COLEGIO UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS FINANCIEROS

GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS

Trabajo Fin de GRADO

ANÁLISIS DE DATOS FINANCIEROS: AGRANA

Autora: Castro Pérez, Julia

Tutores: Gracia Díez, Mercedes

Queralt Sánchez de las Matas, Ricardo

Madrid, 4 de mayo de 2021

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL TRABAJO 3
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA 4
2.1. HISTORIA 5
2.1. ACTIVIDAD 7
2.2. ANÁLISIS FINANCIERO Y PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO 9
3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS 10
4. MODELO CAPM 12
4.1. ESTIMACIÓN INICIAL DEL MODELO 13
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS 15
4.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO CON ATÍPICOS 17
4.4. ESTUDIO DEL CAMBIO ESTRUCTURAL 19
4.5. INTRODUCCIÓN DE VARIABLES EXÓGENAS 21
5. EL MODELO DE TRES FACTORES DE FAMA Y FRENCH 22
6. CONCLUSIONES 24
BIBLIOGRAFÍA 26
ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y CUADROS 28
ÍNDICE DE SIGLAS 29
ANEXOS: CÓDIGO EN RSTUDIO 30

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO DEL TRABAJO

El objetivo principal del trabajo es analizar la compañía de alimentos AGRANA, a través de métodos cualitativos y cuantitativos. AGRANA es una de las principales empresas que cotizan en el Austrian Traded Index (ATX), el índice de referencia en Austria y está formado por las 20 compañías con mayor cotización de la Bolsa de Viena.

Para llevar a cabo el análisis, se estudiará la Prima del activo respecto a la Prima del mercado, a través del modelo CAPM y el modelo de Tres Factores de Fama y French. Con el fin de llevar a cabo una explicación extensa, el trabajo se dividirá en cuatro partes principales.

La primera parte constará de una descripción de la empresa. En este apartado se busca explicar a qué se dedica la empresa, cuál es la estructura de su accionariado, su historia, actividades y se llevará a cabo un estudio sobre los principales estados financieros de la compañía, para saber si cuenta con perspectivas de crecimiento.

La segunda parte consistirá en un análisis descriptivo de los datos, donde se estudiará la relación entre la cotización de AGRANA y el índice bursátil y se dará una explicación acerca de esta conexión entre ambas.

La tercera parte conllevará todo el análisis del modelo Capital Asset Pricing Model (CAPM). En primer lugar, se ofrecerá una introducción teórica y su estimación inicial. Posteriormente, se analizarán en distintos apartados si los supuestos del modelo se cumplen, se realizará una estimación incluyendo atípicos en el modelo, se estudiará si hay cambio estructural y, por último, se estimará de nuevo el modelo incluyendo variables exógenas.

La cuarta parte se basará en explicar el último modelo que se empleará para el análisis, conocido como el Modelo de los Tres Factores de Fama y French. Todas las estimaciones serán llevadas a cabo mediante RStudio.

Para finalizar, se añadirá una conclusión donde se respondan a las preguntas surgidas a raíz del estudio y se mostrará una visión global. De manera adicional, se incluirá un índice de tablas, gráficas y cuadros, un índice de siglas y en el anexo podrán encontrarse figuras adicionales que faciliten la comprensión del trabajo.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

AGRANA es una empresa industrial de origen austríaco dedicada a la alimentación y reconocida a nivel internacional. Fue fundada en el año 1988 como un holding en la industria del azúcar y el almidón, aunque actualmente provee a industrias alimentarias de todo el mundo – tales como Danone, Yoplait y Kraft Foods - y cuenta también con negocios enfocados a consumidores finales – como es el caso de Wiener Zucker, empresa muy conocida en gran parte de Europa. El grupo AGRANA cuenta con 56 instalaciones productivas alrededor de todo el mundo, empleando para ello a 9.400 personas y tiene un total de ingresos de 2,5 mil millones de euros (AGRANA Beteiligungs-AG, 2020).

Desde su fundación en los años 80, ha duplicado casi diez veces sus ingresos y actualmente cotiza en la Bolsa de Viena, además de tener un gran número de inversiones repartidas por todo el mundo. También hay que destacar el hecho de que, dentro del Grupo AGRANA, es posible encontrar tres segmentos: Fruta, Almidón y Azúcar.

En cuanto a su estructura accionarial, podemos encontrar:

- El 78,34% del capital social es propiedad de AGRANA Zucker, Stärke und Frucht Holding AG ("AZSFH"), cuya sede está situada en Viena. Dentro de este porcentaje, podemos encontrar los siguientes accionistas:
  - Zucker-Beteiligungsgesellschaft m.b.H. ("ZBG") posee el 50% menos una acción (dicha participación es propiedad de AGRANA Zucker GmbH, una subsidiaria del grupo AGRANA). Los accionistas de ZBG son cinco entidades, todas con sede en Viena: “ALMARA” Holding GmbH, Marchfelder Zuckerfabriken Gesellschaft m.b.H., Estezet Beteiligungsgesellschaft m.b.H., Rübenproduzenten Beteiligungs GesmbH y Leipnik-Lundenburger Invest Beteiligungs AG
  - Südzucker AG tiene la propiedad del otro 50%
- Un 2,74% de las acciones pertenece directamente a Südzucker AG.
- Por último, el 18,92% restante representan libre flotación.

Finalmente, el consejero delegado o CEO de AGRANA es Johann Marihart y forma el Consejo de Administración junto con Stephan Büttner, Fritz Gattermayer, Norbert Harringer y Thomas Kölbl.

Esta variedad en el capital de AGRANA le proporciona flexibilidad estratégica al grupo, puesto que tiene tanto capacidad de autofinanciación como

de acceso a líneas de crédito y a los ingresos de un Schuldscheindarlehen (préstamos similares a los bonos).

Para AGRANA, sus accionistas son una pieza clave para conseguir sus objetivos y los considera socios a largo plazo. Mediante su política de comunicación transparente, busca salvaguardar la confianza de estos inversores tanto en su rendimiento como en las decisiones de gestión. Para ello, les ofrece una atractiva rentabilidad a largo plazo con un nivel de riesgo muy aceptable.

2.1. HISTORIA

Según la información proporcionada por la empresa, la historia de AGRANA se puede dividir en cinco etapas marcadas por hechos importantes (AGRANA Beteiligungs-AG, 2021):

- Desde su fundación en 1988 hasta 1990: Primeros pasos, alianzas y adquisiciones
- Desde 1991 hasta 2002: Lanzamiento de la bolsa de valores y expansión
- Desde 2003 hasta 2006: Desarrollo del tercer segmento de la compañía
- Desde 2007 hasta 2008: Adquisición de una planta de bioetanol
- Desde 2009 hasta la actualidad: Desarrollo de la estrategia de internacionalización

En su primera etapa, se fundó en 1988 como sociedad central para las industrias fusionadas del azúcar y el almidón en Austria. La compañía comenzó sus operaciones contando con tres fábricas de azúcar situadas en Leopoldsdorf, Hohenau y Tulln, la fábrica dedicada a fécula de patata en Gmünd, además de una fábrica de almidón de maíz ubicada en Aschach. En 1989, llevó a cabo una alianza estratégica con Südzucker AG, una empresa de origen alemán, líder en la industria de la azúcar en Europa. Finalmente, en 1990, adquirió una participación en la fábrica de almidón de maíz e isoglucosa de Hungría, lo que le permitió acceder a la industria azucarera de este país.

