos globales de precipitación (simulados), para conocer su similitud a la realidad climática del país.
- ▶ Utilizar el lenguaje estadístico R que facilita la manipulación de grandes cantidades de datos espacio-temporales (datos georreferenciados con “x, y” y una variable temporal z).





# Área de Estudio



# Metodología

- Se realiza una evaluación de cuatro productos globales, los cuales son:

- *CHIRPS v2.0*
- *MSWEPv2.1*
- *PGFv3*
- *TRMM-3B42v7*

<u>Sensor</u>	<u>Resolución Espacial</u>	<u>Resolución Temporal</u>	<u>Cobertura Temporal</u>	<u>Sitio Web</u>
<u>CHIRPS v2.0</u>	0,05°	Diaria	1981-2017	<a href="http://chg.geog.ucsb.edu/data/index.html">http://chg.geog.ucsb.edu/data/index.html</a>
<u>MSWEPv2.1</u>	0,10°	Diaria	1979-2015	<a href="http://www.gloh2o.org">http://www.gloh2o.org</a>
<u>PGFv3</u>	0,25°	Diaria	1979-2010	<a href="http://stream.princeton.edu/LAFDM/WEBPAGE/">http://stream.princeton.edu/LAFDM/WEBPAGE/</a>
<u>TRMM-3B42v7</u>	0,25°	Diaria	1998-2017	<a href="https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=MpAn&amp;starttime=&amp;endtime=&amp;data=TRMM_3B42_Daily_7_precipitation">https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=MpAn&amp;starttime=&amp;endtime=&amp;data=TRMM_3B42_Daily_7_precipitation</a>

- ▶ Se implementa la *Eficiencia de Kling-Gupta (KGE)*, donde se requiere que las estimaciones de precipitación se puedan reproducir temporalmente, pero siempre preservando su volumen y su distribución, donde los valores idóneos serán de 1,0 (Zambrano et al. 2017).

$$KGE' = 1 - \sqrt{(r - 1)^2 + (\beta - 1)^2 + (\gamma - 1)^2}$$

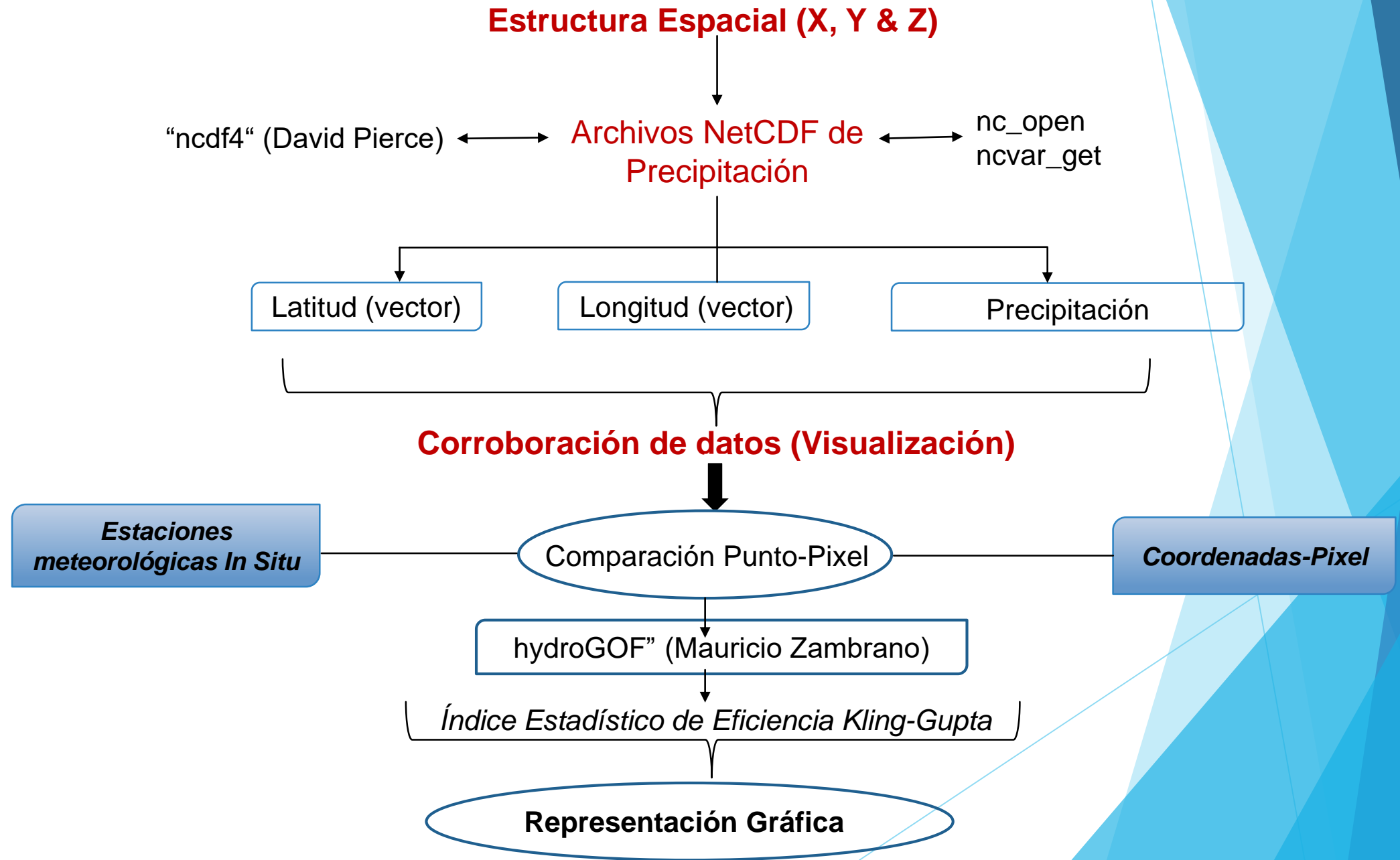
$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - O)(S_i - S)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (O_i - O)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (S_i - S)^2}}$$

$$\beta = \frac{\mu_s}{\mu_o}$$

$$\gamma = \frac{CV_s}{CV_o} = \frac{\delta_s / \mu_s}{\delta_o / \mu_s}$$



# Flujo de Trabajo en R



```
### Abrir archivo NetCDF
```

```
file = nc_open("chirps-v2.0.19812015.days_p05.CostaRica.nc")
variable = ncvar_get( nc=file , varid="precip" , start=c(1,1,1) )
```

```
# Extraer Tiempo
```

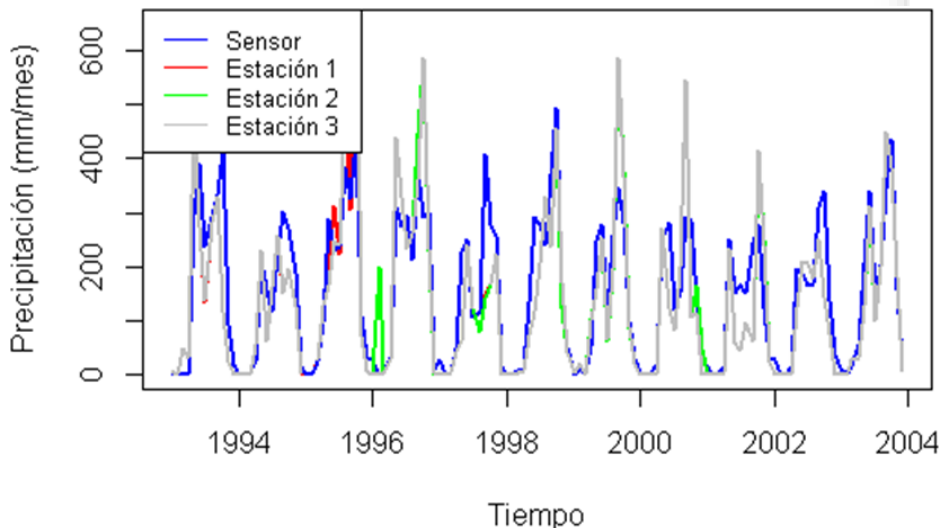
```
tiempo_diario= ncvar_get( nc=file , varid="time" )
tiempo_diario = as.Date( tiempo_diario , origin = "1980-01-01")
```

```
#Extraer variables de Longitude y Latitude
```

```
lonmat = ncvar_get( nc=file , varid="longitude" )
```

```
lonmat[which(lonmat>180)] = lonmat[which(lonmat>180)]-360
```

```
latmat = ncvar_get( nc=file , varid="latitude" )
```



```
valorkge = data.frame( pixx=vector( mode="numeric" , length=length(numero_estaciones) ) ,
                        pixy=vector( mode="numeric" , length=length(numero_estaciones) ) ,
                        kge=vector( mode="numeric" , length=length(numero_estaciones) ) )
for(p in 1:length(numero_estaciones) ) {
```

```
if( is.null(numero_estaciones[[p]]) == FALSE ) {
```

```
  x = unlist( numero_estaciones[[p]][1] )
```

```
  y = unlist( numero_estaciones[[p]][2] )
```

```
  nestaciones = length( unlist(numero_estaciones[[p]][3]) )
```

```
  plot( tiempo_mensual , mapas_mensuales[x,y,] ,
        main=paste( "Pixel x = " , x , " Pixel y = " , y , sep="" ) ,
        xlab="Time", ylab="P" , type="l" , lwd=2 )
```

```
  for( nnn in 1:nestaciones ) {
```

```
    queestacion = unlist( numero_estaciones[[p]][3] )[nnn]
```

```
    lines( tiempo_mensual , datos_recortados[,queestacion] , col= nnn+1 )
```

```
  }
```

```
  if( nestaciones > 1) promestaciones = as.vector( apply(datos_recortados[,unlist(numero
```

```
  if( nestaciones == 1) promestaciones = datos_recortados[,queestacion]
```

