

EXECUTIVE SUMARY

El objetivo de este informe es analizar el comportamiento de las ventas trimestrales de la empresa Apple a través de dos modelos, el modelo ETS y el modelo ARIMA. Dentro del modelo ETS realizaremos diferentes contratos como el de Holt-Winters para analizar la previsión, utilizando a su vez dos modelos, de los cuales nos quedaremos con el modelo 1 por ser el más preciso al arrojar un AIC más pequeño, de 355,37 en contraste con el modelo 2 de 364,69. Ambos modelos concluirán un aumento considerable en la previsión de las ventas. Seguidamente realizaremos un análisis de previsión utilizando el modelo ARIMA en donde analizaremos los patrones de tendencia y estacionalidad hasta quedarnos con nuestro modelo final con un ACF y PACF de ruido blanco para nuestros residuos, teniendo un modelo mucho más preciso con un AIC de -0,43. Realizaremos a continuación una prueba Ljung Box en donde veremos que las autocorrelaciones son significativamente diferentes a cero, lo cual indicará que los valores no son ni aleatorios ni independientes en el tiempo. La previsión de las ventas trimestrales de Apple según el modelo ARIMA indica una tendencia bajista, con un ligero descenso de las ventas, si la comparamos con nuestro modelo ETS.

INTRODUCCIÓN

Nos tendremos que cargar las librerías “forecast”, “xts”, “ggplot2”, “ggfortify”.

DEPURACIÓN DE LOS DATOS

Los datos recogidos en este fichero son las ventas por los productos de Apple en datos trimestrales, desde el último trimestre de 1998 hasta el primer trimestre del año 2016. De esta manera tenemos 70 observaciones recogidas en 6 variables.

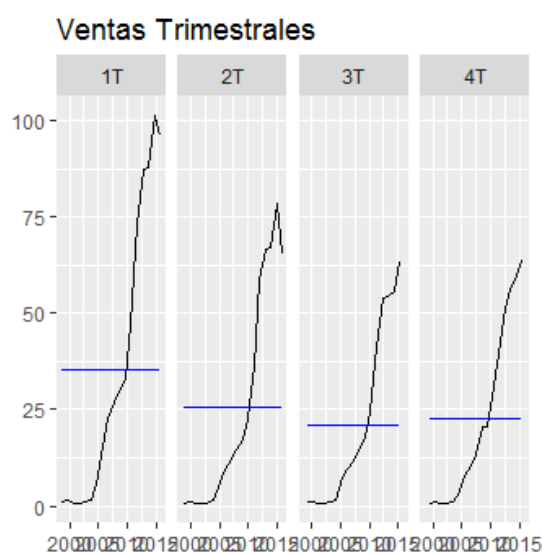
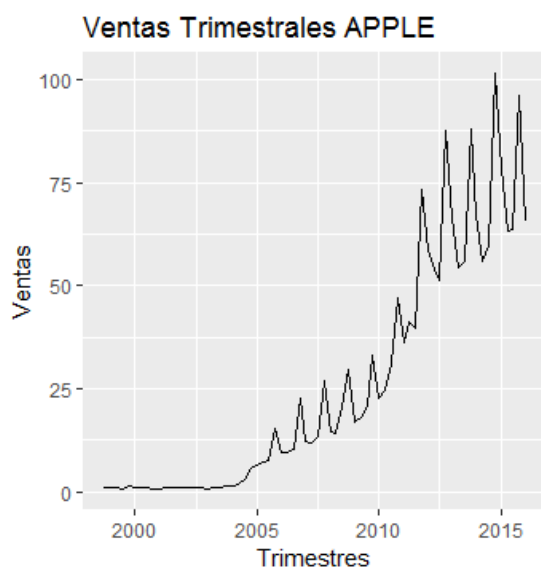
En primer lugar tendremos que eliminar los NA's, los cuales son 98, y sustituirlos por 0 y nos crearemos una columna con la suma de las ventas totales.

