

ECOINFORMÁTICA

Reto final

Producto1

Carlos Martínez Núñez

Caracterización del funcionamiento del ecosistema y de las variables ambientales que lo condicionan. Gracias a la gran cantidad de información procedente de sensores remotos, es posible conocer la evolución temporal de variables como la cobertura de nieve, índice de vegetación o temperatura del suelo en los distintos tipos de ecosistemas diana. En concreto evaluaremos la tendencia en la cobertura de nieve para los robledales de Sierra Nevada. Se trata de caracterizar la tendencia en la duración de la nieve para cada píxel ocupado por robledal y año hidrológico. El producto final será un mapa que muestre las tendencias en la duración de la nieve para cada píxel en toda la serie temporal (2000-2012).

Flujo de trabajo:

- 1.-Debemos comprobar que tenemos un fichero con los valores de la variable deseada, medida en diferentes momentos (necesario para analizar la tendencia) y en una zona concreta (georreferenciada).
- 2.-Analizamos la tendencia de la variable, utilizando la función "MannKendall". En este caso queremos confrontar las tendencias de dos variables, por lo que se realizará para la variable "ndvi_robledal" y para la variable "nieve_robledal"
- 3.-Hay que tener en cuenta que estamos analizando la tendencia de los valores a lo largo de trece años para cada píxel.
- 4.-Una vez analizada la tendencia de las variables: ndvi, nos informa sobre cómo ha variado la actividad fotosintética, y nieve, que nos informa sobre cómo ha variado la presencia de nieve, en días, procedemos a cartografiar los resultados, haciendo diferentes grupos en las tendencias obtenidas para que podamos ver las zonas con diferentes tendencias en el mapa.
- 5.-Por último, tras la visualización de los resultados se podrán sacar conclusiones.

Ejercicio detallado e implementado en R:

- ✓ Instalamos y cargamos el paquete para realizar el análisis de tendencias.

```
library(Kendall)
```

- ✓ Calculamos tendencias del ndvi para los robledales: Para ello, nos aseguramos de que el directorio está correctamente definido y cargamos el archivo csv con los datos de la variable "ndvi". Los datos están separados por punto y coma, y se mostrará la cabecera.

```
datos1<-read.csv("ndvi_robledal.csv", sep=";", header=T)
```

- ✓ Creamos un dataframe vacío. Este será nuestro dataframe con los resultados de la tendencia del ndvi para cada píxel.

```
tendencia_ndvi<-data.frame()
```

- ✓ Creamos un dataframe auxiliar, donde se irán guardando el número de píxel, la tendencia y el p-valor de cada píxel. Desde este dataframe iremos "volcando" los resultados de cada píxel al dataframe final.

```
tendencia_aux<-  
data.frame(iv_malla_modi_id=NA,tau_ndvi=NA,pvalor_ndvi=NA)
```

- ✓ Creamos un objeto, al que llamaremos pixels. Utilizando la función "unique" conseguimos unificar todos los píxeles repetidos en un único valor, de modo que la tendencia se analizará de forma única para cada píxel (aunque en el dataframe inicial viniese repetido tantas veces como años se midió la variable).

```
pixels<-unique(datos1$iv_malla_modi_id)
```

- ✓ Con el siguiente bucle, conseguimos que cuando i sea un píxel (ya unificado) de la malla en el dataframe "aux" (este dataframe tendrá tantas filas como valores tenga un píxel, es decir, tantas como años diferentes se haya medido la variable en un píxel):
- ✓ Realice un análisis de tendencias de la variable "ndvi_i" para ese píxel e incluya los resultados en las diferentes columnas: malla, tau y pvalor de una variable llamada "tendencia_aux". El primer dato del primer componente de la lista que resulta del análisis MannKendall, es el tau y el segundo el p-valor. Para ver los componentes de la lista, usar str(Kendall). Con la función "rbind" finaliza el bucle y volcamos los resultados de cada píxel en el dataframe final.

```
for(i in pixels){  
  aux<-datos1[datos1$iv_malla_modi_id==i,]  
  Kendall<-MannKendall(aux$ndvi_i)  
  tendencia_aux$iv_malla_modi_id<-i  
  tendencia_aux$tau_ndvi<-Kendall[[1]][1]  
  tendencia_aux$pvalor_ndvi<-Kendall[[2]][1]# El primer dato del segundo  
componente de la lista.  
  tendencia_ndvi<-rbind(tendencia_ndvi,tendencia_aux)  
}
```