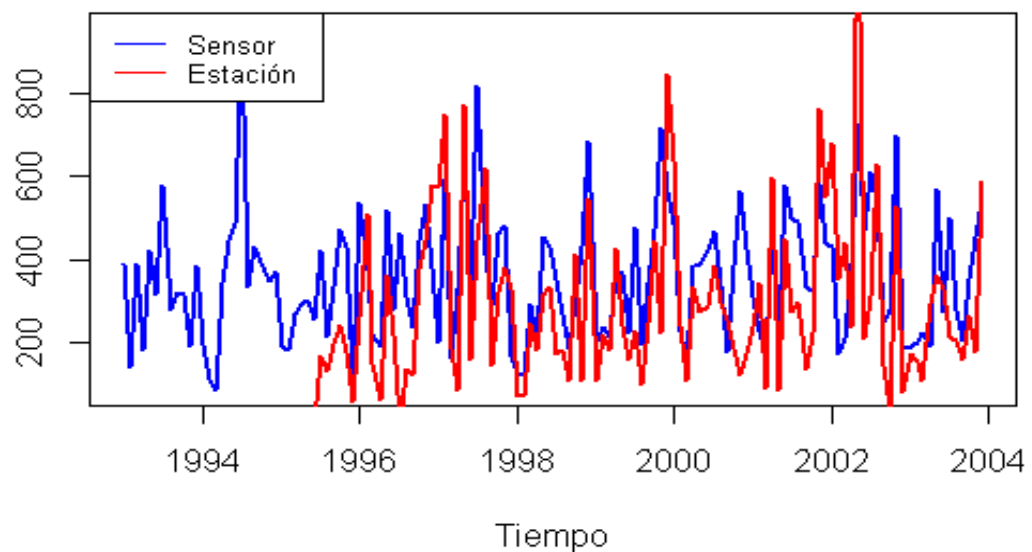
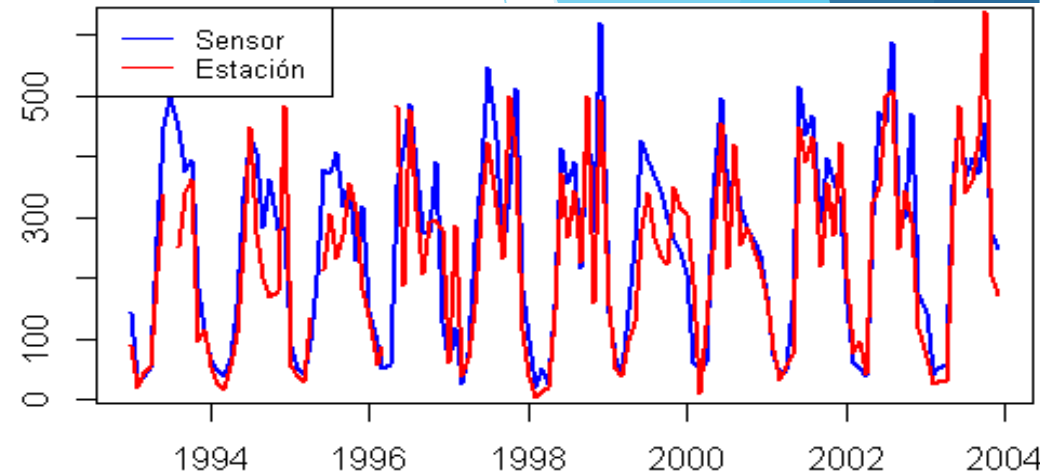
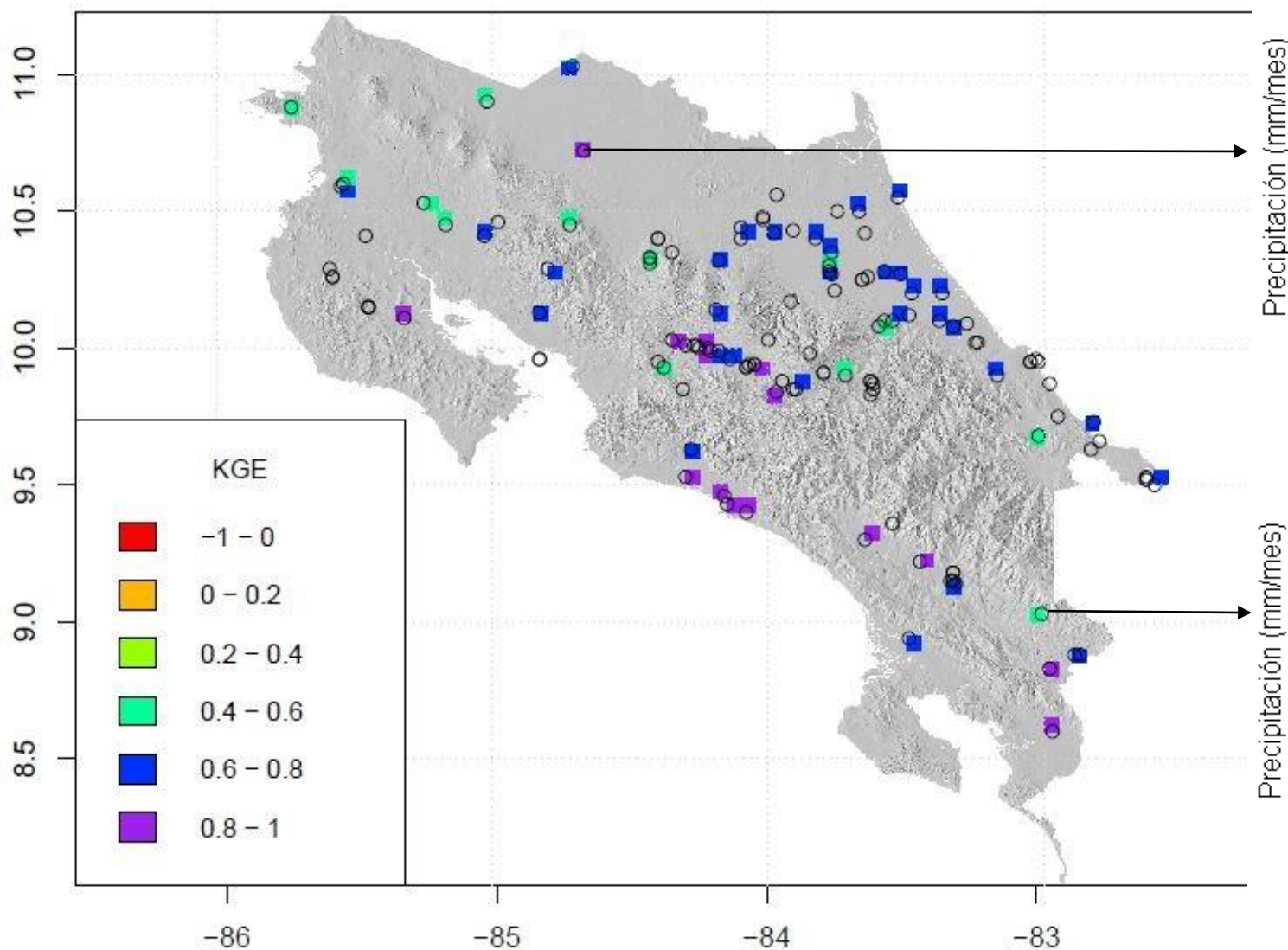
```
  lines( tiempo_mensual , promestaciones , lwd=2 , col="gray" )
```

```
  temp = KGE( mapas_mensuales[x,y,] , promestaciones )
```