En relación con la segunda etapa, en 1991 se produce un hecho muy importante para la compañía, ya que 1.500.000 acciones preferenciales comenzaron a cotizar en el B-Segment de la Bolsa de Viena. Esta etapa estuvo marcada por la expansión de la empresa, puesto que llevaron a cabo la adquisición de diversas fábricas. En 1994, adquirió una fábrica azucarera en Hrušovany, por lo que hizo su entrada en el mercado checo. En 1996, continuaron con su desarrollo en Hungría mediante la adquisición de Magyar Cukor AG, una empresa muy importante en el mercado del azúcar en el país húngaro. En 1998, procedieron a la adquisición de participaciones en 2 fábricas

de azúcar en Eslovaquia y 4 fábricas de azúcar en Rumanía. Por último, en 2001 adquirió la fábrica de almidón de maíz rumana Tandarei.

La tercera etapa comienza en 2003 con el desarrollo del tercer segmento del grupo, el de la fruta, con sus unidades operativas AGRANA Juice y AGRANA Fruit. En este mismo año, adquiere de forma completa una compañía danesa llamada Vallø Saft A/S, además de una participación inicial en una compañía austriaca, Steirerobst AG. En 2004, comienza el proceso de adquisición en cuatro etapas de la empresa líder a nivel mundial en preparados de frutas, el Grupo Atys francés. Además, también en ese año lleva a cabo la adquisición de la empresa belga Dirafrost, especializada en frutas congeladas; y el Grupo Wink alemán, dedicado a concentrados de jugo de fruta. En 2005, con el fin de poder continuar con su proceso de crecimiento, recaudaron fondos adicionales mediante una ampliación de capital.

Además, se tomó la decisión de construir una planta de bioetanol, se adquirió la empresa alemana DSF-Deutsch-Schweizerische Früchteverarbeitung GmbH y se abrió una planta dedicada a la preparación de frutas en Serpuchov, en el sur de Moscú. Para concluir esta etapa, en 2006 hubo una reforma de la Organización Central del Mercado del Azúcar, por lo que las plantas de Hohenau (Austria) y Rimavska Sobota (Eslovaquia) se vieron afectadas por el proceso de racionalización. También en este año, estableció una refinería de azúcar en bruto en Bosnia Herzegovina con una empresa bosnio-austriaca como socio al 50%, adquirió un 50% de participación en un fabricante de concentrados chino y estableció una empresa conjunta de ventas con un productor búlgaro de azúcar, en la que AGRANA tiene una participación del 51%.

La cuarta etapa comienza en 2006 al adquirir el 100% de participación de Steirer-obst. En 2007, abre una planta de preparación de frutas en Brasil e inicia operaciones piloto en la planta de bioetanol de Austria. En 2008, inicia la segunda empresa conjunta para concentrado de jugo de manzana en China, puso en marcha en Bosnia y Herzegovina una refinería de azúcar en bruto y aumentó la capacidad de la planta de isoglucosa y bioetanol.

Por último, en la etapa más actual destaca el inicio de la actividad de su planta de bioetanol en Austria en 2008. En 2010, desarrolla su expansión por Oriente Medio y África mediante una empresa conjunta de preparación de frutas en Egipto, además de las instalaciones ya existentes en Turquía y Sudáfrica. En 2011, adquiere el 100% de las acciones de Xiangyang Andre Juice Co., Ltd. y desinvierte el 50% de Yongji Andre Juice Co., Ltd., abre una planta de producción de preparados de frutas en Sudáfrica e inaugura el segundo silo de azúcar más grande de Europa en una de sus fábricas de Austria. En 2012, se produce la

fusión de Juice Holding GmbH e Ybbstaler Fruit Austria GmbH con YBBSTALER AGRANA Juice GmbH. En 2013, inaugura una planta de almidón de trigo en Austria. En 2014 se produce la apertura de la cuarta planta de producción de preparados de frutas en Nueva York y del nuevo Centro de Investigación e Innovación AGRANA en Austria. En 2015, abre un centro de envasado en Hungría. En 2016, adquiere el 100% de las acciones del productor argentino de preparados de frutas, Main Process S.A. En 2017, amplía su posición de mercado en el continente asiático al adquirir una planta de procesamiento de frutas india. En 2018, adquiere el 49% de las acciones de una empresa argelina dedicada a los preparados de frutas. En 2019, abre una segunda planta de preparación de frutas en China, lleva a cabo la expansión de la planta de almidón de trigo en Austria e inaugura su planta de Betaína en Austria. Finalmente, en 2020 adquiere Marroquin Organic International, una empresa de distribución estadounidense; y comienza la actividad operativa de la planta cristalización de betaína en Austria.

2.1. ACTIVIDAD

AGRANA es un grupo empresarial que, en muy pocos años, ha desarrollado una estrategia de éxito que le ha permitido un rápido crecimiento a nivel internacional. Sus fortalezas se basan en saber aprovechar las sinergias entre negocios mediante el establecimiento de relaciones duraderas con clientes y proveedores; el empleo de la innovación en el desarrollo de productos, experiencias e ideas; el uso de productos de alta calidad; y su cercanía con los clientes regionales a pesar de su operativa global.

Cuenta con cuatro filiales que gestionan a su vez todas las filiales que tiene repartidas por el mundo. Además, el grupo se divide en tres segmentos de negocio (AGRANA Beteiligungs-AG, 2020).

En primer lugar, el segmento enfocado a la fruta ha sido el último en incorporarse al grupo. Surgió en 2003 dentro del proceso de diversificación de la compañía e incorpora en sus procesos productivos las últimas tecnologías. El objetivo estratégico de este segmento es el crecimiento global orientado al cliente y al mercado. Este segmento a nivel organizativo se divide en dos: AGRANA Fruit S.A.S. (Francia) y AUSTRIA JUICE GmbH (Austria), ya que se dedica a la preparación de fruta (80% de los ingresos) y a los concentrados de jugos de fruta (20% de los ingresos). El crecimiento tan dinámico observado en este segmento se relaciona con las tendencias por la nutrición y los hábitos de vida saludable.

El éxito de la compañía se basa en la apertura continua de nuevos mercados y en la búsqueda de tendencias. Para ello, AGRANA obtiene la fruta de mejor calidad sin dejar de lado la cercanía con el cliente. Por supuesto, esto sería imposible sin tener en cuenta que posee 26 instalaciones dedicadas a los preparados de frutas y 15 instalaciones de concentrados de jugos de frutas, todas estas repartidas por todo el mundo, en un total de 21 países.

Por otro lado, podemos encontrar el segmento dedicado al almidón, cuya filial es AGRANA Stärke GmbH y que se divide en S.C.A.G.F.D. Tandarei S.R.L. (Rumanía) y HUNGRANA KFT (Hungría). El objetivo estratégico de este segmento es el crecimiento orgánico y la creación de valor añadido en productos a medida. Este segmento ha sido durante mucho tiempo la segunda unidad de negocio del grupo, ya que es uno de los principales proveedores de Europa. Su producción se lleva a cabo en cinco instalaciones repartidas por Austria y Europa del Este. Se encarga de fabricar productos de almidón empleados para un amplio número de aplicaciones en diversas industrias. Para ello, producen almidón de la mejor calidad empleando materias primas como el maíz, patatas o trigo y mediante métodos modernos y comprometidos con el medio ambiente.

El último segmento al que se dedica AGRANA es al azúcar, tradicionalmente el negocio tradicional de la compañía. Su objetivo estratégico es el crecimiento orientado al cliente y al mercado. Su filial es AGRANA Zucker GmbH y se divide en: Moravskoslezské Cukrovary A.S. (República Checa), Magyar Cukor ZRT (Hungría), Slovenské Cukrovary s.r.o. (Eslovaquia), S.C. AGRANA Romania S.R.L. (Rumanía) y AGRANA BiH Holding GmbH (Bosnia y Herzegovina).

La actividad de este segmento se basa en procesar remolacha azucarera y refinar el azúcar en bruto, además de comercializar productos de azúcar y almidón en Bulgaria. Esto le ha llevado a ser un líder tecnológico en su sector y a ser proveedor internacional de azúcar con empresas de Europa Central, Oriental y Sudoriental. Esto hubiera sido imposible de conseguir sin sus excelentes estándares de calidad, cultivo de productos orgánicos y una amplia gama de marcas regionales.