- ✓ Visualizamos el dataframe final, con los píxeles, la tendencia (tau) y el p-valor.

```
head(tendencia_ndvi)
```

```
##   iv_malla_modi_id   tau_ndvi pvalor_ndvi  
## 1         155022 -0.1894662    0.4183169  
## 2         155023 -0.1961161    0.3903772  
## 3         155024 -0.2782983    0.2180638  
## 4         155025 -0.3422238    0.1243657  
## 5         154341 -0.3530090    0.1106760  
## 6         154342 -0.3422238    0.1243657
```

- ✓ Se realizan los mismos pasos para analizar la tendencia de la variable que mide los días con nieve.

```

datos2<-read.csv("nieve_robleal.csv", sep=";", header=T)
tendencia_nieve<-data.frame()
tendencia_aux_nieve<-
data.frame(nie_malla_modi_id=NA,tau_nieve=NA,pvalor_nieve=NA)
pixels<-unique(datos2$nie_malla_modi_id)
for(i in pixels){
  aux<-datos2[datos2$nie_malla_modi_id==i,]
  Kendall<-MannKendall(aux$scd)
  tendencia_aux_nieve$nie_malla_modi_id<-i
  tendencia_aux_nieve$tau_nieve<-Kendall[[1]][1]
  tendencia_aux_nieve$pvalor_nieve<-Kendall[[2]][1]
  tendencia_nieve<-rbind(tendencia_nieve,tendencia_aux_nieve)
}
head(tendencia_nieve)

##   nie_malla_modi_id   tau_nieve pvalor_nieve
## 1         1760002  0.09869275    0.7232308
## 2         1747999  0.20160490    0.4072534
## 3         1767221  0.08453958    0.7730215
## 4         1748023 -0.06253054    0.8354788
## 5         1757609  0.25425667    0.2959770
## 6         1750427 -0.09697623    0.7258558

```

- ✓ Tratamos los datos para tener el dataframe adecuado (ndvi), listo para poder crear un mapa: Para poder representar correctamente las tendencias necesitamos asociarlas a unas coordenadas concretas, para ello debemos hacer un dataframe en el que se incluye la latitud y la longitud de los píxeles. Para ello, primero instalamos y cargamos el paquete "plyr", que nos permite unir dataframes.

```
library(plyr)
```

- ✓ Luego hacemos un subset de los datos iniciales, seleccionando las variables "x", "y" y la malla de píxeles.

```
datos1<-datos1[,c(1,4,5)]
```

- ✓ Hacemos un "unique" al nuevo dataframe(subset del anterior), para que los registros de tendencia correspondan con su localización real y los dos dataframes que queremos unir tengan el mismo número de filas.

```
unique_datos1<-unique(datos1)
```

- ✓ Con la función "join" unimos el dataframe con el tau y el p-valor con el dataframe de las coordenadas, en base al número del píxel (la variable malla es común a ambos dataframes y se pueden unir tomando esta variable como referencia.

```
resultado1<-join(unique_datos1,tendencia_ndvi, by="iv_malla_modi_id")
```

```
head(resultado1)
```

```

##   iv_malla_modi_id      lng      lat   tau_ndvi pvalor_ndvi
## 1         155022 -3.261163 37.15891 -0.1894662    0.4183169

```

## 2	155023	-3.258549	37.15891	-0.1961161	0.3903772
## 3	155024	-3.255935	37.15891	-0.2782983	0.2180638
## 4	155025	-3.253321	37.15891	-0.3422238	0.1243657
## 5	154341	-3.266481	37.16099	-0.3530090	0.1106760
## 6	154342	-3.263867	37.16099	-0.3422238	0.1243657

