

Evaluando tendencias recientes en índices agroclimáticos mediante imágenes satelitales MODIS

Stephanie Orellana Bello

sporella@uc.cl

Motivación

- Contexto reciente de cambio climático
- Mega sequía documentada entre 2010 y 2015, disminución de precipitaciones y aumento de temperatura (Garreaud et al., 2017).
- Afectan directamente a la agricultura.
 - Rendimientos
 - Variedades aptas
 - Requerimientos de riego
- Correcta caracterización del clima permite conocer sus efectos sobre cultivos y un mejor estudio de medidas de adaptación.
 - Índices agroclimáticos: **resumen aspectos del clima con significancia para la agricultura.**

Tendencias en Índices Agroclimáticos

- El análisis de tendencias en índices agroclimáticos se realiza por lo general a nivel puntual, utilizando información de estaciones meteorológicas con mediciones de temperatura del aire.
- En Chile el 66% de las estaciones meteorológicas fueron instaladas después de 2000.
 - 44% después de 2010.
 - Serie de tiempo corta para el cálculo de tendencias, pero, por sobre todo, discontinua y heterogénea espacialmente.

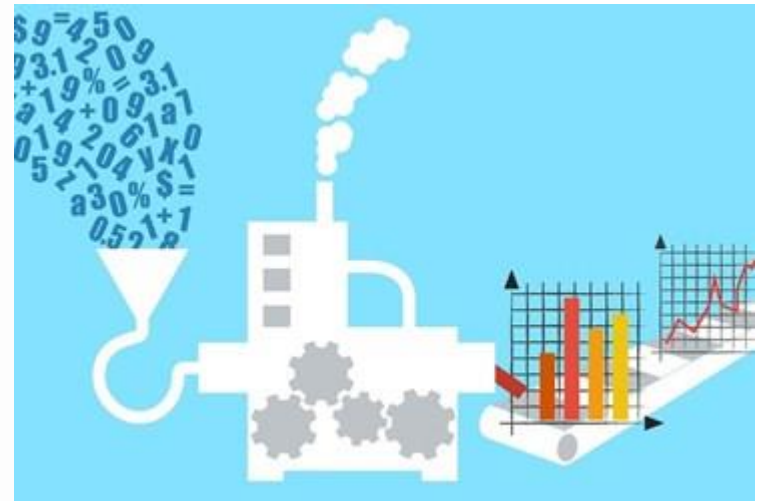
Con imágenes satelitales también tenemos una serie de tiempo corta, pero ganamos homogeneidad en el territorio.

Uso de Imágenes Satelitales MODIS

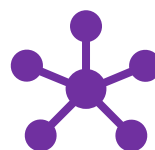
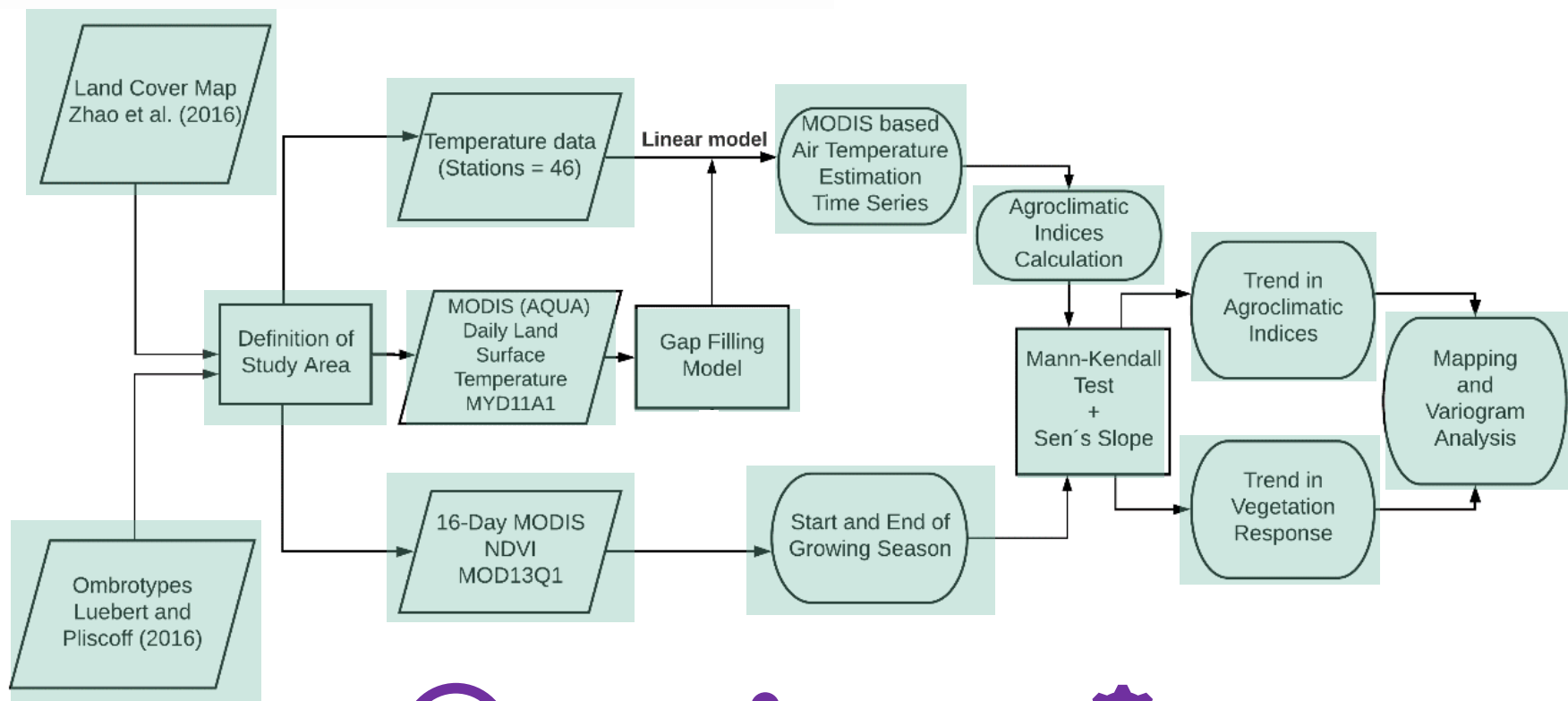