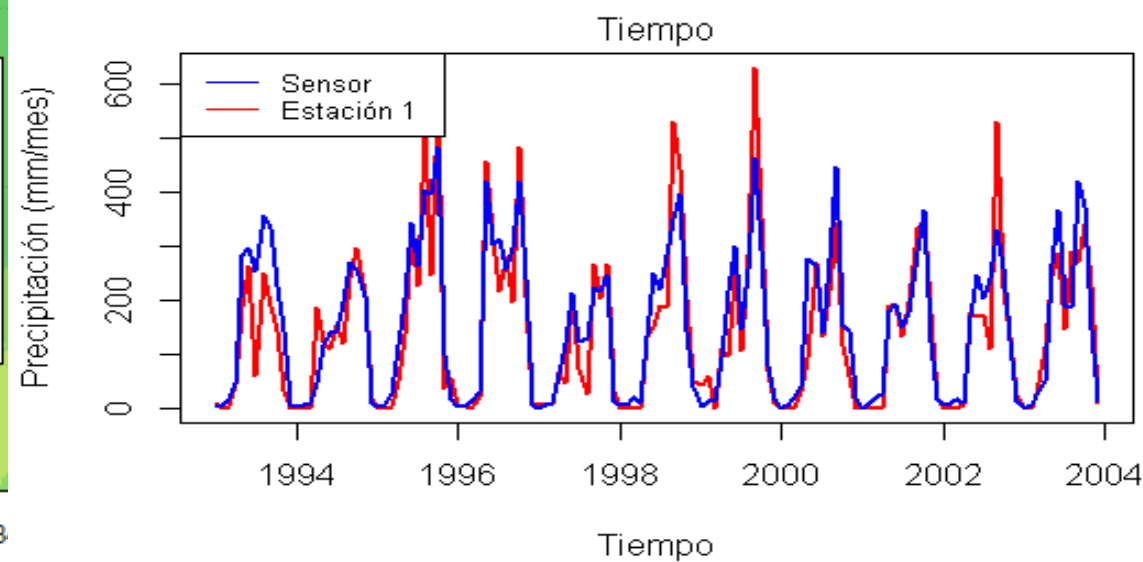
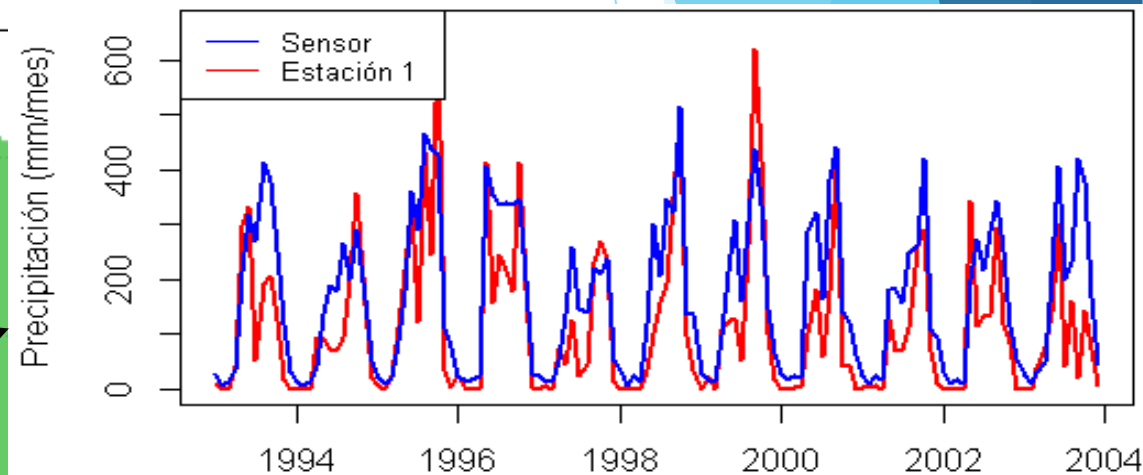
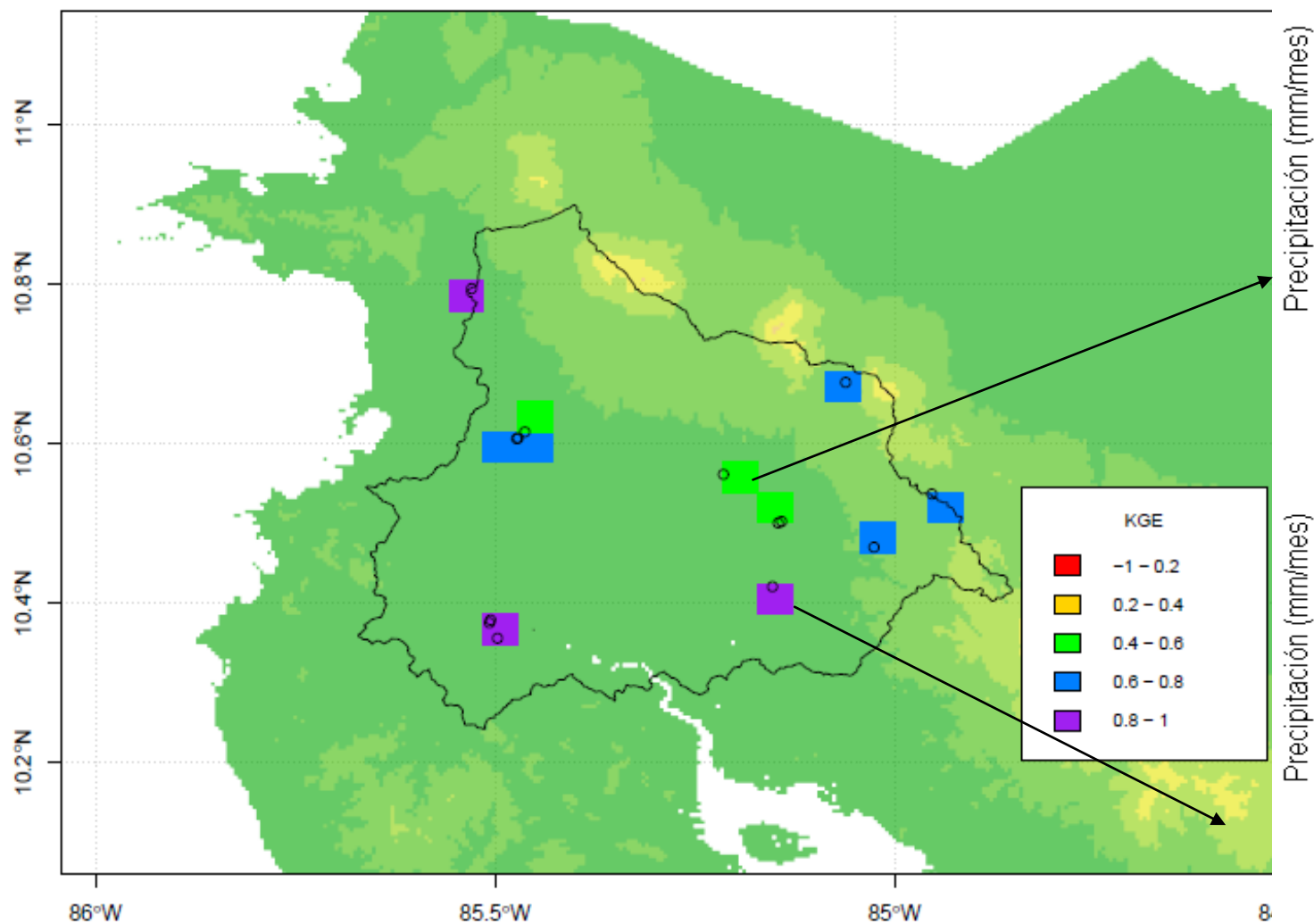
```
  valorkge[p,] = c(x,y,temp)
```

# Principales Resultados

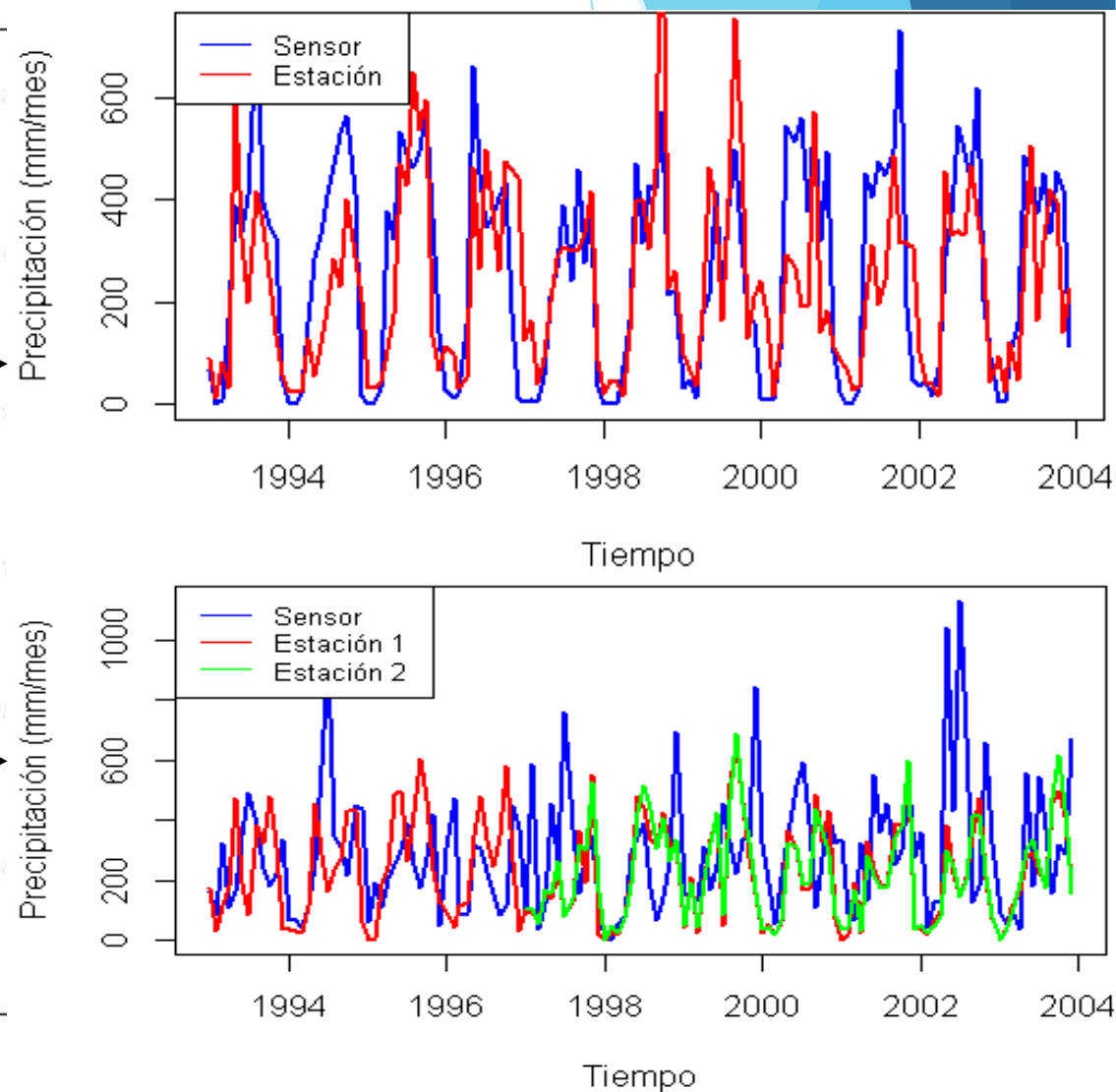
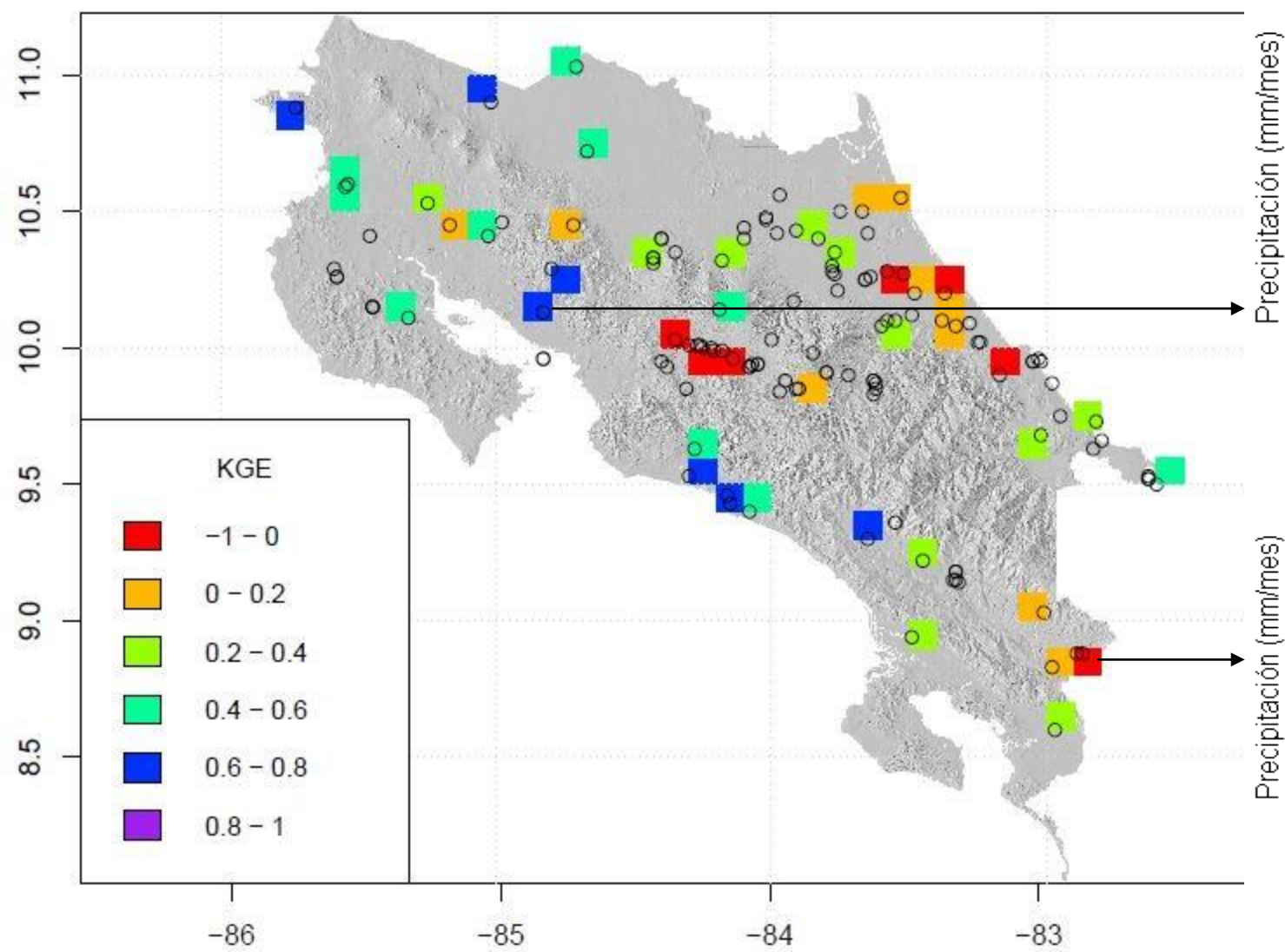
## CHIRPS