Por último, dentro del ámbito de la innovación y el desarrollo, el Grupo AGRANA tiene el AGRANA Research & Innovation Center GMBH (ARIC) en Austria. Esta empresa se gestiona de forma independiente y es una filial totalmente propiedad de AGRANA Beteleigungs-AG. En él, equipos de todos los segmentos trabajan junto a los clientes para buscar soluciones a las necesidades del mañana. Gracias a las sinergias entre negocios, se dan lugar a ideas innovadoras en todas sus investigaciones.

ARIC también es un laboratorio acreditado por el estado para realizar análisis y pruebas de calidad y rendimiento a la remolacha azucarera. Entre sus actividades, destacan: Ayudar con cuestiones agrícolas, mejorar los procesos productivos para procesar y modificar los recursos disponibles, desarrollar procesos productivos nuevos, desarrollar productos y realizar pruebas de aplicación para clientes (AGRANA Beteiligungs-AG, 2021)

2.2. ANÁLISIS FINANCIERO Y PERSPECTIVAS DE CRECIMIENTO

Con el fin de llegar a una conclusión acerca del riesgo de la Prima de AGRANA, se deben analizar los principales estados financieros de la compañía. Así, será posible estudiar la situación de la empresa a nivel patrimonial y de resultados para conocer su estado de "salud" financiera.

	2020	2019	Variación (%)
Activo No Corriente	1.331.925	1.252.148	6,37%
Activo Corriente	1.217.519	1.137.259	7,06%
Patrimonio Neto	1.387.132	1.409.928	-1,62%
Pasivo No Corriente	565.291	393.046	43,8%
Pasivo Corriente	597.021	586.433	1,81%

Tabla 1 – Comparativa del balance de 2019 con 2020
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos del Informe Anual de AGRANA

Como se observa en la *Tabla 1*, ambas partidas del Activo se vieron incrementadas en 2020. En el caso de los Activos No Corrientes, se ha incrementado el valor de los Terrenos en un 8% y, respecto a los Activos Corrientes, hubo una subida en los Inventarios de un 14,76%. En cuanto a las partidas del Pasivo, el incremento que más llama la atención es en el caso de los Préstamos a largo plazo, ya que se trata de un 36,21%, debido principalmente a Préstamos de entidades ajenas al grupo y Pasivos por arrendamiento. Por último, en el caso del Patrimonio Neto, la disminución en su valor fue debida al menor valor del Patrimonio atribuible a los accionistas de la empresa matriz.

	2019/20	2018/19	Variación (%)
Ingresos	2.480.732	2.443.048	1,54%
Beneficio operativo (EBIT)	87.050	66.618	30,67%
Beneficio antes de impuestos	69.859	51.246	36,32%
Beneficio neto	51.292	30.386	68,8%

Tabla 2 – Comparativa de la cuenta de resultados de 2019 con 2020
Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos del Informe Anual de AGRANA

Analizando la Cuenta de Resultados de AGRANA, como se puede observar en la *Tabla 2*, todas sus partidas se han visto incrementadas significativamente. Esta subida fue debida a un aumento del 221% en el valor de los Cambios en inventarios de productos terminados y no terminados.

Los datos son fechados a 29 de febrero de 2020 y pertenecen al Informe Anual 2019/20 de AGRANA. En él, se menciona la pandemia de la COVID-19, alegando que, pese a que esperan un impacto negativo en el Beneficio Operativo de cara al Informe Anual 2020/21, prefieren no hacer especulaciones. Dicho Informe será presentado en mayo de este año y, por ese motivo, los datos no son más recientes.

A raíz de esto, en el Informe se menciona que, en la reunión del 3 de julio de 2020, se propuso pagar a los accionistas un dividendo de 0,77€/acción, basándose en las ganancias del Grupo, su flujo de caja, con su situación de deuda y con el fin de mantener una estructura sólida de balance.

En conclusión, a pesar del impacto negativo que, previsiblemente, habrá provocado la pandemia en los resultados de este año, AGRANA es una compañía con una estrategia de éxito, con grandes perspectivas de futuro y que sabrá solventar estos problemas de manera satisfactoria en los años venideros.

3. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS DATOS

Para la realización de este trabajo, se han obtenido las cotizaciones bursátiles tanto de la compañía AGRANA como del índice de referencia del mercado austriaco, el Austrian Traded Index (ATX). Se tratan de cotizaciones de frecuencia mensual y abarcan desde noviembre del año 2002 hasta febrero del año 2020 (Yahoo! Finanzas, 2021)

Gráfico 1 – Cotización AGRANA desde noviembre de 2002
Fuente: Elaboración propia en RStudio a partir de datos de Yahoo! Finanzas

El valor de la cotización de AGRANA ha pasado de 4,85 €/acción en noviembre de 2002, a alcanzar un valor de 16,12 €/acción en diciembre de 2020, última cotización que se ha tenido en cuenta para este estudio. Esto demuestra que, tras haber analizado 218 muestras, el precio de la acción de AGRANA ha aumentado en un 232% en 18 años.

Este crecimiento tan elevado pudo deberse al proceso de expansión que ha ido realizando AGRANA de manera continua durante estos años, tanto en términos de internacionalización como de diversificación.

Como se puede observar, la cotización de AGRANA ha tenido una evolución positiva, incrementando de manera considerable su valor desde que comenzó a cotizar en el Austrian Traded Index. En cuanto al valor máximo que ha llegado alcanzar ha sido de 24,7€/acción y su valor mínimo fue de 4,8€/acción, cuando comenzó a cotizar (*Anexo 1*). Respecto a la rentabilidad de AGRANA, se ha obtenido de media un 0,54% durante el tiempo de estudio (*Anexo 2*)

Por último, como es posible observar en el *Gráfico* 2, ambas Primas fluctúan de manera parecida durante casi todo el periodo, excepto en los momentos de crisis, puesto que AGRANA tiene muy poco riesgo en comparación con el mercado y, por tanto, no se ve tan afectada por la rentabilidad de ATX.

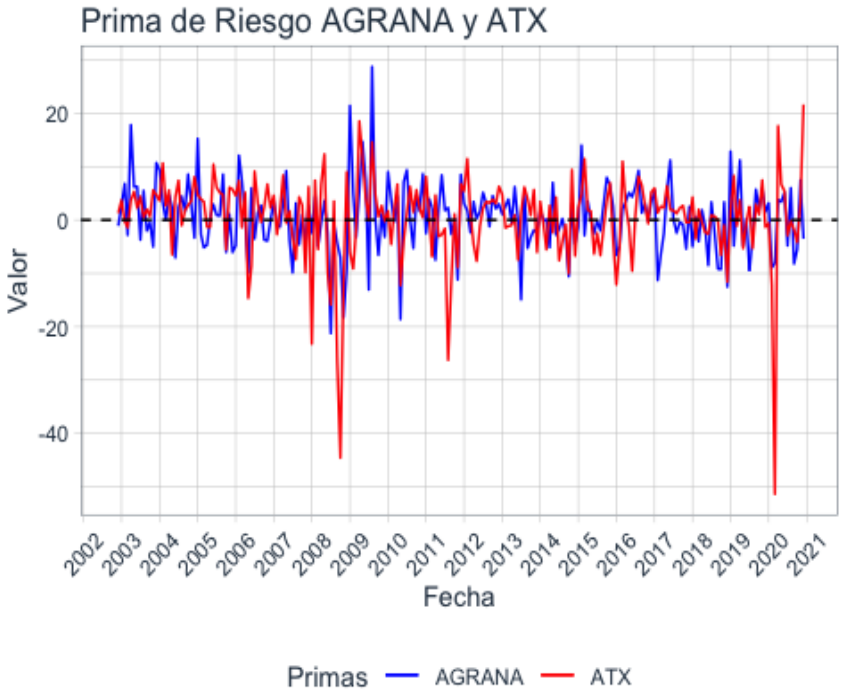


Gráfico 2 – Prima de riesgo de AGRANA y ATX
Fuente: Elaboración propia en RStudio

4. MODELO CAPM

El modelo CAPM, también conocido como Capital Asset Pricing Model o Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros, se emplea para determinar la tasa de retorno esperada de un cierto activo financiero en función del riesgo sistemático o de mercado, es decir, depende del mercado donde el propio activo cotiza y no se puede reducir.