Motivación (verdadera)

- Hacer uso de todos los datos de imágenes satelitales de temperatura superficial disponibles hasta esa fecha y transformarlos en un resumen del clima actual.
- Usar la menor cantidad de programas posibles.
- Código replicable.
- Trazabilidad de errores.



METODOLOGÍA



Índices agroclimáticos

CALOR

- Inicio de la temporada de crecimiento.
- Término de la temporada de crecimiento.
- Largo de la temporada de crecimiento.
- Grados día

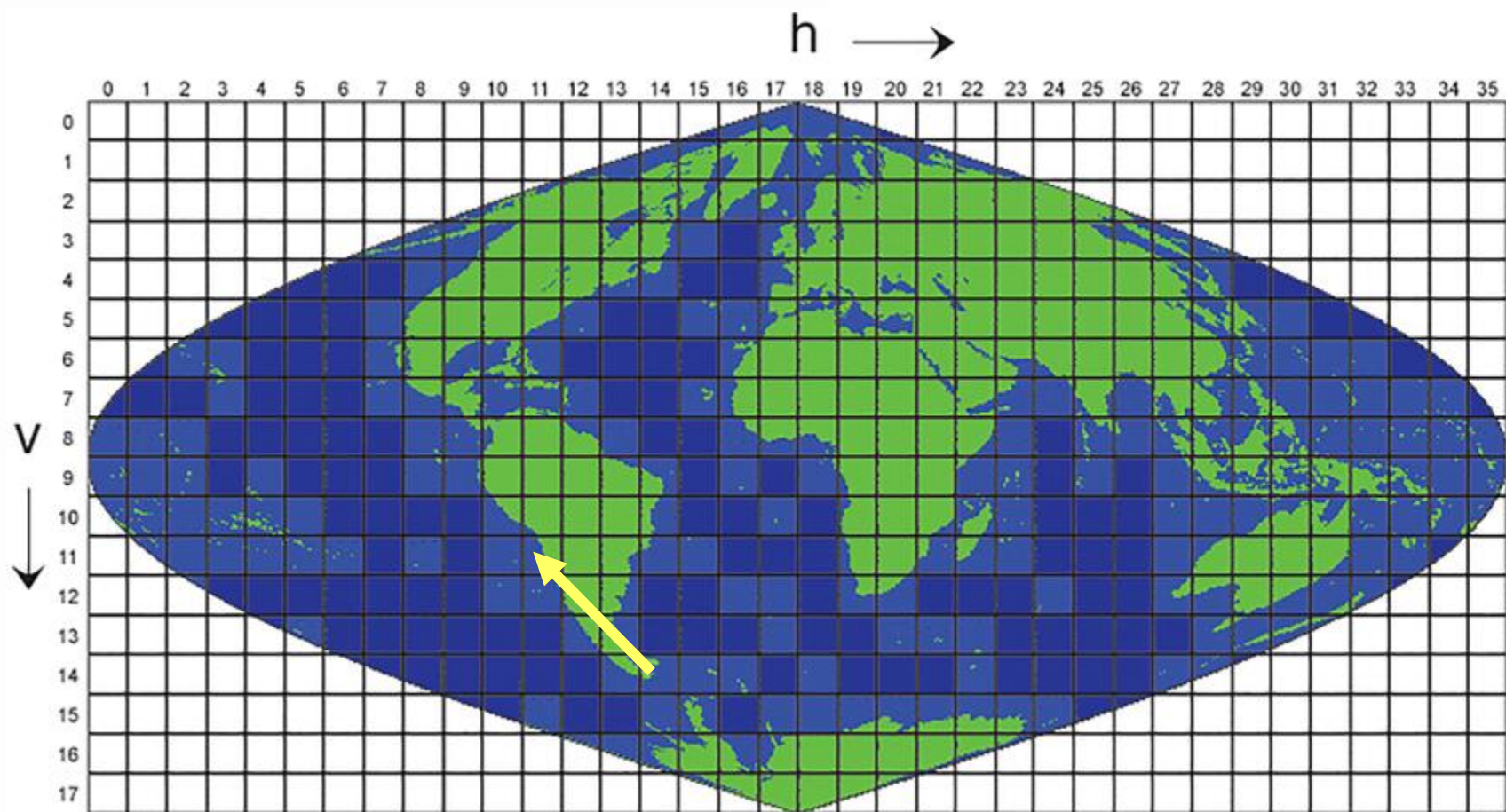
FRÍO

- Primer día con helada
- Último día con helada
- Largo del periodo de heladas
- Temperatura mínima más baja
- Horas frío
- Número de días con helada

DESAFÍOS

- Capacidad computacional: computador de estudiante, 8 GB de memoria.
- Tiempo limitado: alrededor de 6 meses para realizar toda la investigación.
- Complejidad de manejo de grandes cantidades de información.
 - Datos MODIS divididos en 9 “tiles” para todo Chile en 2 imágenes diarias por 16 años. -> 105.120 tiles que procesar.
 - Al final terminé centrándome sólo en el área agrícola.
- Complejidad para realizar mosaicos y reproyección de imágenes.
- Realizar un “relleno simple” de los datos para calcular índices que requieren información continua.
 - Mismo proceso píxel por píxel para cada mes.