# CHIRPS Tempisque-Bebedero

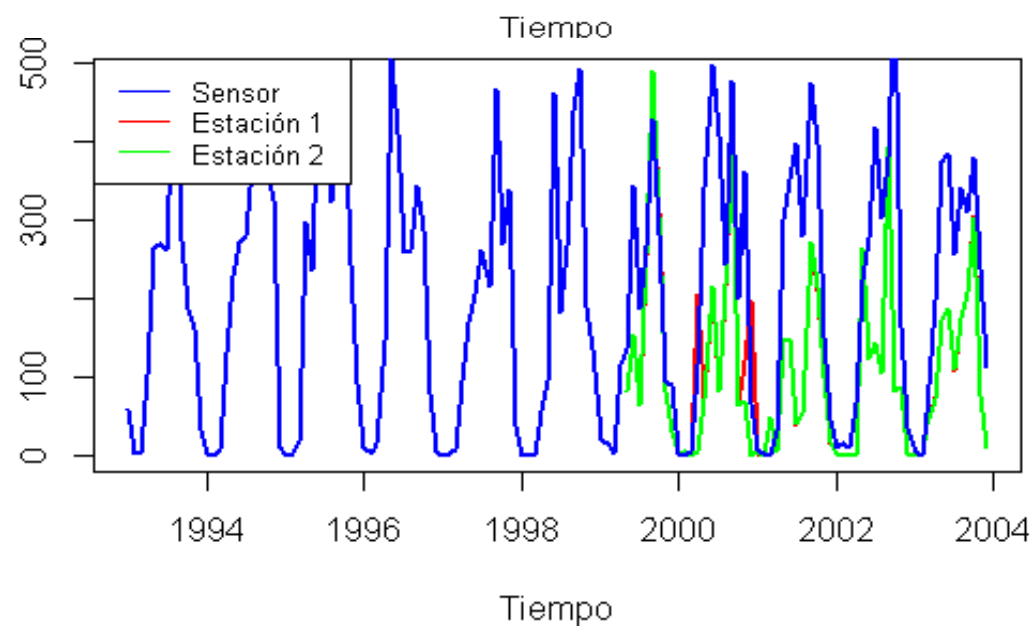
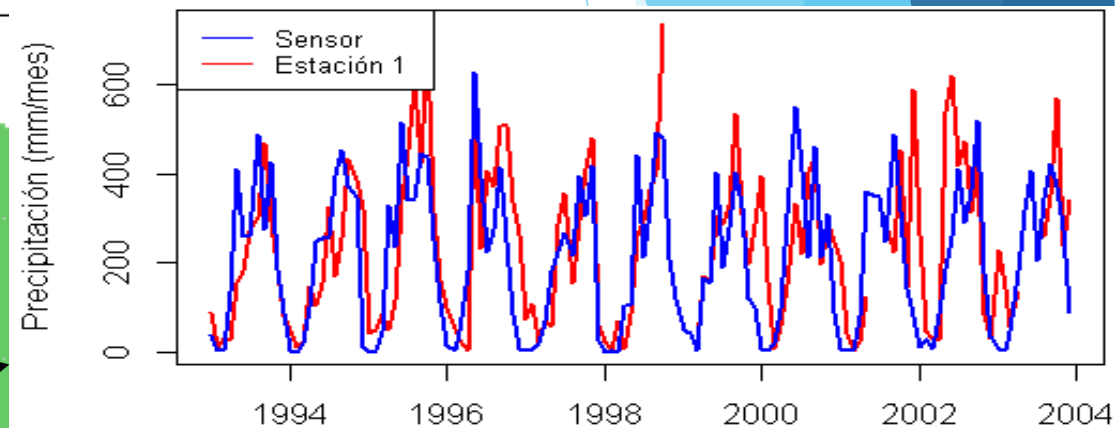
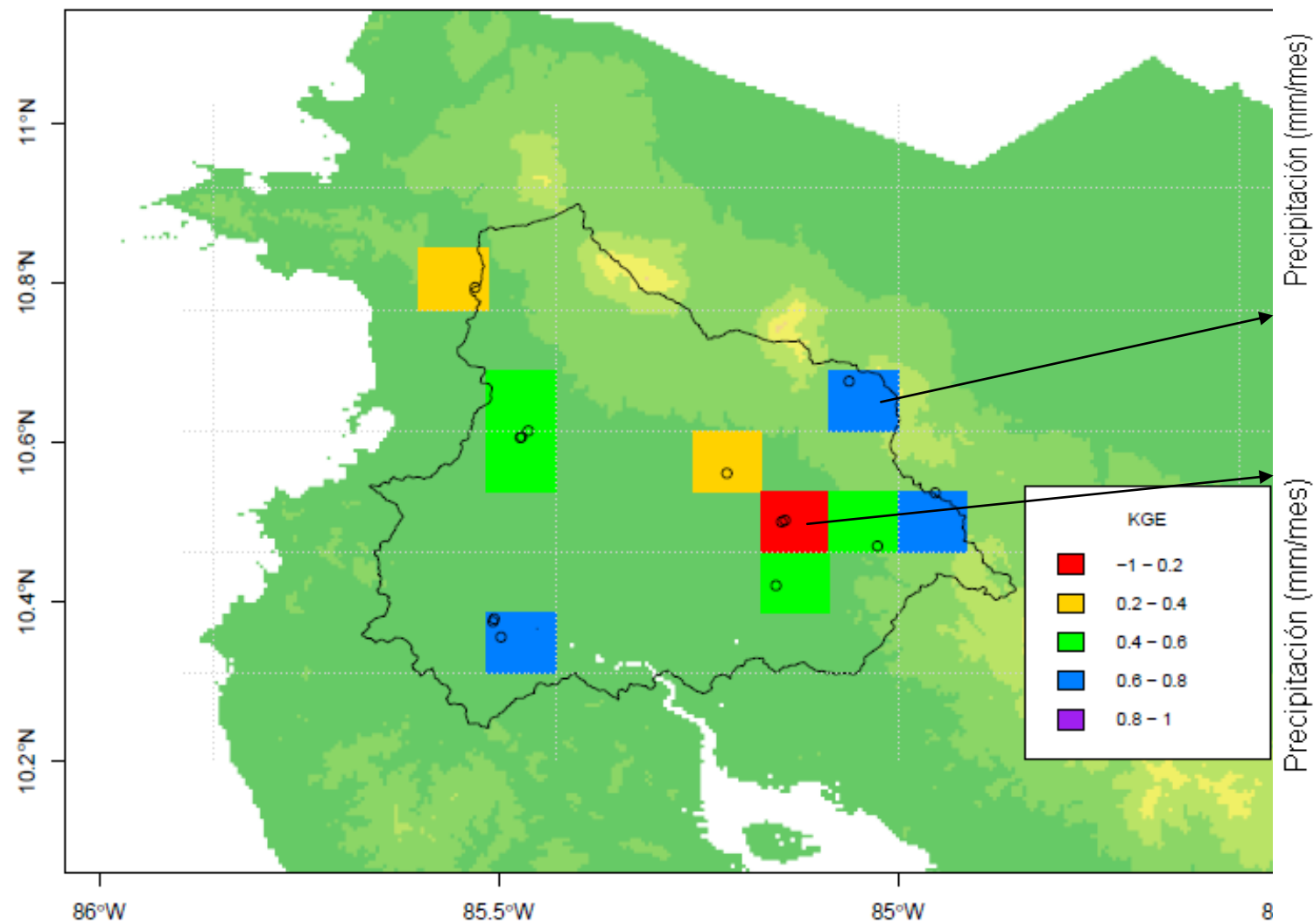


