

# TRABAJO DE FIN DE GRADO

## Grado en Estadística

**Título:** Análisis de la Resistencia Bacteriana:  
Implementación de una Plataforma Shiny para la  
Valoración del Uso de Medicamentos

**Autor:** Oscar Arroyo Luque

**Director:** Josep Anton Sàncchez Espigares

**Departamento:** Dept. Estadística e Investigación Operativa

**Convocatoria:** 2023 - 2024



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Facultat de Matemàtiques i Estadística



# Abstract

## Resumen

Actualmente nos enfrentamos a uno de los mayores desafíos de la medicina moderna: la creciente resistencia bacteriana provocada por el uso de antibióticos.

En este trabajo abordamos esta problemática mediante el desarrollo de una interfaz interactiva Shiny, que permite a un experto en estadística realizar un estudio sobre las resistencias bacterianas mediante el ajuste de modelos MARS.

Asimismo, a través del uso de la aplicación, hemos llevado a cabo un estudio sobre la bacteria *Escherichia coli*. En este análisis, hemos determinado que el uso de ampicilina promueve el fenómeno de las resistencias.

**Palabras clave:** Shiny, Interfaz Interactiva, Resistencias Bacterianas, Antibiótico, Series Temporales, Modelos MARS.

## Abstract

Currently we are facing one of the greatest challenges of modern medicine: the growing bacterial resistance caused by the use of antibiotics.

In this project, we address this issue through the development of an interactive Shiny interface, which allows a statistics expert to conduct a study on bacterial resistances by fitting MARS models.

Additionally, through the use of the application, we have conducted a study on the bacterium *Escherichia coli*. In this analysis, we have determined that the use of ampicillin promotes the phenomenon of resistances.

**Keywords:** Shiny, Interactive Interface, Bacterial Resistances, Antibiotic, Time Series, MARS Models.

# Clasificación AMS

- **68U35** Computing methodologies for information systems (hypertext navigation, interfaces, decision support, etc.)
- **62M10** Time series, auto-correlation, regression, etc.
- **62G08** Nonparametric regression and quantile regression
- **62P10** Applications of statistics to biology and medical sciences; meta analysis

# **Agradecimientos**

Agradezco al profesorado de la carrera, y en especial al director de este trabajo, por sus valiosas enseñanzas y por transmitirme la pasión por la estadística.

También quiero expresar mi profunda gratitud a mis amigos y familia por su apoyo y amor incondicional a lo largo de este viaje.

# Índice general

<b>Abstract</b>	<b>I</b>
<b>Clasificación AMS</b>	<b>II</b>
<b>Agradecimientos</b>	<b>III</b>
<b>Listado de Figuras</b>	<b>VI</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Metodología</b>	<b>4</b>
2.1. Análisis de series temporales . . . . .	4
2.1.1. Las series temporales . . . . .	4
2.1.2. Los procesos estocásticos . . . . .	5
2.1.3. Funciones de autocorrelación y Correlogramas . . . . .	5
2.2. Modelización . . . . .	7
2.2.1. Modelo ARMAX . . . . .	7
2.2.2. Modelo MARS . . . . .	8
2.2.3. Construcción de modelos . . . . .	9
2.3. Estadísticos y gráficos . . . . .	9
2.3.1. Estadísticas de resumen de modelos lineales . . . . .	9
2.3.2. Gráficos de validación . . . . .	10
2.4. Recursos informáticos . . . . .	13
2.4.1. Desarrollo y programación de Shiny en RStudio . . . . .	13
2.4.2. Desarrollo y programación de modelos en RStudio . . . . .	15
2.4.3. Otras librerías . . . . .	15
2.5. Definiciones relacionadas con el fenómeno de las resistencias bacterianas . . . . .	15
2.5.1. Fenómeno de resistencia bacteriana . . . . .	16
2.5.2. Definición de variables AMC y AMR . . . . .	16

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>v</b>
<b>3. La base de datos</b>	<b>17</b>
<b>4. Shiny APP: M.R.B.A.</b>	<b>18</b>
<b>5. Estudio estadístico y demostraciones de uso</b>	<b>20</b>
5.1. Modelización de las resistencias Escherichia coli ante la Amoxicilina . . . . .	20
5.1.1. Carga de ficheros . . . . .	20
5.1.2. Exploración descriptiva de los datos . . . . .	21
5.1.3. Selección de variables . . . . .	25
5.1.4. Exploración preliminar de modelos . . . . .	26
5.1.5. Selección de variables de AMC . . . . .	32
5.1.6. Ajuste del modelo ARMAX . . . . .	33
5.1.7. Modelo MARS . . . . .	36
5.1.8. Conclusiones modelo MARS . . . . .	41
<b>6. Conclusiones</b>	<b>43</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>45</b>
<b>A. Guía de Uso</b>	<b>47</b>
<b>B. Gráficos de los modelos ajustados</b>	<b>60</b>
<b>C. Código R: Shiny APP M.R.B.A.</b>	<b>63</b>

# Índice de figuras

2.1. Gráficos de validación de modelos: Residuos vs Valores Ajustados . . . . .	11
2.2. Gráficos de validación de modelos: Normal Q-Q . . . . .	11
2.3. Gráficos de validación de modelos: <i>Scale-Location</i> . . . . .	12
2.4. Gráficos de validación de modelos: Residuos vs Apalancamiento . . . . .	12
2.5. Gráficos de validación de modelos: ACF y PACF . . . . .	13
5.1. Demostración de uso: Carga de ficheros . . . . .	21
5.2. Demostración de uso: Tabla de descriptivos . . . . .	21
5.3. Demostración de uso: Gráfico de barras apiladas . . . . .	23
5.4. Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo . . . . .	23
5.5. Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo . . . . .	24
5.6. Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo: %Resistencias . . . . .	24
5.7. Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo: TDI . . . . .	25
5.8. Demostración de uso: Selector de variables . . . . .	25
5.9. Demostración de uso: Gráfico de series temporales del modelo . . . . .	26
5.10. Demostración de uso: Selector de retardos a partir de cifras . . . . .	26
5.11. Demostración de uso: Ajuste del modelo lineal completo en la exploración preliminar . . . . .	27
5.12. Demostración de uso: Estadísticos de ajuste del modelo lineal completo exploración preliminar . . . . .	28
5.13. Demostración de uso: Gráficos de validación ajuste del modelo lineal completo exploración preliminar . . . . .	29
5.14. Demostración de uso: Gráfico ACF & PACF del ajuste del modelo lineal completo exploración preliminar . . . . .	29
5.15. Demostración de uso: Ajuste del modelo lineal simplificado exploración preliminar	30
5.16. Demostración de uso: Gráficos de validación ajuste del modelo lineal simplificado exploración preliminar . . . . .	31

5.17. Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo lineal simplificado exploración preliminar . . . . .	32
5.18. Demostración de uso: Selección de variables AMC . . . . .	33
5.19. Demostración de uso: Ajuste del modelo ARMAX . . . . .	33
5.20. Demostración de uso: Ajuste modelo lineal ARMAX . . . . .	35
5.21. Demostración de uso: Ajuste modelo MARS: Los datos . . . . .	36
5.22. Demostración de uso: Ajuste modelo MARS: <i>Forward Pass</i> . . . . .	36
5.23. Demostración de uso: Ajuste modelo MARS: Podado . . . . .	37
5.24. Demostración de uso: Gráfico de residuos modelo MARS . . . . .	38
5.25. Demostración de uso: <i>Normal Q-Q Plot</i> de los residuos del modelo MARS . . . . .	39
5.26. Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo MARS . . . . .	39
5.27. Demostración de uso: Gráfico de recreación de la serie modelo MARS . . . . .	40
5.28. Demostración de uso: Gráfico del efecto de las variables explicativas sobre la respuesta . . . . .	41
A.1. Guía de uso: Carga de ficheros . . . . .	48
A.2. Guía de uso: Seleccionadores . . . . .	49
A.3. Guía de uso: Summary datos iniciales . . . . .	49
A.4. Guía de uso: Gráficos interactivos . . . . .	50
A.5. Guía de uso: Seleccionadores . . . . .	50
A.6. Guía de uso: Gráficos interactivos . . . . .	51
A.7. Guía de uso: Selector de variables manual . . . . .	52
A.8. Guía de uso: Seleccionador a partir de fichero . . . . .	53
A.9. Guía de uso: Gráfico de series temporales . . . . .	53
A.10. Guía de uso: Selector de retardos a partir de cifras . . . . .	54
A.11. Guía de uso: Selector de retardos manual . . . . .	54
A.12. Guía de uso: Ajuste del Modelo Lineal completo preliminar . . . . .	55
A.13. Guía de uso: Ajuste del Modelo Lineal simplificado preliminar . . . . .	55
A.14. Guía de uso: Validación modelos preliminares . . . . .	56
A.15. Guía de uso: Seleccionador de variables AMC . . . . .	56
A.16. Guía de uso: Selector de parámetros y ajuste del modelo ARMAX . . . . .	57
A.17. Guía de uso: Ajuste del modelo lineal completo y simplificado . . . . .	57
A.18. Guía de uso: Validación modelos ARMAX . . . . .	58
A.19. Guía de uso: Output del modelo MARS . . . . .	58
A.20. Guía de uso: Validación e Interpretación modelo MARS . . . . .	59
A.21. Guía de uso: Botón de descarga . . . . .	59

---

B.1. Demostración de uso: Ajuste del modelo lineal simple ARMAX . . . . .	60
B.2. Demostración de uso: Gráficos de validación del modelo lineal completo ARMAX	61
B.3. Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo lineal completo ARMAX	61
B.4. Demostración de uso: Gráficos de validación del modelo lineal simple ARMAX . . . . .	61
B.5. Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo lineal simplificado ARMAX . . . . .	62

# Capítulo 1

## Introducción

Actualmente nos enfrentamos a uno de los mayores retos de la medicina moderna: la creciente resistencia bacteriana causada por el uso de antibióticos.

Utilizar agentes antibacterianos como tratamiento ante infecciones, particularmente en entornos sanitarios y análogos, ocasiona un impacto en el ecosistema microbiano presente en estos lugares, resultando en el desarrollo de cepas bacterianas que muestran características genéticas capaces de obviar los tratamientos médicos ([Organización Mundial de la Salud, 2019](#)).

Este ecosistema se ve perturbado dado que las bacterias que logran sobrevivir y luego consiguen propagarse dan origen a progenies con características genéticas que les permiten evadir estos tratamientos antimicrobianos ([Organización Mundial de la Salud, 2019](#)).

Debido a la evolución y la recurrencia de este fenómeno, se plantea un futuro en el que el uso de medicamentos para la intervención terapéutica en infecciones bacterianas o semejantes podría volverse ineficaz, lo que desencadena un conflicto entre la evolución natural bacteriana y las nuevas generaciones de medicamentos. Este escenario pone en riesgo la salud de la población, tanto de las personas bajo cuidado hospitalario, como de cualquier otra persona expuesta al contagiado ([Laxminarayan et al., 2013](#)).

El Informe del Sistema Mundial de Vigilancia de la Resistencia y el Uso de los Antimicrobianos (GLASS) de la [Organización Mundial de la Salud \(2019\)](#), señala una preocupación crítica. Según este informe, más del 50 % de las bacterias responsables de infecciones de alta gravedad en centros médicos presentan niveles alarmantes de resistencia a los fármacos. Un caso estudiado es el de la bacteria *Klebsiella pneumoniae*, agente causal de infecciones urinarias, neumonías, sepsis, infecciones de tejidos blandos y heridas quirúrgicas. En este estudio se observa que el microorganismo ha desarrollado resistencia a un grupo de agentes bactericidas

considerados como último recurso, lo que dificulta su tratamiento y puede derivar en desenlaces fatales.

En el mismo estudio encontramos que, en relación con los consumos de fármacos antibacterianos, solo el 65 % de los países participantes en el estudio lograron el objetivo de la OMS, el cual propone que al menos el 60 % de los antibióticos suministrados sean del grupo “Acceso”, es decir, que sean eficaces y aporten un menor riesgo de generar inmunotolerancias bacterianas.

Ante tal panorama, la OMS enfatiza la necesidad urgente de mejorar la vigilancia y la calidad de los datos sobre las tolerancias a los antimicrobianos para así ser capaces de formular políticas efectivas y abordar esta creciente amenaza a la salud pública mundial.

Este trabajo de fin de grado nació del interés de un hospital por monitorizar este fenómeno, y así ejercer un uso responsable y sostenible sobre la administración de medicamentos. La historia del proyecto comenzó cuando el centro sanitario contactó con el tutor de este trabajo para realizar un seguimiento de las resistencias microbacterianas, mediante la modelización de las tolerancias y consumos observados a lo largo del tiempo.

El análisis realizado por el tutor de este trabajo empezó con una exploración preliminar de variables, valiéndose de retardos tanto de resistencias como de consumos para el ajuste de modelos. Tras investigar el comportamiento de estos componentes, se seleccionaron los más relevantes para después ser examinados en un modelo ARMAX. Mediante este procedimiento, se puede determinar el número de retardos a aplicar de la variable de respuesta. Posteriormente, conociendo todas las variables de interés, se introdujeron y ejecutaron en un modelo MARS. Tras la validación del modelo, es posible graficar cada variable explicativa en relación con la variable respuesta de forma independiente. Así, a través de la interpretación gráfica, se puede determinar cómo impacta el consumo de agentes antibacterianos en las inmunotolerancias observadas.

El centro de atención médica destacó la necesidad de reproducir este estudio de forma periódica, para así observar la evolución de las bacterias presentes en su ecosistema y poder tomar nuevas decisiones en lo que respecta a la suministración de medicamentos. Sin embargo, para replicar el estudio es necesario contar con conocimientos de estadística y programación. Con el propósito de facilitar la obtención de resultados, se planteó la creación de una herramienta capaz de agilizar el proceso, lo que resultó en la propuesta de este proyecto.

Por lo tanto, en el presente trabajo nos hemos planteado como **objetivo principal** la creación de una interfaz interactiva en el entorno Rstudio, que facilite a un experto en estadística realizar

el análisis previamente mencionado. Esto implica que vamos a proporcionar una herramienta flexible que permitirá la construcción, ajuste y validación de una batería de modelos estadísticos según las necesidades del usuario, lo que ayudará en la obtención y visualización rápida de resultados.

Además, como **objetivo adicional** nos proponemos dar respuesta a la problemática planteada por el centro sanitario. Para llevar a cabo esta tarea, hemos realizado un estudio exhaustivo utilizando la aplicación Shiny que hemos desarrollado, con el propósito de ofrecer un ejemplo de los posibles usos del aplicativo y demostrar los conocimientos adquiridos a lo largo del grado universitario.

Entre los beneficios de la realización de este proyecto destacamos el desarrollo de modelos capaces de identificar qué antibióticos están contribuyendo a las resistencias bacterianas, proporcionando una solución directa al fenómeno estudiado. Además, la creación de una interfaz interactiva, la cual permite a los usuarios realizar estudios basados en estos modelos, facilita la obtención rápida de resultados. Por otro lado, también garantiza que los análisis puedan replicarse con consistencia y precisión. Esta capacidad de repetición meticulosa es crucial para validar nuevos modelos, así como para actualizar las estrategias utilizadas en el entorno hospitalario a base de nuevos datos obtenidos.

# Capítulo 2

## Metodología

A continuación, abordamos toda la metodología relacionada con las series temporales, incluyendo los modelos presentes en el estudio y su validación. Además, examinamos todo lo que respecta al conjunto de librerías Shiny, otros recursos informáticos y definiciones sobre el fenómeno de las resistencias bacterianas.

### 2.1. Análisis de series temporales

En esta primera sección de la metodología expondremos la terminología y conceptos relacionados con el análisis de series temporales. Esto asentará las bases para poder profundizar en la naturaleza de los datos y también introducir los modelos ARMAX y MARS.

#### 2.1.1. Las series temporales

**Definición:** las series temporales se definen como la secuencia de observaciones recogidas, en orden cronológico, de una misma variable. Se definen por la siguiente expresión matemática:

$$\{X_t\}_{t=1,\dots,T} = \{X_1, X_2, \dots, X_T\}$$

Consideraremos series temporales con valores equiespaciados en el tiempo y medidos en la escala real. Donde  $t$  se considera una variable aleatoria, otorgando una realización de la variable  $X$  en cada instante de tiempo.

En un análisis descriptivo podemos descomponer la variación de una serie temporal en varias componentes:

$$X_t = T_t + S_t + C_t + Z_t$$

- **Componente de tendencia  $T_t$ :** dirección general, ascendente o descendente de los datos durante un largo período de tiempo. No necesariamente ha de crecer o decrecer, puede mantenerse estable.
- **Componente estacional  $S_t$ :** oscilaciones regulares y periódicas en un marco temporal menor a un año.
- **Componente cíclico  $C_t$ :** variaciones de la serie que ocurren en un lapso de tiempo superior a un año.
- **Componente irregular  $Z_t$ :** fluctuaciones de la variable estudiada que no son regulares y son puramente aleatorias o irregulares.

Debido la naturaleza de nuestros datos no se considerará la presencia de componentes estacionales ni cíclicos.

### 2.1.2. Los procesos estocásticos

**Definición:** los procesos estocásticos son aquellos formados por una colección de variables aleatorias  $\{X_t\}$  con índice temporal  $t$ . Las realizaciones de estas variables construyen la previamente definida serie temporal. Lo cual implica que podemos obtener varias realizaciones de series temporales a partir del mismo proceso.

$$F_{(X_{t_1}, \dots, X_{t_2})}(x_{t_1}, \dots, x_{t_2}) = F_{(X_{t_1+h}, \dots, X_{t_2+h})}(x_{t_1+h}, \dots, x_{t_2+h}) \quad \forall t_1, t_2, h$$

**Definición:** consideraremos un proceso estocástico estacionario, en sentido estricto, cuando las distribuciones de probabilidad conjuntas de cualquier subconjunto de observaciones  $(x_{t_1}, \dots, x_{t_2})$  son la misma a lo largo de todo el proceso.

**Definición:** un proceso estocástico es estacionario, en sentido débil, cuando la media y covarianzas del proceso no dependen del origen de la serie. Expresado de otro modo, podemos valorar un proceso como estacionario si mantiene media y varianza constantes.

### 2.1.3. Funciones de autocorrelación y Correlogramas

A continuación expondremos las propiedades de los procesos estocásticos. Estas nos serán útiles en la validación de los modelos.

La **función de auto-covariancia** se define de la siguiente manera:

$$\gamma(h) = \text{Cov}(X_t, X_{t+h}) = \mathbb{E}[(X_t - \mu)(X_{t+h} - \mu)]$$

Con propiedades:

- $\gamma(0) = \sigma^2 > 0$
- $\gamma(k) = \gamma(-k) \quad \forall k$
- $|\gamma(k)| \leq \gamma(0)$

La **función de autocorrelación simple** (FAS), o en inglés *Autocorrelation Function* (ACF), tiene la siguiente expresión:

$$\rho(h) = \rho(X_t, X_{t+h}) = \frac{E((X_t - \mu)(X_{t+h} - \mu))}{\sqrt{E((X_t - \mu)^2)E((X_{t+h} - \mu)^2)}} = \frac{\gamma(h)}{\gamma(0)}$$

Con propiedades:

- $\rho(0) = 1$
- $\rho(k) = \rho(-k) \quad \forall k$
- $|\rho(k)| \leq 1 \quad \forall k$

La **función de autocorrelación parcial** (también representada como FAP), o en inglés *Partial Autocorrelation Function* (PACF), es:

$$\text{corr}(X_{t+h}, X_t \mid X_{t+h-1}, \dots, X_{t+1})$$

También es necesario mencionar el caso de *ruido blanco*.

**Definición:** el ruido blanco es un caso particular de proceso estacionario. Donde las variables que lo componen son incorrelacionadas ( $\rho(h) = 0 \forall h$ ) y el proceso está centrado en cero ( $E(X_t) = 0$ )

Las funciones de autocorrelación simple y parcial representadas en un **correlograma** son lo que llamamos gráficos ACF y PACF. Estos nos serán útiles a la hora de validar el ajuste de nuestros modelos.

Un buen ajuste del modelo se verifica cuando los gráficos ACF y PACF de los residuos no muestran autocorrelaciones significativas, es decir, todos los valores caen dentro de los intervalos de confianza (generalmente  $\pm \frac{1,96}{\sqrt{N}}$ , donde N es el tamaño de la muestra). Esto indica que los residuos se comportan como ruido blanco, lo que sugiere que el modelo captura adecuadamente la estructura de la serie temporal y no queda información estructural significativa en los residuos.

Por otro lado, estos gráficos nos permiten identificar si la serie es estacionaria. Debido a la naturaleza de los datos, no fue necesario verificar la estacionariedad de la serie temporal. Los datos utilizados ya cumplen con los requisitos para ser modelizados.

## 2.2. Modelización

Después de familiarizarnos con toda la terminología relevante sobre el análisis de series temporales, podemos definir los modelos presentes en nuestro estudio.

### 2.2.1. Modelo ARMAX

Los modelos ARMAX se articulan a partir de los modelos ARMA, los cuales se definen de la siguiente manera:

**Definición:** un proceso estocástico  $\{X_t; t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$  es un **Modelo Autorregresivo y de Media Móvil**, ARMA(p,q), si es estacionario y

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + Z_t + \theta_1 Z_{t-1} + \dots + \theta_q Z_{t-q}$$

donde:  $\phi_p \neq 0, \theta_q \neq 0, \sigma_z^2 > 0$

Los parámetros p y q denominan los órdenes de la parte autorregresiva y de media móvil, respectivamente.

**Definición:** un modelo ARMAX combina los elementos de modelos autorregresivos (AR) y de medias móviles (MA) con variables exógenas (X). La sigla ARMAX proviene de *AutoRegressive Moving Average model with eXogenous inputs*.

A modo de ejemplo, con el proceso estocástico  $\{X_t; t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots\}$  y una variable exógena  $x_t$ , tenemos la siguiente expresión del modelo:

$$X_t = \beta x_t + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} + Z_t + \theta_1 Z_{t-1} + \dots + \theta_q Z_{t-q}$$

Por lo tanto, la estructura de un modelo ARMAX se describe como ARMAX(p, q, r). Donde los parámetros p, q y r denominan los órdenes de las partes AR, MA y X, respectivamente.

### 2.2.2. Modelo MARS

**Definición:** la Regresión *Spline* Adaptativa Multivariante, conocida en inglés como *Multivariate Adaptive Regression Splines* (MARS; Friedman, 1991), es un método no paramétrico de regresión que combina elementos de la regresión lineal por pasos y los árboles de decisión CART. En MARS, el modelo se construye iterativamente mediante la adición de términos *spline* lineales adaptativos, llamados funciones bisagra, que se forman a partir de los predictores originales. Estas funciones se seleccionan automáticamente durante el proceso de construcción del modelo, utilizando puntos de corte observados en los predictores (Friedman, 1991).

Expresión del modelo MARS:

$$m(x) = \beta_0 + \sum_{m=1}^M \beta_m h_m(x)$$

Definición de las funciones bisagra:

$$h(x) = \begin{cases} x & \text{si } x > 0 \\ 0 & \text{si } x \leq 0 \end{cases}$$

Los pasos del proceso de construcción de un modelo MARS son los siguientes:

- Primero, se inicializa el modelo con un término constante:  $\hat{m}(x) = \hat{\beta}_0$
- Luego, se consideran todos los puntos de corte posibles para cada predictor, construyendo pares de funciones bisagra:  $h_1(x) = h(x_j - x_{ji})$ ,  $h_2(x) = h(x_{ji} - x_j)$ . Estas se incorporan al modelo mediante una regresión lineal estándar, donde los parámetros se estiman minimizando el error residual cuadrático:  $m(x) = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 h_1(x) + \hat{\beta}_2 h_2(x)$
- El proceso continúa iterativamente, añadiendo nuevos pares de funciones bisagra en cada paso, hasta alcanzar un tamaño máximo especificado por el usuario.
- Una vez construido el modelo, se utiliza un proceso de poda para eliminar términos que no contribuyen significativamente al rendimiento del modelo. La selección del modelo óptimo se realiza mediante métodos como la validación cruzada generalizada (GCV), que evalúa la capacidad predictiva ajustada penalizando el número de parámetros efectivos del modelo.  $GCV(\lambda) = \frac{RSS}{\left(1 - \frac{M(\lambda)}{n}\right)^2}$

MARS tiene ventajas significativas como la selección automática de variables predictoras, la capacidad de manejar grandes dimensiones de datos y la interpretación directa del modelo resultante. Es adecuado tanto para datos numéricos como para variables categóricas tras aplicar transformaciones estándar.

### 2.2.3. Construcción de modelos

Una vez conocida la definición de los modelos ARMAX y MARS podemos introducir la metodología que hemos implementado para desarrollar el estudio.

En primer lugar, llevamos a cabo una exploración preliminar de los datos. Esta exploración implica observar cómo los retardos de las variables explicativas y de la variable respuesta se ajustan en un modelo lineal. Posteriormente, aplicamos un método de selección de variables a este modelo para simplificarlo.

A continuación, con el propósito de determinar cuántos retardos de la variable respuesta nos interesan, ajustamos un modelo ARMAX.

Una vez que conocemos las variables de interés, las ajustamos en el modelo MARS. El procedimiento de este realizará su propia selección de variables, tratando los retardos de la variable respuesta como predictores lineales sin aplicar ninguna función bisagra, mientras que a las demás variables sí se les aplicará. De esta manera, el modelo incluirá aquellas variables que expliquen la variable respuesta.

## 2.3. Estadísticos y gráficos

En esta sección metodológica definimos los gráficos de validación y los estadísticos presentes en nuestro proyecto. Estos elementos son clave para evaluar el ajuste de los modelos.

### 2.3.1. Estadísticas de resumen de modelos lineales

El siguiente listado presenta los diferentes estadísticos relacionados con el ajuste de modelos lineales en nuestro estudio.

**Residual Standard Error:** mide la dispersión de los residuos respecto la recta de regresión.

$$\text{Residual SE} = \sqrt{\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n - p}}$$

**R cuadrado:** indica la cantidad proporcional de variación en la variable de respuesta y, explicada según las variables independientes X en el modelo.

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

**R cuadrado ajustado:** similar a R cuadrado, pero ajusta el valor basándose en el número de predictores del modelo y el tamaño de la muestra. Este permite comparar modelos.

$$\text{Adjusted } R^2 = 1 - \frac{(1 - R^2)(n - 1)}{n - p - 1}$$

**Estadístico F:** prueba la significancia global del modelo de regresión, comparando la varianza explicada por el modelo con la varianza no explicada (residual).

$$F = \frac{\frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{p}}{\frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{n-p}}$$

Usamos el estadístico F para probar la significancia global del modelo de regresión. Planteamos el siguiente test de hipótesis:

- Hipótesis nula  $H_0$ : Todos los coeficientes de regresión (excepto el intercepto) son iguales a cero.

Esto implica que las variables independientes no tienen un efecto significativo en la variable dependiente.

- Hipótesis alternativa  $H_1$ : Al menos uno de los coeficientes de regresión es diferente de cero.

Significa que al menos una de las variables independientes tiene un efecto significativo en la variable dependiente.

Con un nivel de confianza del 95 % y un p valor asociado al estadístico F menor a 0.05 existe suficiente evidencia estadística como para rechazar la hipótesis nula.

### 2.3.2. Gráficos de validación

A continuación, recorremos distintas herramientas gráficas de validación de residuos.

#### Residuos vs Valores Ajustados:

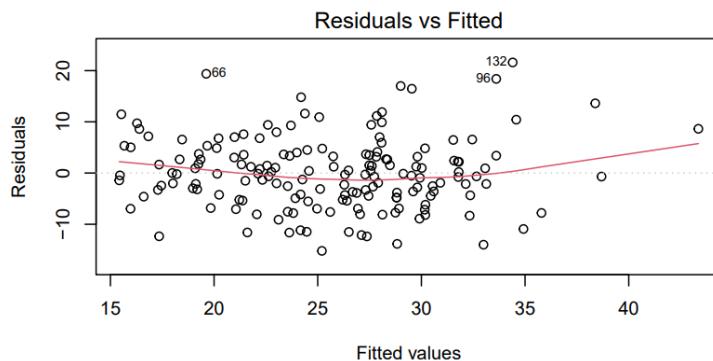


Figura 2.1: Gráficos de validación de modelos: Residuos vs Valores Ajustados

En este gráfico podemos buscar patrones en los residuos. Un patrón aleatorio y disperso sugiere que el modelo es apropiado. Patrones sistemáticos podrían indicar problemas como no linealidad o heteroscedasticidad.

### Normal Q-Q:

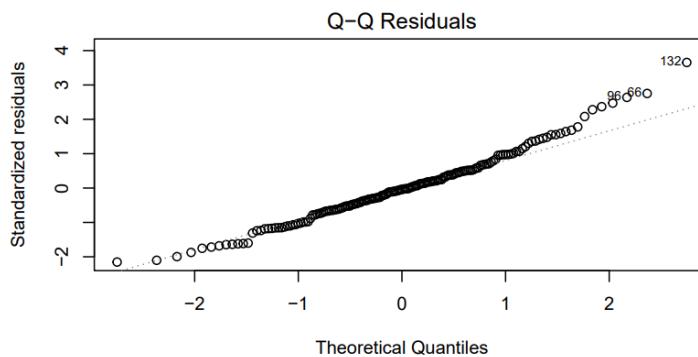


Figura 2.2: Gráficos de validación de modelos: Normal Q-Q

Este es de gran utilidad para verificar la hipótesis de normalidad en los residuos. Si los puntos siguen aproximadamente la línea diagonal, indica que los residuos se distribuyen normalmente, lo que es una suposición clave en muchos modelos estadísticos.

### Scale-Location:

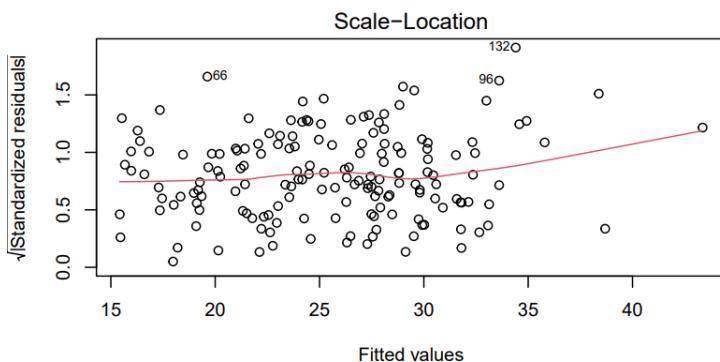


Figura 2.3: Gráficos de validación de modelos: *Scale-Location*

En este grafo se busca homogeneidad en la dispersión de los residuos a lo largo de los valores ajustados. Una dispersión constante sugiere que la varianza de los errores es constante, es decir, se cumple el supuesto de homoscedasticidad.

#### Residuos vs Apalancamiento:

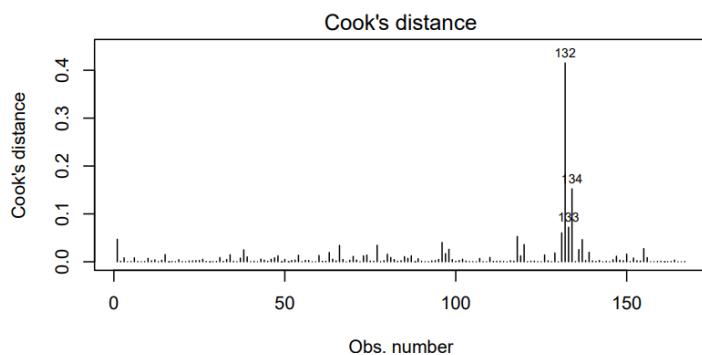


Figura 2.4: Gráficos de validación de modelos: Residuos vs Apalancamiento

Este nos ayuda a identificar observaciones con alto *leverage* o influencia en el modelo. Puntos extremos en este gráfico pueden indicar observaciones que tienen un impacto desproporcionado en el ajuste del modelo.