MODIS TILES Y PROYECCIÓN SINUSOIDAL



https://www.researchgate.net/figure/Illustration-of-MODIS-tiles-for-the-sinusoidal-grid-MAIAC-performs-processing-over-green_fig3_328367297

Descarga de imágenes

Web NASA

<https://search.earthdata.nasa.gov/>

Descargar archivo txt con URLs para cada imagen que se encuentra en formato .hdf + función `download.file()`

Paquete “rts”
`ModisDownload()`

<https://cran.r-project.org/web/packages/rts/rts.pdf>

Permite hacer descargas automáticas de las imágenes en .hdf desde R.

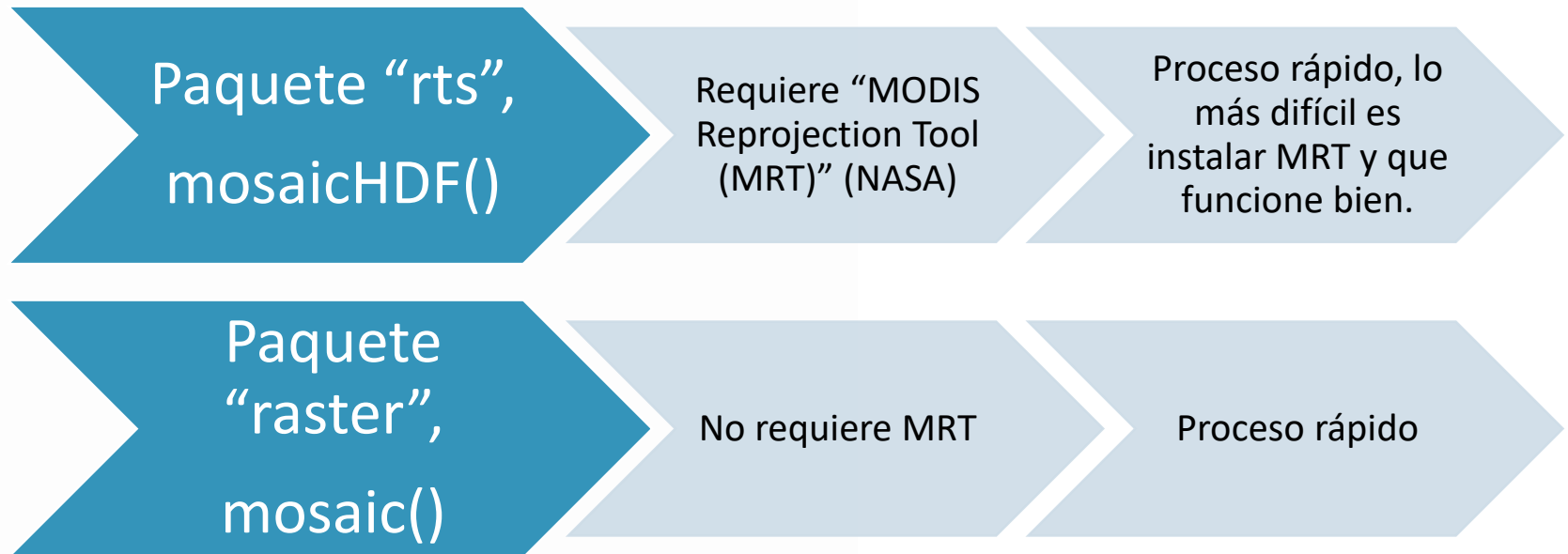
Otras formas

ftps de NASA

Mini webscraping + función `download.file()`

MOSAICOS

Unir los tiles



REPROYECCIÓN

Paquete “rts”,
reprojectHDF()

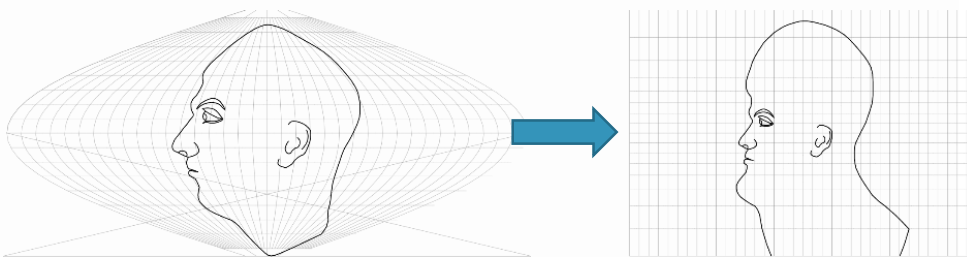
Requiere “MODIS
Reprojection Tool”
(NASA)

Proceso lento cuando
área de estudio es
extensa, lo más difícil
es instalar MRT y que
funcione bien.

Paquetes
“raster”, “rgdal”
y “gdalUtils”

No requiere MRT

Proceso mucho
más rápido y no
arrastra errores
por datos
anómalos.



http://bl.ocks.org/awoodruff/9216081?utm_campaign

Consultar a David Morales
(dlmorale@puc.cl)
que ha desarrollado un código para
esto.