# MSWEP

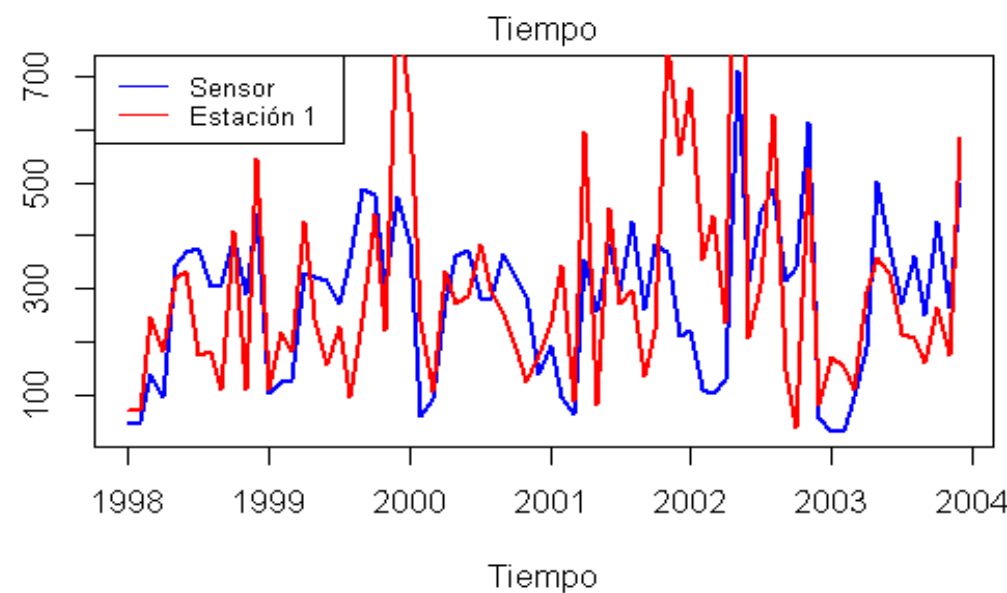
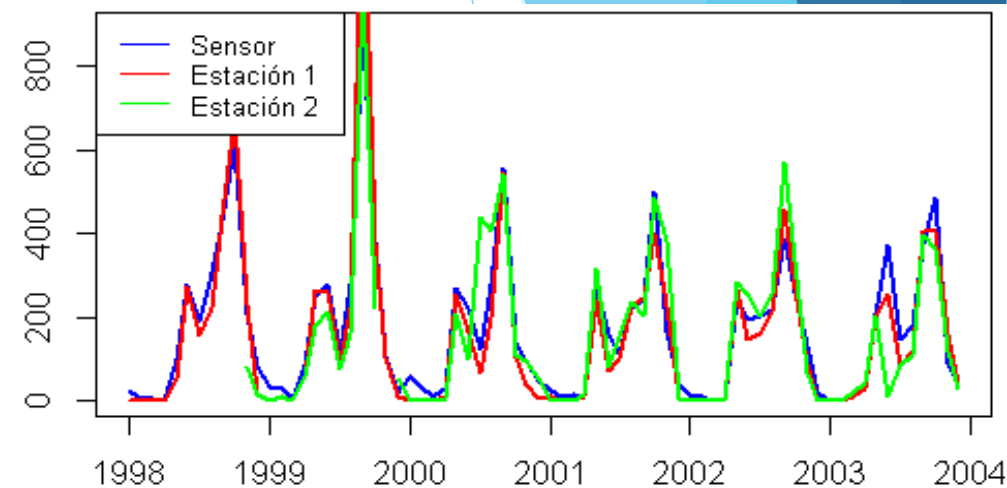
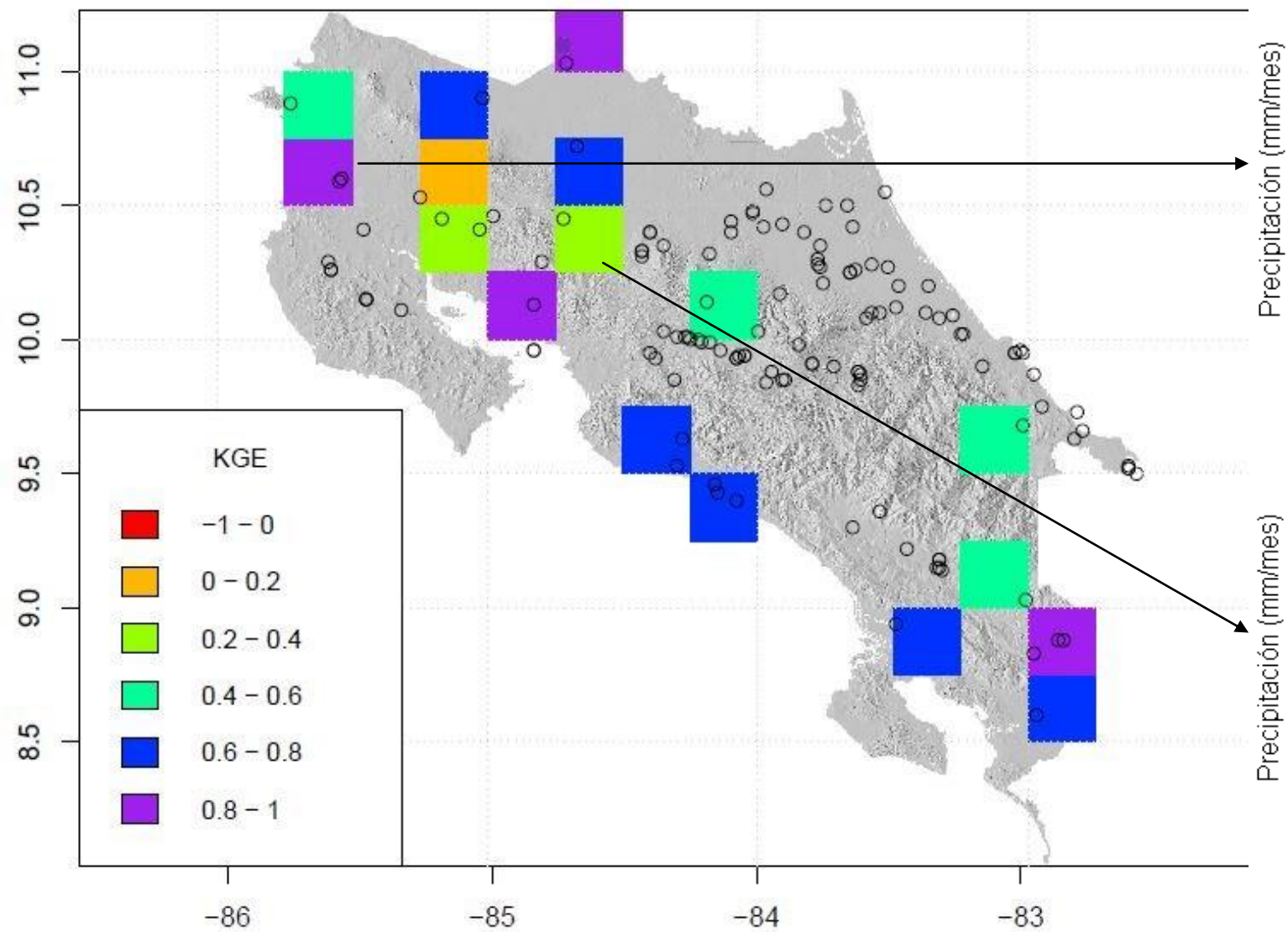