En segundo lugar tendremos que modificar el formato de las fechas y pasamos la columna “time” a las filas. A través del formato “as.zoo” nos permite crear un dataframe óptimo para representar datos visual y gráficamente. Seguidamente el índice de las ventas totales de los productos de Apple lo nombraré como “Ingresos totales”.

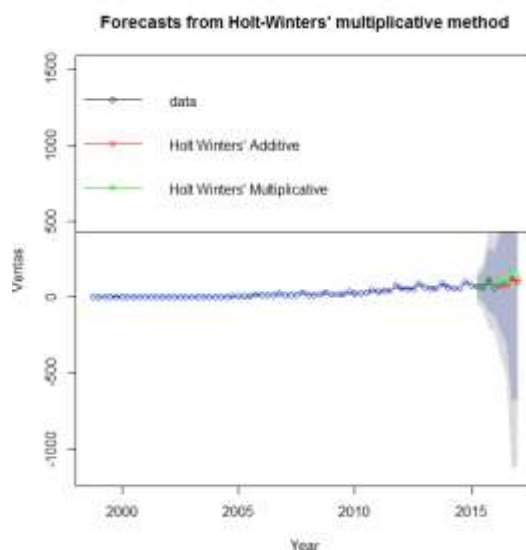
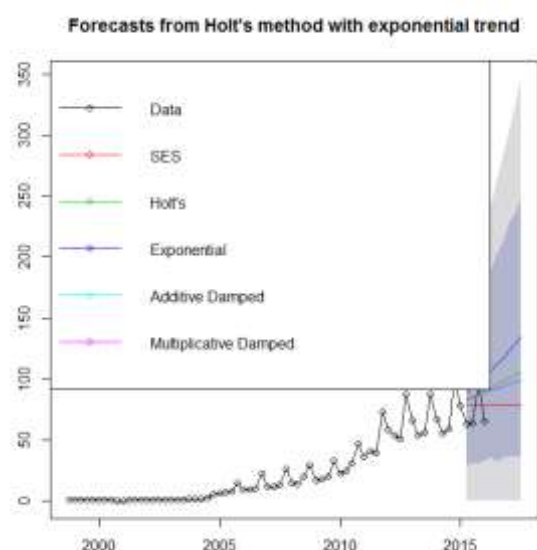
MODELO ETS

El modelo ETS descompone los datos en sus partes componentes y los extiende a futuro para pronosticar

Podemos representar gráficamente las ventas trimestrales de Apple, a través de un gráfico global o parcialmente por trimestres:



Podemos realizar una representación gráfica sobre los diferentes modelos aplicados para predecir con tendencia exponencial según el método de Holt¹ la predicción de las ventas para los próximos trimestres.



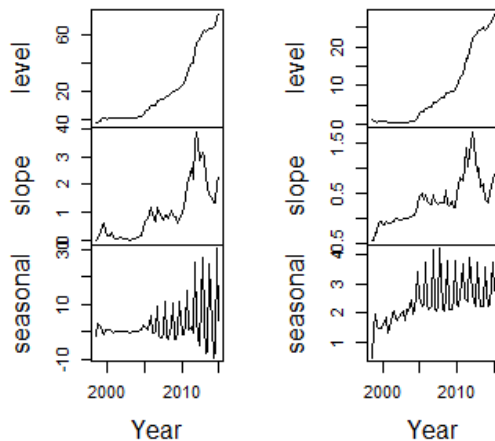
Los métodos de suavizamiento exponencial fueron sugeridos por C.C. Holt en 1957. A su vez, el método Winters se aplica en series temporales cuando presenta patrones de tendencia y estacionalidad.

El efecto multiplicativo se presenta cuando el patrón estacional en los datos depende de su tamaño, es decir, cuando la magnitud del patrón estacional se incrementa conforme los valores aumentan y decrece cuando los valores de los datos disminuyen.

¹ Se pueden emplear otros métodos como el lineal (el cual puede ser útil para representar el cambio promedio de un periodo a otro), el cuadrático (el cual toma en cuenta la curvatura simple de los datos) y la curva S de Pearl- Reed (el cual toma en cuenta las observaciones que se ajustan a una curva con forma de S).