Relleno de datos

Detección
de outliers

- Por sobre 1.5 veces el rango intercuartil


Píxeles
candidatos

- Distancia no mayor a 50 km y con correlación sobre 0.6

Modelo
lineal

- Ensamblaje de no más de 20 píxeles

42 DÍAS



PX_rell	PX1	PX2	PX3
4.6	4.3	NA	4.4
7.8	7.6	6.7	7
2.4	2	2.4	5
NA	4	4.1	4.6
NA	NA	4	3.1
4.5	4.5	4.8	NA
3.2	3	3.6	NA
6.7	5	5	NA
NA	NA	NA	6.1
9	8.8	6.7	6.5
NA	8.5	NA	7
5.6	5.3	6.1	7
NA	5.1	4	6
3.4	4	4	4.3

Paquete parallel, función parLapply()



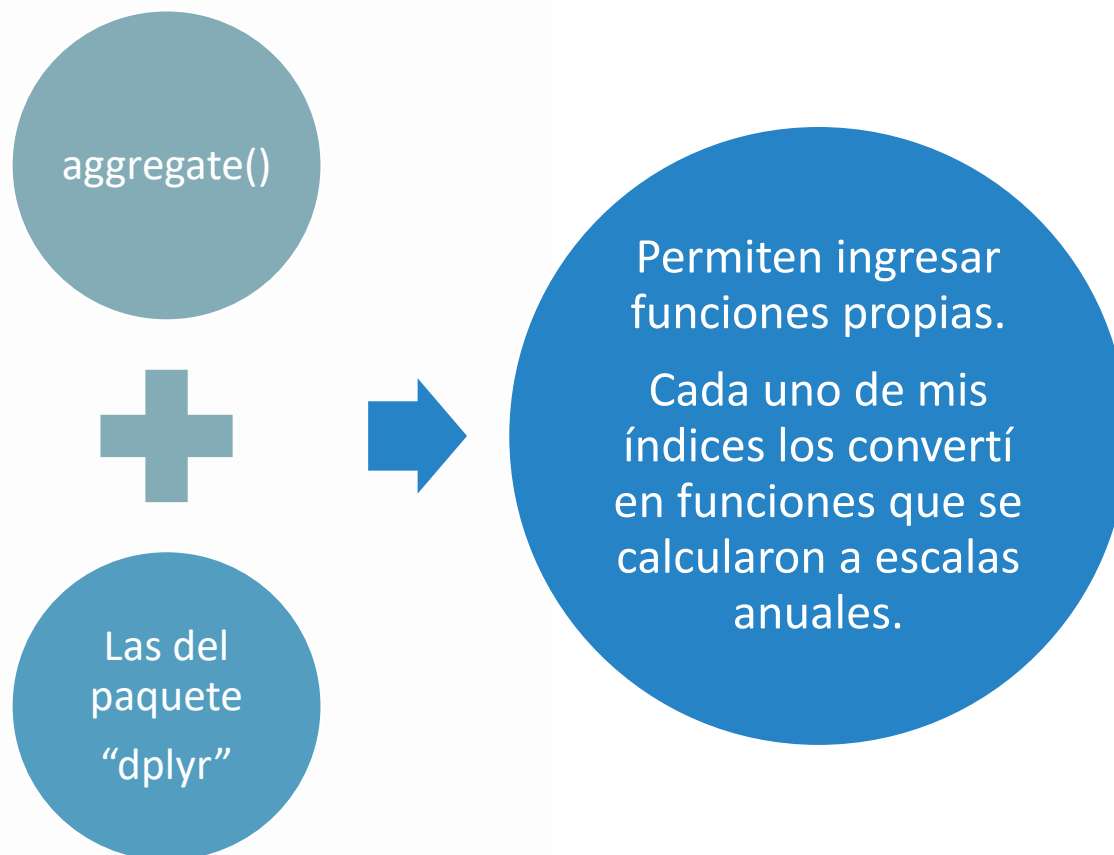
```
1 library(parallel)
2 setwd("C:/Users/Stephanie/Desktop/datos/trans_cut/filtro0.4")
3
4 # Calculate the number of cores
5 no_cores <- detectCores() - 1
6 # Initiate cluster
7 cl <- makeCluster(no_cores)
8 start.time <- Sys.time()
9 parLapply(cl, 1:12,
10 function(mes){
11   library(raster)
12   ruta<-"C:/Users/Stephanie/Desktop/datos/trans_cut/filtro0.4/relleno3/"
13   l<-list.files("numeros", pattern="px_100300_c1.csv", header=T, strict=F)
14   l2<-list.files("masas", pattern="px_100300_c1.csv", header=T, strict=F)
15   g<-3
16   agripx<-read.csv("C:/Users/Stephanie/Desktop/datos/trans_cut/filtro0.4/relleno3/px_100300_c1.csv", header=T, strict=F)
17   vec<-paste("px_", seq(1, length(l)), ".csv")
18   agripx<-data.frame(vec, row.names(agripx)<-vec)
19
20   dat<-read.csv(l2[g], header=T, strict=F)
21   num<-read.csv(l[g], header=T, strict=F)
22   for (mes in 1:12){
23     # ...
24   }
25 }
114
115 )
116 stopCluster(cl)
117 end.time <- Sys.time()
118 time.taken <- end.time - start.time
119 time.taken
```

4
DÍAS

MI CÓDIGO DE RELLENO
COMO UNA FUNCIÓN
DENTRO DE parLapply()

Cálculo de índices

- Funciones favoritas para trabajo con series de tiempo climáticas.



Cálculo de Tendencias

Prueba no paramétrica

Ho: no existe una tendencia o estructura de correlación serial entre las observaciones

Permite conocer el coeficiente de variación en una serie de datos.