#### ACF y PACF:

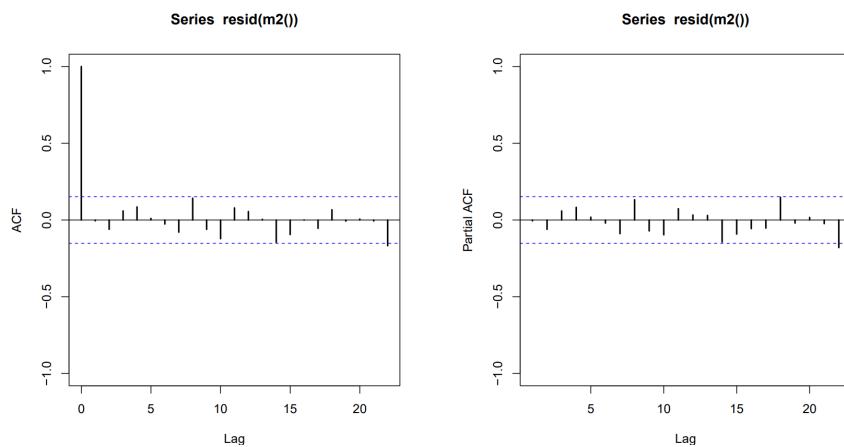


Figura 2.5: Gráficos de validación de modelos: ACF y PACF

Estos gráficos nos serán útiles para determinar la independencia de los residuos. Un patrón de ruido blanco en los gráficos, como hemos explicado previamente, nos verifica la independencia de los residuos.

## 2.4. Recursos informáticos

Hemos trabajado con RStudio, un entorno de desarrollo integrado (IDE) para el lenguaje de programación R, el cual es ampliamente reconocido por sus capacidades avanzadas en análisis y visualización de datos. RStudio es una herramienta potente y versátil que ofrece gran variedad de librerías para realizar estudios estadísticos de manera eficiente y efectiva.

En los siguientes apartados exploraremos las bibliotecas Shiny, que han posibilitado la creación de la interfaz interactiva. Después, detallaremos todas las funciones y paquetes utilizados en la elaboración de los modelos del estudio. Por último presentaremos varias bibliotecas que han sido útiles en el tratamiento de los datos.

### 2.4.1. Desarrollo y programación de Shiny en RStudio

En nuestro estudio se han utilizado las siguientes bibliotecas del entorno Shiny: *shiny*, *shinydashboard*, *shinydashboardPlus* y *shinyWidgets*.

Sin necesidad de conocimientos en programación web, estas bibliotecas facilitan la creación de una interfaz interactiva web en R. Shiny simplifica el proceso de desarrollo de aplicaciones proporcionando un marco en el que se pueden combinar de manera efectiva el código de R y la

interfaz de usuario. Esto es posible gracias a la estructura de Shiny, que se basa en dos archivos principales:

- **UI.r:** es el archivo en el cual se define la estructura de la web app, se configuran los inputs con los cuales el usuario puede interactuar y se establecen los lugares de salida de los outputs.
- **Server.r:** en este archivo se realizan todos los cálculos y evaluaciones de la aplicación, es decir, se generan los outputs.

En nuestro proyecto, se ha utilizado *shinydashboard* para crear un tablero de control con múltiples pestañas. Además, hemos decidido emplear *shinydashboardPlus*, una biblioteca recientemente publicada, que ofrece mejores opciones de visualización, al igual que *shinyWidgets*.

Con el objetivo de crear una interfaz flexible a cualquier tipo de datos subidos por el usuario, hemos maximizado las capacidades de este lenguaje de programación. Gracias al uso de objetos reactivos y otros componentes, se ha conseguido que todas las listas de selección de variables y listas de marcado no muestren un listado predeterminado, sino que reflejen todas las variables disponibles en la base de datos cargada.

Para hacer esto posible seguimos los siguientes pasos:

- Primero, implementamos una función de carga de archivos, la cual permite subir datos en formato Excel al usuario.
- Una vez cargado el archivo, extraemos los nombres de las columnas disponibles.
- Posteriormente, utilizamos estos nombres para generar los selectores dinámicos *selectInput* y *checkboxInput* en el servidor, que posteriormente insertamos en la interfaz mediante la función *renderUI*.

De no haber ideado esta solución, no habría sido posible subir datos con columnas diferentes a las nuestras.

Asimismo, hemos querido proporcionar una buena experiencia de usuario. Para evitar la visualización de errores en las salidas, se ha programado un conjunto de mensajes en los outputs cuando no existe un conjunto de datos disponible en el servidor u otros casos.

### 2.4.2. Desarrollo y programación de modelos en RStudio

Para ajustar los modelos de nuestro estudio en el entorno de programación RStudio hemos usado las siguientes funciones:

- *lm()* de la librería *stats*, que nos permite ajustar modelos lineales.
- *step()* del mismo paquete, la cual nos permite simplificar los modelos lineales mediante el algoritmo *stepwise[]*.
- *auto.arima()* de *forecast*, la cual ajusta de manera automática la parte autorregresiva de nuestro modelo ARMAX.
- *mars()* de la librería *earth*, esta genera el modelo MARS a partir de nuestros datos.

### 2.4.3. Otras librerías

Para crear gráficos interactivos se ha usado la biblioteca *plotly*, la cual permite generar representaciones visuales, avanzadas y dinámicas de los datos seleccionados.

En cuanto a los análisis estadísticos, se ha recurrido a la biblioteca *psych* para generar resúmenes descriptivos mediante la función *describe*.

Para mejorar la manipulación y el cálculo de los datos, se han utilizado las bibliotecas *tidyverse* y *dplyr*. Estas herramientas permiten realizar operaciones complejas de manipulación de datos de manera sencilla y eficiente, facilitando así la preparación de los datos para su análisis.

Finalmente, para la gestión de archivos Excel con múltiples hojas, se ha utilizado la biblioteca *openxlsx*. Esta biblioteca permite la lectura y escritura de archivos Excel de manera directa, lo que facilita la carga y manipulación de grandes conjuntos de datos estructurados en varias hojas de cálculo.

## 2.5. Definiciones relacionadas con el fenómeno de las resistencias bacterianas

Por último trataremos con toda la terminología y conceptos relacionados con el fenómeno de las resistencias microbacterianas.

### 2.5.1. Fenómeno de resistencia bacteriana

La resistencia bacteriana es un fenómeno en el cual las bacterias desarrollan la capacidad de sobrevivir y proliferar en presencia de uno o más antibióticos que anteriormente eran efectivos para eliminarlas o inhibir su crecimiento. Este proceso puede ocurrir de manera natural a través de mutaciones genéticas aleatorias, pero se ve acelerado significativamente por el uso inadecuado o excesivo de antibióticos en la medicina humana, la veterinaria y la agricultura. Las bacterias resistentes pueden transferir sus genes de resistencia a otras bacterias, propagando el problema y creando cepas bacterianas que son cada vez más difíciles de tratar.

### 2.5.2. Definición de variables AMC y AMR

Definimos las variables AMC y AMR que están presentes en nuestro estudio.

**Definición AMC (AntiMicrobial Consumption):** esta variable se refiere al consumo de antimicrobianos, es decir, la cantidad de antibióticos utilizados en un determinado ámbito (como un hospital, una comunidad o un país) y durante un período específico. El consumo de antimicrobianos se puede medir en términos de dosis diarias definidas (DDD) por cada 1,000 habitantes o pacientes, entre otros indicadores.

**Definición AMR (AntiMicrobial Resistance):** esta variable se refiere a la resistencia a los antimicrobianos, es decir, la proporción de bacterias que han desarrollado mecanismos de resistencia frente a los antibióticos. La resistencia se mide a través de pruebas de susceptibilidad antibiótica, que determinan qué proporción de cepas bacterianas son resistentes a ciertos antibióticos en un ámbito y período específicos.

# Capítulo 3

## La base de datos

En el siguiente capítulo examinamos la base de datos utilizada en este estudio.

Esta base de datos fue proporcionada por el hospital que propuso el estudio al director de este trabajo.

A través de la realización periódica de estudios y pruebas, el centro recopiló datos sobre resistencias microbianas, consumo de antibióticos y número de hospitalizaciones. Por lo tanto, los datos tienen dimensionalidad temporal, es decir, son series temporales. Estas contienen observaciones desde 2008 hasta finales de 2022.

La base de datos incluye las siguientes tablas:

- **Tabla de Ocupación:** contiene el nivel de ocupación del hospital cada mes, es decir, la cantidad de pacientes ingresados.
- **Tabla de Consumos:** incluye el consumo diario definido por cada 1000 estancias de cada medicamento suministrado en el centro.
- **Tabla de Bacterias Resistentes:** por cada tipo de bacteria y medicamento, contiene la cantidad de microorganismos resistentes al tratamiento dado.
- **Tabla de Bacterias Sensibles:** similar a la anterior, pero registra las observaciones de bacterias sensibles.

Además, se incluyen dos diccionarios:

- Diccionario de códigos y definiciones de antibióticos.
- Diccionario de códigos y definiciones de bacterias.

# Capítulo 4

## Shiny APP: M.R.B.A.

Os presentamos M.R.B.A. (Modelización de Resistencias Bacterianas ante tratamientos Antibióticos), una aplicación Shiny diseñada para realizar estudios estadísticos sobre las resistencias bacterianas. Con esta podremos analizar el impacto de los antibióticos a través de descripciones gráficas y el desarrollo de varios modelos estadísticos.

A continuación, describimos sus principales características y funcionalidades.

M.R.B.A. permite a los usuarios subir sus propios archivos de datos, asegurando flexibilidad y operatividad incluso si las columnas difieren de las esperadas. Esta capacidad de adaptación es crucial para trabajar con diversos tipos de datos sin necesidad de ajustes previos.

La aplicación utiliza la librería Plotly para generar gráficos interactivos. Esto ofrece a los usuarios una amplia gama de funcionalidades gráficas, permitiendo visualizar los datos de manera clara y dinámica.

M.R.B.A. incluye múltiples opciones de modelización, permitiendo ajustar y personalizar modelos con variadas técnicas estadísticas. Las herramientas analíticas integradas son esenciales para el estudio de resistencias bacterianas, facilitando análisis profundos y precisos.

Una vez realizados los análisis y modelizaciones, M.R.B.A. permite descargar todos los outputs generados. Esta funcionalidad es fundamental para documentar y compartir los resultados obtenidos.

Para asegurar que la herramienta sea accesible incluso a los usuarios menos familiarizados, M.R.B.A. cuenta con una guía de uso detallada. Además, se incluyen varios puntos de información a lo largo de la aplicación, proporcionando asistencia adicional en todo momento.

La aplicación y otros recursos se encuentran en el siguiente repositorio:

<https://github.com/oscararlu/Shiny-APP-MRBA>

En este encontraréis el código que permite ejecutar la aplicación, la guía de uso detallada y ejemplos de estructuras de datos.

# **Capítulo 5**

## **Estudio estadístico y demostraciones de uso**

Con el fin de dar respuesta al problema planteado por el centro sanitario y exemplificar el uso de la aplicación M.R.B.A., desarrollaremos un estudio para modelizar resistencias bacterianas utilizando la interfaz interactiva.

En este apartado mostraremos paso a paso cómo utilizar la aplicación, detallando las decisiones tomadas en cada sección. Explicaremos e interpretaremos cada salida generada, proporcionando interpretaciones estadísticas claras. Además, presentaremos el modelo final desarrollado y las conclusiones obtenidas, explicando cómo este modelo aborda el problema de las resistencias bacterianas.

### **5.1. Modelización de las resistencias *Escherichia coli* ante la Amoxicilina**

En la siguiente sección modelizaremos las resistencias bacterianas de *Escherichia coli* (grupo) ante el tratamiento Amoxicilina/Ácido clavulánico (AMC) a través de los consumos observados en el centro sanitario de Amoxicilina/Ácido clavulánico (AMC), Amoxicilina (AMX) y Ampicilina (AMP).

#### **5.1.1. Carga de ficheros**

Para iniciar el estudio primero cargamos los datos al sistema:

## 5.1. Modelización de las resistencias Escherichia coli ante la Amoxicilina

21

The screenshot shows a user interface for data analysis. On the left, there's a sidebar with tabs for 'Excel' and 'Uploader'. Under 'Uploader', a file named 'DatosHospital - copia.xlsx' is selected, and the button 'Upload complete' is highlighted. Below this, a dropdown menu 'Seleccione tabla a visualizar' has 'Datos Resistentes' selected. At the bottom of the sidebar are buttons for 'Usar datos' and 'Borrar datos'. On the right, a data grid displays several rows of data with columns labeled 'mes', 'ecoAMK', 'ecoAMC', 'ecoCTX', 'ecoCAZ', 'ecoCXM', 'ecoCIP', and 'ecoF'. The first few rows show data for January through May 2008. A search bar at the top right says 'Search:'. At the bottom of the grid, it says 'Showing 1 to 5 of 177 entries' and includes navigation buttons for 'Previous', 'Next', and page numbers 1, 2, 3, 4, 5, ..., 36.

Figura 5.1: Demostración de uso: Carga de ficheros

Nos aseguramos de que el archivo esté en el formato correcto y revisamos todas las tablas para verificar que la información se haya cargado correctamente. Luego, para subir los datos al sistema, pulsamos el botón *Usar datos*.

### 5.1.2. Exploración descriptiva de los datos

Para conocer el comportamiento de ecoAMC, nuestra variable respuesta, acudimos a las pestañas de *Datos iniciales* y *Datos transformados*.

Seleccionamos la bacteria y antibiótico asociados a la variable y obtenemos la siguiente tabla de descriptivos:

The screenshot shows a summary of descriptive statistics for variables. At the top, there are dropdown menus for 'Seleccione bacteria:' (set to 'Escherichia coli (grupo)') and 'Seleccione antibiótico:' (set to 'AMC/Amoxicilina/Ácido clavulánico'). Below this, there are two tabs: 'Summary' and 'Descriptivos'. The 'Descriptivos' tab is active and displays a table of summary statistics for variables like ecoAMC\_res, ecoAMC\_sen, total, Ocupacion, and AMC. The table includes columns for vars, n, mean, sd, median, trimmed, mad, min, max, range, skew, kurtosis, and se. The data shows values such as 177 observations for ecoAMC\_res with a mean of 25.15 and a standard deviation of 9.26.

Figura 5.2: Demostración de uso: Tabla de descriptivos

En la tabla vemos el comportamiento de las siguientes variables:

- **ecoAMC\_res** (resistencias observadas): esta variable tiene una media de 25.15 con una desviación estándar de 9.26, lo que indica una dispersión moderada de los valores alrededor de la media respecto las otras variables. La mediana es 24.00, y el rango intercuartílico, medido por MAD (Desviación Absoluta Mediana), es de 7.41. Los valores oscilan entre 4 y 56, con un rango total de 52. La distribución presenta una ligera asimetría positiva ( $skew = 0.51$ ) y una kurtosis de 0.72, sugiriendo que la distribución es levemente más alargada que una normal.
- **ecoAMC\_sen** (sensibilidades observadas): esta variable tiene una media de 67.38 y una desviación estándar de 24.17, indicando una mayor variabilidad en comparación con ecoAMC\_res. La mediana se sitúa en 62.00, con un MAD de 22.24. Los valores van desde 10 hasta 127, lo que da un rango total de 117. La distribución también muestra una asimetría positiva ( $skew = 0.55$ ) y una kurtosis de -0.37, lo que indica una distribución ligeramente más plana que una normal.
- **Ocupación:** esta variable tiene una media de 22813.31 y una desviación estándar de 2354.53, lo que muestra una variabilidad considerable. La mediana es 22796.00 y el MAD es 2114.19. Los valores fluctúan entre 16303 y 29304, resultando en un rango total de 13001. La distribución es casi simétrica ( $skew = 0.01$ ) y presenta una kurtosis de 0.16, lo que indica una distribución cercana a la normal.
- **AMC:** con una media de 165.16 y una desviación estándar de 50.32, esta variable muestra una variabilidad significativa. La mediana es 168.51 y el MAD es 42.18. Los valores van desde 0 hasta 271.81, con un rango total de 271.81. La distribución presenta una asimetría negativa ( $skew = -0.84$ ) y una kurtosis de 1.50, lo que sugiere una distribución más alargada y con colas más pesadas.

En resumen, las variables presentan diferentes grados de dispersión y asimetría. La variable Ocupación es la que muestra una distribución más normal, mientras que AMC tiene una distribución con mayor asimetría y curtosis. Las otras variables presentan características intermedias con algunas desviaciones de la normalidad.

A continuación estudiamos mediante gráficos la variable respuesta.

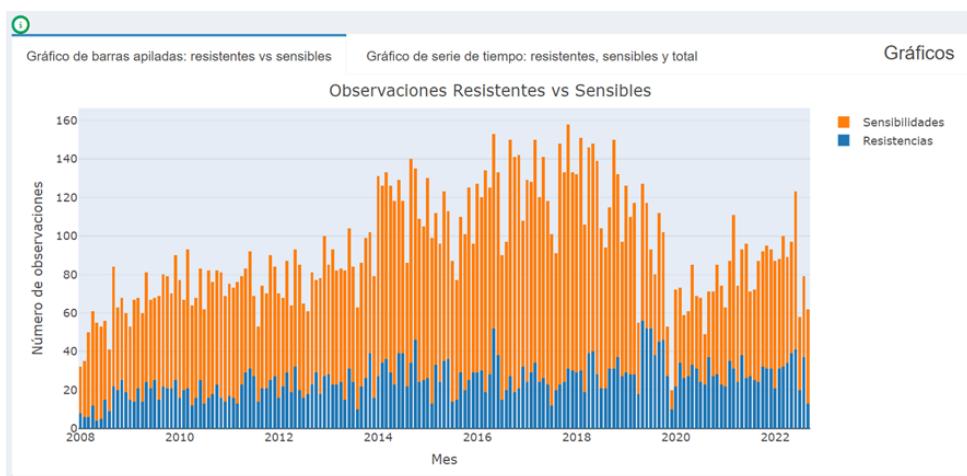


Figura 5.3: Demostración de uso: Gráfico de barras apiladas

En el gráfico de barras apiladas vemos como la cantidad de pruebas disminuye a partir de 2020, pero la cantidad de observaciones resistentes se mantiene, la cual cosa nos indica una mayor resistencia bacteriana en los últimos años.

Este comportamiento se puede observar mejor en el siguiente gráfico, donde verificamos que el total y las sensibilidades observadas disminuyen, pero las resistencias no.

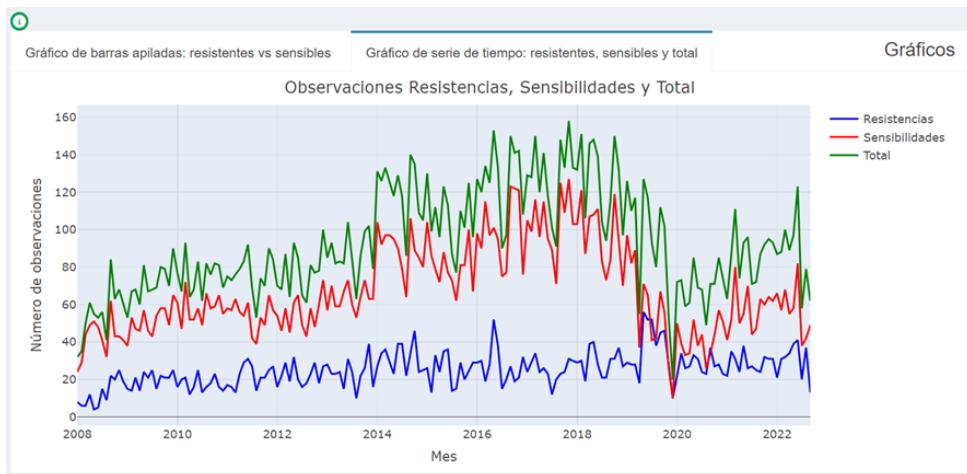


Figura 5.4: Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo

Por otro lado podemos ver la evolución de los consumos. Vemos una clara tendencia negativa en el comportamiento de estos.

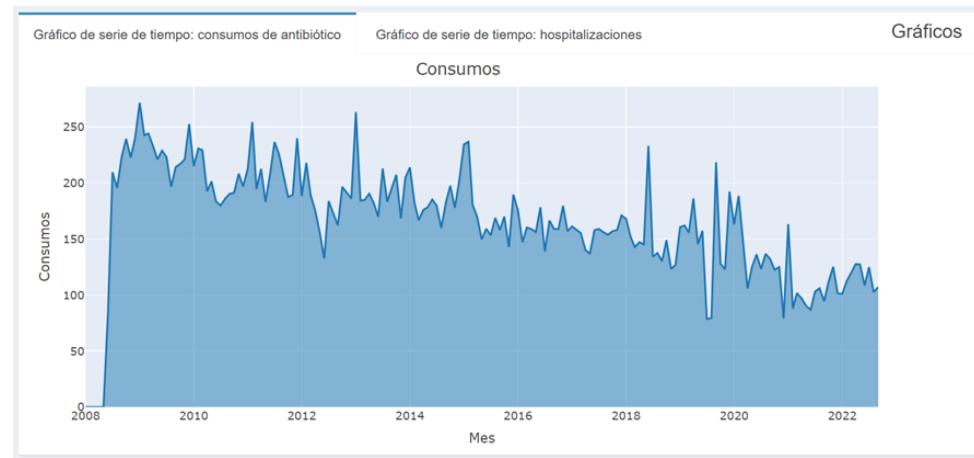


Figura 5.5: Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo

Para seguir explorando y comprendiendo los datos vamos a ver unos indicadores elaborados.

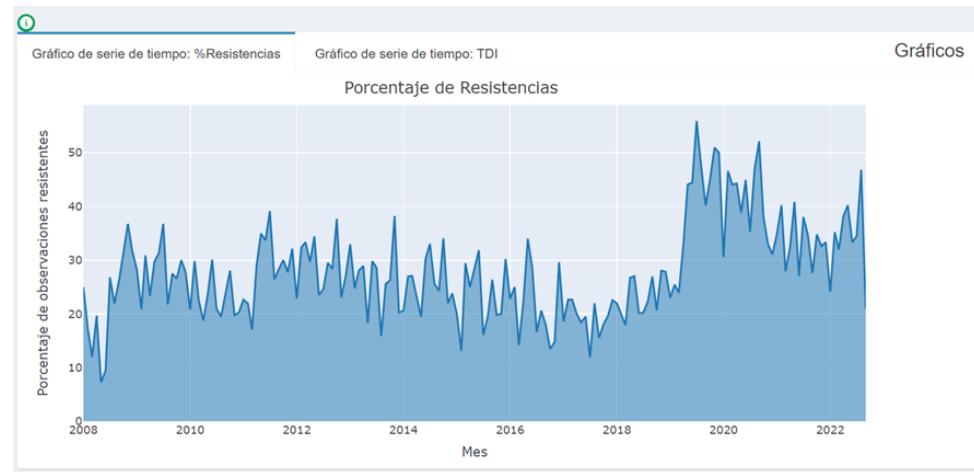


Figura 5.6: Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo: %Resistencias

En el porcentaje de resistencias vemos como efectivamente las resistencias han aumentado proporcionalmente, tal y como hemos interpretado previamente.

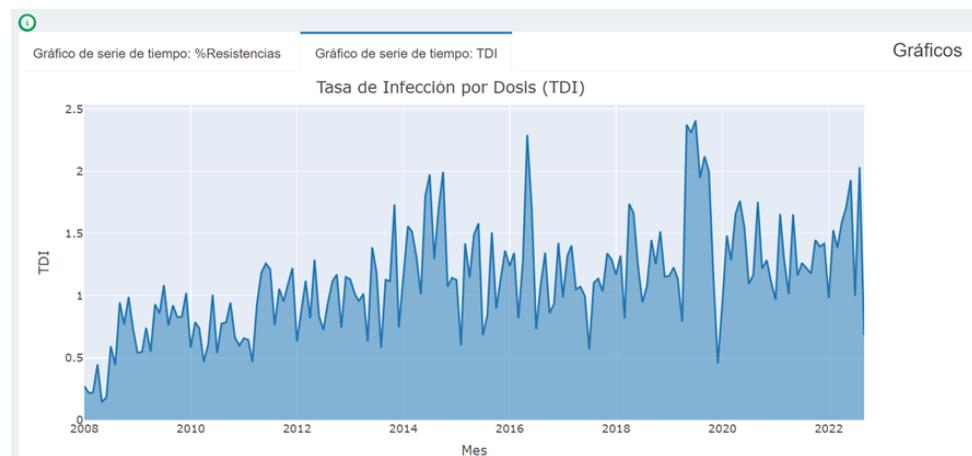


Figura 5.7: Demostración de uso: Gráfico de serie de tiempo: TDI

Por otro lado, la tasa de infección por dosis ha aumentado en los últimos años. Este aumento nos indica que cada vez más pacientes están contrayendo la infección en relación con la cantidad de dosis administradas. Esto puede deberse a una disminución en la eficacia del tratamiento y la aparición de cepas más resistentes del microorganismo. Este fenómeno sugiere la necesidad de revisar y ajustar la estrategia de suministración de antibióticos.

## Modelización

En el siguiente apartado utilizaremos la metodología que ofrece la aplicación para ajustar un modelo MARS que aborde la problemática planteada por el hospital.

### 5.1.3. Selección de variables

Primero será necesario seleccionar las variables a modelizar:

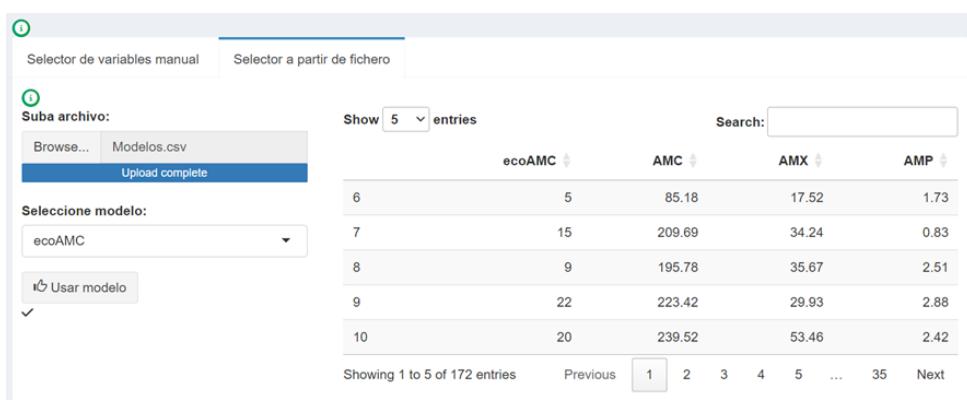


Figura 5.8: Demostración de uso: Selector de variables

Para seleccionar las variables decidimos utilizar un archivo proporcionado por el centro sanitario. Este archivo identifica, para cada variable de respuesta disponible en su base de datos, los consumos que pueden describir el comportamiento de las tolerancias bacterianas. Como mencionamos previamente, en el caso de Escherichia coli (grupo) ante el tratamiento con Amoxicilina/Ácido clavulánico (AMC), las variables Amoxicilina/Ácido clavulánico (AMC), Amoxicilina (AMX) y Ampicilina (AMP) nos serán útiles.

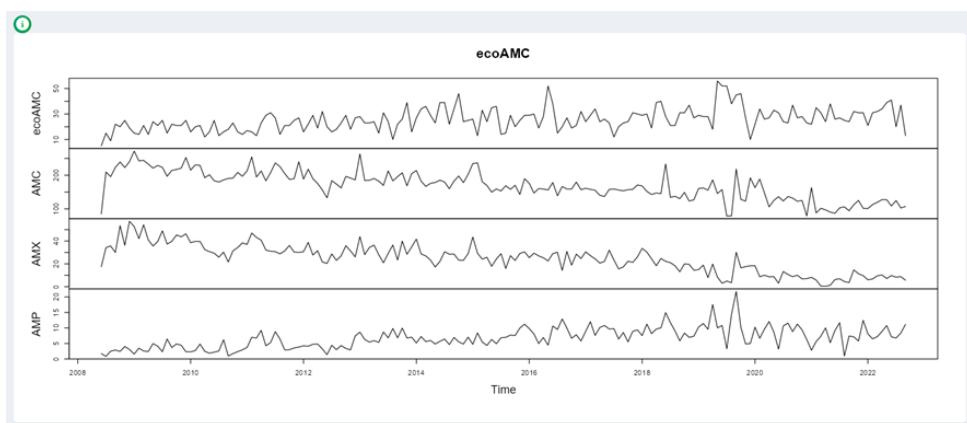


Figura 5.9: Demostración de uso: Gráfico de series temporales del modelo

#### 5.1.4. Exploración preliminar de modelos

A continuación desarrollamos una exploración preliminar de modelos. Para ello seleccionamos la cantidad de retardos de cada variable a calcular. En nuestro caso decidimos calcular uno para la variable respuesta y ocho para las variables explicativas.



Figura 5.10: Demostración de uso: Selector de retardos a partir de cifras

Después de pulsar *Ajustar modelo* podemos visualizar el ajuste de un modelo completo y otro simplificado.