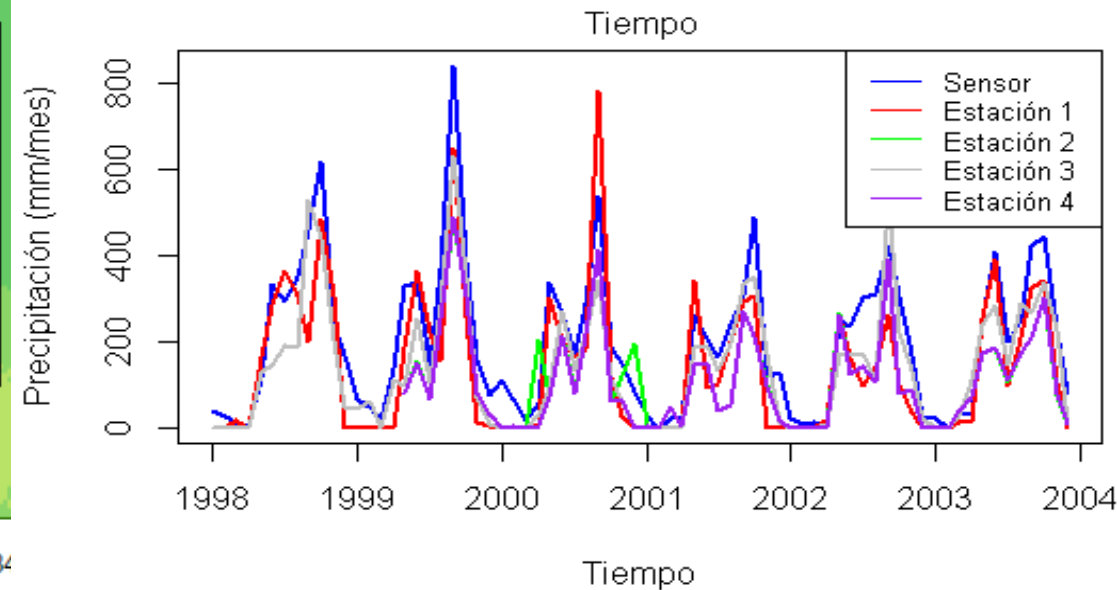
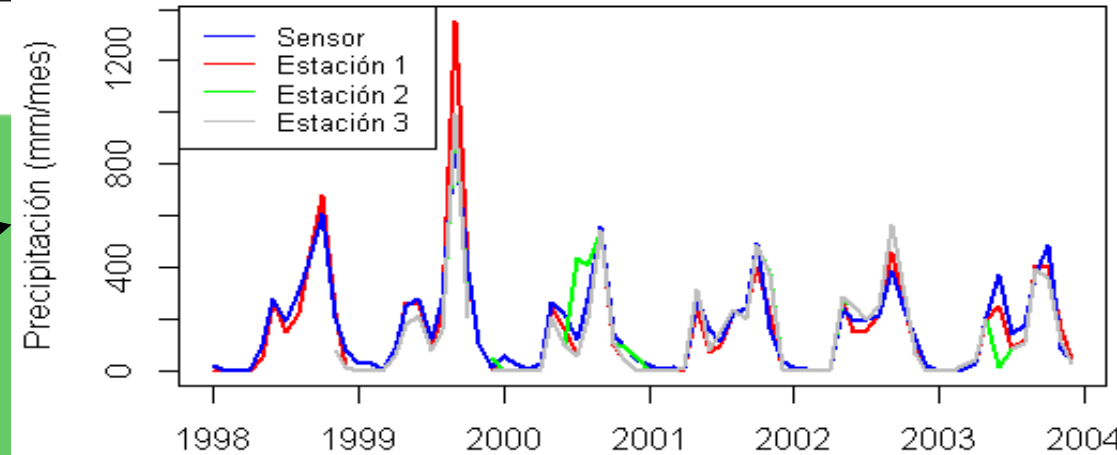
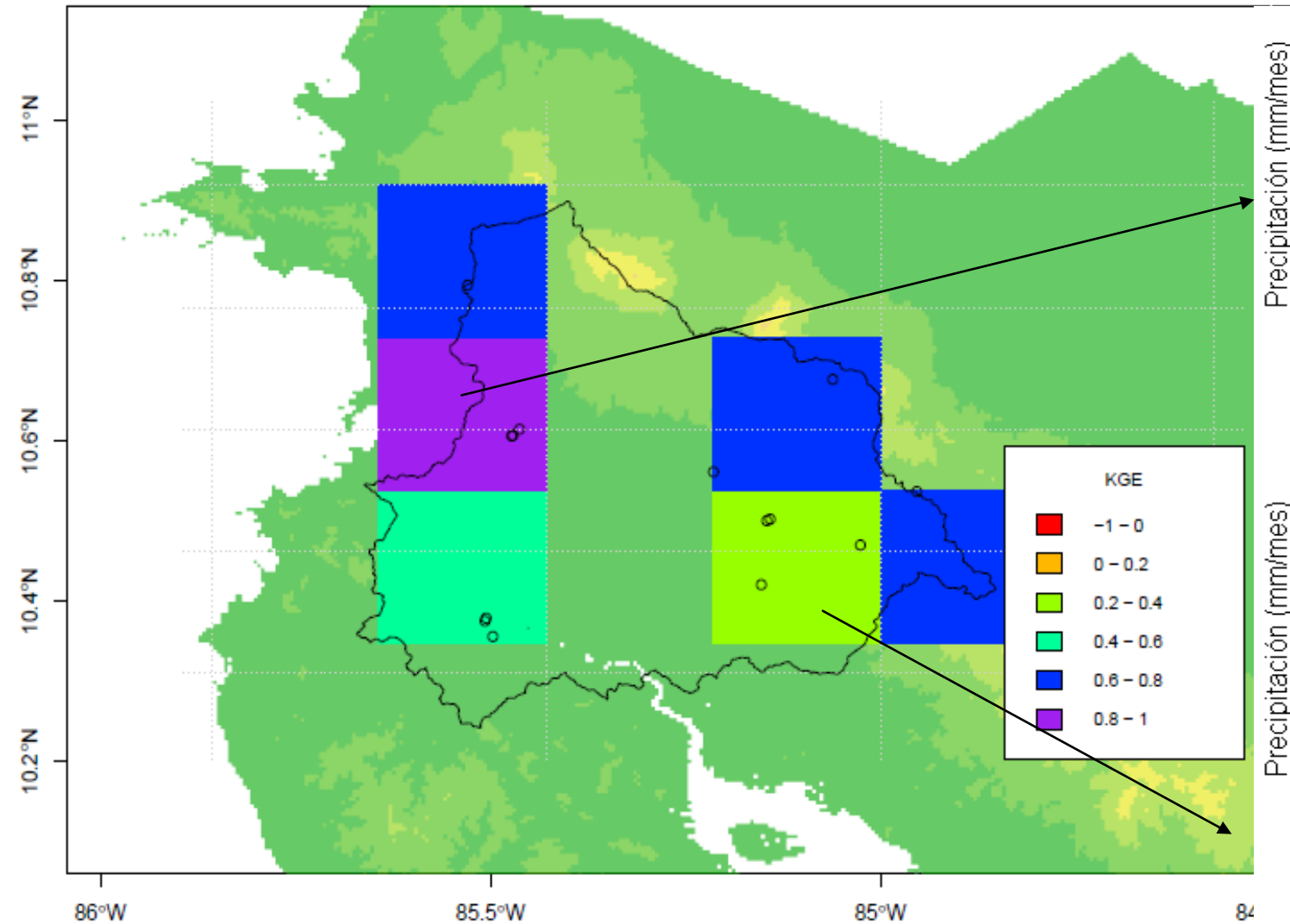
# MSWEP Tempisque-Bebedero