Prueba de
Mann-
Kendall



Pendiente
Método
de Sen



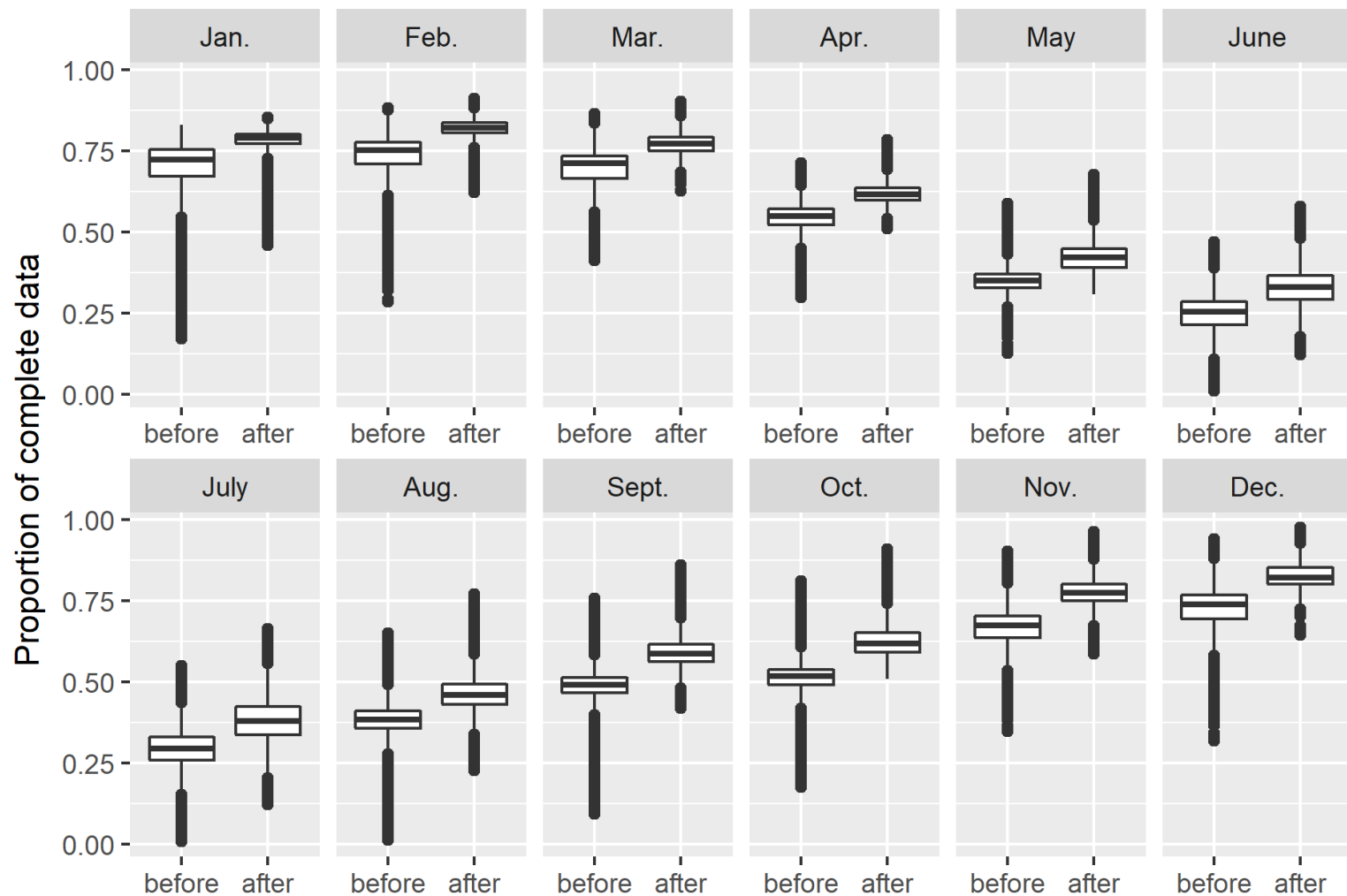
Paquete
“wq” (Jassby
y Cloern,
2016)

RESULTADOS

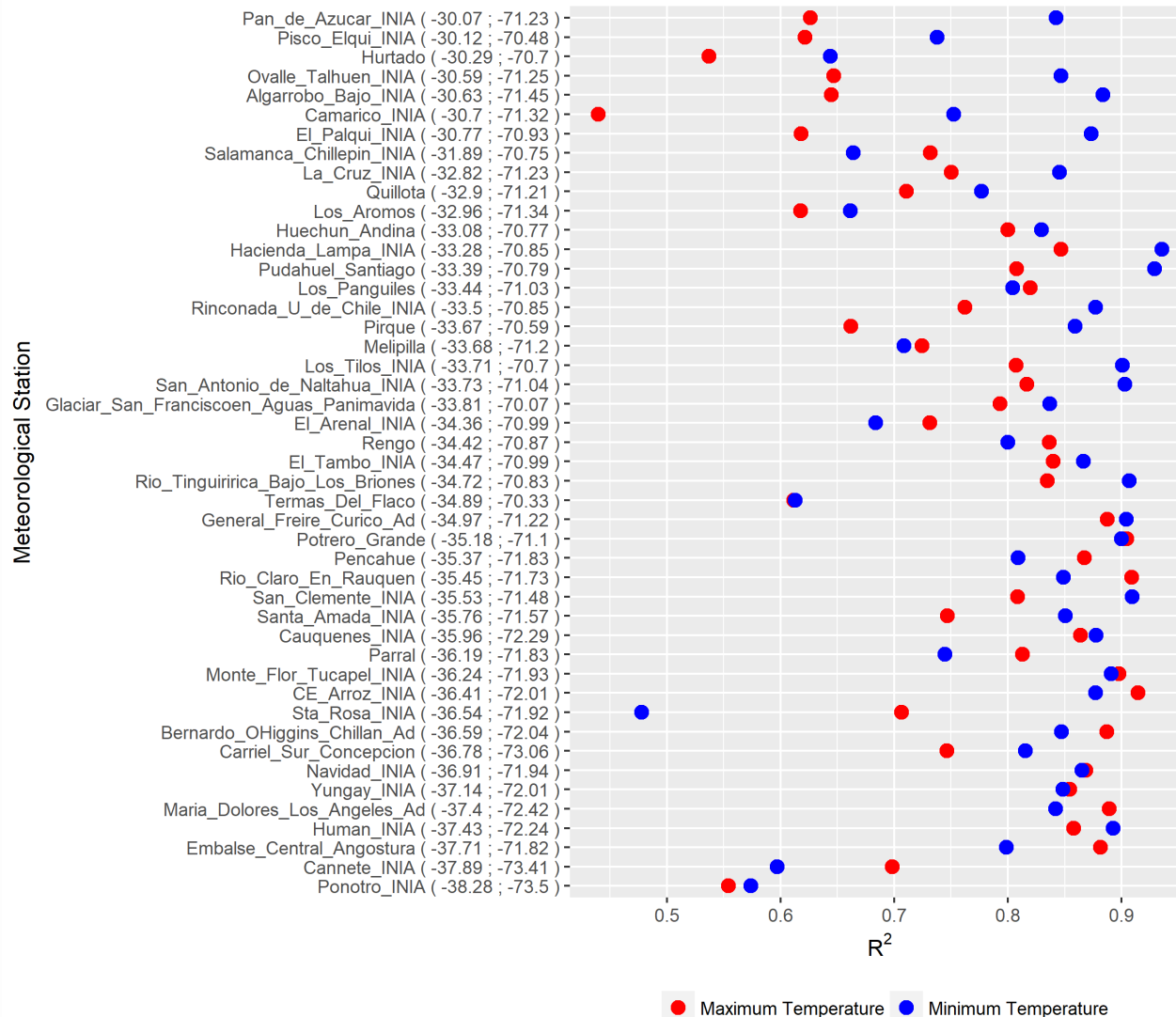
Y los gráficos, otro desafío.