##### Modelo lineal completo

El ajuste del modelo lineal completo es el siguiente:

```

Call:
lm(formula = form0, data = na.omit(df))

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-14.9701 -5.1320 -0.5873  4.4537 21.9782 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 11.1749136  7.9613651   1.404  0.16267  
ecoAMC_1     0.2179262  0.0844795   2.580  0.01094 *  
AMC_1        -0.0548180  0.02900352  -1.888  0.06113 .  
AMC_2        -0.0375844  0.02966375  -1.268  0.20688  
AMC_3         0.0333855  0.0300066   1.110  0.26896  
AMC_4         0.0792700  0.0303061   2.616  0.00990 ** 
AMC_5        -0.0137526  0.0308065  -0.446  0.65599  
AMC_6        -0.0002733  0.0299961  -0.009  0.99274  
AMC_7         0.0608540  0.02966409  2.053  0.04196 *  
AMC_8         0.0233095  0.0306583   0.760  0.44837  
AMX_1         0.0957409  0.1137701   0.842  0.40151  
AMX_2        -0.0756662  0.1154023  -0.656  0.51313  
AMX_3        -0.0025641  0.1185980  -0.022  0.98278  
AMX_4         0.0106391  0.1199280   0.089  0.92944  
AMX_5        -0.1559515  0.1219186  -1.279  0.20299  
AMX_6        -0.0241701  0.1233377  -0.196  0.84492  
AMX_7        -0.2902584  0.1214913  -2.389  0.01824 *  
AMX_8         0.0168334  0.1209458  -0.139  0.88951  
AMP_1         0.3606441  0.2473979   1.458  0.14718  
AMP_2         0.6581059  0.2511386   2.620  0.00976 ** 
AMP_3        -0.0392639  0.2581964  -0.152  0.87935  
AMP_4        -0.1237663  0.2507870  -0.494  0.62244  
AMP_5        -0.0407290  0.2505103  -0.163  0.87108  
AMP_6        -0.0597234  0.2514420  -0.238  0.81260  
AMP_7         0.0901073  0.2485634   0.363  0.71752  
AMP_8        -0.1456540  0.2421145  -0.602  0.54843  
...
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Figura 5.11: Demostración de uso: Ajuste del modelo lineal completo en la exploración preliminar

### Coeficientes y significancia estadística

En la estimación de los coeficientes vemos como varios son estadísticamente significativos, lo que nos indica que tienen un impacto considerable en la variable dependiente.

A continuación interpretamos los efectos de los coeficientes significativos:

- **ecoAMC\_1**: este coeficiente nos indica que un aumento en una unidad de ecoAMC\_1 está asociado con un aumento promedio de 0.218 en la variable dependiente. Esto sugiere que ecoAMC\_1 es una variable explicativa importante en el modelo, lo cual nos informa de la necesidad de una parte autoregresiva en nuestro modelo.
- **AMC\_4 y AMC\_7**: ambos coeficientes son positivos y significativos, lo que nos indica que incrementos en estas variables están asociados con incrementos en la variable dependiente.

Esto sugiere que ciertos aspectos de la Amoxicilina tienen un efecto positivo sobre la variable dependiente.

- **AMX\_7:** este coeficiente es negativo y significativo, lo que sugiere que un aumento en AMX\_7 está asociado con una disminución en la variable dependiente. Esto indica una relación inversa importante entre AMX\_7 y la variable dependiente.
- **AMP\_2:** con un coeficiente positivo y significativo, AMP\_2 muestra una fuerte asociación positiva con la variable dependiente, sugiriendo que aumentos en AMP\_2 resultan en aumentos sustanciales en la variable dependiente.

La mayoría de los otros coeficientes no son estadísticamente significativos bajo un nivel de confianza del 95 %, lo que implica que no hay suficiente evidencia para afirmar que tienen un efecto distinto de cero sobre la variable dependiente. La falta de significancia en estos coeficientes sugiere que estas variables explicativas no tienen un impacto fuerte o consistente en la variable dependiente y por lo tanto no aportan información al modelo.

### Evaluación del modelo

```
Residual standard error: 7.329 on 138 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4077,    Adjusted R-squared:  0.3004
F-statistic: 3.799 on 25 and 138 DF,  p-value: 2.391e-07
```

Figura 5.12: Demostración de uso: Estadísticos de ajuste del modelo lineal completo exploración preliminar

En la evaluación del ajuste del modelo, observamos que el error estándar residual es de 7.329. El coeficiente de determinación  $R^2$  es 0.4077, indicando que aproximadamente el 40.77 % de la variabilidad en la variable dependiente se explica por las variables incluidas en el modelo. El  $R^2$  ajustado es 0.3004, que a comparación con el  $R^2$ , sugiere que algunas variables no contribuyen significativamente al modelo.

La estadística F del modelo es 3.799 con 25 y 138 grados de libertad, con un valor p asociado extremadamente bajo. Esto nos indica que el modelo es estadísticamente significativo y que al menos uno de los coeficientes de las variables explicativas es diferente de cero. Esto demuestra que las variables explicativas mejoran significativamente la predicción de la variable dependiente en comparación con un modelo sin predictores.

## Validación

Si validamos el modelo mediante herramientas gráficas vemos como:

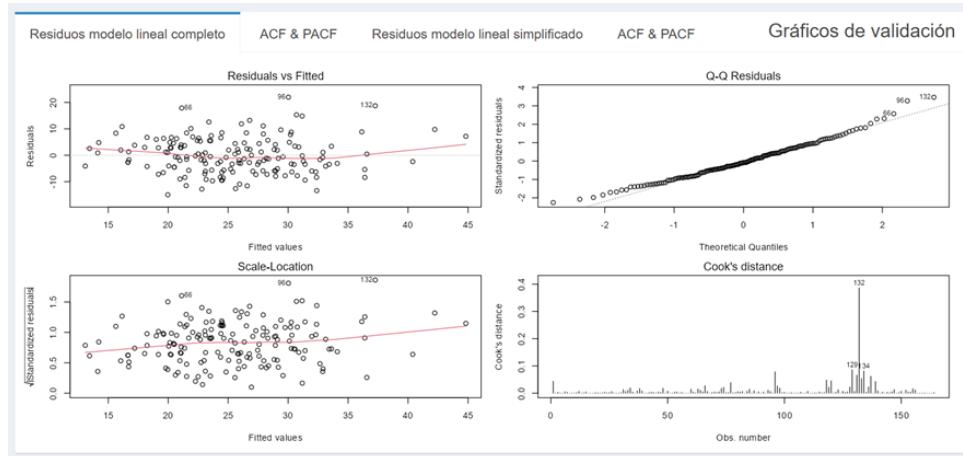


Figura 5.13: Demostración de uso: Gráficos de validación ajuste del modelo lineal completo exploración preliminar

En el primer gráfico de residuos versus valores ajustados, no observamos patrones claros en los residuos, lo que sugiere que la suposición de linealidad es razonable. En el segundo gráfico, el Normal Q-Q, a pesar de que las colas se desvían ligeramente de lo esperado en una distribución normal, consideramos a los residuos aproximadamente normales. En el tercer gráfico, Scale-Location, no vemos problemas significativos de homocedasticidad, ya que no hay una tendencia clara en la dispersión de los residuos. Finalmente, en el gráfico de apalancamiento, aunque existe algún punto influyente, lo consideraremos aleatorio.

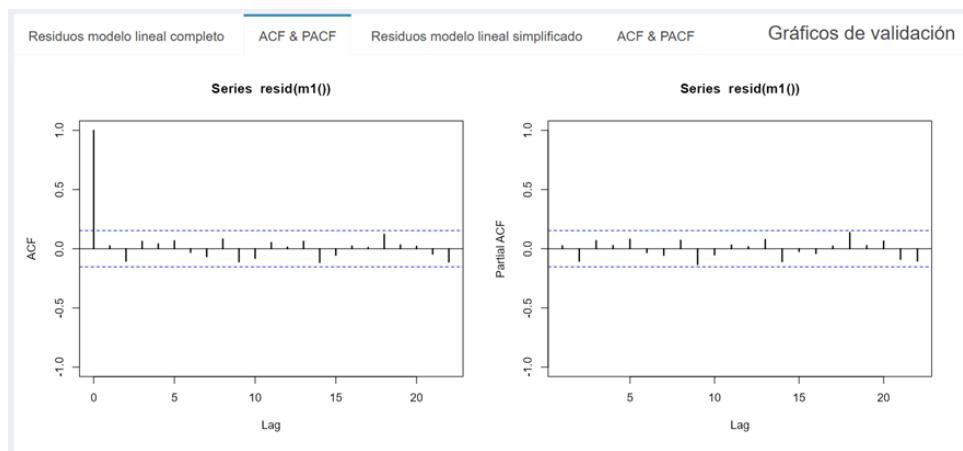


Figura 5.14: Demostración de uso: Gráfico ACF & PACF del ajuste del modelo lineal completo exploración preliminar

Por otro lado, vemos como los residuos no muestran signos de auto correlación, por lo que los consideramos independientes.

En definitiva, aún siendo un modelo validado y teniendo varios coeficientes estadísticamente significativos, el ajuste de este es mejorable. Consideramos la simplificación del modelo para mejorar su ajuste y capacidad explicativa.

## Modelo lineal simplificado

A continuación estudiamos el ajuste del modelo lineal simplificado.

```

Call:
lm(formula = ecoAMC ~ ecoAMC_1 + AMC_2 + AMC_4 + AMC_7 + AMX_5 +
    AMX_7 + AMP_2, data = na.omit(df))

Residuals:
    Min      1Q      Median      3Q      Max  
-15.0670 -4.2084 -0.6413  4.3711 21.2816 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 10.85497  4.69701   2.311  0.022140 *  
ecoAMC_1     0.21192  0.07244   2.926  0.003952 ** 
AMC_2       -0.04653  0.02157  -2.157  0.032528 *  
AMC_4       0.07188  0.02355   3.053  0.002668 ** 
AMC_7       0.06555  0.02700   2.428  0.016322 *  
AMX_5      -0.14815  0.08935  -1.658  0.099328 .  
AMX_7      -0.31123  0.10360  -3.004  0.003102 ** 
AMP_2       0.73621  0.20081   3.666  0.000337 *** 
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.07 on 156 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3768, Adjusted R-squared:  0.3488 
F-statistic: 13.47 on 7 and 156 DF,  p-value: 1.501e-13

```

Figura 5.15: Demostración de uso: Ajuste del modelo lineal simplificado exploración preliminar

## Evaluación del modelo

El modelo simplificado obtenido ha reducido el número de variables explicativas a siete: ecoAMC\_1, AMC\_2, AMC\_4, AMC\_7, AMX\_5, AMX\_7 y AMP\_2. Vemos como la gran mayoría de estas son significativas en el modelo anterior.

Los residuos del modelo simplificado tienen un rango de -15.0670 a 21.2816, con una

mediana cercana a cero y un error estándar residual de 7.07, indicando una ligera mejora en la precisión del modelo respecto al original. El  $R^2$  múltiple es 0.3768 y el  $R^2$  ajustado es 0.3488, mostrando que el 37.68 % de la variabilidad en ecoAMC se explica por las variables del modelo, mejorando en esta métrica al anterior modelo.

El modelo simplificado incluye varios coeficientes significativos. El intercepto, con un valor  $p$  menor a 0.05, indica que el valor medio de ecoAMC es aproximadamente 10.85 cuando todas las variables explicativas son cero.

Prácticamente todas las variables son altamente significativas. Por ejemplo, ecoAMC\_1 tiene un coeficiente positivo de 0.21192, sugiriendo que un aumento en ecoAMC\_1 está asociado con un incremento promedio de 0.212 en ecoAMC, mientras que AMC\_2 y AMX\_7 tienen coeficientes negativos, indicando una disminución en ecoAMC con sus respectivos aumentos.

La estadística F del modelo es 13.47 con 7 y 156 grados de libertad, y un valor  $p$  extremadamente bajo, lo que sugiere que el modelo en su conjunto es altamente significativo, mejorando al anterior.

## Validación

Veamos los gráficos de validación.

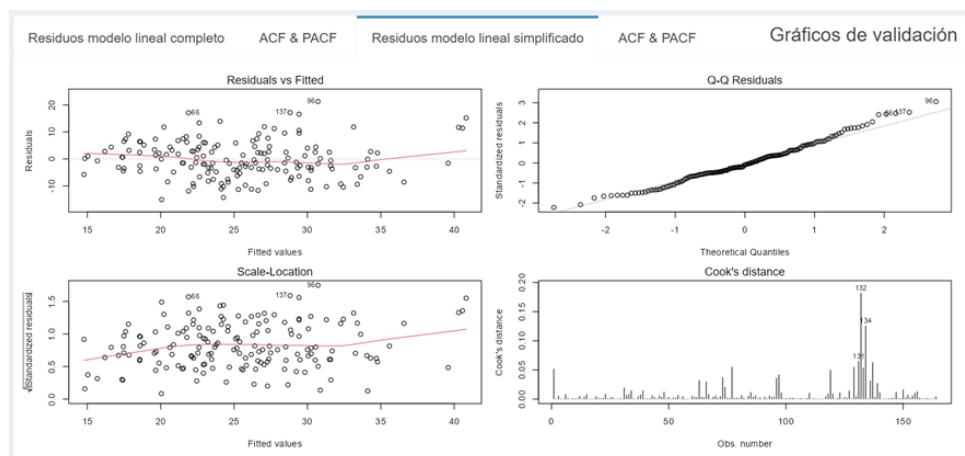


Figura 5.16: Demostración de uso: Gráficos de validación ajuste del modelo lineal simplificado exploración preliminar

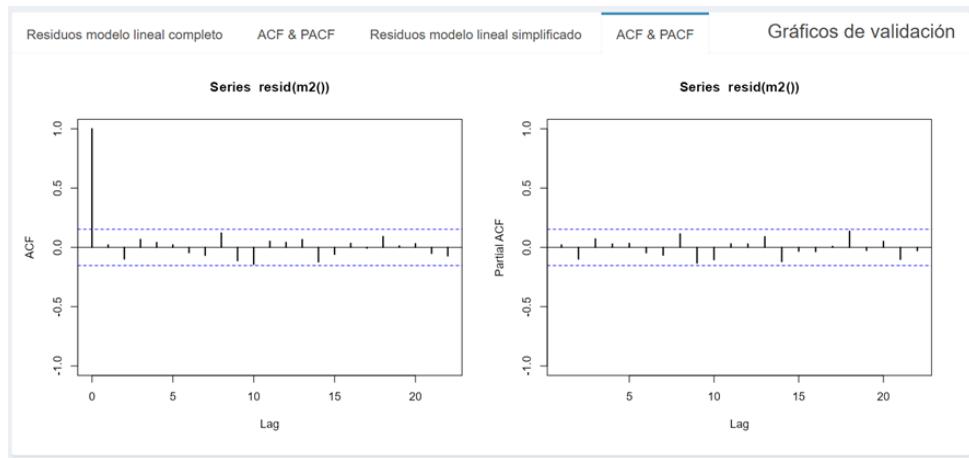


Figura 5.17: Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo lineal simplificado exploración preliminar

En la validación gráfica del modelo, observamos que este cumple con todas las suposiciones relativas a los residuos. En el gráfico de residuos versus valores ajustados, no se detectan patrones claros, lo que sugiere que la relación entre las variables es lineal. Además, el gráfico Normal Q-Q muestra que los residuos se distribuyen aproximadamente de forma normal, aunque con algunas desviaciones menores en las colas.

El gráfico Scale-Location indica que la dispersión de los residuos no presenta tendencias significativas, lo que sugiere que no hay problemas de homocedasticidad; es decir, la variabilidad de los residuos es constante a lo largo de los valores ajustados. Por otro lado, en el gráfico de apalancamiento, aunque se identifican algunos puntos influyentes, estos no son lo suficientemente significativos como para afectar el modelo. Por último en los gráficos ACF & PACF no vemos problemas en la autocorrelación de los residuos por lo que los consideramos independientes.

En resumen, el modelo simplificado ha logrado una mejora en la precisión y la significancia estadística, destacando ecoAMC\_1, AMC\_2, AMC\_4, AMC\_7, AMX\_7 y AMP\_2 como variables explicativas clave que afectan significativamente a ecoAMC.

### 5.1.5. Selección de variables de AMC

Después de estudiar los modelos hemos optado por seleccionar los retrasos del modelo simplificado para incorporarlos en el modelo MARS. Esta elección garantiza el uso de variables significativas y simplifica el procedimiento MARS.

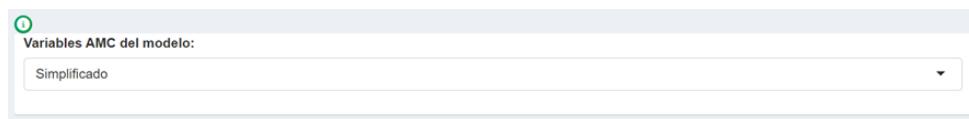


Figura 5.18: Demostración de uso: Selección de variables AMC

### 5.1.6. Ajuste del modelo ARMAX

Ahora procedemos con el ajuste del modelo ARMAX, el cual nos permitirá determinar el número de retardos para la parte autoregresiva de nuestro modelo MARS.

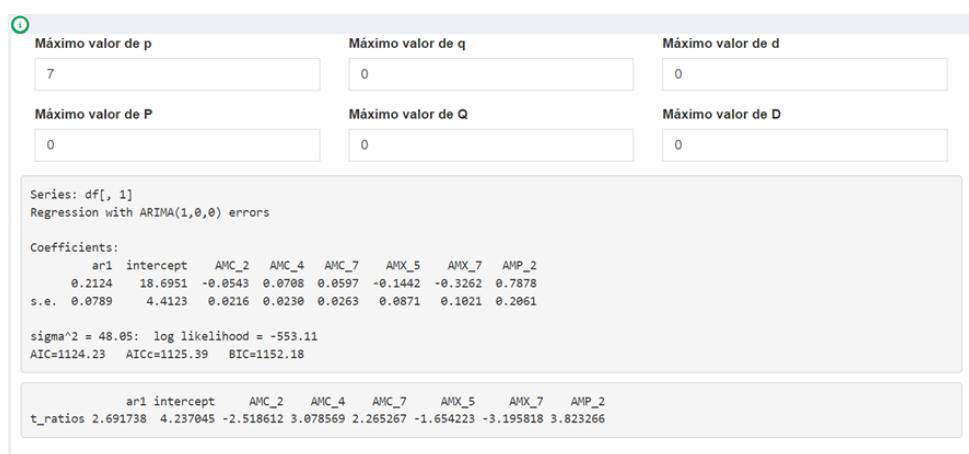


Figura 5.19: Demostración de uso: Ajuste del modelo ARMAX

Vemos como el modelo ARMAX ajustado a la serie incluye un término autorregresivo de orden 1 (AR(1)) y varias variables regresoras (AMC\_2, AMC\_4, AMC\_7, AMX\_5, AMX\_7 y AMP\_2). A continuación se presentan los aspectos más destacados del ajuste del modelo ARMAX:

#### Coeficientes y significancia estadística

El coeficiente AR(1) es significativo con un t ratio mayor a 2, lo que nos indica que el valor de la variable dependiente en el tiempo  $t$  está influenciado por su valor en el tiempo  $t - 1$ . Esto sugiere una dependencia temporal en la serie de tiempo, la cual somos capaces de capturar gracias al propio coeficiente AR(1).

El intercepto es altamente significativo (valor  $t > 2$ ), sugiriendo que, en ausencia de los efectos de las variables regresoras, la variable dependiente tiene un valor base promedio de aproximadamente 18.6951.

Que el intercepto sea significativo en el modelo nos proporciona una base sólida para confiar en las estimaciones del modelo, asegurando que se capture adecuadamente la media condicional de la serie temporal y que se interpreten correctamente los efectos de las variables explicativas y los términos autorregresivos.

AMC\_2 y AMX\_7 tienen un coeficiente negativo y significativo (valor  $t < -2$ ), indicando que un aumento en estos está asociado con una disminución en la variable dependiente.

AMC\_4, AMC\_7 y AMP\_2 son positivos y significativos (valor  $t > 2$ ), sugiriendo que un aumento en estos está asociado con un aumento en la variable dependiente.

Aunque AMX\_5 tiene un coeficiente negativo, no es estadísticamente significativo al nivel convencional (valor  $t < -2$ ), lo que sugiere que su efecto en la variable dependiente no es concluyente.

## Evaluación del modelo

El modelo tiene una varianza residual  $\sigma^2$  de 48.05, lo que nos proporciona una medida de la variabilidad de los errores no explicados por el modelo. El logaritmo de verosimilitud es -553.11, y los criterios de información AIC, AICc y BIC son 1124.23, 1125.39 y 1152.18, respectivamente. Estos valores pueden usarse para comparar este modelo con otros modelos similares para determinar el mejor ajuste.

En resumen, el modelo ARMAX con AR(1) y las variables exogenas seleccionadas nos muestran que ecoAMC tiene una dependencia temporal significativa y está influenciada por las variables AMC\_2, AMC\_4, AMC\_7, AMX\_7 y AMP\_2, con efectos tanto positivos como negativos. Las significancias de los coeficientes, como se reflejan en los  $t$  ratios, sugieren que estas variables tienen un impacto notable en la variable dependiente, con AMC\_4, AMC\_7 y AMP\_2 mostrando efectos positivos significativos y AMC\_2 y AMX\_7 mostrando efectos negativos significativos.

A continuación vemos el ajuste del modelo lineal completo:

```

Call:
lm(formula = form0, data = na.omit(df))

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-15.0485 -4.1991 -0.6029  4.3690 21.2751 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 10.89178   4.67372   2.338 0.021056 *  
ecoAMC_1     0.21213   0.07220   2.938 0.003799 ** 
AMC_2       -0.04646   0.02150  -2.162 0.032166 *  
AMC_4       0.07175   0.02345   3.059 0.002608 ** 
AMC_7       0.06558   0.02691   2.434 0.016061 *  
AMX_5      -0.14817   0.08907  -1.663 0.098225 .  
AMX_7      -0.31161   0.10323  -3.019 0.002964 ** 
AMP_2       0.73555   0.20012   3.676 0.000325 *** 
---
Signif. codes:  0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1 

Residual standard error: 7.048 on 157 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3783,    Adjusted R-squared:  0.3506 
F-statistic: 13.65 on 7 and 157 DF,  p-value: 1.009e-13

```

Figura 5.20: Demostración de uso: Ajuste modelo lineal ARMAX

Observamos que tanto el modelo lineal completo con retardos ARMAX como el modelo simple son idénticos al modelo simple de la exploración preliminar. Por lo tanto, como hemos discutido en la sección anterior, consideramos a ambos modelos válidos.

Puedes ver el resto de las figuras del ajuste y validación en el apéndice B

### 5.1.7. Modelo MARS

En esta última sección ajustamos el modelo MARS, explicamos el proceso que ha desarrollado el método y lo interpretaremos con el fin de dar solución a las problemáticas planteadas por el centro sanitario.

```
Call: earth(formula=form3, data=na.omit(df), pmethod="exh", trace=4, nprune=np, nfold=1,
nk=nk, minspan=ms, linpreds=paste0(AMR,"_",1:p))

x[165,7]:
  ecoAMC_1    AMC_2    AMC_4    AMC_7   AMX_5     AMX_7    AMP_2
1      15 195.7800 239.520 271.810 36.210 52.620000 2.510000
2       9 223.4200 222.850 242.710 57.310 42.070000 2.880000
3      22 239.5200 240.390 244.290 52.620 54.230000 2.420000
...     20 222.8500 271.810 232.960 42.070 40.900000 4.030000
165    32 127.5952 108.603 107.232  8.318  5.662732 8.870572

y[165,1]:
  ecoAMC
1      5
2     15
3      9
...    22
165   31
```

Figura 5.21: Demostración de uso: Ajuste modelo MARS: Los datos

Vemos como los datos introducidos incluyen 165 observaciones con las variables ecoAMC\_1, AMC\_2, AMC\_4, AMC\_7, AMX\_5, AMX\_7 y AMP\_2 y la variable de respuesta ecoAMC.

```
Linear predictors 1=ecoAMC_1
Forward pass: minspan 50 endspan 10  x[165,7] 9.02 kB  bx[165,10] 12.9 kB

          GRSq    RSq    DeltaRSq Pred    PredName      Cut  Terms  Par Deg
1  0.0000  0.0000        0.2201    5      AMX_5    11.369  2   3      1
2  0.1806  0.2281        0.07869   7      AMP_2    9.66   4   5      1
4  0.2250  0.2987        0.04527   1    ecoAMC_1    9< 6      1
6  0.2561  0.3440        0.03004   3      AMC_4   169.87  7   8      1
8  0.2518  0.3741

Reached nk 10
After forward pass GRSq 0.252 RSq 0.374
Forward pass complete: 9 terms, 8 terms used
```

Figura 5.22: Demostración de uso: Ajuste modelo MARS: *Forward Pass*

En el *Forward Pass* se seleccionan términos basados en la reducción del error cuadrático medio y el aumento del  $R^2$ . El modelo inicia con un intercepto y añade progresivamente variables explicativas. Al final del procedimiento el modelo alcanzó un  $GRSq$  (Generalized  $R^2$ ) de 0.252 y un  $R^2$  de 0.374 con 9 términos.

```

Exhaustive pruning: number of subsets 246    bx sing val ratio 0.0053
Subset size      GRSq      RSq  DeltaGRSq nPreds  Terms (col nbr in bx)
  1      0.0000  0.0000    0.0000      0  1
  2      0.1737  0.1937    0.1737      1  1 2
  3      0.2389  0.2755    0.0652      2  1 2 4
  4      0.2770  0.3289    0.0381      3  1 2 6 4
chosen  5      0.3050  0.3711    0.0280      4  1 2 8 4 6
  6      0.2897  0.3737   -0.0153      4  1 2 5 6 8 4