Sin embargo, el efecto aditivo es mejor cuando el patrón estacional en los datos no depende del valor en los datos, es decir, que el patrón estacional no cambia conforme la serie se incrementa o disminuye de valor.

Metodo_Winters



El método Winters calcula los estimadores de 3 componentes: nivel, tendencia y estacionalidad. Estas ecuaciones dan una mayor ponderación a observaciones recientes y menos peso a observaciones pasadas.

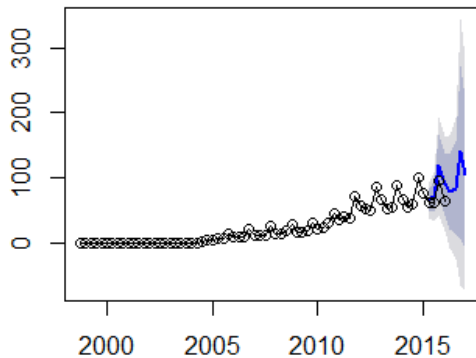
A través de nuestro modelo ETS obtenemos dos modelos (modelo 1 y modelo 2) que explican la predicción de las ventas totales para los siguientes trimestres.

El modelo 1 explicará la predicción de las ventas totales de Apple con un AIC de 355.3798 y un BIC de 375.0866:

Forecasts:						
	Point Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95	
2015 Q2	66.86844	48.792170	84.94471	39.223171	94.51371	
2015 Q3	71.71016	47.877315	95.54301	35.260969	108.15935	
2015 Q4	119.25434	69.634718	168.87396	43.367678	195.14100	
2016 Q1	91.04813	44.075560	138.02070	19.209783	162.88648	
2016 Q2	79.50129	22.807247	136.19533	-7.204766	166.20734	
2016 Q3	84.84002	14.937441	154.74261	-22.066751	191.74680	
2016 Q4	140.44488	7.447714	273.44205	-62.956733	343.84649	
2017 Q1	106.76889	-8.643846	222.18162	-69.739655	283.27743	

La representación gráfica de tal predicción vendría de la siguiente manera:

Forecasts from ETS(M,A,M)



Con el modelo ETS se predice un aumento en la previsión de las ventas de Apple. El principal aumento se registra en el último trimestre de 2016 con un total de 140,44 seguido de un descenso en el primer trimestre de 2017 de 106,76. Aumento considerable comparándolo con las ventas que teníamos en el primer trimestre de 2016

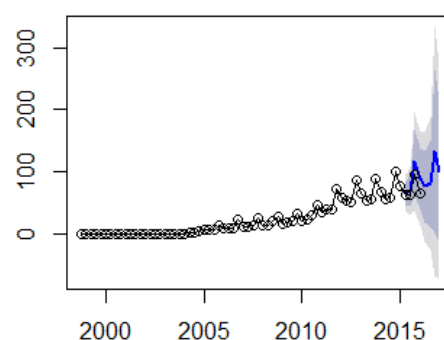
El modelo 2 explicará la predicción con menos precisión que el primer modelo al tener un AIC y BIC más alto, los cuales son 364.6994 y un BIC de 386.5959:

Forecasts:

	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
2015	Q2	66.27343	47.282428	85.26442	37.22920	95.31765
2015	Q3	70.32346	45.135872	95.51104	31.80237	108.84455
2015	Q4	116.66132	64.405886	168.91674	36.74353	196.57910
2016	Q1	88.85645	39.895258	137.81764	13.97677	163.73613
2016	Q2	76.74274	19.762291	133.72319	-10.40134	163.88682
2016	Q3	80.96695	11.725403	150.20849	-24.92885	186.86275
2016	Q4	133.60800	2.845574	264.37042	-66.37587	333.59187
2017	Q1	101.26534	-11.352594	213.88328	-70.96893	273.49962