Tratamos los datos para tener el dataframe adecuado (nieve): Hacemos lo mismo que en el caso anterior, con los datos de nieve.

```
datos2<-datos2[,c(2,10,11)]
unique_datos2<-unique(datos2)
resultado2<-join(unique_datos2,tendencia_nieve,
by="nie_malla_modi_id")
head(resultado2)
```

##	nie_malla_modi_id	lat	lng	tau_nieve	pvalor_nieve
## 1	1760002	36.95417	-3.451728	0.09869275	0.7232308
## 2	1747999	36.97500	-3.416164	0.20160490	0.4072534
## 3	1767221	36.94167	-3.383390	0.08453958	0.7730215
## 4	1748023	36.97500	-3.290992	-0.06253054	0.8354788
## 5	1757609	36.95833	-3.404988	0.25425667	0.2959770
## 6	1750427	36.97083	-3.280381	-0.09697623	0.7258558

- ✓ Procedemos a realizar un mapa en el cual se muestren las diferentes tendencias en cuanto a los valores de ndvi y días de nieve en el robledal.

Tendencias de ndvi (Ver mapa tendencias ndvi):

```
library(sp)
library(rgdal)
library(classInt)
library(RColorBrewer)
coordinates(resultado1) =~lng+lat
proj4string(resultado1)=CRS("+init=epsg:4326")
clases <- classIntervals(resultado1$tau_ndvi, n = 5)
plotclr <- rev(brewer.pal(5, "Spectral"))
colcode <- findColours(clases, plotclr)
pdf(file="Mapa1:Tendencias de ndvi en robledal.pdf", height=8,
width=10, bg="skyblue1")
plot(resultado1, col=colcode, pch=19, cex = .6, main = "Mapa de
tendencias de ndvi en robledal")
legend("topright",legend=names(attr(colcode, "table")),
fill=attr(colcode, "palette"), bty="n")
dev.off()
```

- ✓ Otra forma de hacer el mapa sería teniendo en cuenta los p-valores, se incluye el script a modo de ejemplo:

```
resultado1$significativa <- ifelse(resultado1$pvalor_ndvi< 0.05, 1, 2)
plot(resultado1, col=colcode, pch=c(17,
19)[as.numeric(resultado1$significativa)], cex = .6, main = "Mapa de
tendencias")
legend("topright", legend=names(attr(colcode, "table")),
fill=attr(colcode, "palette"), bty="n")
```

Tendencias de nieve (Ver mapa tendencias nieve):

```
coordinates(resultado2) =~lng+lat
proj4string(resultado2)=CRS("+init=epsg:4326")
clases <- classIntervals(resultado2$tau_nieve, n = 5)
plotclr <- rev(brewer.pal(5, "Spectral"))
colcode <- findColours(clases, plotclr)
pdf(file="Mapa 2: Tendencias de nieve en robledal.pdf",height=8,
width=10, bg="skyblue1")
plot(resultado2, col=colcode, pch=19, cex = .6, main = "Mapa de
tendencias de nieve en robledal")
legend("topright", legend=names(attr(colcode, "table")),
fill=attr(colcode, "palette"), bty="n")
dev.off()
```

Interpretación de los resultados:

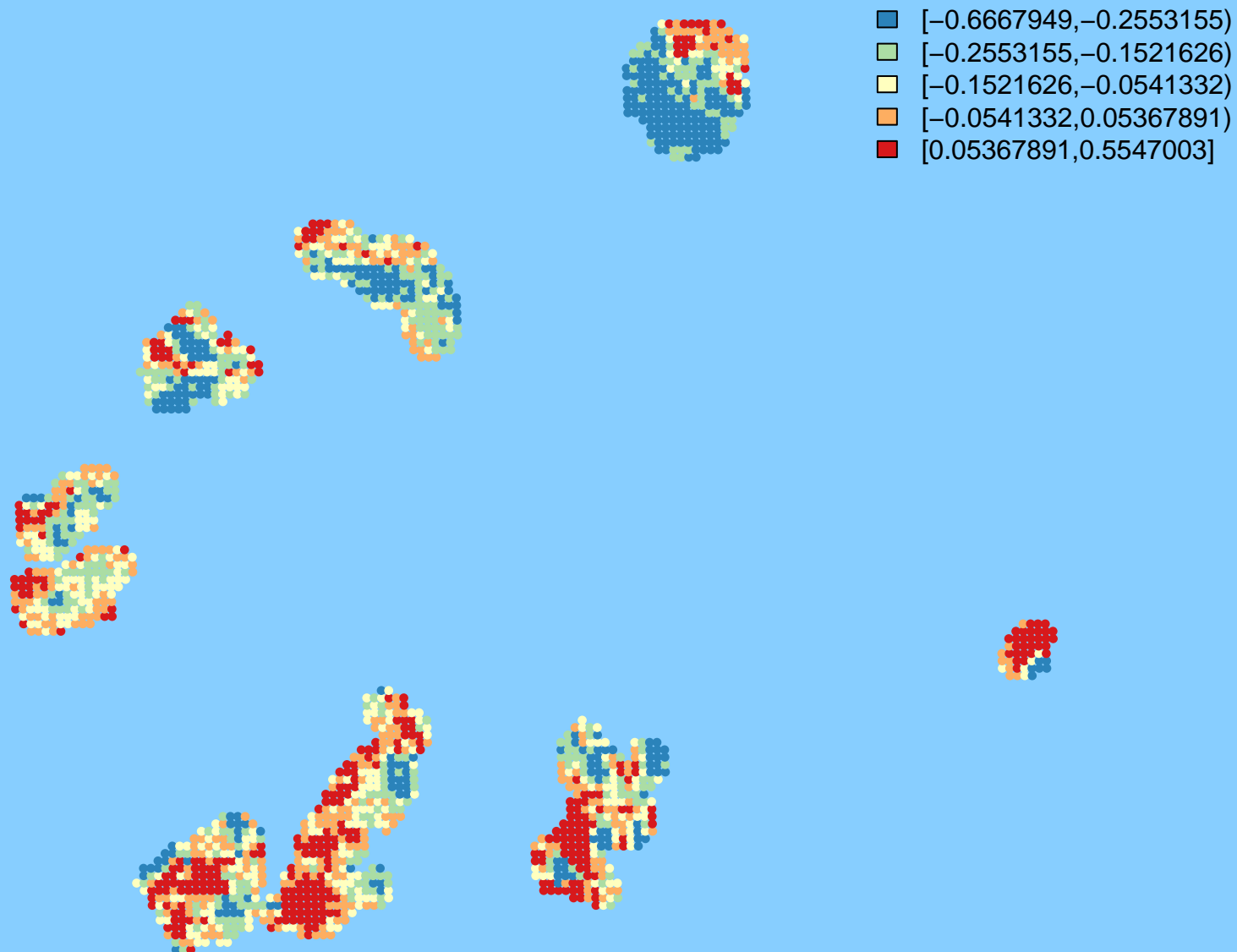
En el primer mapa, se puede observar la tendencia de los valores de ndvi para los distintos años. La tendencia general es negativa, esto quiere decir, que la actividad fotosintética ha ido decreciendo a lo largo de los trece años analizados. No ocurre lo mismo con los días de nieve, cuya tendencia general no parece evidente.

En el primer mapa, se observa que sólo las manchas rojas corresponden a tendencias positivas en la actividad fotosintética de los robledales de la zona estudiada.

Vemos que los distintos parches presentan bastante heterogeneidad en cuando a la tendencia de valores ndvi, observándose tendencias positivas (rojo) y muy negativas (azul oscuro) en una zona relativamente cercana. Esto puede deberse a fenómenos de microhábitat, como orientación de la ladera.

En los parches situados en la zona inferior del mapa, vemos que la tendencia en los días con nieve ha tendido a decrecer con el tiempo. Parece que podría haber cierta correlación positiva entre las zonas en las que la nieve dura menos días y la actividad fotosintética es mayor. Los inviernos menos largos, favorecidos por el calentamiento global, permiten que los robledales se activen antes, abandonando la dormancia de invierno y comenzando a fotosintetizar antes.

Mapa de tendencias de ndvi en robledal



Mapa de tendencias de nieve en robledal