Prune exhaustive penalty 2 nprune 6: selected 5 of 8 terms, and 4 of 7 preds
After pruning pass GRSq 0.305 RSq 0.371
Selected 5 of 8 terms, and 4 of 7 predictors (pmethod="exhaustive") (nprune=6)
Termination condition: Reached nk 10
Importance: AMX_5, AMP_2, ecoAMC_1, AMC_4, AMC_2-unused, AMC_7-unused, AMX_7-unused
Number of terms at each degree of interaction: 1 4 (additive model)
GCV 53.48882    RSS 7889.115    GRSq 0.3049715    RSq 0.3711253

```

Figura 5.23: Demostración de uso: Ajuste modelo MARS: Podado

En el podado exhaustivo se evalúan 246 subconjuntos de términos para seleccionar el mejor modelo. El modelo seleccionado después de este proceso incluye 5 de 8 posibles términos y 4 de 7 posibles explicativas. Los términos seleccionados fueron basados en su importancia y contribución al modelo.

### Coeficientes y términos seleccionados

Por orden de importancia, tenemos las siguientes variables AMC seleccionadas para el modelo final:

- AMX\_5: este término fue el primero en ser seleccionado, indicando su alta importancia en el modelo.
- AMP\_2: también mostró alta importancia y fue uno de los primeros en ser seleccionado.
- ecoAMC\_1: seleccionado posteriormente, pero mostrando una contribución significativa.
- AMC\_4: incluido en el modelo final por su contribución adicional.

AMC\_2, AMC\_7 y AMX\_7, aunque fueron considerados, no se incluyen en el modelo final.

### Desempeño del modelo

Hemos obtenido un  $R^2$  Generalizado (GRSq) de 0.305. Esto nos indica que aproximadamente el 30.5 % de la variabilidad de los datos puede ser explicada por el modelo ajustado.

Por otro lado tenemos un  $R^2$  de 0.371. Esto sugiere que el modelo explica el 37.1 % de la variabilidad en la variable de respuesta.

En el Criterio de Validación Generalizado (GCV) obtenemos 53.48882. El GCV es una medida de ajuste en la cual se penaliza al modelo por la complejidad del mismo, esto nos permite comparar varios modelos con diferente número de términos.

En la Suma Residual de Cuadrados (RSS) tenemos un valor de 7889.115. Esta es la suma de los cuadrados de los residuos, una medida de la variabilidad no explicada por el modelo.

Así, aunque el modelo final explica una parte de la variabilidad en la variable de respuesta, todavía queda una cantidad considerable de variabilidad sin explicar. Esto sugiere que podría ser necesario considerar variables adicionales o realizar transformaciones de los datos para mejorar el ajuste del modelo.

## Validación

Veamos la validación del modelo:

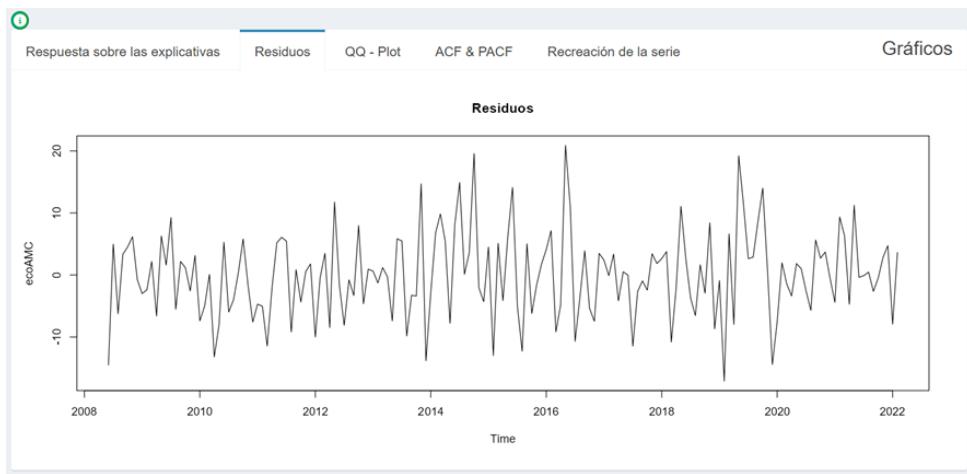


Figura 5.24: Demostración de uso: Gráfico de residuos modelo MARS

## 5.1. Modelización de las resistencias Escherichia coli ante la Amoxicilina

39

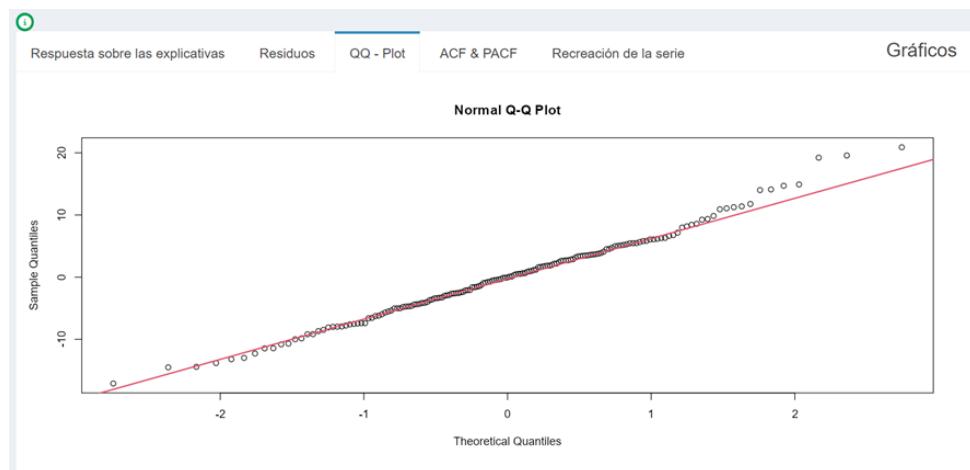


Figura 5.25: Demostración de uso: *Normal Q-Q Plot* de los residuos del modelo MARS

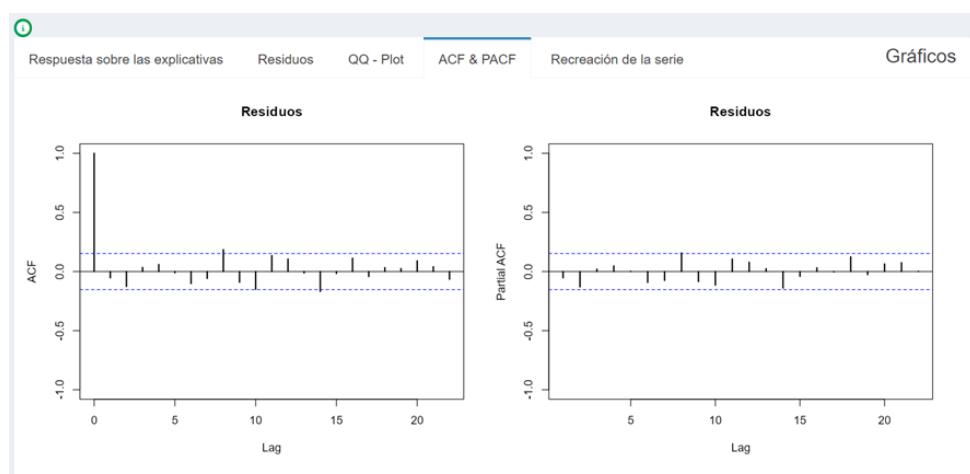


Figura 5.26: Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo MARS

En términos de linealidad y normalidad, consideramos que el modelo es válido, ya que los residuos cumplen con estas presunciones. Por otro lado, al evaluar la independencia mediante los gráficos ACF y PACF, observamos algunos retardos que sobresalen de los intervalos de confianza. Sin embargo, dado que estos retardos se encuentran lejanos, los atribuimos a la aleatoriedad y concluimos que los residuos son independientes.

## Recreación de la serie

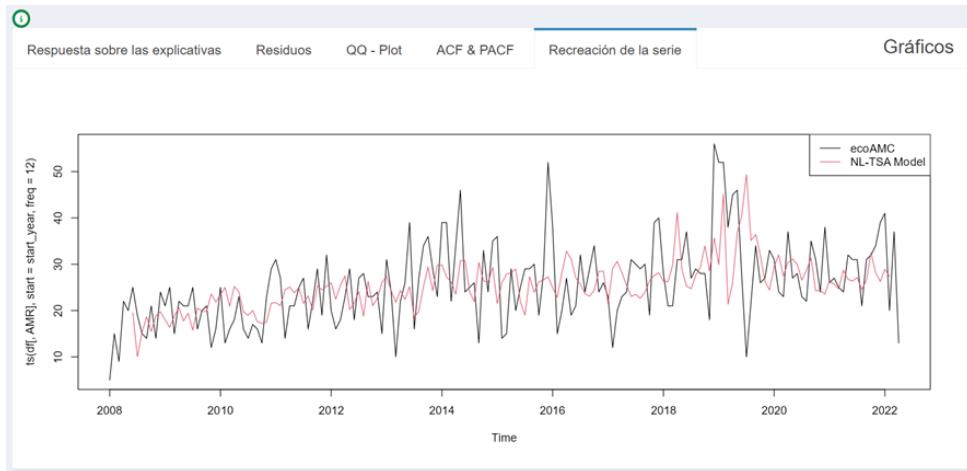


Figura 5.27: Demostración de uso: Gráfico de recreación de la serie modelo MARS

En este gráfico podemos observar las estimaciones del modelo y la serie real, lo cual nos permite visualizar cómo el modelo se ajusta a los datos y capta la variabilidad y tendencia presentes. Aunque este no logra captar completamente toda la variabilidad, sigue adecuadamente la tendencia. Concluimos que es un modelo capaz pero mejorable.

## Interpretación de los cortes generados

En un modelo MARS, los cortes son puntos específicos donde las variables explicativas se dividen para crear splines, permitiendo capturar relaciones no lineales en los datos.

En nuestro caso, la variable AMX\_5 se corta en 11.369, AMP\_2 en 9.66, ecoAMC\_1 en 9 y AMC\_4 en 169.87. Estos cortes segmentan los datos, permitiendo que el modelo ajuste diferentes pendientes a cada segmento, mejorando así su capacidad explicativa al capturar patrones complejos y no lineales.

A continuación podemos visualizar gráficamente estos segmentos para cada variable AMC, lo que nos permitirá relacionar el comportamiento de las resistencias con los retardos de los consumos introducidos en el modelo.

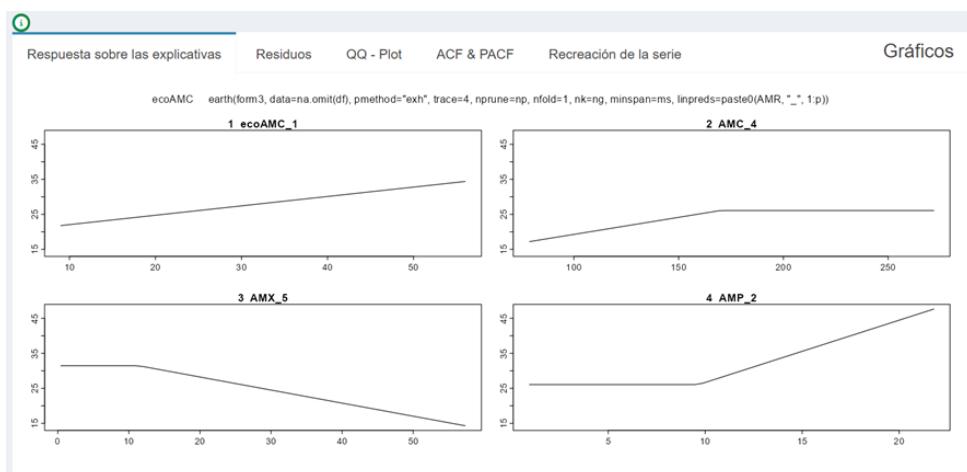


Figura 5.28: Demostración de uso: Gráfico del efecto de las variables explicativas sobre la respuesta

En los gráficos interpretamos los siguientes efectos sobre la variable dependiente para cada variable:

- **AMC\_4:** muestra un efecto creciente hasta el punto de corte y se estabiliza posteriormente. En términos de resistencias bacterianas, esto sugiere que la administración de este medicamento aumenta las resistencias hasta cierto punto, después del cual se estancan. A este comportamiento lo llamamos efecto techo.
- **AMX\_5:** indica que, a partir del punto de corte, la tendencia previamente estable comienza a disminuir. Esto puede interpretarse como que el uso de este antibiótico reduce las resistencias bacterianas después del corte, aunque nuestro verdadero interés es identificar qué medicamento desacelera las resistencias. A este comportamiento lo llamamos efecto escalonado decreciente
- **AMP\_3:** muestra que, a partir del punto de corte, se rompe la estabilidad y comienza un efecto creciente sobre la respuesta, lo que significa que las resistencias se incrementan desde este punto. A este comportamiento lo llamamos efecto umbral.
- **ecoAMC\_1:** muestra un efecto lineal, lo cual es esperado dado que esta es la parte autorregresiva del modelo ajustado y así se le ha indicado en el procedimiento.

### 5.1.8. Conclusiones modelo MARS

Hemos observado que el modelo MARS ajustado es válido; sin embargo, en términos de ajuste, podría capturar mejor la variabilidad de los datos.

En la interpretación de los puntos de corte generados por el modelo, destacamos el efecto umbral de la ampicilina (AMP\_3) sobre la variable respuesta. Este efecto indica que el uso de este medicamento provoca un aumento en las resistencias observadas en *Escherichia coli*. Por lo tanto, recomendamos evitar el uso de ampicilina en la mayoría de los tratamientos y ajustar nuevas estrategias de administración de medicamentos en el centro sanitario para mitigar el incremento de resistencias bacterianas.

# Capítulo 6

## Conclusiones

En el transcurso de este proyecto hemos logrado con éxito los objetivos propuestos. Hemos desarrollado una aplicación Shiny, la cual permite a un experto estadístico llevar a cabo un análisis detallado sobre las resistencias bacterianas observadas en un centro sanitario. Además, hemos reproducido este estudio mediante el uso de la interfaz interactiva.

A continuación presentamos las características esenciales de nuestra aplicación. Estas características demuestran cómo hemos logrado nuestro objetivo principal:

- **Interfaz Interactiva, Amigable y Guiada:** la aplicación cuenta con una interfaz intuitiva y visualmente atractiva, lo cual facilita la navegación y el uso por parte del experto estadístico. Hemos puesto especial énfasis en la facilidad de uso, asegurando que todas las funciones sean accesibles de forma sencilla. Además, hemos insertado puntos de información en toda la interfaz para guiar al usuario a través del proceso, asegurando que se comprenda cada paso y se puedan aprovechar al máximo las funcionalidades ofrecidas.
- **Opciones de Subida de Archivos:** la interfaz permite al usuario subir sus propios archivos de datos, lo que proporciona flexibilidad y la posibilidad de trabajar con datos reales. La aplicación está adaptada para que, en caso de que las columnas sean distintas a las esperadas, esta siga siendo funcional.
- **Herramientas Gráficas Interactivas:** nuestra aplicación web utiliza *Plotly* para la generación de gráficos. Esta es una librería que permite la creación de gráficos interactivos, así, proporcionamos una amplia variedad de funcionalidades al usuario.
- **Modelización:** en la interfaz se han incluido numerosas opciones de modelización, las cuales permiten al usuario ajustar y personalizar los modelos según sus necesidades. Esto incluye una amplia variedad de técnicas estadísticas y herramientas analíticas que son esenciales para el estudio de las resistencias bacterianas.

- **Opción de Descarga:** a modo de complemento hemos hecho posible la descarga de todos los *outputs* del apartado de modelización.
- **Guía de Uso Extensa:** hemos desarrollado una guía de uso detallada, la cual proporciona instrucciones paso a paso sobre cómo utilizar todas las funciones disponibles. Esta guía asegura que incluso aquellos usuarios menos familiarizados con la herramienta puedan utilizarla de manera efectiva.

En resumen, la aplicación creada no solo cumple con el objetivo principal, sino que también ofrece una plataforma robusta y flexible que puede adaptarse a diversas necesidades analíticas. La combinación de una interfaz interactiva, opciones de modelización avanzadas, asistencia visual y una guía de uso completa garantiza que la herramienta sea útil y efectiva para el trabajo de un experto.

Por otro lado, en el marco de nuestro trabajo, también hemos llevado a cabo un estudio sobre resistencias bacterianas utilizando la aplicación. Esto nos ha permitido poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo del grado, además de mostrar un ejemplo del uso del aplicativo, demostrando cómo un experto en estadística puede aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece la aplicación.

Los resultados obtenidos en el estudio nos han permitido interpretar los efectos del consumo de agentes antibacterianos sobre las resistencias observadas. En particular, en el caso de estudio sobre *Escherichia coli* hemos identificado que el uso de ampicilina promueve las resistencias observadas en esta bacteria. Por lo tanto, recomendamos al centro médico actualizar la estrategia de suministro de medicamentos, sugiriendo que se disminuya el uso de este medicamento para mitigar las resistencias en la bacteria.

Con la mirada puesta en el futuro, planteamos la creación de una nueva versión de la aplicación. Esta iría dirigida a los médicos e investigadores de un centro sanitario, incluso para aquellos sin conocimientos estadísticos avanzados. El objetivo sería permitirles monitorear las resistencias bacterianas y, en base a los resultados obtenidos, tomar decisiones informadas sobre qué antibióticos utilizar o evitar. Concretamente, planteamos un diseño de aplicación que, a través de preguntas e información proporcionada, permita a los médicos validar modelos predefinidos.

Personalmente, la elaboración de este proyecto ha supuesto un gran reto. El uso de las bibliotecas Shiny y los modelos ARMAX y MARS me ha llevado a descubrir nuevos conceptos y aplicaciones en el ámbito de la estadística.

He tenido que recurrir a mi capacidad de aprendizaje autónomo, apoyándome en la sólida base proporcionada por la formación académica del grado. Esta combinación de autoaprendizaje y conocimientos me ha permitido superar con éxito los objetivos planteados y todos los obstáculos surgidos durante el desarrollo del proyecto.

Esta experiencia ha implicado un enriquecimiento significativo para mi formación profesional, reforzando mi motivación para continuar explorando estas áreas de estudio y desarrollo en el futuro.

Ha sido una valiosa oportunidad para crecer y aprender. Me siento profundamente agradecido por la experiencia y emocionado por las oportunidades que el futuro me puede ofrecer como profesional en el campo de la estadística.

# Bibliografía

Brockwell, P. J. (2010). *Introduction to time series and forecasting*. Springer, New York.

Friedman, J. H. (1991). Multivariate adaptive regression splines. *The Annals of Statistics*, 19(1):1–67.

Laxminarayan, R., Duse, A., Wattal, C., Zaidi, A. K. M., Wertheim, H. F. L., Sumpradit, N., Vlieghe, E., Hara, G. L., Gould, I. M., Goossens, H., Greko, C., So, A. D., Bigdeli, M., Tomson, G., Woodhouse, W., Ombaka, E., Peralta, A. Q., Qamar, F. N., Mir, F., Kariuki, S., Bhutta, Z. A., Coates, A., Bergstrom, R., Wright, G. D., Brown, E. D., and Cars, O. (2013). Antibiotic resistance—the need for global solutions. *The Lancet Infectious Diseases*, 13(12):1057–1098.

Organización Mundial de la Salud (2019). Sistema mundial de vigilancia de la resistencia a los antimicrobianos: protocolo de implementación temprana para la inclusión de candida spp. Technical documents.

Posit (s. f.). Shiny widget gallery. Disp. en <https://shiny.posit.co/r/gallery/widgets/widget-gallery/>. Cons. 2024-05-21.

R Interface (s. f.). shinydashboardplus. <https://rinterface.github.io/shinydashboardPlus/articles/shinydashboardPlus.html>. Cons. 2024-03-30.

RDocumentation (s. f.). mars.to.earth. <https://www.rdocumentation.org/packages/earth/versions/2.0-4/topics/mars.to.earth>. Cons. 2024-06-05.

RStudio (s. f.a). Shiny. <https://www.rstudio.com/products/shiny/>. Cons. 2024-03-02.

RStudio (s. f.b). shinydashboard. <https://rstudio.github.io/shinydashboard/>. Cons. 2024-03-05.

Stack Overflow (s. f.). Stack overflow. <https://stackoverflow.com/>. Cons. 2024-05-21.

World Health Organization (2023). Antimicrobial resistance. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>. Cons. 2024-06-07.

# Apéndice A

## Guía de Uso

La siguiente guía de uso abarca todos los apartados de la aplicación y describe sus funcionalidades, las cuales permiten realizar un estudio sobre las resistencias microbacterianas.

A continuación recorreremos todas las pestañas presentes en la aplicación.

### Carga de ficheros

Para iniciar el estudio, primero, es necesario cargar los datos al sistema. Debes subir un archivo Excel y este debe contener las siguientes hojas:

- **Ocupacion:** contiene el nivel de ocupación del hospital cada mes, es decir, la cantidad de pacientes ingresados.
- **ConsumosDDDpor1000Estancias:** incluye el consumo diario definido por cada 1000 estancias de cada medicamento suministrado en el centro.
- **ResultadosSensibles:** por cada tipo de bacteria y medicamento, contiene la cantidad de microorganismos resistentes al tratamiento dado.
- **ResultadosResistentes:** similar a la anterior, pero registra las observaciones de bacterias sensibles.
- **DiccionarioConsumos:** codificaciones de todos los antibióticos.
- **DiccionarioResistencias:** codificaciones de todas las bacterias.

En el repositorio donde se encuentra la aplicación encontrarás un ejemplo de estructura del archivo.

Una vez has subido el archivo puedes seleccionar qué tabla quieres visualizar.

Para finalizar este apartado, si los datos son los deseados, pulsa el botón *Usar datos*. Si después deseas eliminarlos, pulsa el botón *Borrar datos*.

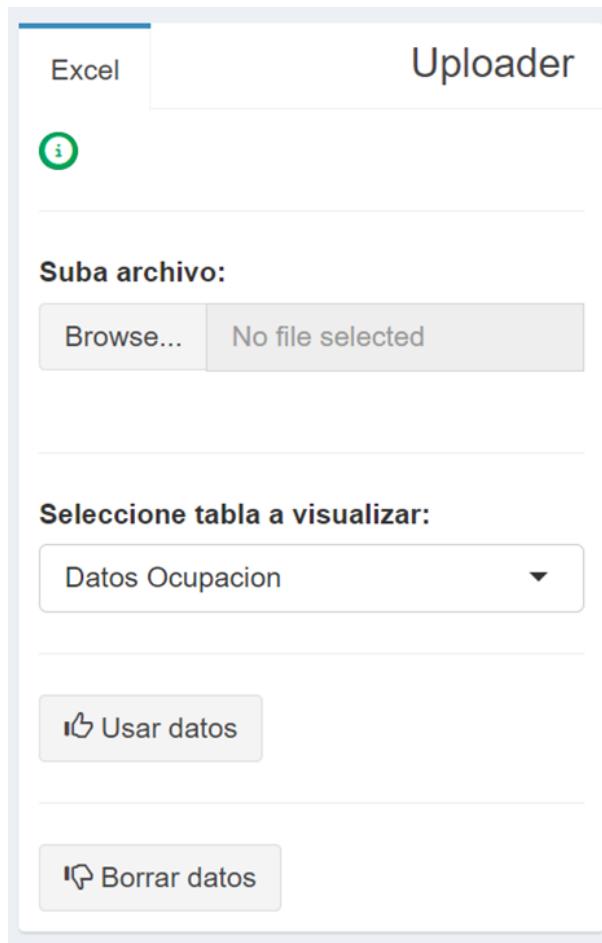


Figura A.1: Guía de uso: Carga de ficheros

## Datos iniciales

En el siguiente apartado se muestran varios descriptivos y gráficos de los datos.

Puedes seleccionar qué observaciones ver según bacteria y antibiótico.

Los listados de selección se generan a partir de los datos introducidos, por lo que estas viendo todos los datos disponibles en tu tabla.

En el caso que no existan observaciones para la combinación seleccionada, estas no se mostrarán en la tabla de descriptivos\* y se indicará con un mensaje en los gráficos.

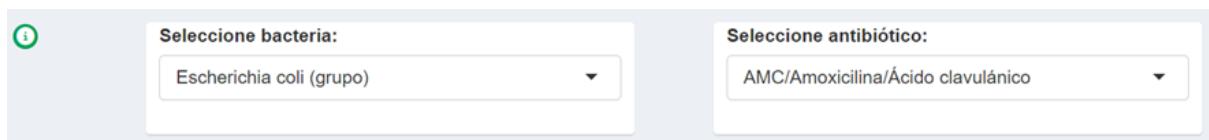


Figura A.2: Guía de uso: Seleccionadores

En la tabla de descriptivos visualizarás un resumen de las siguientes variables:

- Cantidad de bacterias resistentes al antibiótico.\*
- Cantidad de bacterias sensibles al antibiótico.\*
- Cantidad de bacterias en la prueba con ese antibiótico.\*
- Consumos DDD por 1000 estancias del antibiótico.
- Ocupación del hospital.

Summary		Descriptivos				
<b>vars n mean sd median</b>						
ecoAMC_res	1 177	25.15	9.26	24.00		
ecoAMC_sen	2 177	67.38	24.17	62.00		
total	3 177	92.53	28.39	87.00		
Ocupacion	4 177	22813.31	2354.53	22796.00		
AMC	5 177	165.16	50.32	168.51		
		trimmed	mad	min	max	range
ecoAMC_res		24.74	7.41	4	56.00	52.00
ecoAMC_sen		65.83	22.24	10	127.00	117.00
total		91.45	28.17	20	158.00	138.00
Ocupacion		22804.86	2114.19	16303	29304.00	13001.00
AMC		168.08	42.18	0	271.81	271.81
		skew	kurtosis	se		
ecoAMC_res		0.51	0.72	0.70		
ecoAMC_sen		0.55	-0.37	1.82		
total		0.33	-0.57	2.13		
Ocupacion		0.01	0.16	176.98		
AMC		-0.84	1.50	3.78		

Figura A.3: Guía de uso: Summary datos iniciales

Después puedes visualizar varios gráficos. Estos son interactivos y ofrecen múltiples opciones, como hacer zoom, seleccionar variables e incluso descargar la figura en formato PNG.

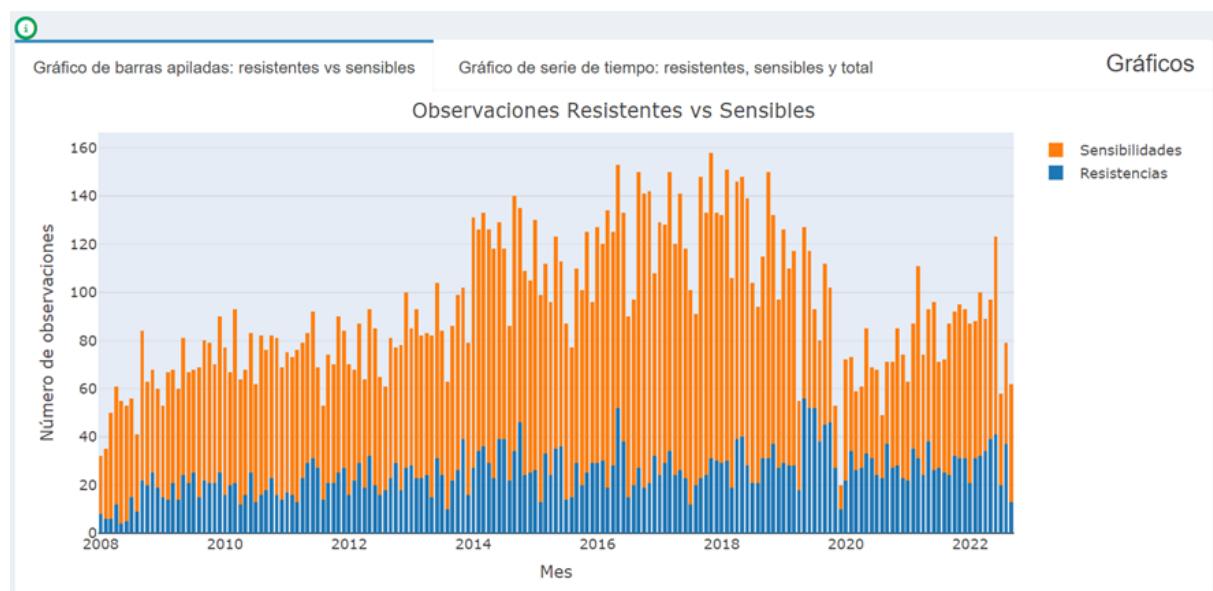


Figura A.4: Guía de uso: Gráficos interactivos

## Datos elaborados

En la siguiente pestaña se muestran varios gráficos de variables elaboradas. Estos se crearán a partir de la selección de bacteria y antibiótico que tienes disponible.

The interface includes two dropdown menus: "Seleccione bacteria:" containing "Escherichia coli (grupo)" and "Seleccione antibiótico:" containing "AMC/Amoxicilina/Ácido clavulánico".

Figura A.5: Guía de uso: Seleccionadores

En cuanto a los gráficos mostrados, primero encontramos el porcentaje de bacterias resistentes de la prueba respecto el total y segundo encontramos la tasa de infección por dosis.

Al igual que en la página anterior, puedes interaccionar con los gráficos.

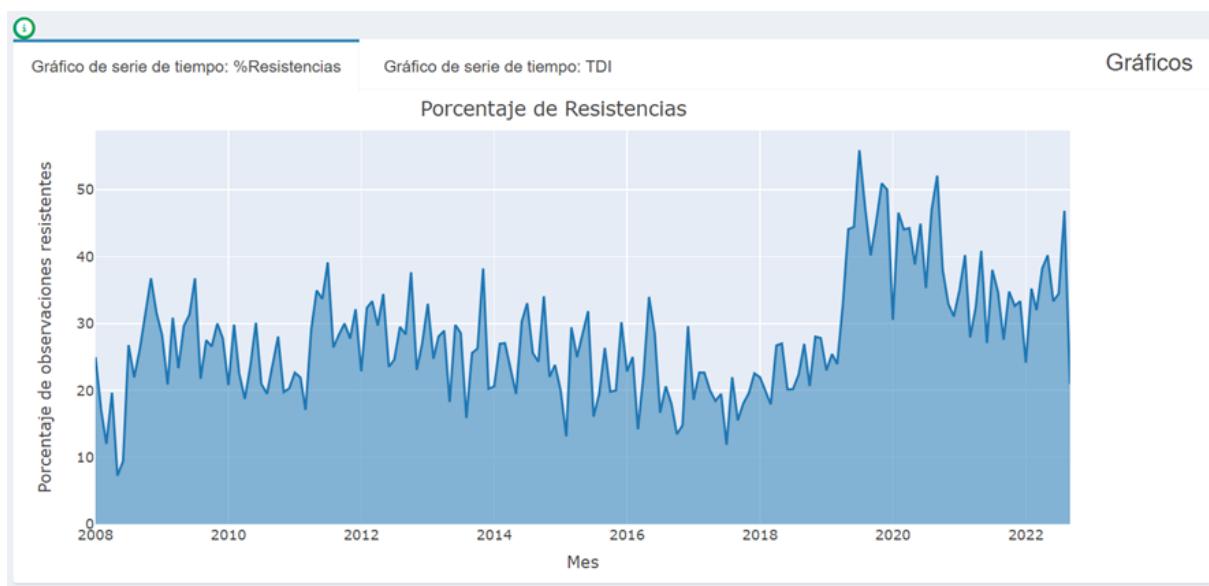


Figura A.6: Guía de uso: Gráficos interactivos

## Modelización

En este apartado se elaborarán varios modelos con el objetivo de obtener un modelo MARS válido. El proceso de exploración y modelización consta de las siguientes etapas:

### *Selección de variables a modelizar*

Primero es necesario seleccionar las variables para usar en el modelo. Ten en cuenta que la variable respuesta será la utilizada a lo largo de toda la modelización. Después, se trabajará con los retardos deseados de cada variable para la parte explicativa.

Las variables se pueden seleccionar de dos maneras.

Por un lado, se pueden seleccionar a partir de las columnas presentes en las tablas de consumos y resistencias. Una vez seleccionado el modelo, haz clic en el botón *Usar modelo*.

The screenshot shows a user interface for variable selection. At the top, there are two tabs: "Selector de variables manual" and "Selector a partir de fichero". Below the tabs, there is a section titled "Seleccione variable respuesta / AMR:" containing a dropdown menu with "ecoAMK" selected. To the right of this is a button labeled "Usar modelo".

Below this, there is a section titled "Seleccione variables explicativas / AMC:" containing a large list of variables represented by checkboxes. Some variables are checked, such as "AMC", "AMK", "AMP", "AMX", "AZM", "AZT", "CAZ", "CFM", "CFR", "CIP", "CLI", "CLO", "CLR", "COL", "CRO", "CTR", "CTX", "CXM", "CZO", "DAP", "DOX", "ERY", "ETP", "FEP", "FLU", "FOS", "GEN", "IMP", "ITR", "LNZ", "LVX", "MEM", "MFX", "MIC", "MNO", "MTR", "NIT", "NOR", "PEN", "POS", "SFD", "TEC", "TGC", "TOB", "TZP", "VAN", "VOR", "AMIN", "BLIN", "CARB", "CEF1", "CEF2", "CEF3", and "MACR".

Below the variable lists, there is a "Show" dropdown set to "5 entries" and a "Search:" input field.

The main area displays a table with five rows of data:

	ecoAMK	AMC	AMK	AMP
6	0	85.18	1.99	1.73
7	0	209.69	6.3	0.83
8	1	195.78	2.76	2.51
9	1	223.42	3.52	2.88
10	0	239.52	2.77	2.42

At the bottom left, it says "Showing 1 to 5 of 172 entries". At the bottom right, there are navigation buttons for "Previous", page numbers (1, 2, 3, 4, 5, ..., 35), and "Next".

Figura A.7: Guía de uso: Selector de variables manual

Por el otro lado, puedes utilizar las variables en modelos predefinidos. Para ello debes cargar un archivo en formato CSV. En este archivo, la primera fila debe contener la variable de respuesta y las filas siguientes deben incluir las variables explicativas, con cada columna representando un modelo. Si el archivo está correctamente formulado y las variables están presentes en la tabla cargada, el sistema lo procesará y mostrará los modelos disponibles. Una vez seleccionado el modelo, haz clic en el botón *Usar modelo*.

De este archivo también hay una muestra en el repositorio.

Figura A.8: Guía de uso: Seleccionador a partir de fichero

A continuación podrás ver el gráfico de las series temporales:

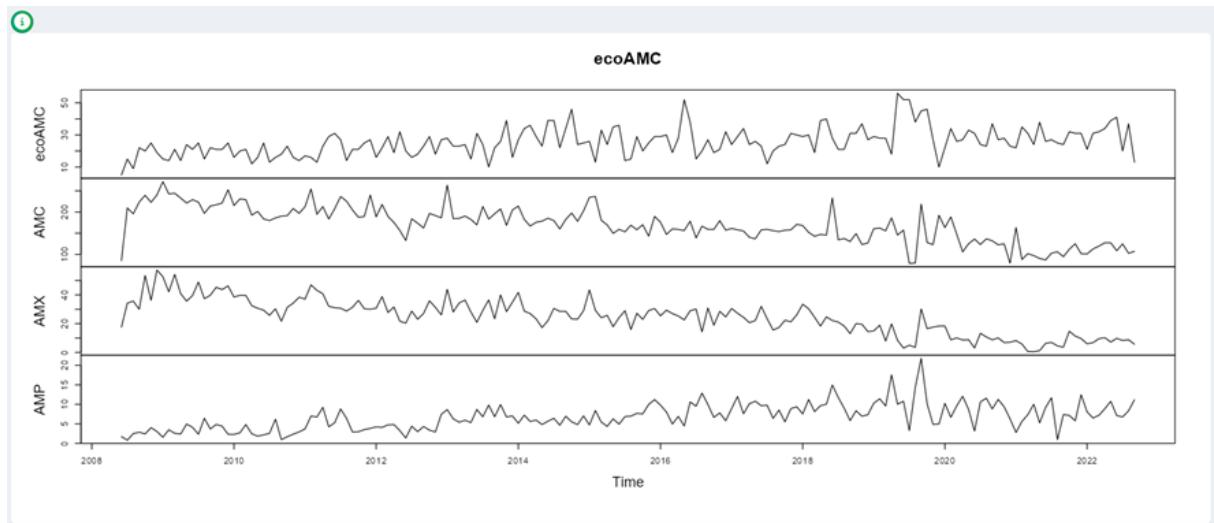


Figura A.9: Guía de uso: Gráfico de series temporales

### *Exploración preliminar*

Así, una vez seleccionadas las variables puedes iniciar la fase de exploración preliminar de modelos.

En esta etapa debes seleccionar la cantidad de retardos AMR y AMC a ajustar en modelos lineales. Ten en cuenta que los retardos seleccionados de las variables AMC serán los utilizados

en el resto del estudio.

Puedes indicar el número de retardos a calcular para cada variable y ajustar los modelos pulsando *Ajustar modelo*. También tienes la opción de quitar y recuperar el intercept del modelo pulsando el botón *intercept*.

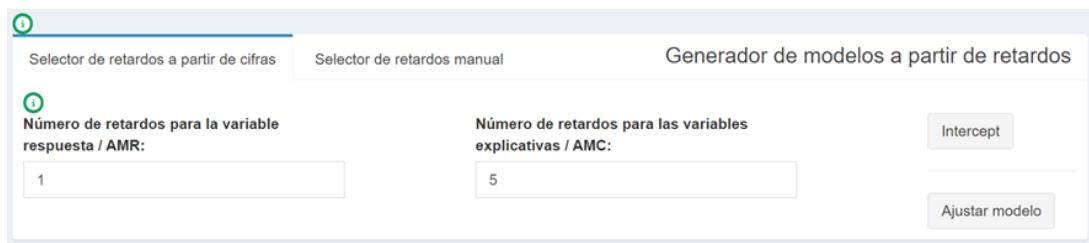


Figura A.10: Guía de uso: Selector de retardos a partir de cifras

Por otro lado, también puedes seleccionar los retardos específicos a calcular y pulsar el botón *Ajustar modelo* cuando tengas la selección deseada. También tienes la opción de eliminar y recuperar el intercept del modelo pulsado el botón *intercept*.

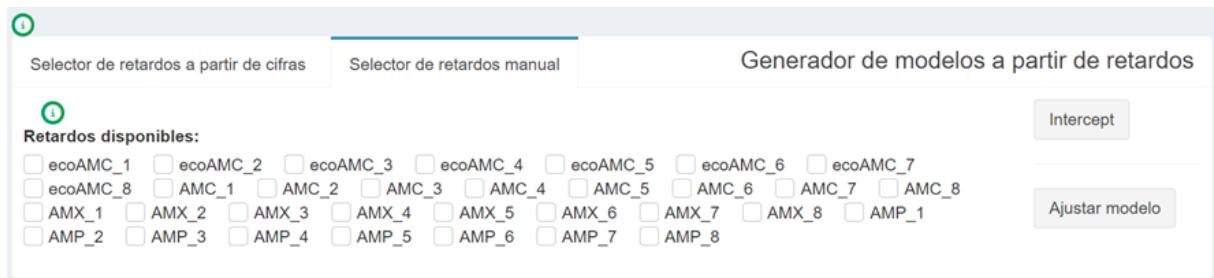


Figura A.11: Guía de uso: Selector de retardos manual

A continuación se ajustan modelos lineales a partir de los retardos seleccionados.

Primero se muestra el modelo completo y segundo se muestra un modelo simplificado.