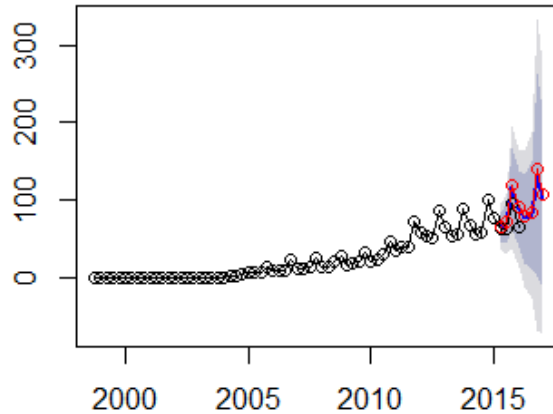
La representación gráfica de tal predicción vendría de la siguiente manera:

Forecasts from ETS(M,Ad,M)



Al igual que en el modelo 1, la previsión de las ventas es alcista, registrándose su pico en el último trimestre de 2016 con un total de 133,60, seguidamente de un descenso a comienzos de 2017

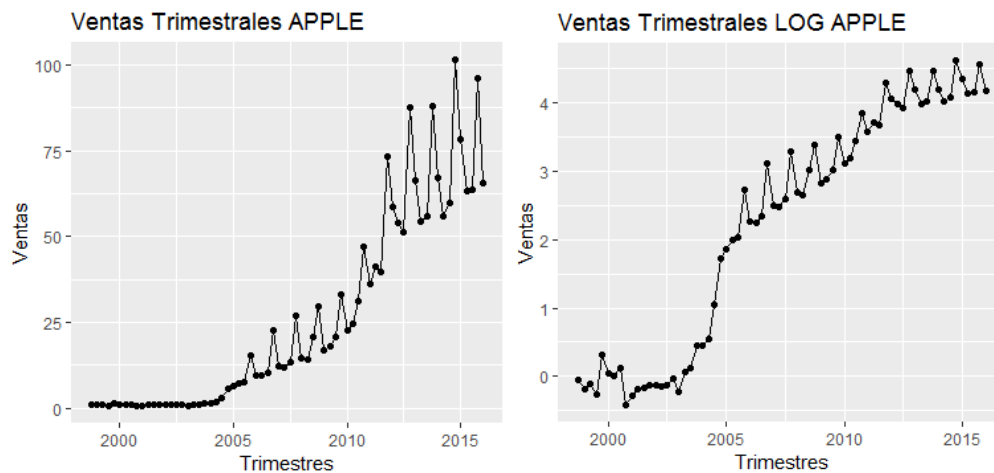
Forecasts from ETS(M,Ad,M)



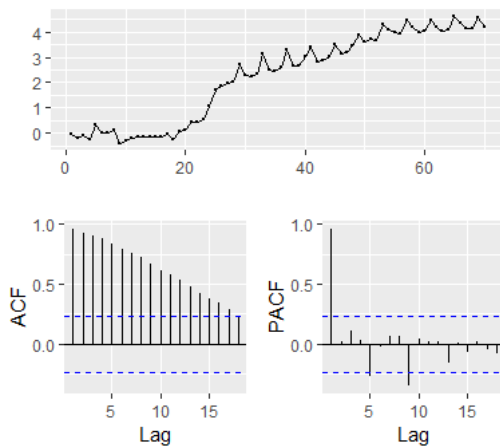
Esta es la representación gráfica, tanto del modelo 1 como del modelo 2. Ambos modelos predicen un crecimiento en la previsión de las ventas de Apple