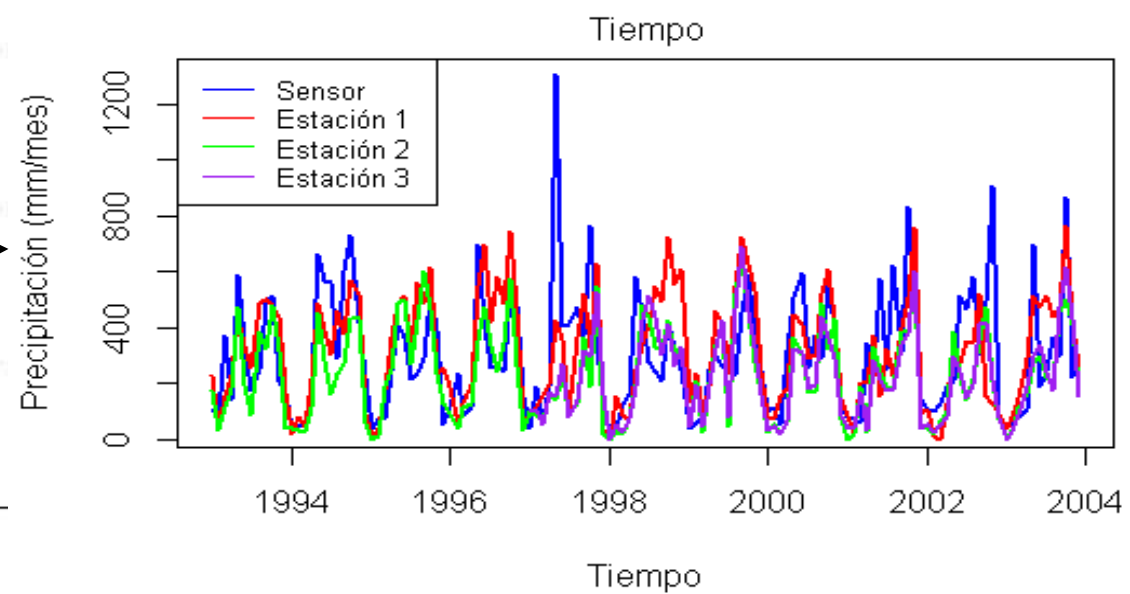
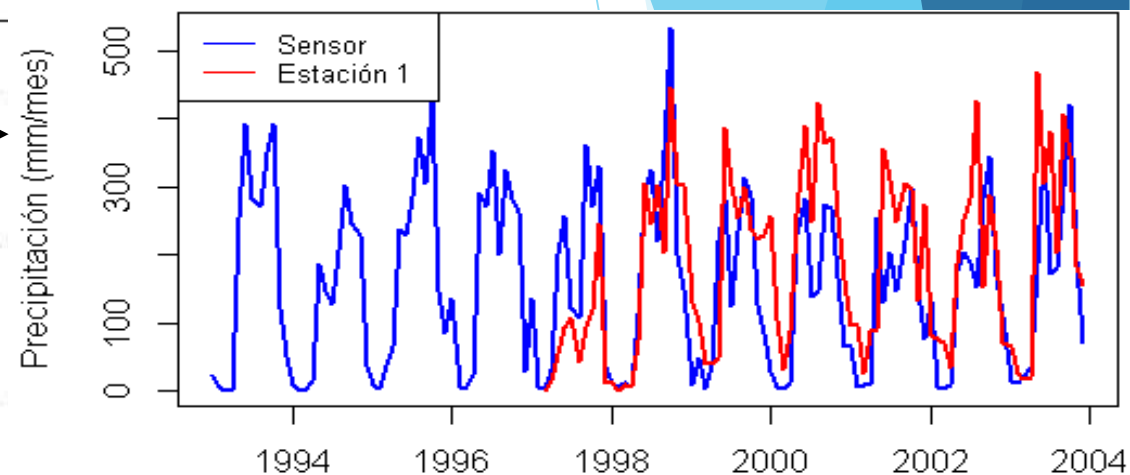
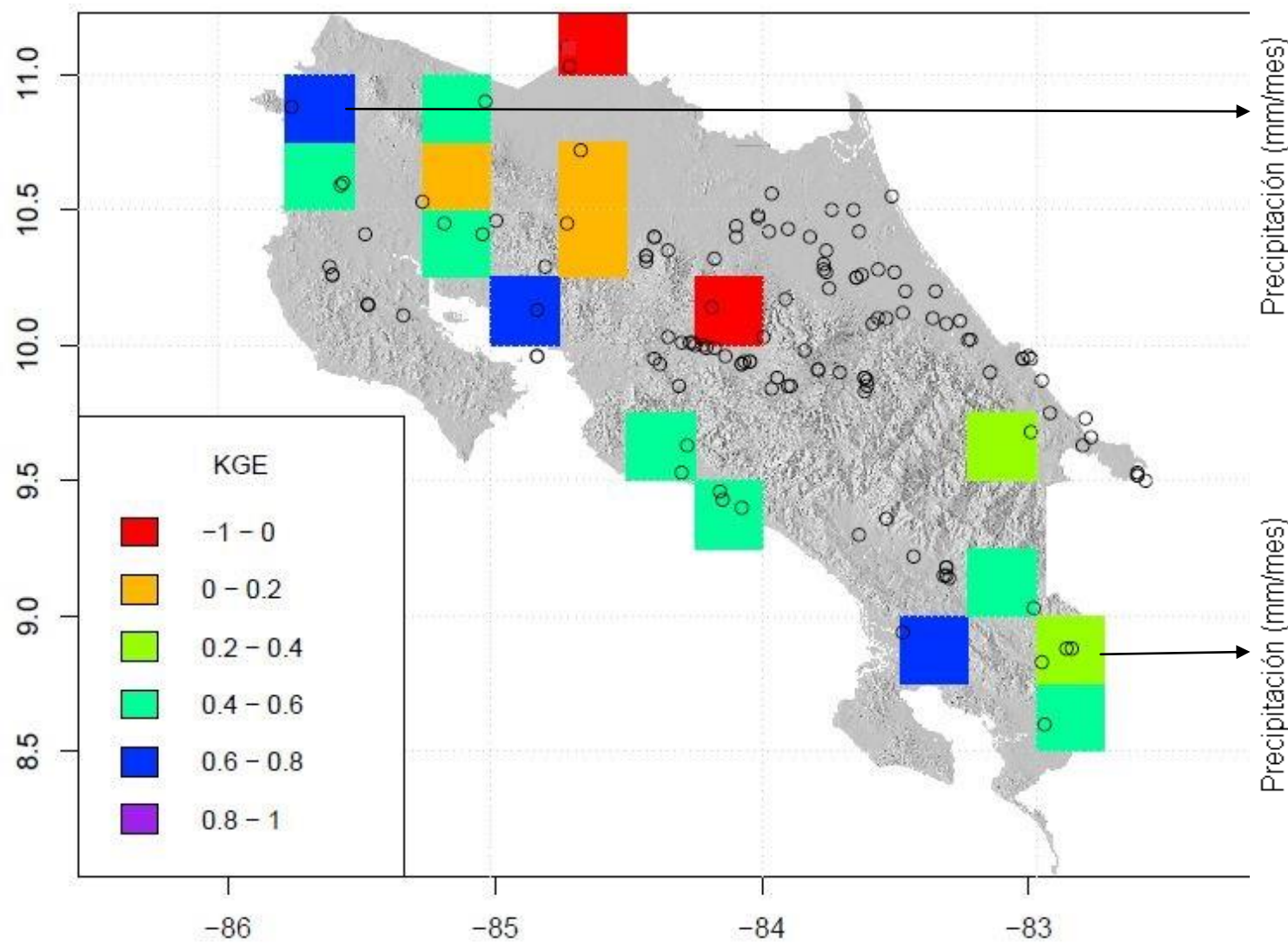
# TRMM



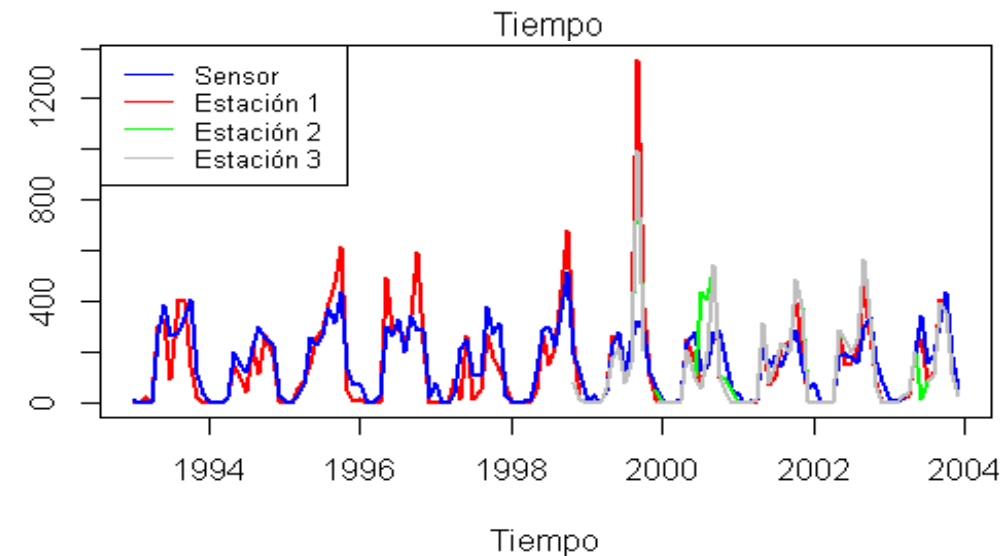
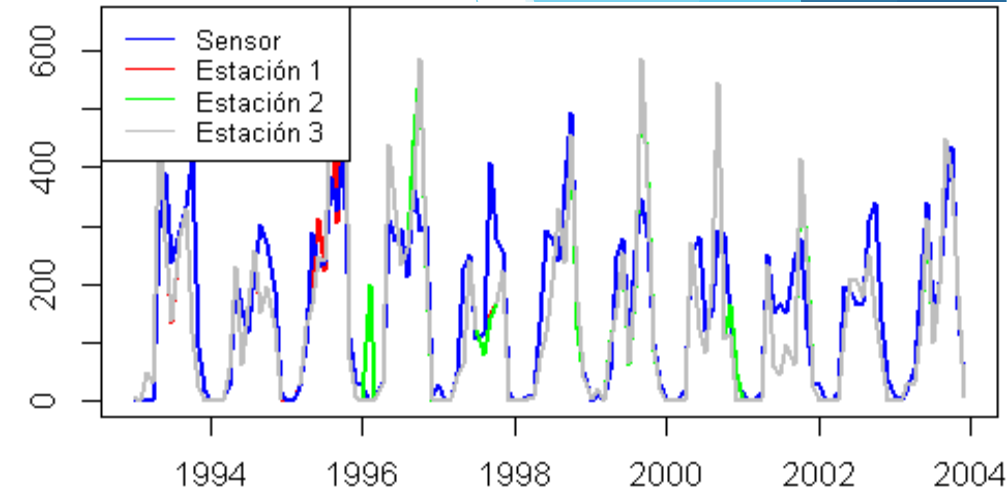
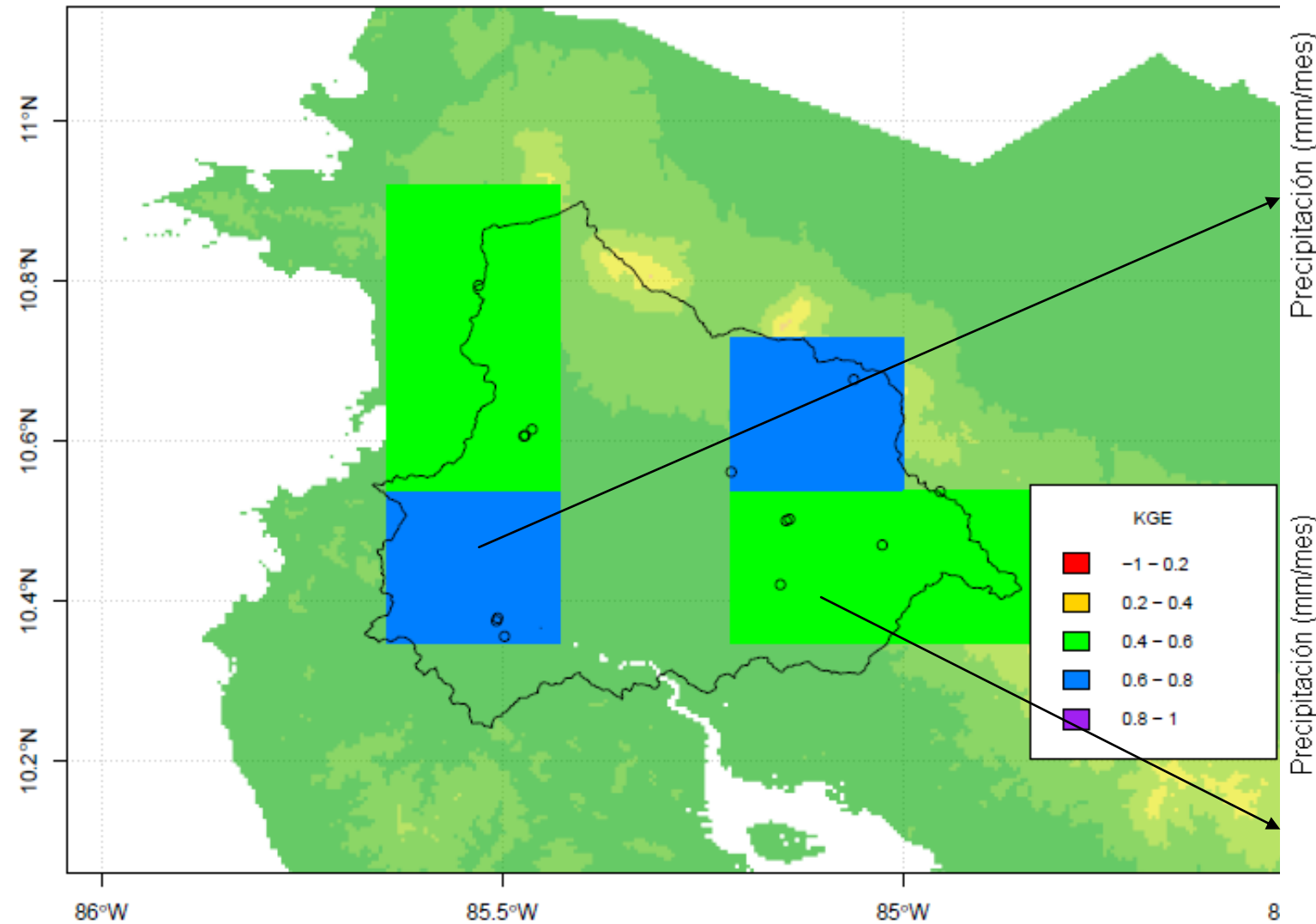
# TRMM Tempisque-Bebedero