Este modelo fue desarrollado por William Sharpe y en su introducción contó con el trabajo independiente de otros economistas como Jack L. Traynor, John Lintner y Jan Mossin. Además, su desarrollo se basa en las formulaciones de Markowitz sobre diversificación y su Teoría del Portafolio (Ferrando, 2005).

El CAPM busca estimar la rentabilidad de un activo mediante la siguiente ecuación: $R_A = R_F + \beta\,(R_M - R_F)$, donde:

- R_A = Rendimiento esperado del activo
- R_F = Tasa de rendimiento del activo libre de riesgo
- R_M = Rendimiento del mercado
- β = Variabilidad de la rentabilidad de un activo respecto a la rentabilidad del mercado

Para poder proceder con un análisis correcto hay que tener en cuenta la Prima de riesgo del activo. Para obtenerla, es necesario calcular la diferencia entre las rentabilidades de los activos y la tasa libre de riesgo mensual. Por tanto, las primas quedarían de la siguiente forma:

- Prima de AGRANA: $P_{AGRANA} = R_{AGRANA} - RF_m$
- Prima del Mercado (ATX): $P_{ATX} = R_{ATX} - RF_m$

De este modo, para estimar el modelo se empleará la siguiente ecuación:

$$(R_A - R_F) = \alpha + \beta\,(R_M - R_F) + \varepsilon, \text{ donde:}$$

- α = Constante del modelo
- ε = Perturbaciones o residuos del modelo

De manera adicional, es posible conocer la correlación existente entre las Primas de riesgo de AGRANA y ATX. La correlación lineal o coeficiente de Pearson, se trata de una medida que cuantifica el grado de relación lineal existente entre dos variables. Como se observa en el *Gráfico 3*, la relación entre ambas variables es positiva, aunque la pendiente es ligeramente plana, lo que implica que AGRANA actúa de manera similar al mercado.

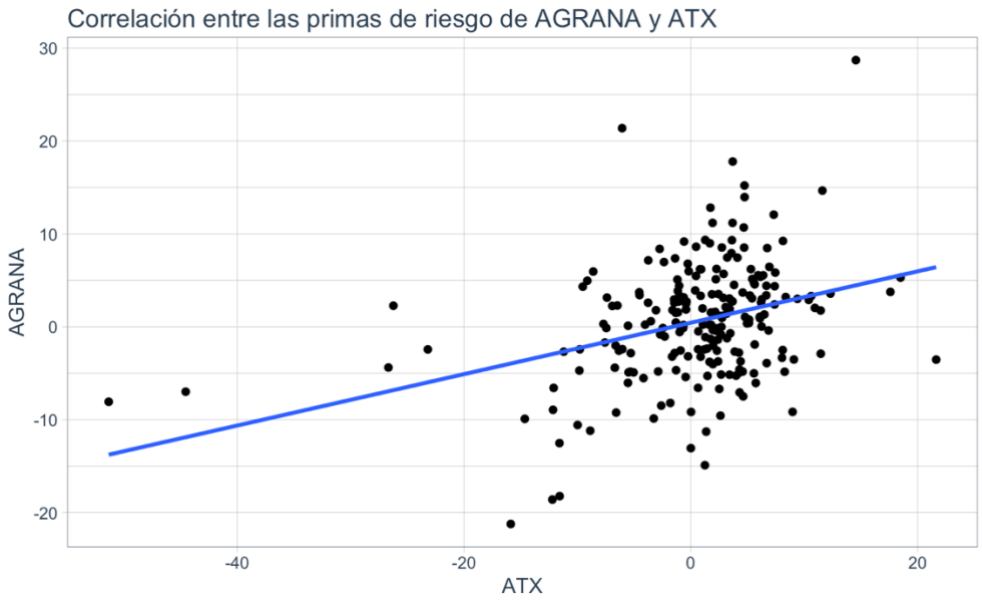


Gráfico 3 – Correlación entre las Primas de riesgo de AGRANA y ATX
Fuente: Elaboración propia en RStudio

4.1. ESTIMACIÓN INICIAL DEL MODELO

Para llevar a cabo esta estimación inicial del modelo CAPM, será necesario recurrir al método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), el cual trata de minimizar la suma de los cuadrados de los residuos.

El primer modelo CAPM estimado por RStudio, es el que se muestra en el *Cuadro 1* y da lugar a la siguiente ecuación: $P_{AGRANA} = 0{,}43 + 0{,}27P_{ATX} + \varepsilon$

```
Call:
lm(formula = pAGRANA ~ pATX, data = tsAGRANA)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-17.2740  -3.6691  -0.0647   3.3492  24.2401

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value  Pr(>|t|)
(Intercept)  0.43716    0.41508   1.053     0.293
pATX         0.27669    0.05149   5.373 0.0000002 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1

Residual standard error: 6.107 on 215 degrees of freedom
  (1 observation deleted due to missingness)
Multiple R-squared:  0.1184,    Adjusted R-squared:  0.1143
F-statistic: 28.87 on 1 and 215 DF,  p-value: 0.0000002005
```

Cuadro 1 – Estimación del modelo CAPM 1, a través de RStudio

La constante en la ecuación α, se corresponde en este caso con el coeficiente de (Intercept). Se puede observar que alcanza un valor de 0,43 y tiene un p-valor del 29,3%, lo que implica que esta variable no es significativa para el modelo. Sin embargo, su interpretación implica que, independientemente de las fluctuaciones que tenga el mercado, la Prima de la empresa tiene un 0,43% adicional de rentabilidad.

En cuanto al coeficiente β, es decir, la variabilidad de la rentabilidad del activo respecto a la rentabilidad del mercado, a diferencia de la constante, la Prima del mercado sí es significativa. Además, es posible afirmar que, si la Prima del mercado se incrementa en 100 puntos básicos, la Prima de AGRANA aumentará 27 puntos básicos.

De manera adicional, β debe ser igual a 1 para que la Prima de AGRANA tenga el mismo riesgo que el mercado. En el *Cuadro 1* ya era visible que, al menos aparentemente, esto no se cumple puesto que su valor era de 0,27 y, por tanto, muy lejano a 1.

Sin embargo, es posible corroborar de manera estadística si estos supuestos de modelo CAPM se cumplen (*Anexo 3*). Como resultado, en cuanto a la constante, se obtiene un p-valor del 29,34% y, por tanto, no se puede rechazar la hipótesis, es decir, se cumple el supuesto del CAPM. Sin embargo, en cuanto a la pendiente, efectivamente habría que rechazar la hipótesis nula y, se concluye que las acciones de AGRANA tienen un riesgo muy inferior en comparación con el riesgo del mercado.

Por último, para saber si el modelo que estamos estimando es válido, habrá que verificar si se cumplen los supuestos sobre el término de perturbación, es decir, si ε es ruido blanco y, por tanto, no contiene ninguna información. Si no se cumplen dichas propiedades, sería necesario volver a estimar el modelo cambiando el método empleado y usando, por tanto, Newey-West.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS

Para corroborar que los residuos mencionados en el apartado anterior (ε) sean ruido blanco: $\varepsilon_t \rightarrow$ i.i.d. N (0, σ^2_ε), se deben cumplir las siguientes propiedades: deben tener esperanza matemática nula, no debe existir heterocedasticidad, no debe haber autocorrelación y deben seguir una distribución normal (Brooks, 2019)

El primer supuesto, implica que las perturbaciones tengan media igual a cero, es decir, $E\varepsilon_t = 0$ para $\forall t$. Se da por válido, debido a que, por construcción, los residuos de los modelos de regresión con término constante tienen media igual a cero.