Paquete “ggplot2”

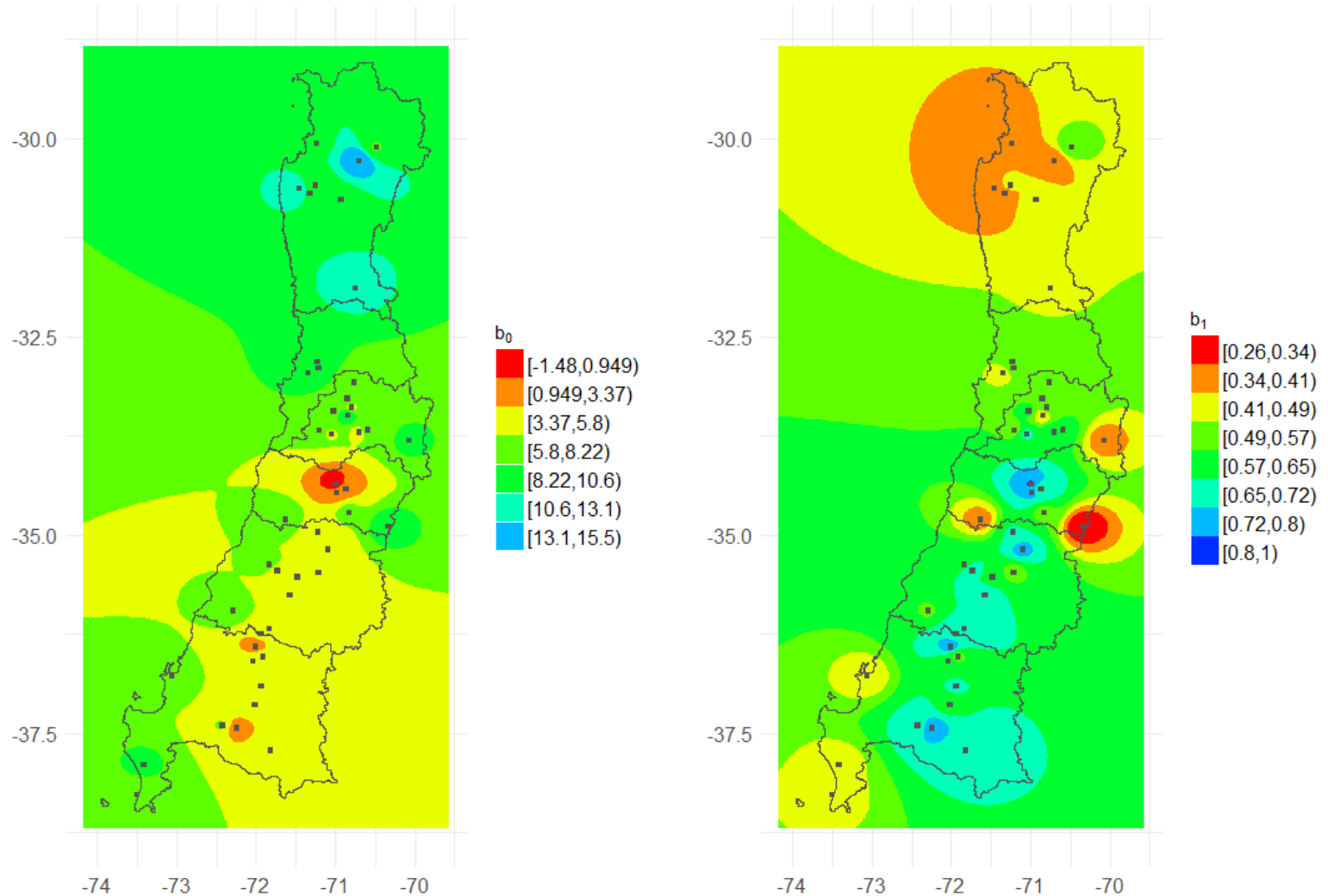
Relleno de Información



Relación entre Temperaturas

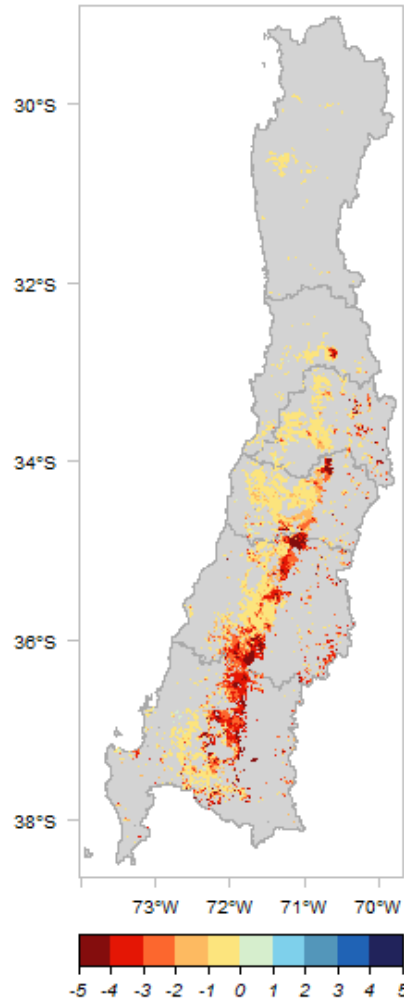


Modelo para estimación de temperatura del aire máxima

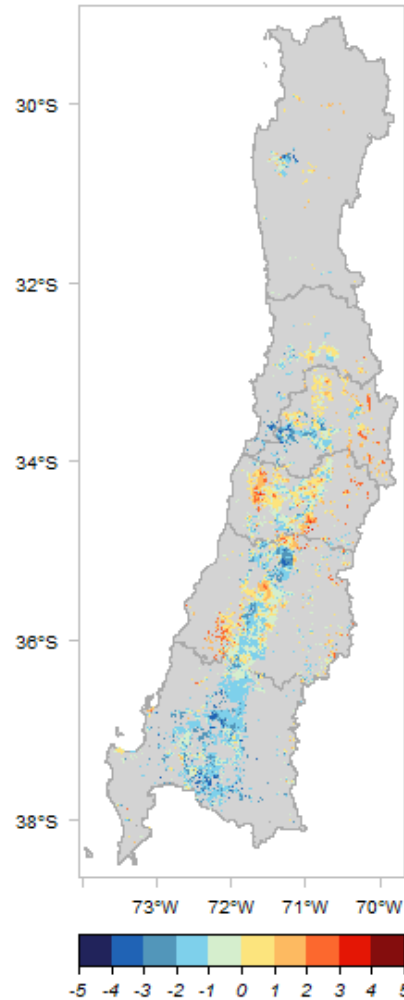


TEMPORADA DE CRECIMIENTO

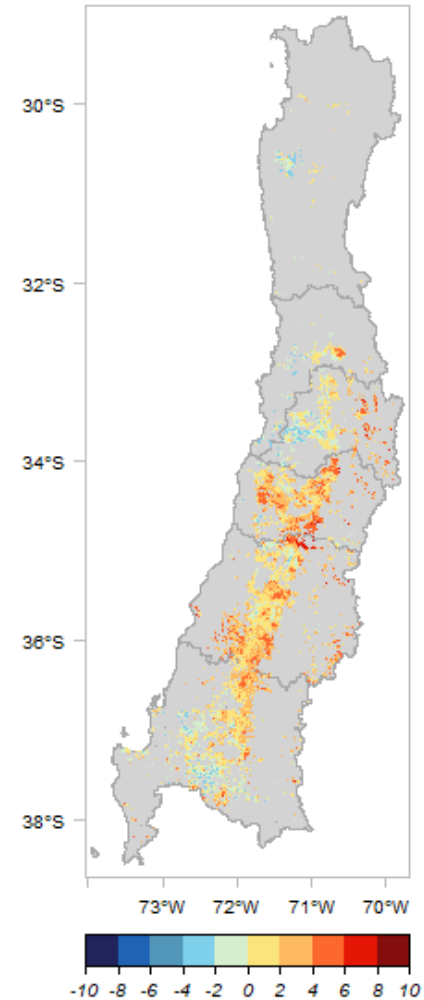
Start of growing season
unit: days



End of growing season
unit: days

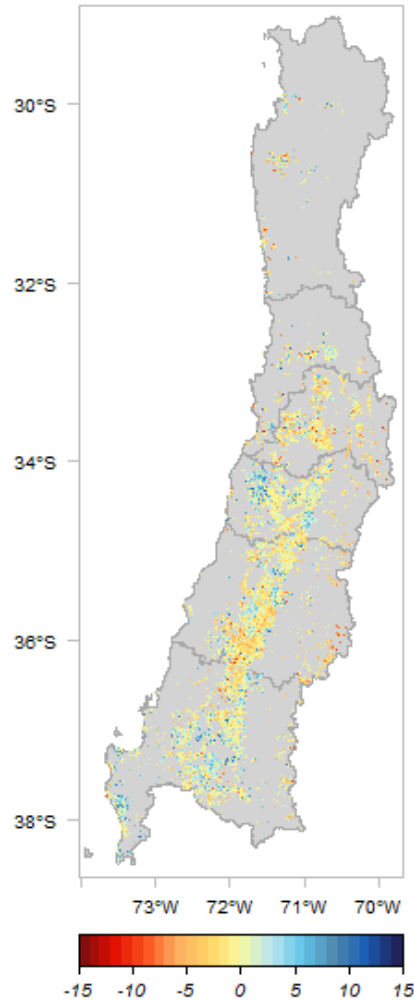


Length of growing season
unit: days

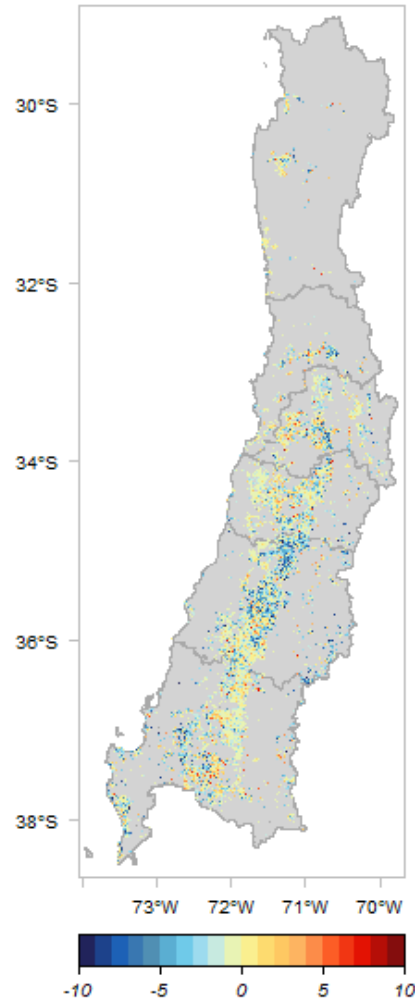


RESPUESTA DE LA VEGETACIÓN

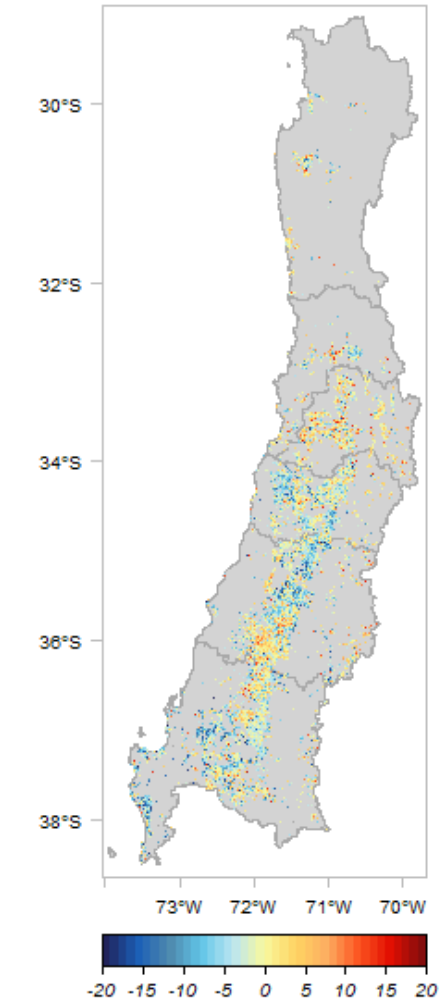
NDVI Start of growing season
unit: days



NDVI End of growing season
unit: days



NDVI Length of growing season
unit: days



DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Sobre la investigación

Análisis de Tendencias

- Los índices presentan en su mayoría tendencias no significativas, pero sí, patrones de cambio claros.
 - (Fernández-Long et al., 2013; Graczyk and Kundzewicz, 2016)
- Una limitación es el largo de la serie de tiempo al realizar el estudio con índices agroclimáticos que son de carácter anual.