# PGF

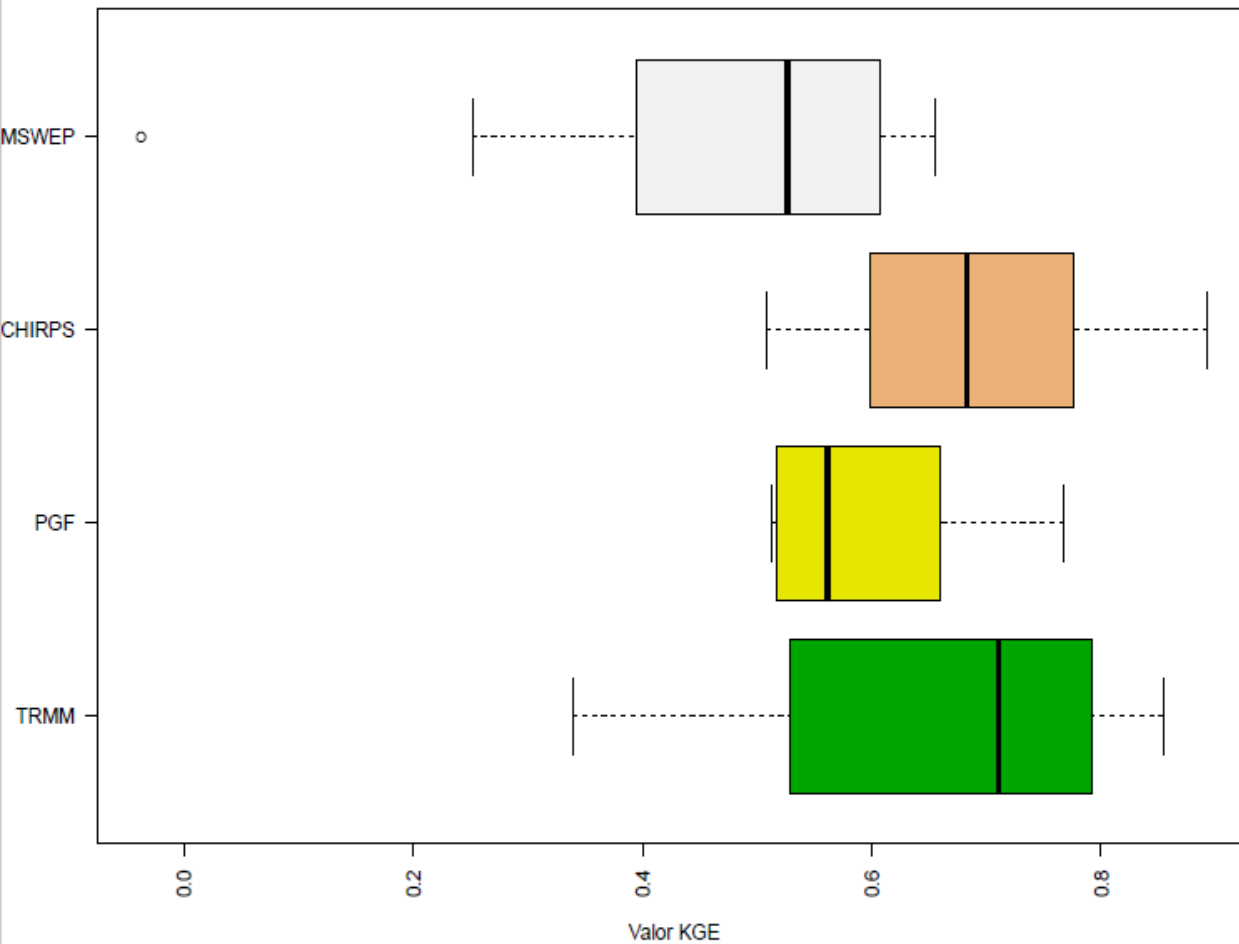


# PGF Tempisque-Bebedero

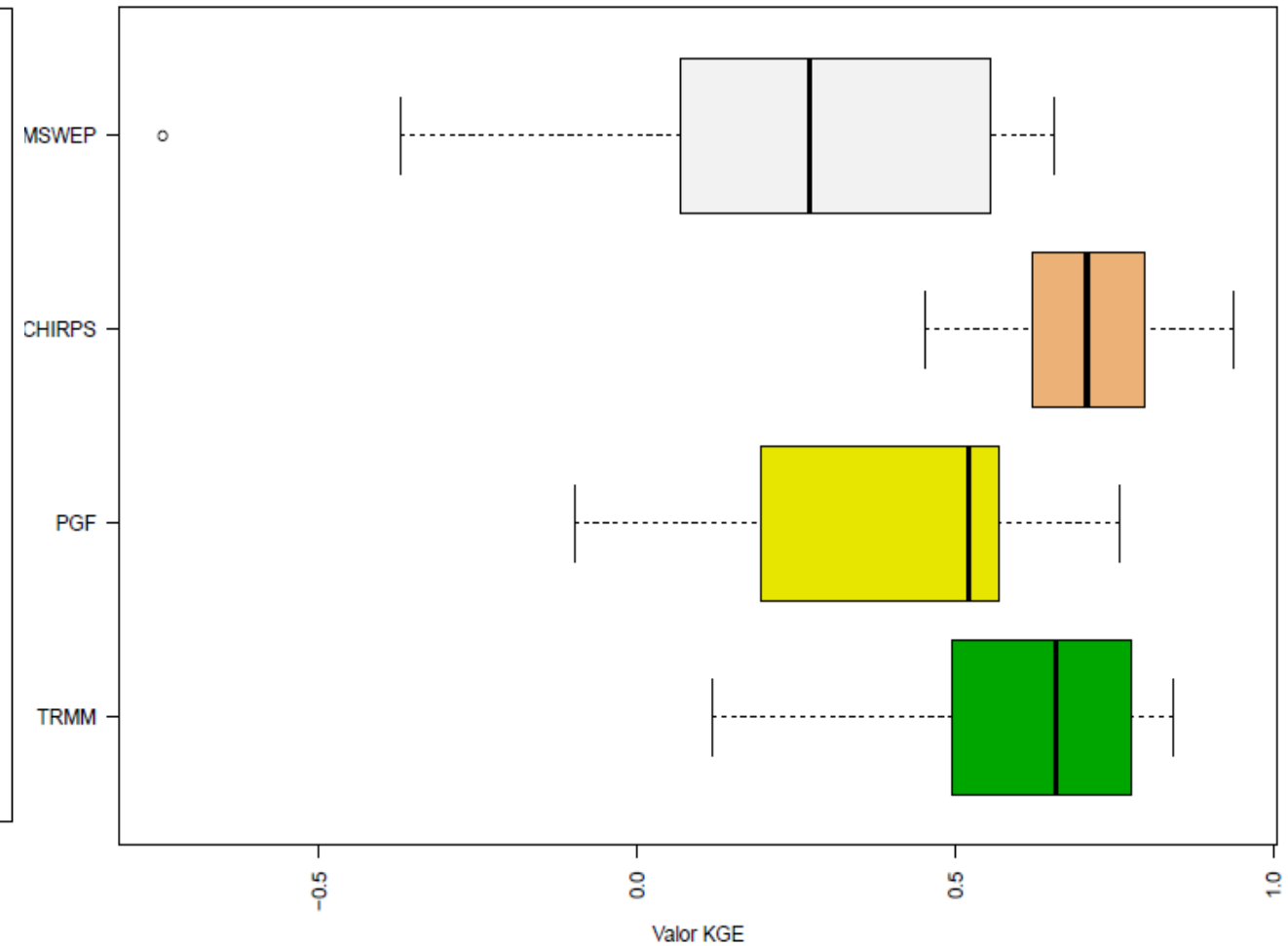




## Estaciones Tempisque-Bebedero



## Estaciones Costa Rica



# Conclusiones

- ▶ R permite analizar eficientemente y de manera automática una gran cantidad de datos y se caracteriza por su versatilidad en conexión con GIS.
- ▶ El producto que presenta mayor similitud con el valor observado en campo según KGE, es el sensor CHIRPS, continua TRMM, PGF y por último MSWEP.
- ▶ El conjunto de herramientas permite una visualización de los resultados comparativos para la selección del mejor producto a usar en estudios hidrometeorológicos.
- ▶ La resolución espacial de cada sensor hace que varíe en la similitud con los datos en In Situ.

# Conclusiones

- ▶ Como trabajo futuro se plantea realizar el análisis espacio-temporal utilizando series de eventos extremos.
- ▶ Se permitirá tener una cuantificación de la capacidad de los productos globales para este tipo de eventos para zonas de interés.

**¡Muchas gracias por su atención!**