En cuanto al segundo supuesto, supone que los residuos tienen la misma varianza, es decir, var (ε_t) = σ^2_ε para $\forall t$. Para llevar a cabo el estudio de este supuesto se emplea el test de White, cuya hipótesis nula implica homocedasticidad. Se puede observar que el estadístico adquiere un valor de 0,54 y un p-valor del 76%. Por lo que no se puede rechazar la hipótesis nula y, por tanto, no hay problemas de heterocedasticidad. (*Anexo 4*)

Respecto al tercer supuesto, indica si las perturbaciones son independientes, es decir, cov (ε_t, ε_s) = 0, para $\forall t \neq s$. Para analizar este supuesto, es necesario comprobar el valor del estadístico de Durbin-Watson y el contraste de Breusch-Godfrey, cuyas hipótesis nulas implican que no existe autocorrelación en las perturbaciones.

Es necesario tener en cuenta que el estadístico de Durbin-Watson, es un modelo autorregresivo de orden uno y, por tanto, estudia la dependencia de las perturbaciones respecto al mes anterior. Sólo toma valores entre 0 y 4 y se concluye que no hay problemas de autocorrelación cuando tiene un valor cercano a 2. Al calcular el estadístico sobre el modelo inicial estimado a través de MCO, éste toma un valor de 2,26 y tiene un p-valor del 6,2%. Por tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula y se concluye que no existe autocorrelación de tipo 1 (*Anexo 5*)

Puesto que los datos son de periodicidad mensual, es más conveniente emplear el contraste de Breusch-Godfrey, para determinar si las perturbaciones siguen un modelo autorregresivo de orden superior. En relación con el contraste bimensual, toma un valor de 8,13 con un p-valor del 1,71% (*Anexo 6*). Y respecto al contraste anual o estacional, se obtiene un valor de 15,8 y un p-valor del 19,6% (*Anexo 7*). Por tanto, la hipótesis nula sólo se rechaza en el caso del contraste bimensual y se concluye que existe autocorrelación de tipo 2.

Por último, el último supuesto estudia si los residuos siguen una distribución normal. Para ello, se emplea el estadístico de Jarque-Bera, cuya hipótesis nula implica normalidad. Se obtiene un valor de 25,33 y un p-valor del 0,002%. Por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las perturbaciones no siguen una distribución normal. (*Anexo 8*) Esto podría deberse al número de atípicos existentes en la distribución, especialmente en las colas. (*Anexo 9*)

En el anexo, será posible revisar todos los cálculos y comprobaciones realizadas a través de RStudio, con el fin de validar los contrastes realizados.

Tras haber estudiado las cuatro propiedades de los residuos, es posible afirmar que no son ruido blanco, ya que no se cumplen las hipótesis de normalidad ni de autocorrelación. Por tanto, para solventar estos problemas, es necesario estimar de nuevo el modelo mediante el método de Newey- West.

```
t test of coefficients:

            Estimate Std. Error t value   Pr(>|t|)
(Intercept)  0.43716    0.41434  1.0551     0.2926
pATX         0.27669    0.05960  4.6424 0.00000599 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Cuadro 2 – Estimación del modelo CAPM 2 usando Newey-West, a través de RStudio

Como se observa en el *Cuadro 2*, los cambios que ha sufrido el modelo son prácticamente imperceptibles. Las únicas variaciones apreciables se han dado en las desviaciones típicas de sus variables y, por tanto, también en el valor de los estadísticos t. Los coeficientes de las variables no se han visto afectados y, en cuanto a las probabilidades, se puede apreciar que la constante sigue sin tratarse de una variable significativa, mientras que la Prima del mercado sí lo es.

4.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO CON ATÍPICOS

Para completar la estimación del modelo, se han incluido los valores atípicos de la Prima de AGRANA. Con el fin de poder ser comparados, se van a emplear los residuos previamente estandarizados del modelo CAPM estimado mediante Newey-West, como se puede observar en el *Gráfico 4*. De esta forma, estos atípicos toman valores en una escala entre 0 y 4, tanto negativamente como positivamente.

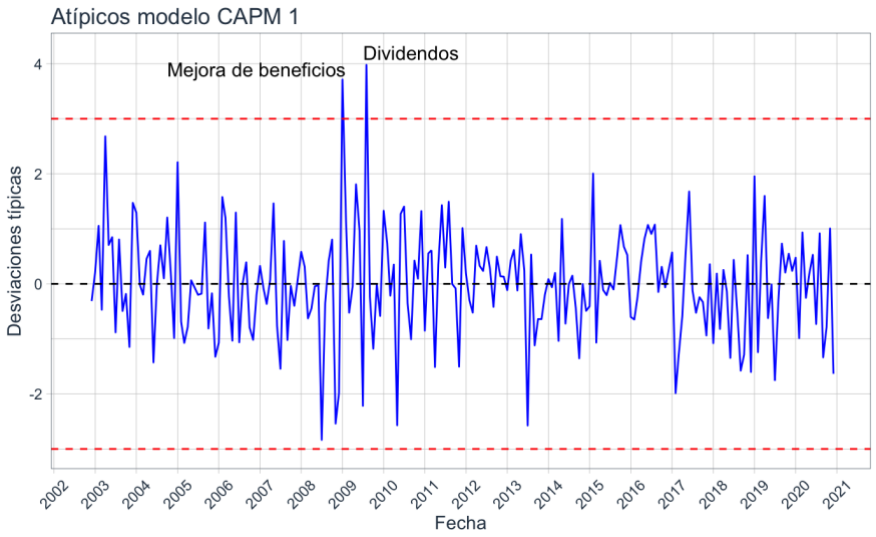


Gráfico 4 – Residuos estandarizados del modelo CAPM
Fuente: Elaboración propia en RStudio

Para que se considere como atípica a una observación, es necesario que, su valor sea igual o sobrepase a tres veces la desviación típica, tanto de manera positiva como negativa. Para poder llevar a cabo esta tarea sin lugar a equivocaciones, en el *Gráfico 4* se han incluido dos líneas que marquen estos límites mencionados.

Por tanto, tal y como se puede observar, en el modelo existen dos valores atípicos que sobrepasan esta condición. Uno de ellos se produjo en enero de 2009 y el segundo en agosto de ese mismo año (*Anexo 10*)

- Enero de 2009 (3,7): Durante este mes se anunció que la empresa había mejorado sus beneficios en el último trimestre del ejercicio 2008/09 en comparación con el comienzo del año (AGRANA Beteiligungs-AG, 2009). Adicionalmente, se presentó a Fritz Gattermayer como nuevo miembro del Consejo de Administración a partir del 1 de enero de 2009. (AGRANA Beteiligungs-AG , 2008).
- Agosto de 2009 (3,9): En este mes se produjeron varias noticias positivas para AGRANA, puesto que se aprobó un pago de dividendos, de 1,95€/acción, para el ejercicio 2008/09 completado (AGRANA Beteiligungs-AG, 2009). Adicionalmente, se anunció una mejora de los beneficios en el ejercicio 2009/10 en comparación con el comienzo del año (AGRANA Beteiligungs-AG , 2009).

Después de entender los motivos que provocaron estos valores anómalos, es necesario realizar un análisis de intervención, incorporando tantas variables dummy al modelo estimado por Newey-West como valores atípicos se han encontrado, tal y como se visualiza en el *Cuadro 3*. Este proceso se lleva a cabo creando variables con valor 0 en todos los meses, a excepción del mes donde se produjo el atípico, donde entonces toma el valor 1.