```

Call:
lm(formula = form0, data = na.omit(df))

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-15.0814 -4.7047 -0.3088  3.6810 22.1295 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 15.132078   6.561614   2.306  0.02247 *  
ecoAMC_1     0.245836   0.079217   3.103  0.00229 ** 
AMC_1        -0.057472   0.028229  -2.036  0.04352 *  
AMC_2        -0.029387   0.028688  -1.024  0.30732    
AMC_3         0.035537   0.028796   1.234  0.21910    
AMC_4         0.082310   0.028927   2.845  0.00506 ** 
AMC_5        -0.006004   0.029395  -0.204  0.83843    

```

Figura A.12: Guía de uso: Ajuste del Modelo Lineal completo preliminar

El modelo simplificado esta construido mediante el método *stepwise* y puedes escoger el criterio de selección que este usará.

Criterio de selección de modelo:

AIC

```

Call:
lm(formula = ecoAMC ~ ecoAMC_1 + AMC_1 + AMC_4 + AMX_5 + AMP_2,
    data = na.omit(df))

Residuals:
    Min      1Q  Median      3Q     Max 
-15.4650 -4.6636 -0.3472  4.0469 21.3294 

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)    
(Intercept) 15.63169   4.45887   3.506  0.000590 *** 
ecoAMC_1     0.24051   0.07150   3.364  0.000961 *** 

```

Figura A.13: Guía de uso: Ajuste del Modelo Lineal simplificado preliminar

Por último, puedes validar los modelos mediante los siguientes gráficos:

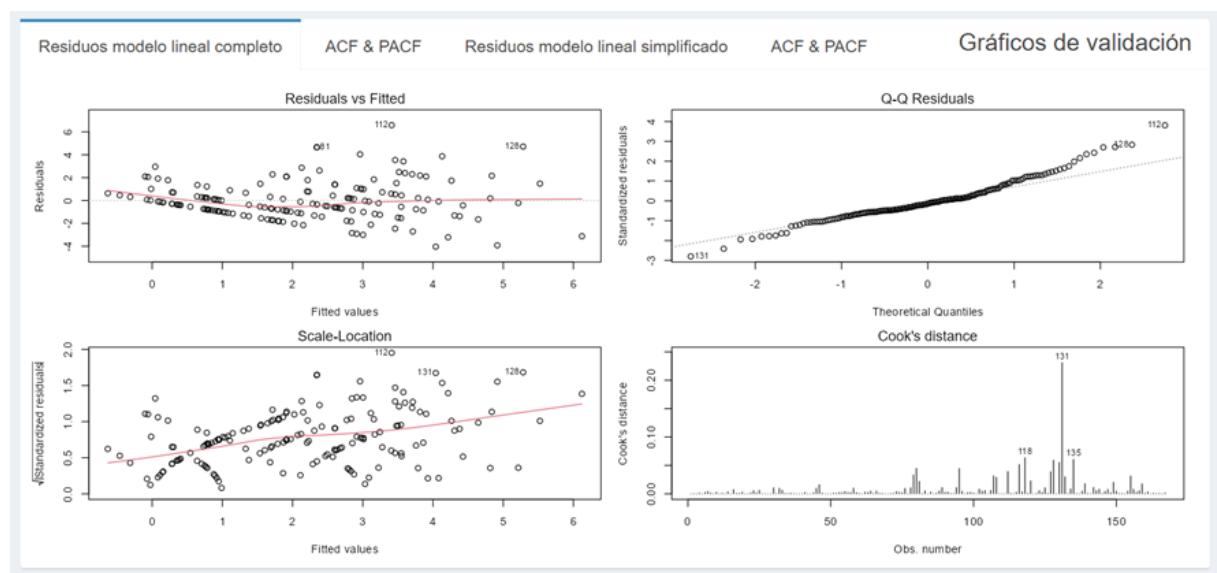


Figura A.14: Guía de uso: Validación modelos preliminares

### Selección retardos AMC

Una vez exploradas las variables y sus retardos, a partir de los modelos previamente ajustados, selecciona que retardos quieres usar para el resto del estudio. Puedes seleccionar los del modelo completo o los resultantes del método *stepwise*. Ten en cuenta que estos retardos serán los introducidos en los modelos ARMAX y MARS.

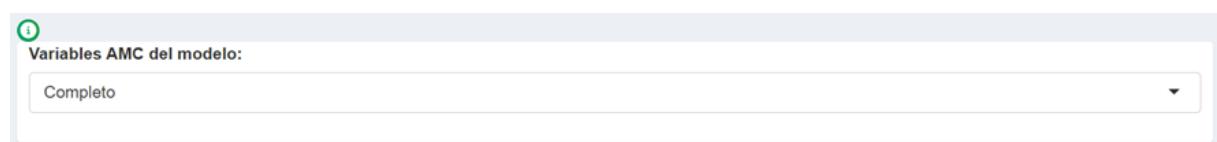


Figura A.15: Guía de uso: Seleccionador de variables AMC

### Ajuste del modelo ARMAX

Con el objetivo de conocer que retardos AMR usar se ajusta un modelo ARMAX. Este se construye a partir de la función *auto.arima()*. Por lo tanto, puedes indicar al procedimiento los valores máximos de cada parámetro. Después de esta selección se muestran el modelo ajustado y los t-ratios.

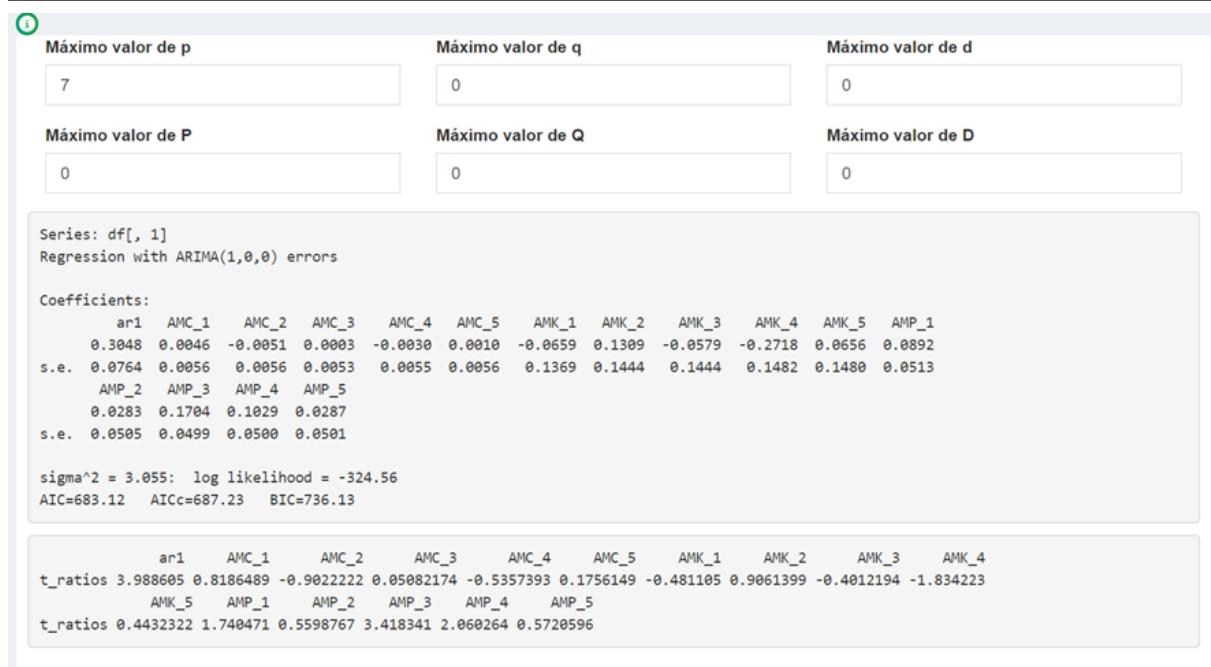


Figura A.16: Guía de uso: Selector de parámetros y ajuste del modelo ARMAX

A continuación se ajustan los modelos lineales a partir de las variables presentes en el modelo ARMAX.



Figura A.17: Guía de uso: Ajuste del modelo lineal completo y simplificado

Después puedes validarlos gráficamente:

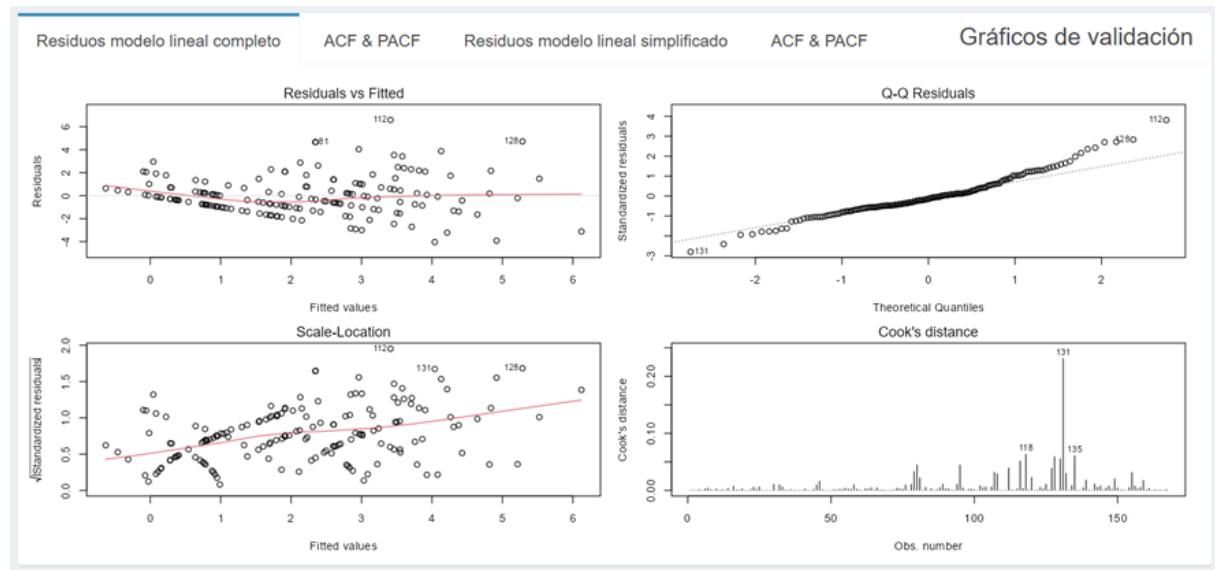


Figura A.18: Guía de uso: Validación modelos ARMAX

### Ajuste del modelo MARS

Una vez seleccionadas todas las variables para la parte explicativa se modeliza un MARS.

Primero se muestra el output del procedimiento:

```

Call: earth(formula=form3, data=na.omit(df), pmethod="exh", trace=4, nprune=np, nfold=1, nk=nk, minspan=ms,
           linpreds=paste0(AMR, "_", 1:p))

x[167,3]:
  ecoAMK_1      AMP_1 AMP_3
1          0  0.83000 2.880
2          1  2.51000 2.420
3          1  2.88000 4.030
...         0  2.42000 3.050
167        0 10.79035 6.762

y[167,1]:
  ecoAMK
1          0
2          0
3          1
...         1
167        1

Linear predictors 1=ecoAMK_1
Forward pass: minspan 50 endspan 8   x[167,3] 3.91 kB   bx[167,10] 13 kB

```

Figura A.19: Guía de uso: Output del modelo MARS

Y después se muestran varios gráficos de utilidad para validar e interpretar el modelo.

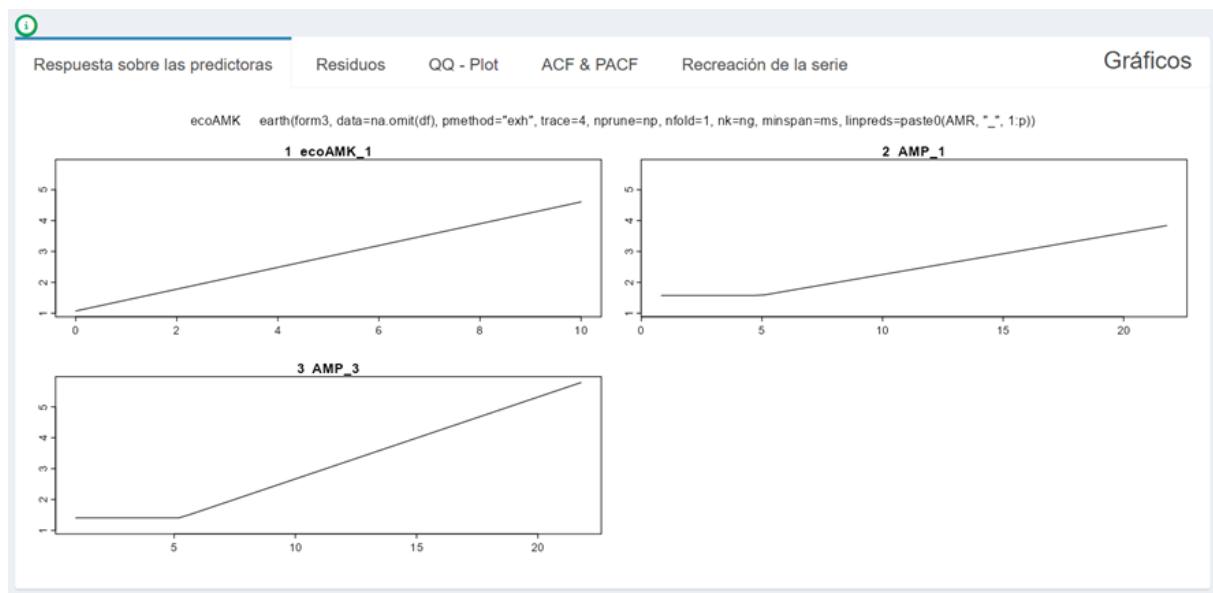


Figura A.20: Guía de uso: Validación e Interpretación modelo MARS

#### *Descarga de outputs*

Por último, pulsando el siguiente botón puedes descargar todos los outputs en formato PDF.

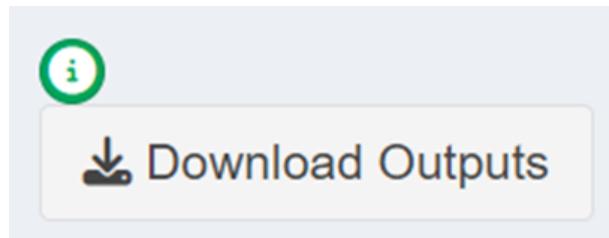


Figura A.21: Guía de uso: Botón de descarga

Con esto ya habríamos finalizado el ajuste y desarrollo de modelos para el estudio.

# Apéndice B

## Gráficos de los modelos ajustados

A continuación se presentan diversas figuras que ilustran el ajuste y validación de los modelos empleados en el estudio que no aparecen en el cuerpo del trabajo.



Figura B.1: Demostración de uso: Ajuste del modelo lineal simple ARMAX

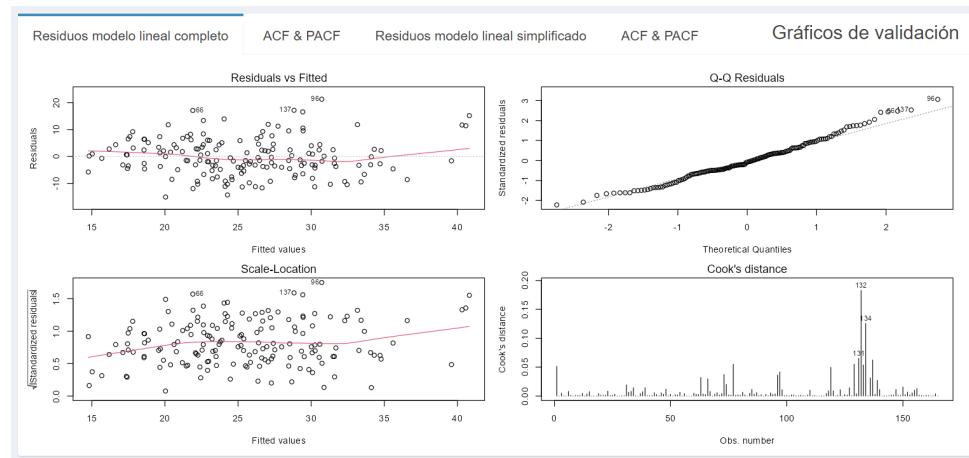


Figura B.2: Demostración de uso: Gráficos de validación del modelo lineal completo ARMAX

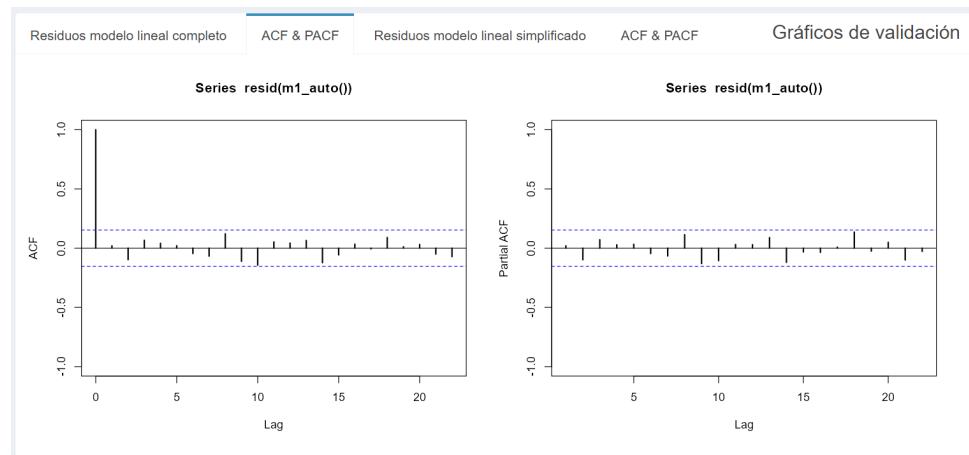


Figura B.3: Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo lineal completo ARMAX

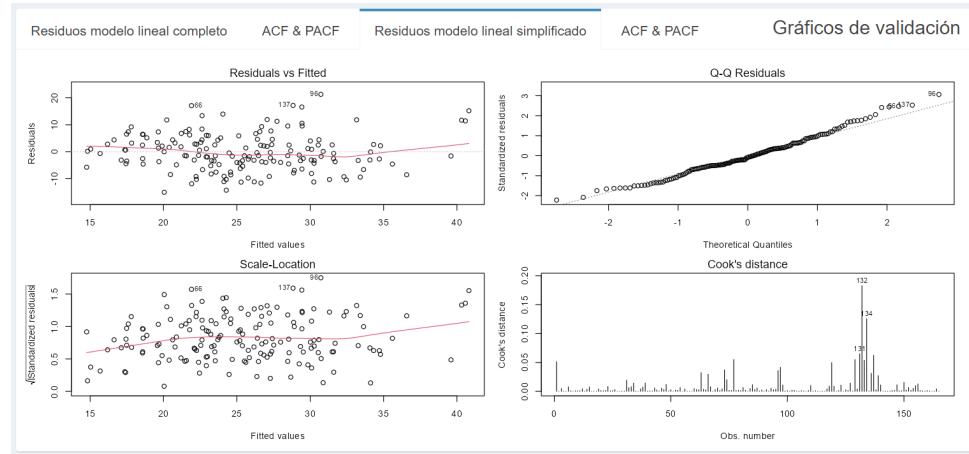


Figura B.4: Demostración de uso: Gráficos de validación del modelo lineal simple ARMAX

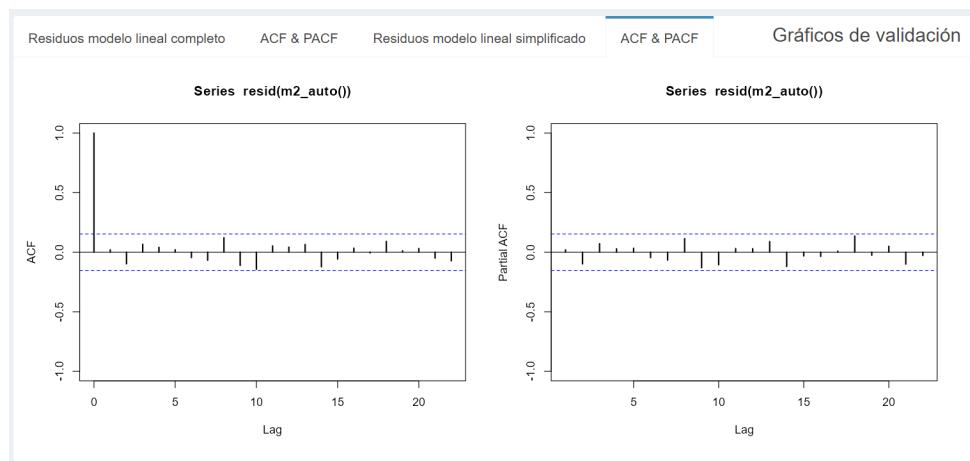


Figura B.5: Demostración de uso: Gráficos ACF & PACF del modelo lineal simplificado AR-MAX

# Apéndice C

## Código R: Shiny APP M.R.B.A.

```
1 ## ui.R ##
2 library(shiny)
3 library(shinydashboard)
4 library(shinydashboardPlus)
5 library(plotly)
6 library(tidyquant)
7 library(openxlsx)
8 library(tidyverse)
9 library(DT)
10 library(readxl)
11 library(forecast)
12 library(dplyr)
13 library(mgcv)
14 library(car)
15 library(urca)
16 library(earth)
17 library(shinyWidgets)
18 library(rmarkdown)
19 library(grid)
20 library(gridExtra)
21
22
23
24 dashboardPage(
25   skin = "green",
26   # md=TRUE,
```

```
27 dashboardHeader(title = "Shiny App: M.R.B.A."),
28 dashboardSidebar(
29   sidebarMenu(
30     menuItem("Inicio", tabName = "tab_inicio", icon = icon("home",
31       lib = "glyphicon")),
32     menuItem("Carga de Ficheros", tabName = "tab_uploader", icon =
33       icon("upload")),
34     menuItem("Datos Iniciales", tabName = "tab_datos_iniciales",
35       icon = icon("th-large")),
36     menuItem("Datos Elaborados", tabName = "tab_datos_elaborados",
37       icon = icon("th")),
38     menuItem("Modelización", tabName = "tab_modelos", icon = icon("signal"))
39   )
40 ),
41 dashboardBody(
42   tags$head(
43     tags$style(HTML("
44       .box {
45         border-top: 10px !important; /* Remove the top border */
46         margin-bottom: 10px; /* Adjust margin for spacing */
47       }
48       .box-header {
49         display: none; /* Remove the header bar */
50       }
51       .box-body {
52         padding: 10px 10px !important; /* Reduce the padding */
53       }
54       .box.box-solid .box-body {
55         padding-top: 0px !important; /* Reduce top padding for
56           solid header boxes */
57       }
58       .nav-tabs-custom > .tab-content {
59         padding-top: 5px !important; /* Reduce top padding for
60           tabBar content */
61       }
62       .nav-tabs-custom .tab-pane {
63         padding-top: 5px !important; /* Reduce top padding inside
64           each tab panel */
65     }
66   
```

```
58 }
59 .nav-tabs-custom .box-body {
60     padding-top: 5px !important; /* Additional adjustment for
61         box-body within tabBox */
62 }
63 .multicol {
64     display: flex;
65     flex-wrap: wrap;
66 }
67 .multicol .checkbox {
68     flex: 1 1 30%;
69     margin-bottom: 5px;
70 }
71 .pretty.p-default { margin-right: 15px; }

72 "
73     ))
74 ),
75 tabItems(
76
77     tabItem(
78         tabName = "tab_inicio",
79         fluidRow(h2(`· BIENVENIDO`),
80             tabBox(
81                 title="",
82                 id="tab_box_inicio",
83                 width=12,
84                 tabPanel(title="Inicio",
85                     fluidRow(
86                         column(
87                             12,
88                             p(`Bienvenido a la plataforma interactiva `, em(`M
89                                 .R.B.A.`),
90                                 " (Modelizador de Resistencias Bacterianas ante
91                                 tratamientos Antibióticos).",
92                                 style = "font-size:16px; text-align:justify"),
93                                 p(`En esta podrás elaborar un estudio estadístico
94                                 sobre el comportamiento de las resistencias
95                                 bacterianas a través del ajuste de modelos.`),
96                         )
97                     )
98                 )
99             )
100         )
101     )
102 ),
```

```
92         style = "font-size:16px; text-align:justify" ),
93         p("Esta es una aplicación flexible y adaptable a
94             tus datos, además de permitir un sinfín de
95             opciones en el ajuste de modelos.",
96             style = "font-size:16px; text-align:justify" ),
97             p("Para conocer más sobre el uso de esta dirígete a
98                 la pestaña ", em("Guía de uso."),
99                 style = "font-size:16px; text-align:justify" ))))

        ,

97

tabPanel(title="Guía de uso",
98         fluidRow(
99             column(12,
100                 p("A lo largo de todas las pestañas
101                     encontrarás puntos de información,
102                     los cuales te guiarán en la realizaci
103                         ón de tu estudio mediante el uso
104                             de
105                             la aplicación",
106                             style="font-size:16px; text-align:
107                                 justify"),
108                             p("Otras funcionalidades a tener en
109                                 cuenta son:",
110                                 style="font-size:16px; text-align:
111                                     justify"),
112                             p("En la primera pestaña", em("Carga de
113                                 ficheros"), "es necesario que los
114                                 datos cargados estén en formato Excel
115                                     . El documento debe contener las
116                                         siguientes
117                                         hojas: Ocupación,
118                                         ConsumosDDDpor1000Estancias,
119                                         ResultadosSensibles,
120                                         ResultadosResistentes,
121                                         DiccionarioConsumos,
122                                         DiccionarioResistencias.
123
124 Esto es necesario ya que el servidor
125 de la aplicación se alimenta de la
```

```
112     información presente en estas tablas.  
113     Podrás ver un ejemplo de  
114     estructura del  
115     fichero en el repositorio donde se  
116     encuentra la aplicación.",  
117     style="font-size:16px; text-align:  
118     justify"),  
119     p("En la última pestaña, ", em("Modelización"), ", puedes cargar  
120     modelos  
121     ya predefinidos en ficheros CSV.  
122     Estos deben estar por columnas. Es  
123     decir, cada  
124     columna será un modelo, donde las  
125     variables en la primera posición ( fila) serán  
126     las variables respuesta y el resto  
127     serán consideradas como  
128     explicativas.",  
129     style="font-size:16px; text-align:  
130     justify"),  
131     p("En el repositorio de la app  
132     encontrarás una guía de uso,  
133     ficheros de  
134     carga de ejemplos y el trabajo final  
135     de grado a partir del cual nace M.  
136     R.B.A..",  
137     style="font-size:16px; text-align:  
138     justify")  
139     ))),  
140  
141     tabPanel(title="Autor",  
142     fluidRow(  
143     column(12,  
144     h3(strong("Oscar Arroyo Luque")),  
145     p("Soy Oscar Arroyo Luque, estudiante  
146     que cierra su paso por el grado  
147     de Estadística con este proyecto."),  
148     ),  
149     )  
150   )
```

```
131                                         style="font-size:16px; text-align:  
132                                         justify"),  
133                                         p("Mi objetivo personal en la elaboraci  
134                                         ón del trabajo final de grado  
135                                         siempre ha sido aportar un proyecto ú  
136                                         til y de valor.",  
137                                         style="font-size:16px; text-align:  
138                                         justify"),  
139                                         p("En la elaboración de esta aplicación  
140                                         me he dado cuenta del gran  
141                                         abanico de posibilidades y  
142                                         oportunidades que la estadística  
143                                         me  
144                                         brinda, viendo cómo mediante la  
145                                         aplicación de mis estudios y el  
146                                         autoaprendizaje soy capaz de crear  
147                                         una herramienta que facilita el  
148                                         estudio estadístico a profesionales.  
149                                         ,  
150                                         style="font-size:16px; text-align:  
151                                         justify"),  
152                                         p("Durante la realización del estudio  
153                                         sobre resistencias bacterianas,  
154                                         pude retarme y demostrar mis dotes  
155                                         como futuro profesional en el  
156                                         ámbito de la estadística. Ver cómo,  
157                                         gracias a la estadística, somos  
158                                         capaces de comprender mejor nuestro  
159                                         entorno y solucionar problemas  
160                                         me enamora más de mis estudios.",  
161                                         style="font-size:16px; text-align:  
162                                         justify"),  
163                                         p("Me siento totalmente agradecido de  
164                                         poder dar mi pequeña aportación  
165                                         desde el mundo de la estadística.",  
166                                         style="font-size:16px; text-align:  
167                                         justify")  
168                                         ))))
```

```
152      )
153    )
154  ),
155 ##### SUBIDA DE FICHEROS #####
156
157 tabItem(
158   tabName = "tab_uploader",
159   fluidRow(
160     column(width=4,
161       tabBox(
162         title = "Uploader",
163         id = "tab_box_uploader",
164         width = 12,
165         tabPanel(
166           title = "Excel",
167           dropdownButton(
168             p("A continuación puedes subir el fichero con
169               la estructura y formatos
170               indicados en la guía de uso.",br(),"Después
171               , de las tablas cargadas, puedes
172               seleccionar cuál quieras visualizar.",br(),"
173               Para finalizar, si los datos son los
174               deseados, pulsa el botón
175               ",em("Usar datos."),br(),"Si deseas
176               eliminar los datos subidos al sistema,
177               pulsa el botón",em("Borrar datos."),
178               style="text-align: left"),
179               circle = TRUE,
180               status = "success",
181               size = "xs",
182               icon = icon("circle-info"),
183               label = NULL,
184               tooltip = FALSE,
185               right = F,
186               up = FALSE,
187               width = NULL,
188               margin = "10px",
189               inline = TRUE,
190               inputId = NULL
```

```
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
```

```
        ),
        hr(),
        fileInput(
            inputId = "file_input_excel",
            label = "Suba archivo:",
            accept = c('.xlsx','application/vnd.
                openxmlformats-officedocument.spreadsheetml
                .sheet')
        ),
        hr(),
        selectInput("select_input_table_visual", "Selecione tabla a visualizar:",
            choices = c("Datos Ocupacion"="tabla
                _ocupacion","Datos Consumos"="tabla_consumos","Datos
                Resistentes"="tabla_resistentes",
                "Datos Sensibles"="tabla_
                sensibles", "Diccionario Consumos
                ="tabla_dicc_cons","Diccionario
                Resistencias" = "tabla_dicc_res")
        )
    ,hr(),
    actionButton(inputId = 'action_button_excel_
        ready', label = 'Usar datos', icon = icon('
        thumbs-up', lib = 'glyphicon')),
    uiOutput('check_excel'),
    hr(),
    actionButton(inputId = "action_button_excel_not_
        ready", label = "Borrar datos", icon = icon('
        thumbs-down', lib = 'glyphicon'))
)
)),
column(width=8,DT::dataTableOutput('tabla_output_visual'))
)
)
,
### PLOTS NORMALES ####
tabItem(
```

```

210
211 tabName = "tab_datos_iniciales",
212 fluidRow(
213   column(width=1,dropdownButton(
214     p("A continuación se muestran varios descriptivos y grá-
215       ficos.",br(),
216     "Puedes seleccionar qué observaciones ver según
217       bacteria y antibiótico.",br()
218     ,"Si no hay observaciones para la combinación
219       seleccionada, estas no
220       se mostrarán en la tabla de descriptivos* y se indicará
221       con un mensaje en los gráficos.",
222     style="text-align: left"),
223     circle = TRUE,
224     status = "success",
225     size = "xs",
226     icon = icon("circle-info"),
227     label = NULL,
228     tooltip = FALSE,
229     right = F,
230     up = FALSE,
231     width = NULL,
232     margin = "10px",
233     inline = TRUE,
234     inputId = NULL
235   )),
236   column(width=5,box(width = 12,
237     uiOutput("output_select_input_micro_data_inicial")
238   )),
239
240   column(width=5,box(width=12,
241     uiOutput("output_select_input_med_data_inicial")
242   )),
243   column(width=12,dropdownButton(
244     p("En la próxima tabla de descriptivos encontrarás las
245       siguientes variables:",br(),
246     "1: Cantidad de bacterias resistentes al antibiótico.*"
247       ,br(),
248     "2: Cantidad de bacterias sensibles al antibiótico.*",
249       br(),
250     style="text-align: center")
251   ))

```

```
242 "3: Cantidad de bacterias en la prueba con ese antibió  
243 tico.*",br(),  
244 "4: Consumos DDD por 1000 estancias del antibiótico.",  
245 br(),  
246 "5: Ocupación del hospital.",br(),  
247 style="text-align: left"),  
248 circle = TRUE,  
249 status = "success",  
250 size = "xs",  
251 icon = icon("circle-info"),  
252 label = NULL,  
253 tooltip = FALSE,  
254 right = F,  
255 up = FALSE,  
256 width = NULL,  
257 margin = "10px",  
258 inline = TRUE,  
259 inputId = NULL  
),),  
260 tabBox(title="Descriptivos",id="tab_box_data_ini_sum",width  
=12,  
261 tabPanel("Summary",  
262  
263  
264 verbatimTextOutput("summary_data_ini"))),  
265  
266 column(width=12,dropdownButton(  
267 p("Puedes interaccionar con los gráficos a continuación."  
268 ,  
269 style="text-align: left"),  
270 circle = TRUE,  
271 status = "success",  
272 size = "xs",  
273 icon = icon("circle-info"),  
274 label = NULL,  
275 tooltip = FALSE,  
276 right = F,  
277 up = FALSE,
```