MODELO ARIMA

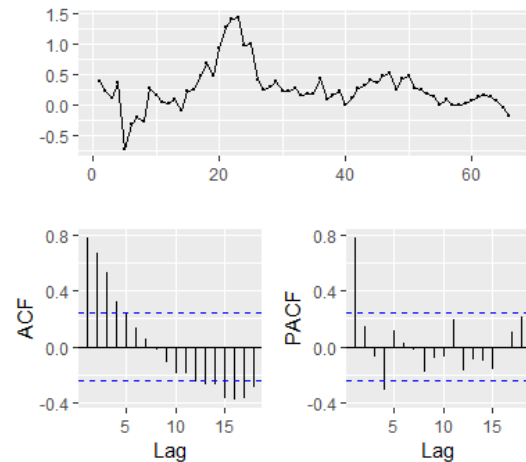
Los métodos de pronóstico ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) usa patrones de datos, sin embargo puede que no sean fácilmente visibles nuestro modelo de regresión de las ventas de Apple. El modelo usa funciones de diferencias, autocorrelación y autocorrelación parcial para ayudar a identificar a un modelo aceptable.



PRIMER GRÁFICO



SEGUNDO GRÁFICO

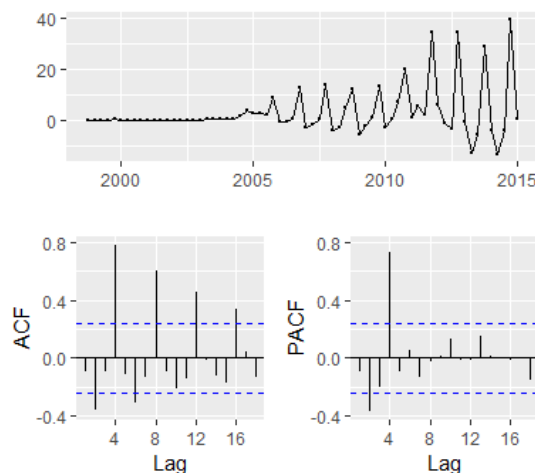


Tanto en el gráfico “zlVentas” llamado “Primer Gráfico” como en el “diff(zlVentas, 4)” llamado “Segundo Gráfico” se demuestra que las gráficas no son estacionarias. Los gráficos de abajo, tanto el ACF como el PACF se puede observar que las autocorrelaciones son significativas y por lo tanto no son ruido blanco.

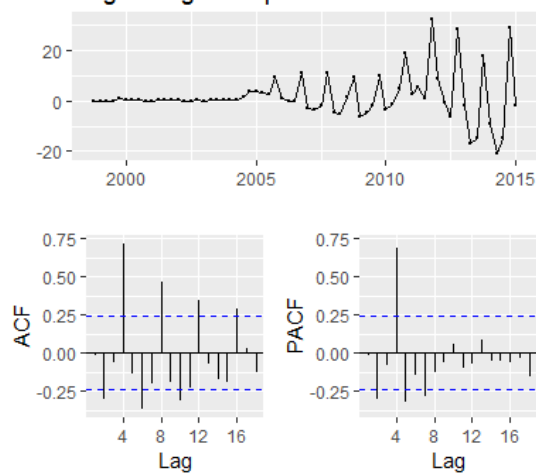
Las diferencias se calculan entre los valores de los datos de la serie temporal para identificar patrones de tendencia y estacionalidad.

Podemos hacer el mismo análisis para los residuos:

Gráfico de los residuos



Segundo gráfico para los residuos



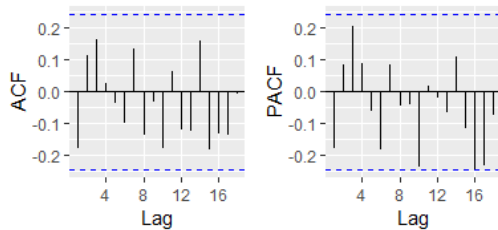
A través de nuestro modelo ARIMA (1,0,0) (1,1,0), obtenemos lo siguiente:

```

Coefficients:
      ar1      sar1
      0.9138  -0.3739
s.e.    0.0480   0.1487

sigma^2 estimated as 0.05268:  log likelihood=3.22
AIC=-0.43  AICC=0  BIC=5.85
  
```

Análisis final de los residuos



El modelo ARIMA representa una secuencia de datos hasta que solo queda ruido blanco