```
t test of coefficients:

             Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
(Intercept)  0.224297   0.389347  0.5761               0.5652
pATX         0.262290   0.052708  4.9763          0.000001335 ***
D200901     22.744323   0.544820 41.7465 < 0.00000000000000022 ***
D200908     24.662408   0.797592 30.9211 < 0.00000000000000022 ***
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Cuadro 3 – Estimación del modelo CAPM 3 incluyendo dummies, a través de RStudio

Como el efecto de las variables dummy tras haber sido incorporadas al modelo ha sido el esperado, el modelo que se empleará de ahora en adelante será el modelo CAPM 3, mostrado en el *Cuadro 3*. La constante y la Prima del mercado han visto una reducción en sus coeficientes y, además, esta primera sigue sin ser una variable significativa para el modelo. En cuanto a las cuatro variables dummy, sí son relevantes y es posible analizar sus efectos sobre la prima de AGRANA:

- En cuanto al atípico de enero de 2009, el efecto provocado por el anuncio de una mejora de los beneficios ha sido una subida del 22,74% sobre la prima de AGRANA.

- Respecto al atípico de agosto de 2009, debido al pago de dividendos y al anuncio de una mejora de los beneficios, la Prima de AGRANA se incrementa en 24,66 puntos básicos.

Por último, tras la estimación de este modelo, es posible generar de nuevo el gráfico de residuos estandarizados para comprobar que las variables dummy ya no superen el límite fijado y, efectivamente esto se cumple, como se observa en el *Gráfico 5*. Sin embargo, es común que se generen nuevos valores anómalos como ocurre en julio de 2008 (3,1), el cual pudo deberse a la crisis económica iniciada en ese año.

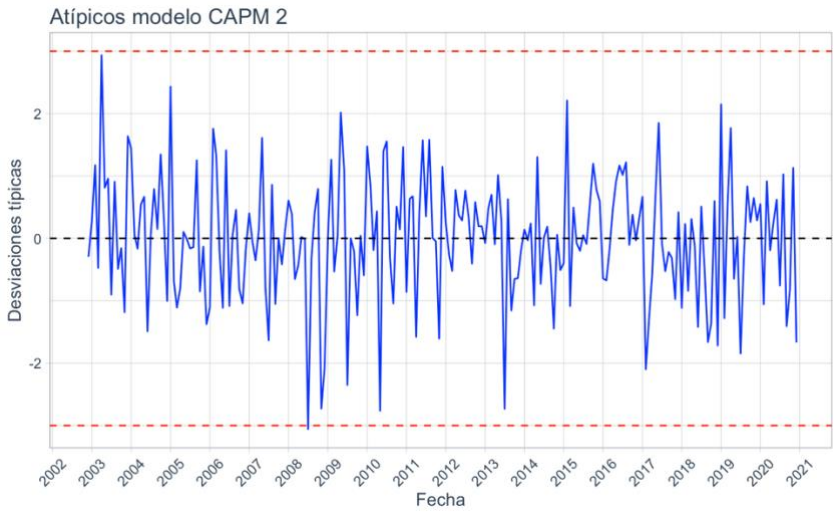


Gráfico 5 – Residuos estandarizados del modelo CAPM 3, ajustado con Dummies
Fuente: Elaboración propia en RStudio

4.4. ESTUDIO DEL CAMBIO ESTRUCTURAL

Un cambio estructural es una modificación inesperada en una serie temporal. Es decir, es un parámetro que sufre un cambio y que, por tanto, afectará a la estructura de la empresa durante los meses estudiados.

Debido a la importancia y al fuerte impacto que tuvo la crisis de la COVID-19 en la economía durante todo el año 2020, se ha decidido escoger el mes de marzo de 2020 como posible cambio estructural, puesto que fue la fecha en la que dio comienzo la pandemia.

Para comprobar si existe cambio estructural, es conveniente realizar en primer lugar un test CUSUM de tipo recursivo (*Gráfico 6*), que muestre la suma acumulada de los residuos, y un CUSUM cuadrado (*Gráfico 7*), que muestre esta suma acumulada, pero elevada al cuadrado. Para confirmar, se empleará posteriormente el test de Chow.

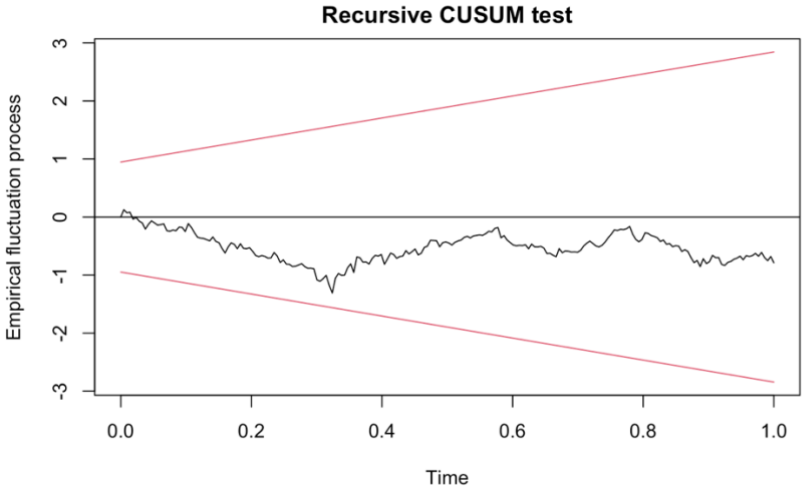


Gráfico 6 – Test CUSUM para analizar cambio estructural
Fuente: Elaboración propia en RStudio

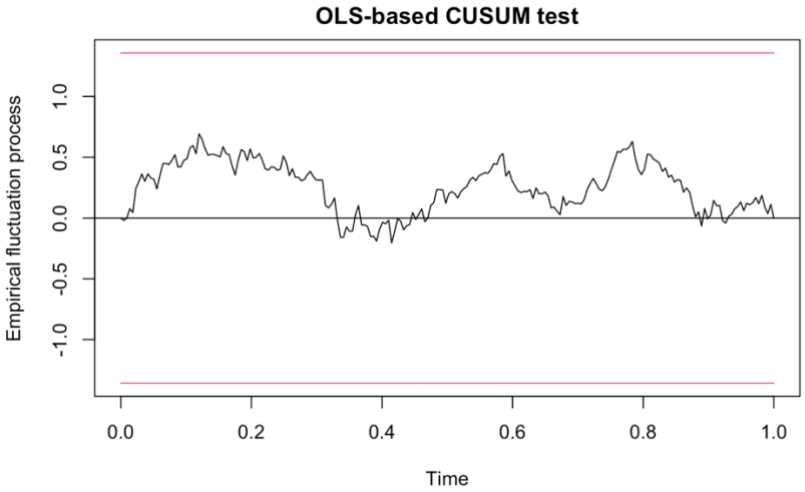


Gráfico 7 – Test CUSUM al cuadrado para analizar cambio estructural
Fuente: Elaboración propia en RStudio

En ambos gráficos, se observa que el modelo es estable, puesto que en ningún momento sobrepasa los límites fijados. Adicionalmente, en el *Anexo 11*, se han incluido las estimaciones con los p-valores de ambas pruebas y se han obtenido unas probabilidades del 14,31% para el CUSUM y un 72,29% para el CUSUM cuadrado. Respecto al test de Chow, mostrado en el *Anexo 12*, se obtiene un p-valor del 35,14%. Por tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula en ningún caso y se afirma que no existe un cambio estructural relevante.

Por último, en el *Anexo 13* se ha incluido la estimación del Modelo CAPM incluyendo, tanto las dummies como el efecto del cambio estructural sobre la constante y la Prima del mercado y se ha obtenido que estas nuevas variables

no son significativas. En conclusión, se puede afirmar que no existe cambio estructural en marzo de 2020.