```
277     width = NULL,  
278     margin = "10px",  
279     inline = TRUE,  
280     inputId = NULL  
281 ),  
282  
283     tabBox(title="Gráficos", id="tab_box_data_inicial_1",width  
284         = 12,  
285             tabPanel("Gráfico de barras apiladas: resistentes vs  
286                 sensibles",plotlyOutput("plot_barras_apiladas"))  
287                 ,  
288             tabPanel("Gráfico de serie de tiempo: resistentes,  
289                 sensibles y total",plotlyOutput("plot_line_totals  
290                     "))  
291         )  
292         ,  
293     tabBox(title="Gráficos", id="tab_box_plots_inicial_2",width  
294         = 12,  
295             tabPanel("Gráfico de serie de tiempo: consumos de  
296                 antibiótico",plotlyOutput("plot_serie_consumos"))  
297                 ,  
298             tabPanel("Gráfico de serie de tiempo:  
299                 hospitalizaciones",plotlyOutput("plot_  
300                     hospitalizaciones"))  
301         )  
302         )  
303     ,  
304     tabItem(  
305         tabName = "tab_datos_elaborados",  
306         fluidRow(  
307             column(width=1,dropdownButton(  
308                 p("A continuación se muestran varios gráficos de  
309                     variables elaboradas.",br(),  
310                     "Estos se crearán a partir de la selección de bacteria  
311                     y antibiótico que tienes disponible.",br(),  
312                     ),  
313                     ),  
314                     ),  
315                     ),  
316                     ),  
317                     ),  
318                     ),  
319                     ),  
320                     ),  
321                     ),  
322                     ),  
323                     ),  
324                     ),  
325                     ),  
326                     ),  
327                     ),  
328                     ),  
329                     ),  
330                     ),  
331                     ),  
332                     ),  
333                     ),  
334                     ),  
335                     ),  
336                     ),  
337                     ),  
338                     ),  
339                     ),  
340                     ),  
341                     ),  
342                     ),  
343                     ),  
344                     ),  
345                     ),  
346                     ),  
347                     ),  
348                     ),  
349                     ),  
350                     ),  
351                     ),  
352                     ),  
353                     ),  
354                     ),  
355                     ),  
356                     ),  
357                     ),  
358                     ),  
359                     ),  
360                     ),  
361                     ),  
362                     ),  
363                     ),  
364                     ),  
365                     ),  
366                     ),  
367                     ),  
368                     ),  
369                     ),  
370                     ),  
371                     ),  
372                     ),  
373                     ),  
374                     ),  
375                     ),  
376                     ),  
377                     ),  
378                     ),  
379                     ),  
380                     ),  
381                     ),  
382                     ),  
383                     ),  
384                     ),  
385                     ),  
386                     ),  
387                     ),  
388                     ),  
389                     ),  
390                     ),  
391                     ),  
392                     ),  
393                     ),  
394                     ),  
395                     ),  
396                     ),  
397                     ),  
398                     ),  
399                     ),  
400                     ),  
401                     ),  
402                     ),  
403                     ),  
404                     ),  
405                     ),  
406                     ),  
407                     ),  
408                     ),  
409                     ),  
410                     ),  
411                     ),  
412                     ),  
413                     ),  
414                     ),  
415                     ),  
416                     ),  
417                     ),  
418                     ),  
419                     ),  
420                     ),  
421                     ),  
422                     ),  
423                     ),  
424                     ),  
425                     ),  
426                     ),  
427                     ),  
428                     ),  
429                     ),  
430                     ),  
431                     ),  
432                     ),  
433                     ),  
434                     ),  
435                     ),  
436                     ),  
437                     ),  
438                     ),  
439                     ),  
440                     ),  
441                     ),  
442                     ),  
443                     ),  
444                     ),  
445                     ),  
446                     ),  
447                     ),  
448                     ),  
449                     ),  
450                     ),  
451                     ),  
452                     ),  
453                     ),  
454                     ),  
455                     ),  
456                     ),  
457                     ),  
458                     ),  
459                     ),  
460                     ),  
461                     ),  
462                     ),  
463                     ),  
464                     ),  
465                     ),  
466                     ),  
467                     ),  
468                     ),  
469                     ),  
470                     ),  
471                     ),  
472                     ),  
473                     ),  
474                     ),  
475                     ),  
476                     ),  
477                     ),  
478                     ),  
479                     ),  
480                     ),  
481                     ),  
482                     ),  
483                     ),  
484                     ),  
485                     ),  
486                     ),  
487                     ),  
488                     ),  
489                     ),  
490                     ),  
491                     ),  
492                     ),  
493                     ),  
494                     ),  
495                     ),  
496                     ),  
497                     ),  
498                     ),  
499                     ),  
500                     ),  
501                     ),  
502                     ),  
503                     ),  
504                     ),  
505                     ),  
506                     ),  
507                     ),  
508                     ),  
509                     ),  
510                     ),  
511                     ),  
512                     ),  
513                     ),  
514                     ),  
515                     ),  
516                     ),  
517                     ),  
518                     ),  
519                     ),  
520                     ),  
521                     ),  
522                     ),  
523                     ),  
524                     ),  
525                     ),  
526                     ),  
527                     ),  
528                     ),  
529                     ),  
530                     ),  
531                     ),  
532                     ),  
533                     ),  
534                     ),  
535                     ),  
536                     ),  
537                     ),  
538                     ),  
539                     ),  
540                     ),  
541                     ),  
542                     ),  
543                     ),  
544                     ),  
545                     ),  
546                     ),  
547                     ),  
548                     ),  
549                     ),  
550                     ),  
551                     ),  
552                     ),  
553                     ),  
554                     ),  
555                     ),  
556                     ),  
557                     ),  
558                     ),  
559                     ),  
560                     ),  
561                     ),  
562                     ),  
563                     ),  
564                     ),  
565                     ),  
566                     ),  
567                     ),  
568                     ),  
569                     ),  
570                     ),  
571                     ),  
572                     ),  
573                     ),  
574                     ),  
575                     ),  
576                     ),  
577                     ),  
578                     ),  
579                     ),  
580                     ),  
581                     ),  
582                     ),  
583                     ),  
584                     ),  
585                     ),  
586                     ),  
587                     ),  
588                     ),  
589                     ),  
590                     ),  
591                     ),  
592                     ),  
593                     ),  
594                     ),  
595                     ),  
596                     ),  
597                     ),  
598                     ),  
599                     ),  
600                     ),  
601                     ),  
602                     ),  
603                     ),  
604                     ),  
605                     ),  
606                     ),  
607                     ),  
608                     ),  
609                     ),  
610                     ),  
611                     ),  
612                     ),  
613                     ),  
614                     ),  
615                     ),  
616                     ),  
617                     ),  
618                     ),  
619                     ),  
620                     ),  
621                     ),  
622                     ),  
623                     ),  
624                     ),  
625                     ),  
626                     ),  
627                     ),  
628                     ),  
629                     ),  
630                     ),  
631                     ),  
632                     ),  
633                     ),  
634                     ),  
635                     ),  
636                     ),  
637                     ),  
638                     ),  
639                     ),  
640                     ),  
641                     ),  
642                     ),  
643                     ),  
644                     ),  
645                     ),  
646                     ),  
647                     ),  
648                     ),  
649                     ),  
650                     ),  
651                     ),  
652                     ),  
653                     ),  
654                     ),  
655                     ),  
656                     ),  
657                     ),  
658                     ),  
659                     ),  
660                     ),  
661                     ),  
662                     ),  
663                     ),  
664                     ),  
665                     ),  
666                     ),  
667                     ),  
668                     ),  
669                     ),  
670                     ),  
671                     ),  
672                     ),  
673                     ),  
674                     ),  
675                     ),  
676                     ),  
677                     ),  
678                     ),  
679                     ),  
680                     ),  
681                     ),  
682                     ),  
683                     ),  
684                     ),  
685                     ),  
686                     ),  
687                     ),  
688                     ),  
689                     ),  
690                     ),  
691                     ),  
692                     ),  
693                     ),  
694                     ),  
695                     ),  
696                     ),  
697                     ),  
698                     ),  
699                     ),  
700                     ),  
701                     ),  
702                     ),  
703                     ),  
704                     ),  
705                     ),  
706                     ),  
707                     ),  
708                     ),  
709                     ),  
710                     ),  
711                     ),  
712                     ),  
713                     ),  
714                     ),  
715                     ),  
716                     ),  
717                     ),  
718                     ),  
719                     ),  
720                     ),  
721                     ),  
722                     ),  
723                     ),  
724                     ),  
725                     ),  
726                     ),  
727                     ),  
728                     ),  
729                     ),  
730                     ),  
731                     ),  
732                     ),  
733                     ),  
734                     ),  
735                     ),  
736                     ),  
737                     ),  
738                     ),  
739                     ),  
740                     ),  
741                     ),  
742                     ),  
743                     ),  
744                     ),  
745                     ),  
746                     ),  
747                     ),  
748                     ),  
749                     ),  
750                     ),  
751                     ),  
752                     ),  
753                     ),  
754                     ),  
755                     ),  
756                     ),  
757                     ),  
758                     ),  
759                     ),  
760                     ),  
761                     ),  
762                     ),  
763                     ),  
764                     ),  
765                     ),  
766                     ),  
767                     ),  
768                     ),  
769                     ),  
770                     ),  
771                     ),  
772                     ),  
773                     ),  
774                     ),  
775                     ),  
776                     ),  
777                     ),  
778                     ),  
779                     ),  
780                     ),  
781                     ),  
782                     ),  
783                     ),  
784                     ),  
785                     ),  
786                     ),  
787                     ),  
788                     ),  
789                     ),  
790                     ),  
791                     ),  
792                     ),  
793                     ),  
794                     ),  
795                     ),  
796                     ),  
797                     ),  
798                     ),  
799                     ),  
800                     ),  
801                     ),  
802                     ),  
803                     ),  
804                     ),  
805                     ),  
806                     ),  
807                     ),  
808                     ),  
809                     ),  
810                     ),  
811                     ),  
812                     ),  
813                     ),  
814                     ),  
815                     ),  
816                     ),  
817                     ),  
818                     ),  
819                     ),  
820                     ),  
821                     ),  
822                     ),  
823                     ),  
824                     ),  
825                     ),  
826                     ),  
827                     ),  
828                     ),  
829                     ),  
830                     ),  
831                     ),  
832                     ),  
833                     ),  
834                     ),  
835                     ),  
836                     ),  
837                     ),  
838                     ),  
839                     ),  
840                     ),  
841                     ),  
842                     ),  
843                     ),  
844                     ),  
845                     ),  
846                     ),  
847                     ),  
848                     ),  
849                     ),  
850                     ),  
851                     ),  
852                     ),  
853                     ),  
854                     ),  
855                     ),  
856                     ),  
857                     ),  
858                     ),  
859                     ),  
860                     ),  
861                     ),  
862                     ),  
863                     ),  
864                     ),  
865                     ),  
866                     ),  
867                     ),  
868                     ),  
869                     ),  
870                     ),  
871                     ),  
872                     ),  
873                     ),  
874                     ),  
875                     ),  
876                     ),  
877                     ),  
878                     ),  
879                     ),  
880                     ),  
881                     ),  
882                     ),  
883                     ),  
884                     ),  
885                     ),  
886                     ),  
887                     ),  
888                     ),  
889                     ),  
890                     ),  
891                     ),  
892                     ),  
893                     ),  
894                     ),  
895                     ),  
896                     ),  
897                     ),  
898                     ),  
899                     ),  
900                     ),  
901                     ),  
902                     ),  
903                     ),  
904                     ),  
905                     ),  
906                     ),  
907                     ),  
908                     ),  
909                     ),  
910                     ),  
911                     ),  
912                     ),  
913                     ),  
914                     ),  
915                     ),  
916                     ),  
917                     ),  
918                     ),  
919                     ),  
920                     ),  
921                     ),  
922                     ),  
923                     ),  
924                     ),  
925                     ),  
926                     ),  
927                     ),  
928                     ),  
929                     ),  
930                     ),  
931                     ),  
932                     ),  
933                     ),  
934                     ),  
935                     ),  
936                     ),  
937                     ),  
938                     ),  
939                     ),  
940                     ),  
941                     ),  
942                     ),  
943                     ),  
944                     ),  
945                     ),  
946                     ),  
947                     ),  
948                     ),  
949                     ),  
950                     ),  
951                     ),  
952                     ),  
953                     ),  
954                     ),  
955                     ),  
956                     ),  
957                     ),  
958                     ),  
959                     ),  
960                     ),  
961                     ),  
962                     ),  
963                     ),  
964                     ),  
965                     ),  
966                     ),  
967                     ),  
968                     ),  
969                     ),  
970                     ),  
971                     ),  
972                     ),  
973                     ),  
974                     ),  
975                     ),  
976                     ),  
977                     ),  
978                     ),  
979                     ),  
980                     ),  
981                     ),  
982                     ),  
983                     ),  
984                     ),  
985                     ),  
986                     ),  
987                     ),  
988                     ),  
989                     ),  
990                     ),  
991                     ),  
992                     ),  
993                     ),  
994                     ),  
995                     ),  
996                     ),  
997                     ),  
998                     ),  
999                     ),  
1000                    ),  
1001                    ),  
1002                    ),  
1003                    ),  
1004                    ),  
1005                    ),  
1006                    ),  
1007                    ),  
1008                    ),  
1009                    ),  
1010                    ),  
1011                    ),  
1012                    ),  
1013                    ),  
1014                    ),  
1015                    ),  
1016                    ),  
1017                    ),  
1018                    ),  
1019                    ),  
1020                    ),  
1021                    ),  
1022                    ),  
1023                    ),  
1024                    ),  
1025                    ),  
1026                    ),  
1027                    ),  
1028                    ),  
1029                    ),  
1030                    ),  
1031                    ),  
1032                    ),  
1033                    ),  
1034                    ),  
1035                    ),  
1036                    ),  
1037                    ),  
1038                    ),  
1039                    ),  
1040                    ),  
1041                    ),  
1042                    ),  
1043                    ),  
1044                    ),  
1045                    ),  
1046                    ),  
1047                    ),  
1048                    ),  
1049                    ),  
1050                    ),  
1051                    ),  
1052                    ),  
1053                    ),  
1054                    ),  
1055                    ),  
1056                    ),  
1057                    ),  
1058                    ),  
1059                    ),  
1060                    ),  
1061                    ),  
1062                    ),  
1063                    ),  
1064                    ),  
1065                    ),  
1066                    ),  
1067                    ),  
1068                    ),  
1069                    ),  
1070                    ),  
1071                    ),  
1072                    ),  
1073                    ),  
1074                    ),  
1075                    ),  
1076                    ),  
1077                    ),  
1078                    ),  
1079                    ),  
1080                    ),  
1081                    ),  
1082                    ),  
1083                    ),  
1084                    ),  
1085                    ),  
1086                    ),  
1087                    ),  
1088                    ),  
1089                    ),  
1090                    ),  
1091                    ),  
1092                    ),  
1093                    ),  
1094                    ),  
1095                    ),  
1096                    ),  
1097                    ),  
1098                    ),  
1099                    ),  
1100                    ),  
1101                    ),  
1102                    ),  
1103                    ),  
1104                    ),  
1105                    ),  
1106                    ),  
1107                    ),  
1108                    ),  
1109                    ),  
1110                    ),  
1111                    ),  
1112                    ),  
1113                    ),  
1114                    ),  
1115                    ),  
1116                    ),  
1117                    ),  
1118                    ),  
1119                    ),  
1120                    ),  
1121                    ),  
1122                    ),  
1123                    ),  
1124                    ),  
1125                    ),  
1126                    ),  
1127                    ),  
1128                    ),  
1129                    ),  
1130                    ),  
1131                    ),  
1132                    ),  
1133                    ),  
1134                    ),  
1135                    ),  
1136                    ),  
1137                    ),  
1138                    ),  
1139                    ),  
1140                    ),  
1141                    ),  
1142                    ),  
1143                    ),  
1144                    ),  
1145                    ),  
1146                    ),  
1147                    ),  
1148                    ),  
1149                    ),  
1150                    ),  
1151                    ),  
1152                    ),  
1153                    ),  
1154                    ),  
1155                    ),  
1156                    ),  
1157                    ),  
1158                    ),  
1159                    ),  
1160                    ),  
1161                    ),  
1162                    ),  
1163                    ),  
1164                    ),  
1165                    ),  
1166                    ),  
1167                    ),  
1168                    ),  
1169                    ),  
1170                    ),  
1171                    ),  
1172                    ),  
1173                    ),  
1174                    ),  
1175                    ),  
1176                    ),  
1177                    ),  
1178                    ),  
1179                    ),  
1180                    ),  
1181                    ),  
1182                    ),  
1183                    ),  
1184                    ),  
1185                    ),  
1186                    ),  
1187                    ),  
1188                    ),  
1189                    ),  
1190                    ),  
1191                    ),  
1192                    ),  
1193                    ),  
1194                    ),  
1195                    ),  
1196                    ),  
1197                    ),  
1198                    ),  
1199                    ),  
1200                    ),  
1201                    ),  
1202                    ),  
1203                    ),  
1204                    ),  
1205                    ),  
1206                    ),  
1207                    ),  
1208                    ),  
1209                    ),  
1210                    ),  
1211                    ),  
1212                    ),  
1213                    ),  
1214                    ),  
1215                    ),  
1216                    ),  
1217                    ),  
1218                    ),  
1219                    ),  
1220                    ),  
1221                    ),  
1222                    ),  
1223                    ),  
1224                    ),  
1225                    ),  
1226                    ),  
1227                    ),  
1228                    ),  
1229                    ),  
1230                    ),  
1231                    ),  
1232                    ),  
1233                    ),  
1234                    ),  
1235                    ),  
1236                    ),  
1237                    ),  
1238                    ),  
1239                    ),  
1240                    ),  
1241                    ),  
1242                    ),  
1243                    ),  
1244                    ),  
1245                    ),  
1246                    ),  
1247                    ),  
1248                    ),  
1249                    ),  
1250                    ),  
1251                    ),  
1252                    ),  
1253                    ),  
1254                    ),  
1255                    ),  
1256                    ),  
1257                    ),  
1258                    ),  
1259                    ),  
1260                    ),  
1261                    ),  
1262                    ),  
1263                    ),  
1264                    ),  
1265                    ),  
1266                    ),  
1267                    ),  
1268                    ),  
1269                    ),  
1270                    ),  
1271                    ),  
1272                    ),  
1273                    ),  
1274                    ),  
1275                    ),  
1276                    ),  
1277                    ),  
1278                    ),  
1279                    ),  
1280                    ),  
1281                    ),  
1282                    ),  
1283                    ),  
1284                    ),  
1285                    ),  
1286                    ),  
1287                    ),  
1288                    ),  
1289                    ),  
1290                    ),  
1291                    ),  
1292                    ),  
1293                    ),  
1294                    ),  
1295                    ),  
1296                    ),  
1297                    ),  
1298                    ),  
1299                    ),  
1300                    ),  
1301                    ),  
1302                    ),  
1303                    ),  
1304                    ),  
1305                    ),  
1306                    ),  
1307                    ),  
1308                    ),  
1309                    ),  
1310                    ),  
1311                    ),  
1312                    ),  
1313                    ),  
1314                    ),  
1315                    ),  
1316                    ),  
1317                    ),  
1318                    ),  
1319                    ),  
1320                    ),  
1321                    ),  
1322                    ),  
1323                    ),  
1324                    ),  
1325                    ),  
1326                    ),  
1327                    ),  
1328                    ),  
1329                    ),  
1330                    ),  
1331                    ),  
1332                    ),  
1333                    ),  
1334                    ),  
1335                    ),  
1336                    ),  
1337                    ),  
1338                    ),  
1339                    ),  
1340                    ),  
1341                    ),  
1342                    ),  
1343                    ),  
1344                    ),  
1345                    ),  
1346                    ),  
1347                    ),  
1348                    ),  
1349                    ),  
1350                    ),  
1351                    ),  
1352                    ),  
1353                    ),  
1354                    ),  
1355                    ),  
1356                    ),  
1357                    ),  
1358                    ),  
1359                    ),  
1360                    ),  
1361                    ),  
1362                    ),  
1363                    ),  
1364                    ),  
1365                    ),  
1366                    ),  
1367                    ),  
1368                    ),  
1369                    ),  
1370                    ),  
1371                    ),  
1372                    ),  
1373                    ),  
1374                    ),  
1375                    ),  
1376                    ),  
1377                    ),  
1378                    ),  
1379                    ),  
1380                    ),  
1381                    ),  
1382                    ),  
1383                    ),  
1384                    ),  
1385                    ),  
1386                    ),  
1387                    ),  
1388                    ),  
1389                    ),  
1390                    ),  
1391                    ),  
1392                    ),  
1393                    ),  
1394                    ),  
1395                    ),  
1396                    ),  
1397                    ),  
1398                    ),  
1399                    ),  
1400                    ),  
1401                    ),  
1402                    ),  
1403                    ),  
1404                    ),  
1405                    ),  
1406                    ),  
1407                    ),  
1408                    ),  
1409                    ),  
1410                    ),  
1411                    ),  
1412                    ),  
1413                    ),  
1414                    ),  
1415                    ),  
1416                    ),  
1417                    ),  
1418                    ),  
1419                    ),  
1420                    ),  
1421                    ),  
1422                    ),  
1423                    ),  
1424                    ),  
1425                    ),  
1426                    ),  
1427                    ),  
1428                    ),  
1429                    ),  
1430                    ),  
1431                    ),  
1432                    ),  
1433                    ),  
1434                    ),  
1435                    ),  
1436                    ),  
1437                    ),  
1438                    ),  
1439                    ),  
1440                    ),  
1441                    ),  
1442                    ),  
1443                    ),  
1444                    ),  
1445                    ),  
1446                    ),  
1447                    ),  
1448                    ),  
1449                    ),  
1450                    ),  
1451                    ),  
1452                    ),  
1453                    ),  
1454                    ),  
1455                    ),  
1456                    ),  
1457                    ),  
1458                    ),  
1459                    ),  
1460                    ),  
1461                    ),  
1462                    ),  
1463                    ),  
1464                    ),  
1465                    ),  
1466                    ),  
1467                    ),  
1468                    ),  
1469                    ),  
1470                    ),  
1471                    ),  
1472                    ),  
1473                    ),  
1474                    ),  
1475                    ),  
1476                    ),  
1477                    ),  
1478                    ),  
1479                    ),  
1480                    ),  
1481                    ),  
1482                    ),  
1483                    ),  
1484                    ),  
1485                    ),  
1486                    ),  
1487                    ),  
1488                    ),  
1489                    ),  
1490                    ),  
1491                    ),  
1492                    ),  
1493                    ),  
1494                    ),  
1495                    ),  
1496                    ),  
1497                    ),  
1498                    ),  
1499                    ),  
1500                    ),  
1501                    ),  
1502                    ),  
1503                    ),  
1504                    ),  
1505                    ),  
1506                    ),  
1507                    ),  
1508                    ),  
1509                    ),  
1510                    ),  
1511                    ),  
1512                    ),  
1513                    ),  
1514                    ),  
1515                    ),  
1516                    ),  
1517                    ),  
1518                    ),  
1519                    ),  
1520                    ),  
1521                    ),  
1522                    ),  
1523                    ),  
1524                    ),  
1525                    ),  
1526                    ),  
1527                    ),  
1528                    ),  
1529                    ),  
1530                    ),  
1531                    ),  
1532                    ),  
1533                    ),  
1534                    ),  
1535                    ),  
1536                    ),  
1537                    ),  
1538                    ),  
1539                    ),  
1540                    ),  
1541                    ),  
1542                    ),  
1543                    ),  
1544                    ),  
1545                    ),  
1546                    ),  
1547                    ),  
1548                    ),  
1549                    ),  
1550                    ),  
1551                    ),  
1552                    ),  
1553                    ),  
1554                    ),  
1555                    ),  
1556                    ),  
1557                    ),  
1558                    ),  
1559                    ),  
1560                    ),  
1561                    ),  
1562                    ),  
1563                    ),  
1564                    ),  
1565                    ),  
1566                    ),  
1567                    ),  
1568                    ),  
1569                    ),  
1570                    ),  
15
```

```
304     "Primero encontramos el porcentaje de bacterias  
305         resistentes de la prueba respecto el total.",br(),  
306     "Segundo encontramos la tasa de infección por dosis.",  
307     style="text-align: left"),  
308     circle = TRUE,  
309     status = "success",  
310     size = "xs",  
311     icon = icon("circle-info"),  
312     label = NULL,  
313     tooltip = FALSE,  
314     right = F,  
315     up = FALSE,  
316     width = NULL,  
317     margin = "10px",  
318     inline = TRUE,  
319     inputId = NULL  
320 ),  
321 column(width=5,box(width = 12,  
322                         uiOutput("output_select_input_micro_data  
323                                         _elaborada"))  
324 ),  
325  
326 column(width=5,box(width=12,  
327                         uiOutput("output_select_input_med_data_  
328                                         elaborada"))  
329 ),  
330  
331 column(width=12,dropdownButton(  
332     p("Puedes interaccionar con los gráficos a continuación."  
333         ,  
334         style="text-align: left"),  
335         circle = TRUE,  
336         status = "success",  
337         size = "xs",  
338         icon = icon("circle-info"),  
339         label = NULL,  
340         tooltip = FALSE,  
341         right = F,  
342         up = FALSE,
```

```
339     width = NULL,
340     margin = "10px",
341     inline = TRUE,
342     inputId = NULL
343   )),
344
345
346   tabBox(title="Gráficos", id="tab_box_plots_elaborados",
347     width = 12,
348       tabPanel("Gráfico de serie de tiempo: %Resistencias",
349         plotlyOutput("plot_porcentaje_resistencias")),
350       tabPanel("Gráfico de serie de tiempo: TDI",
351         plotlyOutput("plot_TDI"))
352     )
353
354
355
356   ),
357   tabItem(
358     tabName="tab_modelos",
359     fluidRow(
360       h2(" · MODELIZACIÓN"),
361       h3(" · Selector de variables"),
362       column(width=12, dropdownButton(
363         p("Primero selecciona las variables de interés para tu
364           modelo.", br(), "Ten en cuenta que la variable
365             respuesta será la utilizada a lo largo de toda la
366               modelización. Después iremos trabajando con
367                 los retardos deseados de cada variable para la parte
368                   explicativa",
369                     style="text-align: left"),
370         circle = TRUE,
371         status = "success",
372         size = "xs",
373         icon = icon("circle-info"),
374         label = NULL,
```

```
372     tooltip = FALSE ,  
373     right = F ,  
374     up = FALSE ,  
375     width = NULL ,  
376     margin = "10px" ,  
377     inline = TRUE ,  
378     inputId = NULL  
379 ),  
380  
381 tabBox(width=12,id="tab_box_selector_modelo",  
382     tabPanel(title="Selector de variables manual",  
383         fluidRow(  
384             column(width=12,dropdownButton(  
385                 p("A partir de las columnas presentes en  
386                     las tablas de consumos y resistencias,  
387                     puedes seleccionar tus variables de inter  
388                     és para modelizar.",br(),  
389                     "Una vez seleccionadas pulsa el botón",  
390                     em("Usar modelo."),  
391                     style="text-align: left"),  
392                     circle = TRUE ,  
393                     status = "success" ,  
394                     size = "xs" ,  
395                     icon = icon("circle-info") ,  
396                     label = NULL ,  
397                     tooltip = FALSE ,  
398                     right = F ,  
399                     up = FALSE ,  
400                     width = NULL ,  
401                     margin = "10px" ,  
402                     inline = TRUE ,  
403                     inputId = NULL  
404 ),  
405             column(width=6,uiOutput("output_select_  
406                 input_modelo_2"))  
407             ,  
408             column(width=6,actionButton(inputId = 'action  
409                 _button_models_2_ready' , label = 'Usar  
410                 modelo' , icon = icon('thumbs-up' , lib = '
```

```
405                               glyphicon')),  
406                               uiOutput('check_models_2')),  
407                               hr(),  
408                               column(width=12,uiOutput("checkbox_output_  
409                               modelos")),  
410                               hr(),  
411                               box(width=12,DT::dataTableOutput('tabla_  
412                               prueba_2')))  
413  
414 ),  
415 tabPanel(title="Selector a partir de fichero",fluidRow  
416   (  
417     column(width=12,dropdownButton(  
418       p("En caso de querer usar modelos ya predefinidos  
419         puedes usar este apartado.",br(),  
420         "Sube un archivo con la estructura y formatos  
421           indicados en la guia de uso, el  
422           sistema se alimentará de este y te mostrará los  
423             modelos disponibles.",br(),  
424             "Una vez seleccionado el modelo deseado pulsa el  
425               botón",em("Usar modelo."),  
426               style="text-align: left"),  
427               circle = TRUE,  
428               status = "success",  
429               size = "xs",  
430               icon = icon("circle-info"),  
431               label = NULL,  
432               tooltip = FALSE,  
433               right = F,  
434               up = FALSE,  
435               width = NULL,  
436               margin = "10px",  
437               inline = TRUE,  
438               inputId = NULL  
439     )),  
440     column(width=4,  
441       fileInput(  
442         inputId = "file_input_models",  
443         label = "Suba archivo:",  
444         accept = '.csv'
```

```
436                               ),
437                               uiOutput("output_select_input_modelo_1"),
438                               # hr(),
439                               actionButton(inputId = 'action_button_models_1'
440                               _ready', label = 'Usar modelo', icon = icon
441                               ('thumbs-up', lib = 'glyphicon')),
442
443                               uiOutput('check_models_1')
444                               ),
445                               column(width=8,
446                               DT::dataTableOutput('tabla_prueba_1'))
447                               )),
448
449                               h3(" · Serie temporal"),
450                               column(width=12,dropdownButton(
451                               p("Se muestra el gráfico de serie temporal de las variables
452                               seleccionadas.",
453                               style="text-align: left"),
454                               circle = TRUE,
455                               status = "success",
456                               size = "xs",
457                               icon = icon("circle-info"),
458                               label = NULL,
459                               tooltip = FALSE,
460                               right = F,
461                               up = FALSE,
462                               width = NULL,
463                               margin = "10px",
464                               inline = TRUE,
465                               inputId = NULL
466                               )),
467                               box(width=12, plotOutput("plot_ts")),
468                               h3(" · Exploración preliminar de modelos"),
469                               column(width=12,dropdownButton(
470                               p("A continuación selecciona la cantidad de retardos AMR y
471                               AMC a ajustar en modelos lineales.",br(),
472                               "Ten en cuenta que los retardos seleccionados de las
473                               variables AMC serán los utilizados en el resto del
474                               estudio.",br(),
```

```
469      "Puedes indicar la cantidad de retardos a calcular, o  
470      bien hacer una  
471      selección específica de los deseados.",  
472      style="text-align: left"),  
473      circle = TRUE,  
474      status = "success",  
475      size = "xs",  
476      icon = icon("circle-info"),  
477      label = NULL,  
478      tooltip = FALSE,  
479      right = F,  
480      up = FALSE,  
481      width = NULL,  
482      margin = "10px",  
483      inline = TRUE,  
484      inputId = NULL  
485    ),  
486    tabBox(title="Generador de modelos a partir de retardos",  
487      width=12, id="tab_box_seleccion_retardos",  
488      tabPanel("Selector de retardos a partir de cifras",  
489        fluidRow(  
490          column(width=12, dropdownButton(  
491            p("Indica el número de retardos a  
492              calcular para cada variable y ajusta  
493              los modelos pulsando", em("Ajustar  
494              modelo."), br(),  
495              "Tienes la opción de quitar y recuperar  
496              el intercept del modelo pulsando el  
497              botón", em("intercept.")),  
498              style="text-align: left"),  
499              circle = TRUE,  
500              status = "success",  
501              size = "xs",  
502              icon = icon("circle-info"),  
503              label = NULL,  
504              tooltip = FALSE,  
505              right = F,  
506              up = FALSE,  
507              width = NULL,
```

```
501         margin = "10px",
502         inline = TRUE,
503         inputId = NULL
504     )),
505     column(width=5, numericInput(inputId =
506         "numeric_input_AMR", label = "Número de
507         retardos para la variable respuesta /
508         AMR:", value = 1, min = 0, max = 10)),
509     column(width=5, numericInput(inputId =
510         "numeric_input_AMC", label = "Número de
511         retardos para las variables
512         explicativas / AMC:", value = 5, min = 0,
513         max = 10)),
514     column(width=2,
515
516         actionButton(inputId = 'action_
517             button_intercept_no_1', label =
518                 'Intercept'),
519             hr(),
520             actionButton(inputId = "usar_
521                 retardos_1", label = 'Ajustar
522                 modelo')
523         )
524     )),
525     tabPanel("Selector de retardos manual", fluidRow(
526         column(width=10, column(width=12, dropdownButton(
527             p("Selecciona los retardos específicos a calcular.
528             ", br(),
529             "Pulsa el botón", em("Ajustar modelo"), "cuando
530             tengas la selección deseada.", br(),
531             "También tienes la opción de eliminar y
532             recuperar el intercept del modelo pulsado el
533             botón", em("intercept."),
534             style = "text-align: left"),
535             circle = TRUE,
536             status = "success",
537             size = "xs",
538             icon = icon("circle-info"),
539             label = NULL,
```

```
524         tooltip = FALSE,
525         right = F,
526         up = FALSE,
527         width = NULL,
528         margin = "10px",
529         inline = TRUE,
530         inputId = NULL
531     )),
532     uiOutput("output_checkbox_retardos")), column(width
533         =2, actionButton(inputId = 'action_button_
534         intercept_no_2', label = 'Intercept'), hr(),
535         actionButton(inputId="usar_retardos_2",label =
536             'Ajustar modelo'))))
537 ),
538 column(width=12, dropdownButton(
539     p("Se ajustan modelos lineales a partir de los retardos
540         seleccionados.", br(),
541         "Primero se muestra el modelo completo y segundo se
542         muestra un modelo simplificado.", br(),
543         "El modelo simplificado esta construido mediante el mé
544         todo stepwise y puedes escoger el criterio de selecció
545         n
546         que este usará",
547         style="text-align: left"),
548         circle = TRUE,
549         status = "success",
550         size = "xs",
551         icon = icon("circle-info"),
552         label = NULL,
553         tooltip = FALSE,
554         right = F,
555         up = FALSE,
556         width = NULL,
557         margin = "10px",
558         inline = TRUE,
559         inputId = NULL
560     )),
561     tabBox(title="Ajustes de modelos preliminares", width=12, id
562         ="tab_box_summarys",
```

```

554     tabPanel("Ajuste del Modelo Lineal completo preliminar",
555               verbatimTextOutput("summary_m1")),
556     tabPanel("Ajuste del Modelo Lineal simplificado
557               preliminar",selectInput(inputId="select_input_AIC_1",
558                                         label="Criterio de selección de modelo:",choices=c(
559                                         "AIC"=2,"BIC"=0), selected = "AIC"),verbatimTextOutput(
560                                         "summary_m2"))
561   ),
562   h3(" · Validación de los modelos preliminares"),
563   tabBox(title="Gráficos de validación",width=12,id="tab_box_
564   plots_modelos",
565         tabPanel("Residuos modelo lineal completo",
566                 plotOutput("plot_m1")),
567                 tabPanel("ACF & PACF", plotOutput("plot_acf_m1")),
568                 tabPanel("Residuos modelo lineal simplificado",
569                           plotOutput("plot_m2")),
570                 tabPanel("ACF & PACF", plotOutput("plot_acf_m2"))
571   ),
572   h3(" · Selección de variables explicativas / AMC"),
573   column(width=12,dropdownButton(
574     p("A partir de los modelos previamente ajustados,
575       selecciona
576       que retardos (de las variables AMC) quieres usar.",br(),
577       "Puedes seleccionar los del modelo completo o los
578       resultantes del método stepwise.",br(),
579       "Ten en cuenta que estos retardos serán los introducidos
580       en los modelos ARMAX y MARS.",
581       style="text-align: left"),
582     circle = TRUE,
583     status = "success",
584     size = "xs",
585     icon = icon("circle-info"),
586     label = NULL,
587     tooltip = FALSE,
588     right = F,
589     up = FALSE,
590     width = NULL,
591     margin = "10px",
592     inline = TRUE,
593   )
594 )
595 
```