- Sin embargo, las tendencias encontradas provienen de información valiosa para el estudio de la situación reciente:
 - Ante la ausencia de estaciones meteorológicas.
 - Terrenos con alta variabilidad topográfica.

Análisis de Tendencias

- Las tendencias en índices resultaron más significativas en píxeles de las zonas húmedas y sub-húmedas.
 - Cambia las condiciones para el establecimiento de los cultivos.
 - Posibilidad de nuevos cultivos antes limitados por temperatura.
- Se detecta una deuda adaptativa en zonas con menor agricultura de riego.
 - Agricultura, por lo general, con menor uso de tecnología.
 - Acostumbrados a no regar, pero ahora deben hacerlo.
- Poca percepción por parte de los agricultores a los cambios en el clima actual (Roco et al., 2015)
 - Mejor comunicación de datos meteorológicos para medidas de adaptación.

Uso de imágenes satelitales

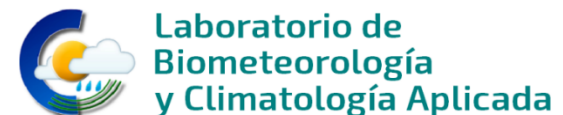
- Badeck et al. (2004) propone complementar el análisis de tendencias con imágenes satelitales con mediciones en superficie.
 - En general, se encuentran tendencias poco significativas con índices satelitales.
- El uso de imágenes satelitales permite el estudio exhaustivo tanto en tiempo como espacio de variables e índices de importancia agronómica.
 - Mejor comunicación de riesgos y oportunidades asociadas al clima.

Sobre el proceso

- Terminé utilizando sólo Excel y ArcGis para tareas pequeñas.
- Mi código (códigos) puede volver a ejecutarse en caso de que se necesite una actualización.
- Puedo trazar errores ya que todo el procedimiento está codificado.
- Es un alivio no tener que realizar tantos mapas ráster en ArcGis que siempre colapsa.
- Herramienta Modis Reprojection Tool no es muy adecuada con cantidades masivas de datos (demora mucho tiempo).

Agradecimientos

- Red Internacional de Seguridad Hídrica, fundada por Lloyd's Register Foundation.
- Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) CRN3056, que cuenta con el apoyo de la National Science Foundation [GEO-1128040]
- Fondecyt 1170429.
- Centro UC Cambio Global
- Laboratorio de Biometeorología y Climatología Aplicada UC



Gracias