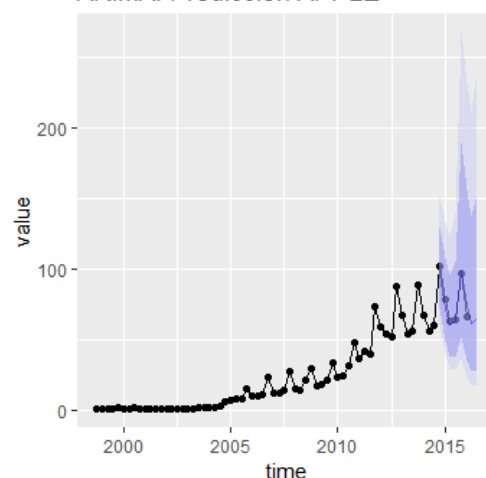
Finalmente haciendo varias pruebas en un box-Ljung², obtendremos los siguientes resultados:

```
> Box.test(fit1$residuals,lag=4, fitdf=3, type="Lj")
Box-Ljung test
data: fit1$residuals
X-squared = 4.9896, df = 1, p-value = 0.0255
> Box.test(fit1$residuals,lag=12, fitdf=3, type="Lj")
Box-Ljung test
data: fit1$residuals
X-squared = 12.671, df = 9, p-value = 0.1781
> Box.test(fit1$residuals,lag=8, fitdf=3, type="Lj")
Box-Ljung test
data: fit1$residuals
X-squared = 8.5681, df = 5, p-value = 0.1276
```

Como podemos observar, los resultados arrojados en forma de p-valor, para un nivel de significación del 5%, muestran, a excepción del primer resultado, que las autocorrelaciones son significativamente diferentes a cero, lo cual indica que los valores no son aleatorios ni independientes en el tiempo.

Según el modelo ARIMA se estima una caída en las ventas totales de Apple para los próximos trimestres

ARIMA: Predicción APPLE



² La prueba de Ljung-Box es un tipo de prueba estadística de si un grupo cualquiera de autocorrelaciones de una serie temporal son diferentes a cero. Sirve para comprobar si una serie de observaciones en un período de tiempo son aleatorias e independientes. Prueba la hipótesis nula de que las autocorrelaciones sean iguales a cero

	Point	Forecast	Lo 80	Hi 80	Lo 95	Hi 95
2014 Q4		96.02630	71.55611	128.86462	61.23834	150.5764
2015 Q1		72.53143	48.69482	108.03629	39.43475	133.4054
2015 Q2		59.52195	37.27356	95.05028	29.09329	121.7759
2015 Q3		62.45555	37.16514	104.95577	28.23563	138.1480
2015 Q4		98.95812	51.72220	189.33282	36.68720	266.9244
2016 Q1		74.56586	35.57979	156.27038	24.04906	231.1969
2016 Q2		61.24465	27.29591	137.41645	17.79529	210.7809
2016 Q3		64.45149	27.24667	152.45881	17.27318	240.4881

Esta es la previsión de las ventas de Apple, nos interesa los datos del segundo y tercer trimestre de 2016

CONCLUSIONES

Tomado todo ello en su conjunto podemos sacar como conclusión que la previsión de las ventas de Apple según nuestro modelo 1 de ETS, el cual tomaremos en consideración por arrojar resultados más precisos (AIC y BIC de 355,37 y 375,08, respectivamente), comparándolos con el modelo 2 es de una previsión más optimista que el modelo ARIMA. Si bien este último modelo resulta más preciso que el modelo 1 de ETS al arrojar como resultado un AIC de -0,43 y un BIC de 5,85.

Según los resultados arrojados, lo podemos ver a través de una tabla

TRIMESTRES	MODELO 1 ETS	MODELO ARIMA
2016 Q2	79,5	61,24
2016 Q3	84,4	64,45
2016 Q4	140,44	
2017 Q1	106,76	

En conclusión, la previsión de ventas para los próximos trimestres según el modelo ETS es mucho más optimista que la previsión de las ventas de Apple según el modelo ARIMA, la cual estima un ligero descenso en la previsión de las ventas.