```
582     inputId = NULL  
583   ),  
584  
585   box(width=12, selectInput(inputId="select_input_modelo_usar_  
      ARMAX",label="Variables AMC del modelo:",choices=c("Completo"="m1","Simplificado"="m2"), selected = "Completo"  
    )),  
586  
587   h3(" · Modelo ARMAX"),  
588   column(width=12,dropdownButton(  
      p("A continuación ajustamos un modelo ARMAX.",  
        "Este se construye a partir de la función",em("auto.arima  
        () ."),  
        "Por lo tanto, puedes indicar al procedimiento los  
        valores máximos de cada parámetro.",br(),  
        "Después, se muestran el modelo ajustado y los t-ratios."  
        ,br(),  
        "Por último, se ajustan modelos lineales a partir de las  
        variables presentes en el modelo ARMAX.",  
        style="text-align: left"),  
      circle = TRUE,  
      status = "success",  
      size = "xs",  
      icon = icon("circle-info"),  
      label = NULL,  
      tooltip = FALSE,  
      right = F,  
      up = FALSE,  
      width = NULL,  
      margin = "10px",  
      inline = TRUE,  
      inputId = NULL  
    ),  
    box(width=12,column(width=4,numericInput(inputId="numeric_  
      input_p",label="Máximo valor de p", value=7, min=0,max=7),  
    numericInput(inputId="numeric_input_P",label="Máximo valor  
      de P", value=0, min=0,max=0)),  
    column(width=4,numericInput(inputId="numeric_  
      input_q",label="Máximo valor de q", value=0,
```

```

min=0 , max=7) , numericInput(inputId="numeric_
input_Q",label="Máximo valor de Q", value=0 ,
min=0 , max=7)),
column(width=4 , numericInput(inputId="numeric_
input_d",label="Máximo valor de d", value=0 ,
min=0 , max=1) , numericInput(inputId="numeric_
input_D",label="Máximo valor de D", value=0 ,
min=0 , max=1)),
verbatimTextOutput("autoarima_m3") , verbatimTextOutput("t_
ratios")
),

614 tabBox(title="Ajuste de los Modelos Lineales",width=12, id=
"tab_box_summarys_auto",
615 tabPanel("Ajuste del Modelo Lineal completo",
verbatimTextOutput("summary_m1_auto")),
616 tabPanel("Ajuste del Modelo Lineal simplificado",
selectInput(inputId="select_input_AIC_2",label=""
Escoja AIC/BIC",choices=c("AIC"=2,"BIC"=0),
selected = "AIC") , verbatimTextOutput("summary_m2_
auto"))

),
618 tabBox(title="Gráficos de validación",width=12,id="tab_box_
plots_modelos_arima",
619 tabPanel("Residuos modelo lineal completo",
plotOutput("plot_m1_arima")),
620 tabPanel("ACF & PACF", plotOutput("plot_acf_m1_arima
")),
621 tabPanel("Residuos modelo lineal simplificado",
plotOutput("plot_m2_arima")),
622 tabPanel("ACF & PACF", plotOutput("plot_acf_m2_arima
"))

),
624 h3(" · Ajuste del Modelo MARS"),
625 column(width=12,dropdownButton(
626 p("A partir de las variables explicativas y los retardos
resultantes
del procedimiento anterior, ajustamos el modelo", em(""
MARS."),

```

```
628     style="text-align: left"),
629     circle = TRUE,
630     status = "success",
631     size = "xs",
632     icon = icon("circle-info"),
633     label = NULL,
634     tooltip = FALSE,
635     right = F,
636     up = FALSE,
637     width = NULL,
638     margin = "10px",
639     inline = TRUE,
640     inputId = NULL
641 ),
642   box(width=12, verbatimTextOutput("summary_mars")),
643   column(width=12, dropdownButton(
644     p("Se muestran varios gráficos de utilidad para validar e
645       interpretar el
646       modelo", em("MARS"),
647       style="text-align: left"),
648       circle = TRUE,
649       status = "success",
650       size = "xs",
651       icon = icon("circle-info"),
652       label = NULL,
653       tooltip = FALSE,
654       right = F,
655       up = FALSE,
656       width = NULL,
657       margin = "10px",
658       inline = TRUE,
659       inputId = NULL
660 ),
661   tabBox(title="Gráficos", width=12, id="tab_box_plots_modelos_
662   mars",
663     tabPanel("Respuesta sobre las explicativas",
664       plotOutput("plotmo_mars")),
665     tabPanel("Residuos", plotOutput("plot_res_mars")),
666     tabPanel("QQ - Plot", plotOutput("plot_qq_mars")),
```

```

664         tabPanel("ACF & PACF", plotOutput("plot_acf_mars")),
665         tabPanel("Recreación de la serie", plotOutput("plot_
666             final_mars"))
667     ),
668     column(width=12, dropdownButton(
669         p("Pulsando el siguiente botón puedes descargar todos los
670             outputs en formato PDF.",
671             style="text-align: left"),
672             circle = TRUE,
673             status = "success",
674             size = "xs",
675             icon = icon("circle-info"),
676             label = NULL,
677             tooltip = FALSE,
678             right = F,
679             up = FALSE,
680             width = NULL,
681             margin = "10px",
682             inline = TRUE,
683             inputId = NULL
684         )),
685         column(width=12, downloadButton("export", "Download Outputs")
686             )
687     )
688 )
689 )
690 )
691 ,
692 dashboardControlbar(collapsed = TRUE, skinSelector())
693 )

```

Listing C.1: UI.r

```

1
2 ## server.R ##
3 library(shiny)
4 library(shinydashboard)

```

```
5 library(shinydashboardPlus)
6 library(shinyWidgets)
7 library(DT)
8
9 library(plotly)
10
11 library(openxlsx)
12
13 library(tidyquant)
14 library(tidyverse)
15 library(dplyr)
16
17 library(forecast)
18
19 # library(mgcv)
20 library(car)
21 # library(urca)
22 library(earth)
23
24 # library(rmarkdown)
25 # library(devtools)
26 library(psych)
27
28
29
30
31 function(input, output) {
32
33     #####
34     #### TAB : CARGA DE FICHEROS
35     #####
36
37     ## CARGA FICHEROS DE ENTRADA EN TABLAS VISUALIZABLES / USABLES ##
38
39     #### TABLA MERGE BY MES DE LOS DATOS ####
40
41     uploaded_file <- reactive({
42
43         file <- input$file_input_excel
```



```
76  
77 upload_ocupacion <- reactive({  
78  
79   file <- input$file_input_excel  
80  
81   if(is.null(file)){  
82     return(NULL)  
83   }  
84  
85   path <- file$datapath  
86   df <- path %>%  
87   excel_sheets() %>%  
88   set_names() %>%  
89   map(~ read_excel(path, .x, col_names = TRUE))  
90  
91   all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)  
92  
93   Ocupacion <- df[[which(all_sheets == "Ocupacion")]]  
94   Ocupacion<- Ocupacion %>%  
95   mutate(mes = as_date(mes))  
96  
97   return(Ocupacion)  
98 })  
99  
100  
101 ##### TABLA CONSUMOS #####  
102  
103 upload_consumos <- reactive({  
104  
105   file <- input$file_input_excel  
106  
107   if(is.null(file)){  
108     return(NULL)  
109   }  
110  
111   path <- file$datapath  
112   df <- path %>%  
113   excel_sheets() %>%  
114   set_names() %>%
```

```
115 map(~ read_excel(path, .x, col_names = TRUE))

116

117 all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)

118

119 ConsumosDDDpor1000Estancias <- df[[which(all_sheets == "
    ConsumosDDDpor1000Estancias")]]
ConsumosDDDpor1000Estancias <- ConsumosDDDpor1000Estancias %>%
    mutate(mes = as_date(mes))

122

123 return(ConsumosDDDpor1000Estancias)
})

125

126

127 ##### TABLA OBSERVACIONES SENSIBLES #####
128

129 upload_obs_sensibles <- reactive({
130
    file <- input$file_input_excel
132

133     if(is.null(file)){
        return(NULL)
    }

136

137     path <- file$datapath
138     df <- path %>%
        excel_sheets() %>%
        set_names() %>%
        map(~ read_excel(path, .x, col_names = TRUE))
142

143     all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)
144

145

146     ResultadosSensibles <- df[[which(all_sheets == "
        ResultadosSensibles")]]
ResultadosSensibles <- ResultadosSensibles %>%
    mutate(mes = as_date(mes))

149

150     return(ResultadosSensibles)
})
```

```
152  
153  
154     ### TABLA OBSERVACIONES RESISTENTES ###  
155  
156 upload_obs_resistentes <- reactive({  
157  
158     file <- input$file_input_excel  
159  
160     if(is.null(file)){  
161         return(NULL)  
162     }  
163  
164     path <- file$datapath  
165     df <- path %>%  
166         excel_sheets() %>%  
167         set_names() %>%  
168         map(~ read_excel(path, .x, col_names = TRUE))  
169  
170     all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)  
171  
172  
173     ResultadosResistentes <- df[[which(all_sheets == "  
                                ResultadosResistentes")]]  
174     ResultadosResistentes <- ResultadosResistentes %>%  
175         mutate(mes = as_date(mes))  
176  
177     return(ResultadosResistentes)  
178 })  
179  
180  
181     ### DICCIONARIO CONSUMOS (MEDICAMENTO/ANTIBIOTICO) ###  
182  
183     #### PARA MOSTRAR ####  
184  
185 upload_diccionario_meds <- reactive({  
186  
187     file <- input$file_input_excel  
188  
189     if(is.null(file)){
```

```
190     return(c("Sin diccionario"="NULL"))
191 } else {
192
193     path <- file$datapath
194
195     df <- path %>%
196         excel_sheets() %>%
197         set_names() %>%
198         map(~ read_excel(path, .x))
199
200     all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)
201
202     DiccionarioConsumos <- df[[which(all_sheets == "
203         DiccionarioConsumos")]]
204     colnames(DiccionarioConsumos) <- c("Code", "Name")
205
206     return(DiccionarioConsumos)
207 }
208
209 ##### PARA LOS SELECCIONADORES #####
210
211 upload_diccionario_meds_selec <- reactive({
212
213     file <- input$file_input_excel
214
215     if(is.null(file)){
216         return(c("Sin diccionario"="NULL"))
217     } else {
218
219         path <- file$datapath
220
221         df <- path %>%
222             excel_sheets() %>%
223             set_names() %>%
224             map(~ read_excel(path, .x))
225
226         all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)
227 }
```

```

228 DiccionarioConsumos <- df[[which(all_sheets == "
229   DiccionarioConsumos")]]
230
231 colnames(DiccionarioConsumos) <- c("Code", "Name")
232
233 p <- setNames(DiccionarioConsumos$Code, DiccionarioConsumos$Name)
234
235 return(p)
236 }
237
238
239 ##### DICCCIONARIO RESISTENCIAS (BACTERIA/MICROORGANISMO) #####
240
241 ##### PARA MOSTRAR #####
242 upload_diccionario_micro <- reactive({
243
244   file <- input$file_input_excel
245
246   if(is.null(file)){
247     return(c("Sin diccionario"="NULL"))
248   } else {
249
250     path <- file$datapath
251
252     df <- path %>%
253       excel_sheets() %>%
254       set_names() %>%
255       map(~ read_excel(path, .x))
256
257     all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)
258
259     DiccionarioResistencias <- df[[which(all_sheets == "
260       DiccionarioResistencias")]]
261     DiccionarioResistencias <- DiccionarioResistencias[,c(1,2)]
262     colnames(DiccionarioResistencias) <- c("Code", "Name")
263     DiccionarioResistencias$Code <- substr(DiccionarioResistencias$Code, 1, 3)
264     DiccionarioResistencias <- DiccionarioResistencias[!duplicated(
265       DiccionarioResistencias$Code), ]

```

```
263     return(DiccionarioResistencias)
264   }
265 })
266
267
268
269 ##### PARA LOS SELECCIONADORES #####
270 upload_diccionario_micro_selec <- reactive({
271
272   file <- input$file_input_excel
273
274   if(is.null(file)){
275     return(c("Sin diccionario"="NULL"))
276   } else {
277
278     path <- file$datapath
279
280     df <- path %>%
281       excel_sheets() %>%
282       set_names() %>%
283       map(~ read_excel(path, .x))
284
285     all_sheets <- excel_sheets(file$datapath)
286
287     DiccionarioResistencias <- df[[which(all_sheets == "
288       DiccionarioResistencias")]]
289     DiccionarioResistencias <- DiccionarioResistencias[,c(1,2)]
290     colnames(DiccionarioResistencias) <- c("Code","Name")
291     DiccionarioResistencias$Code <- substr(DiccionarioResistencias$"
292       Code, 1, 3)
293     DiccionarioResistencias <- DiccionarioResistencias[!duplicated(
294       DiccionarioResistencias$Code), ]
295
296     p <- setNames(DiccionarioResistencias$Code,
297       DiccionarioResistencias$Name)
298
299     return(p)
300   }
301 })
```

```
298  
299  
300  
301 ## BOTONES PARA GUARDAR O BORRAR LA TABLA EN EL SISTEMA ##  
302  
303 ### OBJETO PARA GUARDAR LA TABLA ###  
304  
305 data <- reactiveValues(table_obs = NULL, table_cons=NULL, table_res=  
    NULL, table_micro = c("Sin diccionario"="NULL"), table_meds = c(""  
        "Sin diccionario"="NULL"))  
306  
307 ### GUARDAR TABLA ###  
308  
309 observeEvent(input$action_button_excel_ready, {  
    310     data$table_obs <- uploaded_file()  
    311     data$table_micro <- upload_diccionario_micro_selec()  
    312     data$table_meds <- upload_diccionario_meds_selec()  
    313     data$table_res <- upload_obs_resistentes()  
    314     data$table_cons <- upload_consumos()  
    315     output$check_excel <- renderUI(icon('check'))  
    316 })  
317  
318  
319 ### BORRAR TABLA ###  
320 observeEvent(input$action_button_excel_not_ready, {  
    321     data$table_obs <- NULL  
    322     data$table_micro <- c("Sin diccionario"="NULL")  
    323     data$table_meds <- c("Sin diccionario"="NULL")  
    324     data$table_res <- NULL  
    325     data$table_cons <- NULL  
    326     output$check_excel <- renderUI(NULL)  
    327 })  
328  
329  
330  
331 ## VISUALIZADOR DE TABLAS ##  
332  
333 output$tabla_output_visual <- renderDT({  
    334     if(input$select_input_table_visual == "tabla_ocupacion"){
```

```
335     datatable(upload_ocupacion(),
336                 options = list(
337                     lengthMenu = list(c(5, 15, -1), c('5', '15', 'All'))
338                     ),
339                     pageLength = 5,
340                     paging = TRUE
341             ))
341 } else if(input$select_input_table_visual == "tabla_dicc_res"){
342     datatable(upload_diccionario_micro(),
343                 options = list(
344                     lengthMenu = list(c(5, 15, -1), c('5', '15', 'All'))
345                     ),
346                     pageLength = 5,
347                     paging = TRUE
348             ))
348 } else if(input$select_input_table_visual == "tabla_consumos"){
349     datatable(upload_consumos(),
350                 options = list(
351                     lengthMenu = list(c(5, 15, -1), c('5', '15', 'All'))
352                     ),
353                     pageLength = 5,
354                     paging = TRUE
355             ))
355 } else if(input$select_input_table_visual == "tabla_sensibles"){
356     datatable(upload_obs_sensibles(),
357                 options = list(
358                     lengthMenu = list(c(5, 15, -1), c('5', '15', 'All'))
359                     ),
360                     pageLength = 5,
361                     paging = TRUE
362             ))
362 } else if(input$select_input_table_visual == "tabla_resistentes"){
363 {
363     datatable(upload_obs_resistentes(),
364                 options = list(
365                     lengthMenu = list(c(5, 15, -1), c('5', '15', 'All'))
366                     ),
367                     pageLength = 5,
368                     paging = TRUE
```

```

368         ))
369     } else if(input$select_input_table_visual == "tabla_dicc_cons"){
370         datatable(upload_diccionario_meds(),
371             options = list(
372                 lengthMenu = list(c(5, 15, -1), c('5', '15', 'All'))
373                 ),
374                 pageLength = 5,
375                 paging = TRUE
376             ))
377     }else{
378         return(NULL)
379     }
380 }
381
382
383
384 #####
385 #####          TAB: DATA INICIAL
386 #####
387
388 ## SELECCIONADORES DE GRAFICOS ALIMENTADOS POR EL FICHERO SUBIDO ##
389
390 ##### GRAFICOS DATA INICIAL #####
391
392 output$output_select_input_med_data_inicial <- renderUI({
393     selectInput("select_input_med_data_inicial","Seleccione
394         antibiótico:",data$table_meds)
395 })
396
397 output$output_select_input_micro_data_inicial <- renderUI({
398     selectInput("select_input_micro_data_inicial","Seleccione
399         bacteria:",data$table_micro )
400 })
401
402 output$summary_data_ini <- renderPrint({
403     df <- data$table_obs

```

```
404 if (!is.null(df)) {  
405   res_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$  
406     select_input_med_data_inicial, "_res", sep = "")  
407   sen_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$  
408     select_input_med_data_inicial, "_sen", sep = "")  
409  
410   if (all(c(res_col, sen_col) %in% colnames(df))) {  
411  
412     df <- df %>%  
413       select(mes, !!sym(res_col), !!sym(sen_col), Ocupacion, !!  
414         sym(input$select_input_med_data_inicial)) %>%  
415       mutate(total = !!sym(res_col) + !!sym(sen_col)) %>%  
416       select(mes, !!sym(res_col), !!sym(sen_col), total,  
417         Ocupacion, !!sym(input$select_input_med_data_inicial))  
418       %>%  
419       as.data.frame()  
420  
421  
422  
423       return(describe(df[,-1]))  
424   } else {  
425     res_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$  
426       select_input_med_data_inicial, "_res", sep = "")  
427     sen_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$  
428       select_input_med_data_inicial, "_sen", sep = "")  
429     df <- df %>%  
430       select(mes, Ocupacion, !!sym(input$select_input_med_data_  
431         inicial)) %>%  
432       as.data.frame()  
433  
434       return(describe(df[,-1]))  
435   }  
436 } else {  
437   return(print("Sin datos"))  
438 }  
439 }  
440 })  
441  
442  
443  
444
```

```
435
436
437 ## GENERADORES DE GRAFICOS ##
438
439 ### GRAFICO DE BARRAS APILADAS ###
440
441 output$plot_barras_apiladas <- renderPlotly({
442   df <- data$table_obs
443   if (!is.null(df)) {
444     res_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$`select_input_med_data_inicial`, "_res", sep = "")
445     sen_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$`select_input_med_data_inicial`, "_sen", sep = "")
446     if (all(c(res_col, sen_col) %in% colnames(df))) {
447       df <- df %>%
448         select(mes, !!sym(res_col), !!sym(sen_col)) %>%
449         as.data.frame()
450
451       plot_ly(df, x = ~mes) %>%
452         add_trace(y = ~get(res_col), name = "Resistencias", type =
453                   "bar") %>%
454         add_trace(y = ~get(sen_col), name = "Sensibilidades", type
455                   = "bar") %>%
456         layout(
457           title = 'Observaciones Resistentes vs Sensibles',
458           xaxis = list(title = "Mes"),
459           yaxis = list(title = "Número de observaciones"),
460           barmode = 'stack',
461           plot_bgcolor = '#e5ecf6'
462         )
463     } else {
464       plot_ly() %>%
465         layout(
466           title = "La combinación seleccionada no existe",
467           xaxis = list(title = "Mes"),
468           yaxis = list(title = "Número de observaciones")
469         )
470     }
471   } else {
```

```

470     plot_ly() %>%
471       layout(
472         title = "Sin datos disponibles",
473         xaxis = list(title = "Mes"),
474         yaxis = list(title = "Número de observaciones")
475       )
476   }
477 }
478
479 ### GRAFICO DE LINEAS TOTALES ###
480
481 output$plot_line_totals <- renderPlotly({
482   df <- data$table_obs
483   if (!is.null(df)) {
484     res_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$`select_input_med_data_inicial`, "_res", sep = "")
485     sen_col <- paste(input$select_input_micro_data_inicial, input$`select_input_med_data_inicial`, "_sen", sep = "")
486     if (all(c(res_col, sen_col) %in% colnames(df))) {
487       df <- df %>%
488         select(mes, !!sym(res_col), !!sym(sen_col)) %>%
489         mutate(total = !!sym(res_col) + !!sym(sen_col)) %>%
490         as.data.frame()
491
492       plot_ly(df, x = ~mes) %>%
493         add_trace(y = ~get(res_col), name = "Resistencias", type =
494           "scatter", mode = "lines", line = list(color = "blue"))
495         %>%
496         add_trace(y = ~get(sen_col), name = "Sensibilidades", type =
497           "scatter", mode = "lines", line = list(color = "red"))
498         %>%
499         add_trace(y = ~total, name = "Total", type = "scatter",
500           mode = "lines", line = list(color = "green")) %>%
501       layout(
502         title = 'Observaciones Resistencias, Sensibilidades y
503             Total',
504         xaxis = list(title = "Mes"),
505         yaxis = list(title = "Número de observaciones"),
506         plot_bgcolor = '#e5ecf6'
507       )
508     }
509   }
510 }
511
512 
```

```

501         )
502     } else {
503       plot_ly() %>%
504         layout(
505           title = "La combinación seleccionada no existe",
506           xaxis = list(title = "Mes"),
507           yaxis = list(title = "Número de observaciones")
508         )
509     }
510   } else {
511     plot_ly() %>%
512       layout(
513         title = "Sin datos disponibles",
514         xaxis = list(title = "Mes"),
515         yaxis = list(title = "Número de observaciones")
516       )
517   }
518 }

519
520
521
522 #### GRAFICO LINE PLOT OCUPACIONES ####
523
524 output$plot_hospitalizaciones <- renderPlotly({
525   df <- data$table_obs
526   if (!is.null(df)) {
527     if ("Ocupacion" %in% colnames(df)) {
528       df <- df %>%
529         select(mes, Ocupacion) %>%
530         as.data.frame()
531
532       plot_ly() %>%
533         add_trace(data = df, x = ~mes, y = ~Ocupacion, type = 'scatter',
534                   mode = 'lines', fill = 'tozeroY', name = 'Ocupacion') %>%
535         layout(
536           title = 'Hospitalizaciones',
537           showlegend = F,
538           yaxis = list(title = "Hospitalizaciones", zerolinecolor =

```



```
573     layout(
574         title = 'Consumos',
575         showlegend = F,
576         yaxis = list(title = "Consumos", zerolinecolor = '#ffff',
577                     zerolinewidth = 2, gridcolor = '#ffff'),
578         xaxis = list(title = "Mes", zerolinecolor = '#ffff',
579                     zerolinewidth = 2, gridcolor = '#ffff'),
580         plot_bgcolor = '#e5ecf6',
581         width = 900
582     )
583 } else {
584     plot_ly() %>%
585     layout(
586         title = "La columna seleccionada no existe",
587         xaxis = list(title = "Mes"),
588         yaxis = list(title = "Consumos")
589     )
590 } else {
591     plot_ly() %>%
592     layout(
593         title = "Sin datos disponibles",
594         xaxis = list(title = "Mes"),
595         yaxis = list(title = "Consumos")
596     )
597 }
598
599
600
601
602
603
604 #####
605 ##### TAB: DATA ELABORADA
606 #####
607
608 ## SELECCIONADORES DE GRAFICOS ALIMENTADOS POR EL FICHERO SUBIDO ##
609
```

```
610     output$output_select_input_med_data_elaborada <- renderUI({  
611       selectInput("select_input_med_data_elaborada","Seleccione antibió  
612         tico:",data$table_meds )  
613     })  
614  
615     output$output_select_input_micro_data_elaborada <- renderUI({  
616       selectInput("select_input_micro_data_elaborada","Seleccione  
617         bacteria:",data$table_micro )  
618     })  
619  
620     ## GENERADORES DE GRAFICOS ##  
621  
622     ### GRAFICO % RESISTENCIAS ###  
623  
624     output$plot_porcentaje_resistencias <- renderPlotly({  
625       df <- data$table_obs  
626       if (!is.null(df)) {  
627         res_col <- paste(input$select_input_micro_data_elaborada, input  
628             $select_input_med_data_elaborada, "_res", sep = "")  
629         sen_col <- paste(input$select_input_micro_data_elaborada, input  
630             $select_input_med_data_elaborada, "_sen", sep = "")  
631         if (any(colnames(df) %in% c(res_col, sen_col))) {  
632           df <- df %>%  
633             select(mes, !!sym(res_col), !!sym(sen_col))  
634  
635           df <- df %>%  
636             mutate(  
637               porc_res = (!!sym(res_col) / (!!sym(res_col) + !!sym(sen_  
638                 col))) * 100  
639             )  
640           df <- as.data.frame(df)  
641  
642             plot_ly() %>%  
643               add_trace(data = df[, c("mes", "porc_res")], type = '  
644                 scatter', mode = 'lines', fill = 'tozeroY', x = ~df[, "  
645                   mes"], y = ~df[, "porc_res"], name = 'Resistencias') %>%  
646               layout(
```

```
642     title = 'Porcentaje de Resistencias',
643     showlegend = F,
644     yaxis = list(
645       title = "Porcentaje de observaciones resistentes",
646       zerolinecolor = '#ffff',
647       zerolinewidth = 2,
648       gridcolor = 'ffff'
649     ),
650     xaxis = list(
651       title = "Mes",
652       zerolinecolor = '#ffff',
653       zerolinewidth = 2,
654       gridcolor = 'ffff'
655     ),
656     plot_bgcolor = '#e5ecf6',
657     width = 900
658   )
659 } else {
660   plot_ly() %>%
661   layout(
662     title = "La combinación seleccionada no existe",
663     xaxis = list(title = "Mes"),
664     yaxis = list(title = "% Resistencias")
665   )
666 }
667 } else {
668   plot_ly() %>%
669   layout(
670     title = "Sin datos disponibles",
671     xaxis = list(title = "Mes"),
672     yaxis = list(title = "% Resistencias")
673   )
674 }
675 })
676
677
678 ### GRAFICO TDI ####
679
680 output$plot_TDI <- renderPlotly({
```

```
681 df <- data$table_obs
682 if (!is.null(df)) {
683   res_col <- paste(input$select_input_micro_data_elaborada, input
684     $select_input_med_data_elaborada, "_res", sep = "")
685   if (res_col %in% colnames(df)) {
686     df <- df %>%
687       select(mes, Ocupacion, !!sym(res_col)) %>%
688       mutate(TDI = (!!sym(res_col) * 1000) / Ocupacion) %>%
689       as.data.frame()
690 
691   plot_ly() %>%
692     add_trace(data = df, x = ~mes, y = ~TDI, type = 'scatter',
693       mode = 'lines', fill = 'tozeroY', name = 'TDI') %>%
694     layout(
695       title = 'Tasa de Infección por Dosis (TDI)',
696       showlegend = F,
697       yaxis = list(title = "TDI", zerolinecolor = '#ffff',
698         zerolinewidth = 2, gridcolor = '#ffff'),
699       xaxis = list(title = "Mes", zerolinecolor = '#ffff',
700         zerolinewidth = 2, gridcolor = '#ffff'),
701       plot_bgcolor = '#e5ecf6',
702       width = 900
703     )
704   } else {
705     plot_ly() %>%
706     layout(
707       title = "La combinación seleccionada no existe",
708       xaxis = list(title = "Mes"),
709       yaxis = list(title = "TDI")
710     )
711   }
712 } else {
713   plot_ly() %>%
714     layout(
715       title = "Sin datos disponibles",
716       xaxis = list(title = "Mes"),
717       yaxis = list(title = "TDI")
718     )
719 }
```

```
716  })
717
718
719
720
721 ##### TAB : MODELOS
722 #####
723 #####
724
725 ##### OBJETO REACTIVO #####
726
727 dt <- reactiveValues(AMC = NULL, AMR = NULL, data = NULL)
728
729 ##### GUARDAR MODELOS #####
730
731 observeEvent(input$action_button_models_1_ready, {
732   dt$AMC <- AMC_pre()
733   dt$AMR <- AMR_pre()
734   dt$data <- dat_1()
735   output$check_models_1 <- renderUI(icon('check'))
736 })
737
738 observeEvent(input$action_button_models_2_ready, {
739   dt$AMC <- AMC_manual()
740   dt$AMR <- AMR_manual()
741   dt$data <- dat_2()
742   output$check_models_2 <- renderUI(icon('check'))
743 })
744
745
746
747
748
749 ##### MODELOS A PARTIR DE FICHERO PREDETERMINADO #####
750
751
752
753 upload_mod <- reactive({
754   file <- input$file_input_models
```

```
755  
756     if (is.null(file)) {  
757         return(NULL)  
758     }  
759  
760     path <- file$datapath # Cambiado de file$path a file$datapath  
761     mod <- read.csv2(path, stringsAsFactors = FALSE) # Asegurarse de  
762         que los factores no se conviertan automáticamente  
763     mod <- as.list(mod)  
764     modelos <- names(mod)  
765     modelos <- substr(modelos, 1, 6)  
766     mod <- mod[!modelos %in% c("ecoMEM")]  
767     return(mod)  
768 })  
769  
770 upload_modelos <- reactive({  
771     file <- input$file_input_models  
772  
773     if (is.null(file)) {  
774         return(NULL)  
775     }  
776  
777     path <- file$datapath # Cambiado de file$path a file$datapath  
778     mod <- read.csv2(path, stringsAsFactors = FALSE) # Asegurarse de  
779         que los factores no se conviertan automáticamente  
780     mod <- as.list(mod)  
781     modelos <- names(mod)  
782     modelos <- substr(modelos, 1, 6)  
783     modelos <- modelos[!modelos %in% c("ecoMEM")]  
784     return(modelos)  
785 })  
786  
787 output$output_select_input_modelo_1 <- renderUI({  
788     selectInput("select_input_modelo_1", "Seleccione modelo:", upload_  
789         modelos())  
790 })
```

```

791 dat_1 <- reactive({
792   lista_consumos <- upload_mod()[[input$select_input_modelo_1]]
793   lista_consumos <- lista_consumos[lista_consumos != ""]]
794 
795   if (length(lista_consumos) == 0) {
796     return(NULL)
797   }
798 
799   cons <- data$table_cons[, c("mes", lista_consumos)]
800   res <- data$table_res[, c("mes", input$select_input_modelo_1)]
801 
802   df <- merge(res, cons, by = "mes")
803   df<- df[-c(1:5),-1]
804   return(df)
805 })
806 
807 
808 
809 
810 output$tabla_prueba_1 <- renderDT(datatable(dat_1(),
811                                         options = list(
812                                           lengthMenu = list(c
813                                             (5, 15, -1), c('5',
814                                               , '15', 'All')),
815                                           pageLength = 5,
816                                           paging = TRUE
817                                         ))))
818 
819 
820 
821 
822 
823 
824 
825 
826 
827 
```

```
828  })
829
830  ##### MODELOS A PARTIR DE SELECCIÓN #####
831
832
833  output$output_select_input_modelo_2 <- renderUI({
834    selectInput("select_input_modelo_2", "Seleccione variable
835      respuesta / AMR:", names(data$table_res)[-c(1)])
836
837
838
839  output$check_box_output_modelos <- renderUI({
840    prettyCheckboxGroup(
841      "check_box_input_modelos",
842      "Seleccione variables explicativas / AMC:",
843      choices = colnames(data$table_cons[-c(1)]),
844      selected = NULL,
845      shape = c("curve"),
846      outline = TRUE,
847      fill = TRUE,
848      inline = TRUE
849    )
850
851  })
852
853
854  dat_2 <- reactive({
855
856    if(length(input$check_box_input_modelos)==0){
857      res <- data$table_res[, c("mes", input$select_input_modelo_2)]
858      df <- res
859      df<- df[-c(1:5),-1]
860      return(df)
861    } else {
862      cons <- data$table_cons[, c("mes", input$check_box_input_modelos)
863      ]
864      res <- data$table_res[, c("mes", input$select_input_modelo_2)]
```

```
865 df <- merge(res, cons, by = "mes")
866 df<- df[-c(1:5),-1]
867 return(df)
868 })
869
870
871 output$tabla_prueba_2 <- renderDT(datatable(dat_2(),
872                                         options = list(
873                                             lengthMenu = list(c
874                                                 (5, 15, -1), c('5',
875                                                 , '15', 'All')),
876                                             pageLength = 5,
877                                             paging = TRUE
878                                         )))
879
880
881 AMR_manual <- reactive({
882     return(input$select_input_modelo_2)
883 })
884 AMC_manual <- reactive({
885     return(input$check_box_input_modelos)
886 })
887
888 # EXPLORACION
889
890
891
892
893
894 serie <- reactive({
895
896     cons <- data$table_cons[, c("mes", dt$AMC)]
897     res <- data$table_res[, c("mes", dt$AMR)]
898
899     df <- merge(res, cons, by = "mes")
900
901     df <- df[-c(1:5),]
```

```
902
903     start_date <- as.Date(df$mes[1])
904     end_date <- as.Date(df$mes[nrow(df)])
905
906     start_year <- as.numeric(format(start_date, "%Y"))
907     start_month <- as.numeric(format(start_date, "%m"))
908
909     end_year <- as.numeric(format(end_date, "%Y"))
910     end_month <- as.numeric(format(end_date, "%m"))
911
912     df <- df[, -which(names(df) == "mes")]
913
914     df_ts <- ts(df, start = c(start_year, start_month), end = c(end_
915                 year, end_month), freq = 12)
916
917     return(df_ts)
918 }
919
920 output$plot_ts <- renderPlot({
921   if(is.null(dt$AMC) || is.null(dt$AMR) ){
922     return(NULL)
923   } else {
924     df_ts <- serie()
925     a <- dt$AMR
926     plot(df_ts, main = a)
927   }
928 }
929
930
931 ### EXPLORACION ENTRE MODELOS
932
933
934
935 output$output_checkbox_retardos <- renderUI({
936
937
938
939}
```

```
940 AMR <- dt$AMR
941 AMC <- dt$AMC
942
943 if(is.null(AMC)){
944   return("")
945 } else {
946   dat <- serie()
947   la=1:8
948   nam <- c()
949   for (v in AMR){
950     for (i in 1:length(la)) {
951       nam<-c(nam,paste(v,i,sep="_"))
952     }
953   }
954
955   for (v in AMC){
956     for (i in 1:length(la)) {
957       nam<-c(nam,paste(v,i,sep="_"))
958     }
959   }
960   return(
961     prettyCheckboxGroup(
962       "check_box_input_retardos",
963       "Retardos disponibles:",
964       choices = nam,
965       selected = NULL,
966       shape = c("curve"),
967       outline = FALSE,
968       fill = TRUE,
969       thick = FALSE,
970       bigger = FALSE,
971       inline = TRUE))
972   }
973
974 })
975
976
977
978
```

```
979  
980   forms <- reactiveValues(data=NULL)  
981  
982  
983   observeEvent(input$usar_retardos_1, {  
984     forms$data <- data_retardos_1()  
985   })  
986  
987   observeEvent(input$usar_retardos_2, {  
988     forms$data <- data_retardos_2()  
989   })  
990  
991  
992  
993  
994  
995  
996   data_retardos_1 <- reactive({  
997     dat <- serie()  
998  
999     n <- input$numeric_input_AMR  
1000    m <- input$numeric_input_AMC  
1001    AMR <- c(dt$AMR)  
1002    AMC <- c(dt$AMC)  
1003  
1004    df <- dat[,1]  
1005    nam <- c(AMR)  
1006  
1007    for(v in AMR){  
1008      for (i in 1:n) {  
1009        df <- cbind(df,stats::lag(dat[,v], i))  
1010        nam <- c(nam,paste(v, i, sep="_"))  
1011      }  
1012    }  
1013  
1014  
1015    for(v in AMC){  
1016      for (i in 1:m) {  
1017        df <- cbind(df,stats::lag(dat[,v], i))
```

```
1018         nam <- c(nam,paste(v, i, sep="_"))
1019     }
1020   }
1021
1022   colnames(df) <- nam
1023   return(df)
1024 })
1025
1026
1027
1028 data_retardos_2 <- reactive({
1029   dat <- serie()
1030
1031   vector <- c(input$check_box_input_retardos)
1032
1033   variables <- substr(vector, 1, nchar(vector) - 2)
1034   retardos<- substr(vector, nchar(vector), nchar(vector))
1035   retardos <- as.numeric(retardos)
1036
1037   AMR <- c(dt$AMR)
1038   AMC <- c(dt$AMC)
1039
1040   df <- dat[,1]
1041   nam <- c(AMR)
1042
1043   for(ind in 1:length(variables)){
1044     i <- retardos[ind]
1045     v <- variables[ind]
1046     df <- cbind(df,stats::lag(dat[,v], i))
1047     nam <- c(nam,paste(v, i, sep="_"))
1048   }
1049
1050
1051   colnames(df) <- nam
1052   return(df)
1053 }
1054
1055
1056 m1 <- reactive({
```

```
1057  
1058     df <- forms$data  
1059     AMR <- dt$AMR  
1060     form0 <- as.formula(paste0(AMR, "~ ."))  
1061     if(input$action_button_intercept_no_1 == TRUE || input$action_  
         button_intercept_no_2==TRUE){  
         form0 <- as.formula(paste0(AMR, "~ . - 1"))  
     } else {  
         form0 <- as.formula(paste0(AMR, "~ ."))  
     }  
1066  
1067  
1068     if(is.null(df)){  
         m1 <- NULL  
     } else {  
         m1 <- lm(form0, na.omit(df))  
     }  
     return(m1)  
})  
1075  
1076  
1077 m2 <- reactive({  
1078  
1079     df <- forms$data  
1080     AMR <- dt$AMR  
1081  
1082     form1=as.formula(paste0(AMR, "~1"))  
1083     if(is.null(df)){  
         m2 <- NULL  
     }else {  
         if(input$select_input_AIC_1 == 2){  
             a <- 2  
         } else {  
             a <- log(nrow(df))  
         }  
         m2<-step(m1(), scope=list(lower=form1), trace=F, k=a)  
    }  
1093     return(m2)  
1094 }
```

```
1095 })
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102 output$summary_m1 <- renderPrint({
1103   if(is.null(m1())){
1104     return("NULL")
1105   } else {
1106     return(summary(m1()))
1107   }
1108 })
1109
1110
1111 output$summary_m2 <- renderPrint({
1112   if(is.null(m2())){
1113     return("NULL")
1114   } else {
1115     return(summary(m2()))
1116   }
1117 })
1118
1119 output$plot_m1 <- renderPlot({
1120
1121   if(is.null(forms$data)){
1122     return(NULL)
1123   } else {
1124     par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 2, 1))
1125     plot(m1(), which=1, ask=F)
1126     plot(m1(), which=2, ask=F)
1127     plot(m1(), which=3, ask=F)
1128     plot(m1(), which=4, ask=F)
1129   }
1130 })
1131
1132
1133 output$plot_m2 <- renderPlot({
```

```
1134  
1135     if(is.null(forms$data)){  
1136         return(NULL)  
1137     } else {  
1138         par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 2, 1))  
1139         plot(m2(), which=1, ask=F)  
1140         plot(m2(), which=2, ask=F)  
1141         plot(m2(), which=3, ask=F)  
1142         plot(m2(), which=4, ask=F)  
1143     }  
1144 }  
1145  
1146 output$plot_acf_m1 <- renderPlot({  
1147  
1148     if(is.null(forms$data)){  
1149         return(NULL)  
1150     } else {  
1151         par(mfrow=c(1,2))  
1152         acf(resid(m1()), ylim=c(-1,1), lwd=2)  
1153         pacf(resid(m1()), ylim=c(-1,1), lwd=2)  
1154     }  
1155 })  
1156  
1157 output$plot_acf_m2 <- renderPlot({  
1158  
1159     if(is.null(forms$data)){  
1160         return(NULL)  
1161     } else {  
1162         par(mfrow=c(1,2))  
1163         acf(resid(m2()), ylim=c(-1,1), lwd=2)  
1164         pacf(resid(m2()), ylim=c(-1,1), lwd=2)  
1165     }  
1166 })  
1167  
1168  
1169     ### ARMAX  
1170  
1171 modelo_a_usar <- reactive({  
1172     m <- m1()
```

```

1173 if(input$select_input_modelo_usar_ARMAX == "m2"){
1174   m <- m2()
1175 } else {
1176   m <- m1()
1177 }
1178 return(m)
1179
1180 })
1181
1182
1183 m3 <- reactive({
1184   df <- forms$data
1185
1186   AMC <- c(dt$AMC)
1187
1188   b <- c(names(coef(modelo_a_usar())))
1189   c <- c()
1190   for(i in 1:length(b)){
1191     if(substr(b[i],1,nchar(b[i])-2) %in% AMC){
1192       c <- c(c,b[i])
1193     }
1194   }
1195
1196   # b <- b[nchar(b)==5]
1197   a<- df[,c]
1198
1199
1200   if(is.null(df)){
1201     m3 <- NULL
1202   } else {
1203     if (length(names(coef(modelo_a_usar()))) > 2) {
1204       m3 <- auto.arima(df[,1], max.p=input$numeric_input_p, max.q=
1205         input$numeric_input_q, max.d=input$numeric_input_d, max.P=
1206         input$numeric_input_P, max.D=input$numeric_input_D, max.Q=
1207         input$numeric_input_Q, xreg=a)
1208     } else {
1209       m3 <- auto.arima(df[,1], max.p=input$numeric_input_p, max.q=
1210         input$numeric_input_q, max.P=input$numeric_input_P, max.Q=
1211         input$numeric_input_Q)
1212     }
1213   }
1214 }
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
2621
2622
2623
2624
2625
2626
2627
2628
2629
2630
2631
2632
2633
2634
2635
2636
2637
2638
2639
2640
2641
2642
2643
2644
2645
2646
2647
2648
2649
2650
2651
2652
2653
2654
2655
2656
2657
2658
2659
2660
2661
2662
2663
2664
2665
2666
2667
2668
2669
2670
2671
2672
2673
2674
2675
2676
2677
2678
2679
2680
2681
2682
2683
2684
2685
2686
2687
2688
2689
2690
2691
2692
2693
2694
2695
2696
2697
2698
2699
2700
2701
2702
2703
2704
2705
2706
2707
2708
2709
2710
2711
2712
2713
2714
2715
2716
2717
2718
2719
2720
2721
2722
2723
2724
2725
2726
2727
2728
2729
2730
2731
2732
2733
2734
2735
2736
2737
2738
2739
2740
2741
2742
2743
2744
2745
2746
2747
2748
2749
2750
2751
2752
2753
2754
2755
2756
2757
2758
2759
2760
2761
2762
2763
2764
2765
2766
2767
2768
2769
2770
2771
2772
2773
2774
2775
2776
2777
2778
2779
2780
2781
2782
2783
2784
2785
2786
2787
2788
2789
2790
2791
2792
2793
2794
2795
2796
2797
2798
2799
2800
2801
2802
2803
2804
2805
2806
2807
2808
2809
2810
2811
2812
2813
2814
2815
2816
2817
2818
2819
2820
2821
2822
2823
2824
2825
2826
2827
2828
2829
2830
2831
2832
2833
2834
2835
2836
2837
2838
2839
2840
2841
2842
2843
2844
2845
2846
2847
2848
2849
2850
2851
2852
2853
2854
2855
2856
2857
2858
2859
2860
2861
2862
2863
2864
2865
2866
2867
2868
2869
2870
2871
2872
2873
2874
2875
2876
2877
2878
2879
2880
2881
2882
2883
2884
2885
2886
2887
2888
2889
2890
2891
2892
2893
2894
2895
2896
2897
2898
2899
2900
2901
2902
2903
2904
2905
2906
2907
2908
2909
2910
2911
2912
2913
2914
2915
2916
2917
2918
2919
2920
2921
2922
2923
2924
2925
2926
2927
2928
2929
2930
2931
2932
2933
2934
2935
2936
2937
2938
2939
2940
2941
2942
2943
2944
2945
2946
2947
2948
2949
2950
2951
2952
2953
2954
2955
2956
2957
2958
2959
2960
2961
2962
2963
2964
2965
2966
2967
2968
2969
2970
2971
2972
2973
2974
2975
2976
2977
2978
2979
2980
2981
2982
2983
2984
2985
2986
2987
2988
2989
2990
2991
2992
2993
2994
2995
2996
2997
2998
2999
2999

```

**120**

**Código R: Shiny APP M.R.B.A.**

```
1207     }
1208 }
1209
1210 return(m3)
1211 })
1212
1213 output$autoarima_m3 <- renderPrint({
1214   if(is.null(forms$data)){
1215     return("NULL")
1216   } else {
1217     print(m3())
1218   }
1219 })
1220
1221
1222 output$t_ratios <- renderPrint({
1223   if(is.null(forms$data)){
1224     return("NULL")
1225   } else {
1226     d <- sqrt(diag(m3()$var.coef))
1227     c <- m3()$coef
1228     t_ratios <- c/d
1229     a <- data.frame(t_ratios)
1230     a <- t(a)
1231     colnames(a) <- names(coef(m3()))
1232     print(a)
1233   }
1234 })
1235
1236
1237 m1_auto <- reactive({
1238   df <- forms$data
1239
1240   if (is.null(df)) {
1241     m1 <- NULL
1242   } else {
1243     dat <- serie()
1244     AMR <- dt$AMR
1245     AMC <- dt$AMC
```

---

```

1246 df <- dat[, 1]
1247 nam <- c(AMR)
1248 p <- length(m3()$model$phi)
1249 b <- c(names(coef(modelo_a_usar())))
1250
1251 if (p > 0) {
1252   for (i in 1:p) {
1253     df <- cbind(df, stats::lag(dat[, 1], i))
1254     nam <- c(nam, paste(AMR, i, sep = "_"))
1255   }
1256 }
1257
1258 amc_added <- FALSE
1259 for (v in AMC) {
1260   for (i in 1:8) {
1261     if (paste(v, i, sep = "_") %in% b) {
1262       df <- cbind(df, stats::lag(dat[, v], i))
1263       nam <- c(nam, paste(v, i, sep = "_"))
1264       amc_added <- TRUE
1265     }
1266   }
1267 }
1268
1269 if (p == 0 && amc_added == FALSE) {
1270   df <- dat[, 1, drop = FALSE]
1271   nam <- c(AMR)
1272 }
1273
1274 colnames(df) <- nam
1275 if (!any(nam %in% paste(AMC, 1:8, sep = "_")) && p == 0) {
1276   form0 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ 1"))
1277 } else {
1278   form0 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ ."))
1279   if (input$action_button_intercept_no_1 == TRUE || input$action_
1280       button_intercept_no_2 == TRUE) {
1281     form0 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ . - 1"))
1282   }
1283 }
```

```
1284     m1 <- lm(form0, na.omit(df))
1285   }
1286   return(m1)
1287 }
1288
1289 m2_auto <- reactive({
1290   df <- forms$data
1291
1292   if (is.null(df)) {
1293     m2 <- NULL
1294   } else {
1295     dat <- serie()
1296     AMR <- dt$AMR
1297     AMC <- dt$AMC
1298     df <- dat[, 1]
1299     nam <- c(AMR)
1300     p <- length(m3()$model$phi)
1301     b <- c(names(coef(modelo_a_usar())))
1302
1303     amc_added <- FALSE
1304
1305     if (p > 0) {
1306       for (i in 1:p) {
1307         df <- cbind(df, stats::lag(dat[, 1], i))
1308         nam <- c(nam, paste(AMR, i, sep = "_"))
1309       }
1310     }
1311
1312     for (v in AMC) {
1313       for (i in 1:8) {
1314         if (paste(v, i, sep = "_") %in% b) {
1315           df <- cbind(df, stats::lag(dat[, v], i))
1316           nam <- c(nam, paste(v, i, sep = "_"))
1317           amc_added <- TRUE
1318         }
1319       }
1320     }
1321
1322     if (p == 0 && amc_added == FALSE) {
```

```

1323     df <- dat[, 1, drop = FALSE]
1324     nam <- c(AMR)
1325   }
1326
1327   colnames(df) <- nam
1328
1329   if (!any(nam %in% paste(AMC, 1:8, sep = "_")) && p == 0) {
1330     form0 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ 1"))
1331     form1 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ 1"))
1332   } else if (p > 0) {
1333     form0 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ ."))
1334     form1 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ ", paste0(AMR, "_", 1:p,
1335       collapse = "+")))
1336   } else {
1337     form0 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ ."))
1338     form1 <- as.formula(paste0(AMR, " ~ 1"))
1339   }
1340
1341   m1 <- lm(form0, data = na.omit(df))
1342
1343   if (input$select_input_AIC_2 == 2) {
1344     a <- 2
1345   } else {
1346     a <- log(nrow(df))
1347   }
1348
1349   m2 <- step(m1, scope = list(lower = form1), trace = FALSE, k = a)
1350
1351   return(m2)
1352 }
1353
1354 output$summary_m1_auto <- renderPrint({
1355   if(is.null(m1_auto())){
1356     return("NULL")
1357   } else {
1358     return(summary(m1_auto()))
1359   }
1360 })

```

```
1361  
1362  
1363 output$summary_m2_auto <- renderPrint({  
1364   if(is.null(m2_auto())){  
1365     return("NULL")  
1366   } else {  
1367     return(summary(m2_auto()))  
1368   }  
1369 })  
1370  
1371  
1372 output$plot_m1_arima <- renderPlot({  
1373  
1374  
1375   if(is.null(forms$data)){  
1376     return(NULL)  
1377   } else {  
1378     par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 2, 1))  
1379     plot(m1_auto(), which=1, ask=F)  
1380     plot(m1_auto(), which=2, ask=F)  
1381     plot(m1_auto(), which=3, ask=F)  
1382     plot(m1_auto(), which=4, ask=F)  
1383   }  
1384 })  
1385  
1386  
1387 output$plot_m2_arima <- renderPlot({  
1388   if(is.null(forms$data)){  
1389     return(NULL)  
1390   } else {  
1391     par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 2, 1))  
1392     plot(m2_auto(), which=1, ask=F)  
1393     plot(m2_auto(), which=2, ask=F)  
1394     plot(m2_auto(), which=3, ask=F)  
1395     plot(m2_auto(), which=4, ask=F)  
1396   })  
1397  
1398  
1399 output$plot_acf_m1_arima <- renderPlot({
```

```

1400 if(is.null(forms$data)){
1401   return(NULL)
1402 } else {
1403   par(mfrow=c(1,2))
1404   acf(resid(m1_auto()),ylim=c(-1,1),lwd=2)
1405   pacf(resid(m1_auto()),ylim=c(-1,1),lwd=2)}
1406
1407 })
1408
1409 output$plot_acf_m2_arima <- renderPlot({
1410   if(is.null(forms$data)){
1411     return(NULL)
1412   } else {
1413     par(mfrow=c(1,2))
1414     acf(resid(m2_auto()),ylim=c(-1,1),lwd=2)
1415     pacf(resid(m2_auto()),ylim=c(-1,1),lwd=2)}
1416
1417 })
1418
1419 # MARS
1420
1421 m5 <- reactive({
1422   if (length(coef(m2_auto())) > 2) {
1423     df <- forms$data
1424
1425     if (is.null(df)) {
1426       m5 <- NULL
1427     } else {
1428       p <- length(m3()$model$phi)
1429       pp <- p + 1
1430       vars <- c(names(coef(m2_auto()))[-c(1:c(pp))])
1431       np = 6
1432       ng = 10
1433       ms = 50
1434
1435       dat <- serie()
1436       AMR <- dt$AMR
1437       AMC <- c(dt$AMC)
1438       df <- dat[, 1]

```

```
1439 nam <- c(AMR)
1440 b <- c(names(coef(modelo_a_usar())))
1441
1442 amc_added <- FALSE
1443 if (p > 0) {
1444   for (i in 1:p) {
1445     df <- cbind(df, stats::lag(dat[, 1], i))
1446     nam <- c(nam, paste(AMR, i, sep = "_"))
1447   }
1448   for (v in AMC) {
1449     for (i in 1:8) {
1450       if (paste(v, i, sep = "_") %in% b) {
1451         df <- cbind(df, stats::lag(dat[, v], i))
1452         nam <- c(nam, paste(v, i, sep = "_"))
1453         amc_added <- TRUE
1454       }
1455     }
1456   }
1457 } else {
1458   for (v in AMC) {
1459     for (i in 1:8) {
1460       if (paste(v, i, sep = "_") %in% b) {
1461         df <- cbind(df, stats::lag(dat[, v], i))
1462         nam <- c(nam, paste(v, i, sep = "_"))
1463         amc_added <- TRUE
1464       }
1465     }
1466   }
1467 }
1468
1469 if (p == 0 && amc_added == FALSE) {
1470   df <- dat[, 1, drop = FALSE]
1471   nam <- c(AMR)
1472 }
1473
1474 colnames(df) <- nam
1475
1476 if (p > 0 && amc_added) {
1477   form3 <- as.formula(paste0(AMR, "~", paste0(AMR, "_", 1:p,
```

---

```

1478         collapse = "+"), "+", paste0(vars, collapse = "+")))
1479     } else if (p == 0 && amc_added) {
1480       form3 <- as.formula(paste0(AMR, "~", paste0(vars, collapse =
1481                               "+"))))
1482     } else if (p > 0) {
1483       form3 <- as.formula(paste0(AMR, "~", paste0(AMR, "_", 1:p,
1484                               collapse = "+"))))
1485     } else {
1486       form3 <- as.formula(paste0(AMR, "~ 1"))
1487     }
1488
1489     m5 <- earth(form3, data = na.omit(df), nfold = 1, nk = ng,
1490                 minspan = ms,
1491                 nprune = np, linpreds = paste0(AMR, "_", 1:p),
1492                 trace = 4, pmethod = "exh")
1493   }
1494   return(m5)
1495 }
1496 }
1497
1498 output$summary_mars <- renderPrint({
1499   if(is.null(forms$data)){
1500     return("NULL")
1501   } else {
1502     a <- m5()
1503     print(a)}
1504   })
1505
1506 output$plotmo_mars <- renderPlot({
1507   if(is.null(forms$data)){
1508     return("NULL")
1509   } else {
1510     a <- m5()
1511     plotmo(a, ask=FALSE)}
1512   })
1513
1514 output$plot_res_mars <- renderPlot({
1515   if(is.null(forms$data)) {

```

```
1512     return("NULL")
1513 } else {
1514 cons <- data$table_cons[, c("mes", dt$AMC)]
1515 res <- data$table_res[, c("mes", dt$AMR)]
1516
1517 df <- merge(res, cons, by = "mes")
1518
1519 df <- df[-c(1:5),]
1520
1521 start_date <- as.Date(df$mes[1])
1522
1523 start_year <- as.numeric(format(start_date, "%Y"))
1524 start_month <- as.numeric(format(start_date, "%m"))
1525
1526 plot(ts(resid(m5())), start=c(start_year, start_month), freq=12, main=
1527       "Residuos")
1528 }
1529
1530
1531 output$plot_qq_mars <- renderPlot({
1532   if(is.null(forms$data)){
1533     return("NULL")
1534   } else {
1535     qqnorm(resid(m5()))
1536     qqline(resid(m5()), col=2, lwd=2)
1537   }
1538
1539
1540 output$plot_acf_mars <- renderPlot({
1541   if(is.null(forms$data)){
1542     return("NULL")
1543   } else {
1544     par(mfrow=c(1,2))
1545     acf(resid(m5()), ylim=c(-1,1), lwd=2, main="Residuos")
1546     pacf(resid(m5()), ylim=c(-1,1), lwd=2, main="Residuos")
1547   }
1548
1549
```

```

1550
1551 output$plot_final_mars <- renderPlot({
1552   if(is.null(forms$data)){
1553     return("NULL")
1554   } else {
1555     AMR <- dt$AMR
1556     cons <- data$table_cons[, c("mes", dt$AMC)]
1557     res <- data$table_res[, c("mes", dt$AMR)]
1558
1559     df <- merge(res, cons, by = "mes")
1560
1561     df <- df[-c(1:5),]
1562
1563     start_date <- as.Date(df$mes[1])
1564
1565     start_year <- as.numeric(format(start_date, "%Y"))
1566     start_month <- as.numeric(format(start_date, "%m"))
1567
1568     par(mfrow=c(1,1))
1569     plot(ts(df[,AMR], start=start_year, freq=12))
1570     lines(ts(predict(m5()), start=c(start_year, start_month), freq=12),
1571           col=2)
1572     legend("topright", legend=c(AMR,"NL-TSA Model"), col=c(1,2), lty=1)
1573   }
1574 }
1575
1576 output$export <- downloadHandler(
1577   filename = function() {"Plot_output.pdf"},
1578   content = function(file) {
1579     pdf(file, width=12)
1580
1581     par(mfrow=c(1,1))
1582     df_ts <- serie()
1583     a <- dt$AMR
1584     plot(df_ts, main = a)
1585
1586     par(mfrow=c(1,1))

```

```
1587 model_summary <- summary(m1())
1588 plot.new()
1589 title("Ajuste del Modelo Lineal completo preliminar:")
1590 text(0.5, 0.5, paste(capture.output(model_summary), collapse="\n"
1591 ), cex=0.9) # Adjust cex for font size
1592
1593 par(mfrow=c(1,1))
1594 model_summary <- summary(m2())
1595 plot.new()
1596 title("Ajuste del Modelo Lineal simplificado preliminar:")
1597 text(0.5, 0.5, paste(capture.output(model_summary), collapse="\n"
1598 ), cex=0.9) # Adjust cex for font size
1599
1600 par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0))
1601 plot(m1(), which = 1, ask = FALSE)
1602 plot(m1(), which = 2, ask = FALSE)
1603 plot(m1(), which = 3, ask = FALSE)
1604 plot(m1(), which = 4, ask = FALSE)
1605 mtext("Validacion del Modelo Lineal completo preliminar:", outer
1606 = TRUE, cex = 1.5, line = 1)
1607
1608 par(mfrow = c(1, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0))
1609 acf(resid(m1()), ylim=c(-1,1), lwd=2)
1610 pacf(resid(m1()), ylim=c(-1,1), lwd=2)
1611 mtext("Estructura de autocorrelacion de los residuos del Modelo
1612 Lineal completo preliminar:", outer = TRUE, cex = 1.5, line =
1613 1)
1614
1615 par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0)
1616 )
1617 plot(m2(), which=1, ask=F)
1618 plot(m2(), which=2, ask=F)
1619 plot(m2(), which=3, ask=F)
1620 plot(m2(), which=4, ask=F)
1621 mtext("Validacion Modelo Lineal simplificado preliminar:",
1622 outer = TRUE, cex = 1.5, line = 1)
```

```
1619     par(mfrow = c(1, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0)
1620             )
1621     acf(resid(m2()), ylim=c(-1,1), lwd=2)
1622     pacf(resid(m2()), ylim=c(-1,1), lwd=2)
1623     mtext("Estructura de autocorrelacion de los residuos del",
1624           "Modelo Lineal simplificado preliminar:", outer = TRUE, cex
1625           = 1.5, line = 1)
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634     par(mfrow=c(1,1))
1635     a <- print(m3())
1636     model_output <- capture.output(print(a))
1637     plot.new()
1638     title("Ajuste del Modelo Autoarima:")
1639     text(0.5, 0.5, paste(model_output, collapse="\n"), cex=0.9)
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646     d <- sqrt(diag(m3()$var.coef))
1647     c <- m3()$coef
1648     t_ratios <- c/d
1649     a <- data.frame(t_ratios)
1650     a <- t(a)
1651     colnames(a) <- names(coef(m3()))
1652     model_output <- capture.output(print(a))
1653     plot.new()
1654     title("T-ratios del Modelo Autoarima:")
1655     text(0.5, 0.5, paste(model_output, collapse="\n"), cex=0.9)
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662     par(mfrow=c(1,1))
1663     model_summary <- summary(m1_auto())
1664     plot.new()
1665     title("Ajuste del Modelo Lineal total con estructura AR(p):")
1666     text(0.5, 0.5, paste(capture.output(model_summary), collapse="\n"
1667                           ), cex=0.9) # Adjust cex for font size
1668
1669
1670
1671
1672
1673     par(mfrow=c(1,1))
1674     model_summary <- summary(m2_auto())
```

```
1654 plot.new()
1655 title("Ajuste del Modelo Lineal simplificado con estructura AR(p)
1656      :")
1657
1658
1659 par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0))
1660 plot(m1_auto(), which=1, ask=F)
1661 plot(m1_auto(), which=2, ask=F)
1662 plot(m1_auto(), which=3, ask=F)
1663 plot(m1_auto(), which=4, ask=F)
1664 mtext("Validacion del Modelo Lineal completo:", outer = TRUE,
1665       cex = 1.5, line = 1)
1666
1667
1668 par(mfrow = c(1, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0))
1669 acf(resid(m1_auto()), ylim=c(-1,1), lwd=2)
1670 pacf(resid(m1_auto()), ylim=c(-1,1), lwd=2)
1671 mtext("Estructura de autocorrelacion de los residuos del Modelo
1672       Lineal completo:", outer = TRUE, cex = 1.5, line = 1)
1673
1674
1675 par(mfrow = c(2, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0))
1676 plot(m2_auto(), which=1, ask=F)
1677 plot(m2_auto(), which=2, ask=F)
1678 plot(m2_auto(), which=3, ask=F)
1679 plot(m2_auto(), which=4, ask=F)
1680 mtext("Validacion del Modelo Lineal simplificado:", outer =
1681       TRUE, cex = 1.5, line = 1)
1682
1683
1684 par(mfrow=c(1,1))
1685 a <- print(m5())
1686
```

```
1687 model_output <- capture.output(print(a))
1688 plot.new()
1689 title("Ajuste del Modelo MARS:")
1690 text(0.5, 0.5, paste(model_output, collapse="\n"), cex=0.9)
1691
1692 par(mfrow=c(1,1), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0))
1693 a <- m5()
1694 plotmo(a, ask=FALSE)
1695 mtext("Plotmo:", outer = TRUE, cex = 1.5, line = 0)
1696
1697
1698 cons <- data$table_cons[, c("mes", dt$AMC)]
1699 res <- data$table_res[, c("mes", dt$AMR)]
1700
1701 df <- merge(res, cons, by = "mes")
1702
1703 df <- df[-c(1:5),]
1704
1705 start_date <- as.Date(df$mes[1])
1706
1707 start_year <- as.numeric(format(start_date, "%Y"))
1708 start_month <- as.numeric(format(start_date, "%m"))
1709 par(mfrow=c(1,1))
1710 plot(ts(resid(m5()), start=c(start_year, start_month), freq=12), main =
1711       ="Residuos")
1712 mtext("Residuos del Modelo MARS:", outer = TRUE, cex = 1.5, line =
1713       0)
1714
1715 par(mfrow=c(1,1))
1716 qqnorm(resid(m5()))
1717 qqline(resid(m5()), col=2, lwd=2)
1718 mtext("Residuos en papel probabilistico normal:", outer = TRUE,
1719       cex = 1.5, line = 0)
1720
1721 par(mfrow = c(1, 2), mar = c(4, 4, 4, 4), oma = c(0, 0, 5, 0))
1722 acf(resid(m5()), ylim=c(-1,1), lwd=2, main="Residuos")
pacf(resid(m5()), ylim=c(-1,1), lwd=2, main="Residuos")
```

```
1723 mtext("Estructura de autocorrelación de los residuos del Modelo  
1724 MARS:", outer = TRUE, cex = 1.5, line = 1)  
1725  
1726 AMR <- dt$AMR  
1727 cons <- data$table_cons[, c("mes", dt$AMC)]  
1728 res <- data$table_res[, c("mes", dt$AMR)]  
1729  
1730 df <- merge(res, cons, by = "mes")  
1731  
1732 df <- df[-c(1:5),]  
1733  
1734 start_date <- as.Date(df$mes[1])  
1735  
1736 start_year <- as.numeric(format(start_date, "%Y"))  
1737 start_month <- as.numeric(format(start_date, "%m"))  
1738  
1739 par(mfrow=c(1,1))  
1740 plot(ts(df[,AMR], start=start_year, freq=12))  
1741 lines(ts(predict(m5()), start=c(start_year, start_month), freq  
=12), col=2)  
1742 legend("topright", legend=c(AMR,"NL-TSA Model"), col=c(1,2), lty  
=1)  
1743 mtext("Reconstrucción de la serie mediante el modelo:", outer =  
TRUE, cex = 1.5, line = 0)  
1744  
1745 dev.off()  
1746 }  
1747 }  
1748 }
```

Listing C.2: Server.r