Sin embargo, como aclaración, se ha decidido mantener la influencia del COVID-19 sobre la pendiente, puesto que de cara a la estimación del modelo incluyendo los Factores de Fama y French, se observa que el mercado sí se vio muy afectado por la crisis provocada a raíz de la pandemia, cuestión que también se vio reflejada en el *Gráfico 2*, donde se comparaba la Prima de riesgo de AGRANA y de ATX.

4.5. INTRODUCCIÓN DE VARIABLES EXÓGENAS

Para concluir este apartado del trabajo y antes de proceder a la valoración del modelo propuesto por Fama y French, se van a incluir variables exógenas que puedan afectar a la rentabilidad de la empresa.

Según Gil (2016), existen diversos factores macroeconómicos que explican la evolución de la industria alimentaria. Entre ellos, se encuentra el valor de las ventas netas, la tasa de personas ocupadas, las exportaciones e importaciones, la compra de materias primas y la inversión en activos materiales.

Para el estudio, se valorará el impacto de la cotización de una empresa de la competencia, además de la influencia de una de estas variables macroeconómicas mencionadas.

Por un lado, se ha calculado la prima de riesgo de la cotización en la Bolsa de París de la empresa DANONE (Yahoo! Finanzas, 2021). Y, por otro lado, se ha escogido la tasa de empleo de Austria (Organization for Economic Co-operation and Development, 2021) y, para su introducción en el modelo, ha sido necesario calcular previamente su tasa de variación.

En el *Cuadro 4* se puede observar la estimación del modelo CAPM a través de Newey-West, incluyendo dichas variables exógenas. Ambas probabilidades superan el nivel de significación y, por tanto, no son relevantes para explicar las variaciones en la rentabilidad de AGRANA. En cuanto a la interpretación del resto de coeficientes, se puede observar que ha habido alguna variación, pero ninguna ha sido muy destacable.

```
t test of coefficients:

                   Estimate Std. Error t value  Pr(>|t|)
(Intercept)        0.159431   0.378012  0.4218 0.6736312
pATX               0.279186   0.070712  3.9482 0.0001074 ***
D200901           23.759342   0.733442 32.3943 < 2.2e-16 ***
D200908           24.504498   1.001510 24.4675 < 2.2e-16 ***
I(Escalon * pATX) -0.151824   0.079089 -1.9197 0.0562567 .
pDANONE            0.120642   0.083672  1.4418 0.1508367
tEMPLEO            1.075032   2.142524  0.5018 0.6163622
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Cuadro 4 – Estimación del modelo CAPM 4 con variables exógenas, a través de RStudio

5. EL MODELO DE TRES FACTORES DE FAMA Y FRENCH

En 1993, Eugene Fama, ganador del Premio Nobel de Economía, y el investigador Kenneth French presentaron una metodología en la que concluían que el método CAPM era insuficiente para medir el rendimiento del activo de una empresa. Según estos economistas, no sólo es necesario incluir la ß para medir el riesgo sistemático, sino que también hay que incorporar dos factores comúnmente conocidos como SMB y HML. (Fama & French, 1993)

- SMB (Small minus Big): La diferencia en la rentabilidad de las acciones de empresas con baja cotización respecto a las de alta cotización bursátil; y
- HML (High minus Low): La diferencia en la rentabilidad de las acciones de empresas con alta ratio precio/valor contable, conocidas como *growth*, y aquellas con un valor bajo en esta ratio, conocidas como *value*. Para calcular esta ratio es necesario dividir la cotización de mercado de la acción entre el valor contable de la acción en un momento determinado.

Para llevar a cabo la estimación de este nuevo modelo es necesario tener en cuenta la constante, la prima del mercado, las variables dummy, el efecto del COVID sobre la pendiente y los dos nuevos factores propuestos por Fama y French. De esta manera, será posible estudiar el impacto de este modelo sobre la prima de la empresa.

Como se puede apreciar en el *Anexo 14,* todas las variables siguen siendo significativas a excepción de la constante y de la variable HML, ambas con unas probabilidades muy altas. Analizando los coeficientes, todos han disminuido respecto al modelo anteriormente estimado.

En cuanto a los factores de Fama y French, como se ha mencionado con anterioridad, la variable HML no es significativa para el modelo. En cuanto a su coeficiente, ofrece un efecto positivo de tan solo un 0,13%. Esto puede deberse

a que AGRANA es una empresa cuya ratio precio/valor contable no es muy elevada, puesto que su valor es de 0,8682 (Bloomberg, 2021). Dependiendo de la compañía, esto podría implicar riesgo de quiebra en un periodo cercano, sin embargo, AGRANA tiene un crecimiento estable y, por tanto, ofrece una rentabilidad razonable con un bajo riesgo.

Respecto a la variable SMB sí es significativa para el modelo, puesto que cuenta con un nivel de significación inferior al 0,6%. Su interpretación es que AGRANA, al tratarse de una empresa de alta cotización, recibe un 0,61% adicional de rentabilidad frente a las empresas de baja cotización.

Por último, antes de pasar a analizar cuáles han sido las principales conclusiones a las que se ha podido llegar después de la realización de este trabajo, es conveniente hacer un breve repaso al modelo definitivo, el cual es posible apreciarlo en el *Cuadro 5*.

```
t test of coefficients:

                   Estimate Std. Error t value             Pr(>|t|)
(Intercept)        0.089129   0.397290  0.2243             0.8227086
pATX               0.264601   0.069366  3.8146             0.0001791 ***
D200901           19.997139   1.288043 15.5252 < 0.00000000000000022 ***
D200908           23.674867   1.428641 16.5716 < 0.00000000000000022 ***
I(Escalon * pATX) -0.180163   0.085769 -2.1006             0.0368680 *
SMB                0.588692   0.225436  2.6114             0.0096660 **
---
Signif. codes:  0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’ 1
```

Cuadro 5 – Estimación del modelo definitivo, a través de RStudio

Como se observa, la constante sigue aumentando su porcentaje, lo que implica que es una variable nada significativa para el modelo. Esto implica que no hay variables externas que ayuden a explicar la prima de riesgo de AGRANA. En cuanto a las demás variables, todas han mantenido o incluso han aumentado su nivel de significación. Por tanto, es posible analizar por última vez qué implican los coeficientes del modelo:

- pATX: Cuando la prima del mercado se incrementa en 100 puntos básicos, la prima de AGRANA aumentará 26 puntos básicos.
- D200901: El atípico de enero de 2009, es decir, la mejora en los beneficios provocó un aumento del 20% sobre la prima de AGRANA
- D200908: El atípico de agosto de 2009, es decir, el reparto de dividendos aumentó un 23% la prima de AGRANA
- I(Escalon * pATX): El impacto del COVID-19 sobre la prima del mercado fue negativo, es decir, cuando esta aumentaba en 100 puntos básicos, la prima de AGRANA aumentaba en 8 puntos básicos.

- SMB: AGRANA recibe un 0,59% adicional de rentabilidad frente a las empresas de baja cotización, al tratarse de una empresa de alta cotización.

6. CONCLUSIONES

Tras la realización de este trabajo, es inevitable concluir que AGRANA, desde su fundación en el año 1988, ha sido protagonista de un crecimiento que le ha permitido consolidarse como una de las empresas de la industria alimentaria más relevantes en el panorama europeo.

Pese a haber sufrido tres caídas dignas de mencionar, una durante los meses posteriores al estallido de la crisis de 2008, otra entre los años 2013 y 2016 y, posteriormente, una progresiva caída desde 2018 (Gráfico 1); se trata de una empresa que siempre ha sabido salir reforzada después de afrontar adversidades.

Al comparar su volatilidad frente a la del mercado en el que cotiza, se puede apreciar como AGRANA es una compañía cuya cotización no ha fluctuado de forma tan destacada como ocurre en el caso de ATX. Este índice sufrió graves caídas principalmente tras la crisis financiera y, actualmente, aun está tratando de recuperarse del impacto de la pandemia (Anexo 15)

En el caso de AGRANA, gracias a su bajo riesgo, se vio también desestabilizada por estos acontecimientos, pero no en tal medida. De hecho, como se observa en el último modelo, pese al impacto del COVID-19 sobre la prima del mercado, su prima seguía aumentando en 8 puntos básicos. Esto quiere decir que, pese a que notó sus efectos negativos al igual que todas las empresas alrededor del mundo, ha podido continuar con sus actividades con normalidad y no ha sufrido grandes problemas financieros.

Actualmente, desde inicios de 2021, cotiza en torno a los 17€/acción, valor bastante razonable, pero aun lejos de su máximo histórico de 24,7€/acción, el cual consiguió en el año 2017. En términos de rentabilidad, a finales de 2009 fue cuando consiguió alcanzar casi un 30%, pese a que en este año fue cuando sufrió su caída más significativa (Anexo 16)

Además, se observa que, de media, AGRANA ofrece una rentabilidad algo superior en comparación al índice de su mercado, por lo que se trata de un activo cuya compra es recomendable. Es decir, pese a que sus retornos no son tan elevados como los que se podrían encontrar en otras compañías, invertir en este activo es una apuesta segura para personas con cierta aversión al riesgo. También cabe destacar que, aproximadamente, entre finales de 2011 hasta

2018, AGRANA ofreció un índice de riqueza en el precio de sus acciones superior al índice de mercado (Anexo 17)

Además, en cuanto al análisis realizado, cabe destacar también la influencia de los Factores de Fama y French. En concreto, se ha podido observar cómo la prima de AGRANA obtiene un efecto positivo en su rentabilidad en comparación con las empresas de baja cotización. Es decir, al ser una empresa de alta cotización, obtiene un 0,59% adicional de rentabilidad.

Por todo esto y, puesto que se trata de una compañía muy enfocada en lograr el máximo nivel de satisfacción en sus clientes, además de su preocupación en buscar soluciones para los problemas del mañana, AGRANA se convierte en una empresa muy interesante y en la que poner el foco muy de cerca, para ver cuál será su evolución de cara a un futuro cercano, puesto que seguro que será muy prometedor.

BIBLIOGRAFÍA

AGRANA Beteiligungs-AG , 2008. *New member of the Board of Management.* [Online]
Available at: https://www.agrana.com/en/ir/financial-news/news/news-detail?news=449&cHash=b26dd6b0fd4e3eb3f82d4aa6395049c1
[Accessed 1 marzo 2021].

AGRANA Beteiligungs-AG , 2009. *Substantial improvement in earnings at AGRANA.* [Online]
Available at: https://www.agrana.com/en/ir/financial-news/news/news-detail?news=451&cHash=533afe3f3c1366ce593c90cffa634e1f
[Accessed 1 marzo 2021].

AGRANA Beteiligungs-AG, 2009. *AGRANA AGM approves unchanged dividend.* [Online]
Available at: https://www.agrana.com/en/ir/financial-news/news/news-detail?news=902&cHash=9c9e31aa2946c19c16055d2609889555
[Accessed 1 marzo 2021].

AGRANA Beteiligungs-AG, 2009. *AGRANA: Significant earnings improvement in the first quarter of 2009|10.* [Online]
Available at: https://www.agrana.com/en/ir/financial-news/news/news-detail?news=459&cHash=23b3a43bfd8f4e68f0852a83e1039a51
[Accessed 1 marzo 2021].

AGRANA Beteiligungs-AG, 2020. *Integrated Annual Report 2019|20,* Viena: AGRANA Beteiligungs-AG.

AGRANA Beteiligungs-AG, 2021. *About ARIC.* [Online]
Available at: https://www.agrana-research.com/en/company/about-aric
[Accessed 21 febrero 2021].

AGRANA Beteiligungs-AG, 2021. *Our history.* [Online]
Available at: https://www.agrana.com/en/about-us/our-history
[Accessed 21 febrero 2021].

Bloomberg, 2021. *AGR:AV Agrana Beteiligungs AG.* [Online]
Available at: https://www.bloomberg.com/quote/AGR:AV
[Accessed 1 abril 2021].

Brooks, C., 2019. *Introductory Econometrics for Finance.* 4ª edición ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Fama, E. F. & French, K. R., 1993. In: *Common Risk Factors in the Returns on Stocks and Bonds.* Chicago: Journal of Financial Economics 33, pp. 3-56.

Ferrando, M., 2005. El Modelo CAPM. In: *Teoría de la Financiación I: Modelos CAPM, APT y Aplicaciones.* 1ª edición ed. Valencia: Pirámide, pp. 111-140.

Gil, G. G., 2016. La industria alimentaria en el contexto actual . In: *Organización de la producción alimentaria.* Madrid: Síntesis, pp. 13-34.

Organization for Economic Co-operation and Development, 2021. *Harmonized Unemployment Rate: Total: All Persons for Austria [LRHUTTTTATM156S].* [Online]
Available at: https://fred.stlouisfed.org/series/LRHUTTTTATM156S
[Accessed 22 Marzo 2021].

Wichmann, R. & Brooks, C., 2019. *R Guide to Accompany: Introductory Econometrics for Finance.* 4ª edición ed. Cambridge: Cambridge University Press.

Yahoo! Finanzas, 2021. *AGRANA Beteiligungs-Aktiengesellschaft (AGR.VI).* [Online]
Available at: https://es.finance.yahoo.com/quote/AGR.VI/history?period1=1034035200&period2=1606780800&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo&includeAdjustedClose=true
[Accessed 4 febrero 2021].

Yahoo! Finanzas, 2021. *DANONE S.A. (BN.PA).* [Online]
Available at: https://es.finance.yahoo.com/quote/AGR.VI/history?period1=1034035200&period2=1606780800&interval=1mo&filter=history&frequency=1mo&includeAdjustedClose=true
[Accessed 16 marzo 2021].

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y CUADROS

Tabla 1 – Comparativa del balance de 2019 con 2020 9
Tabla 2 – Comparativa de la cuenta de resultados de 2019 con 2020 9

Gráfico 1 – Cotización AGRANA desde noviembre de 2002 11
Gráfico 2 – Prima de riesgo de AGRANA y ATX 12
Gráfico 3 – Correlación entre las Primas de riesgo de AGRANA y ATX 13
Gráfico 4 – Residuos estandarizados del modelo CAPM 17
Gráfico 5 – Residuos estandarizados del modelo CAPM 3, ajustado con Dummies 19
Gráfico 6 – Test CUSUM para analizar cambio estructural 20
Gráfico 7 – Test CUSUM al cuadrado para analizar cambio estructural 20

Cuadro 1 – Estimación del modelo CAPM 1, a través de RStudio 14
Cuadro 2 – Estimación del modelo CAPM 2 usando Newey-West, a través de RStudio 16
Cuadro 3 – Estimación del modelo CAPM 3 incluyendo dummies, a través de RStudio 18
Cuadro 4 – Estimación del modelo CAPM 4 con variables exógenas, a través de RStudio 22
Cuadro 5 – Estimación del modelo definitivo, a través de RStudio 23

ÍNDICE DE SIGLAS

ARIC – AGRANA Research & Innovation Center GMBH
ATX – Austrian Traded Index
CAPM – Capital Asset Pricing Model
€/acción – Euros por acción
HML – High Minus Low
MCO – Mínimos Cuadrados Ordinarios
SMB – Small Minus Big
P-Valor – Nivel de Significación

ANEXOS: CÓDIGO EN RSTUDIO

Anexo 1 – Estadísticos de la cotización de AGRANA 38
Anexo 2 – Estadísticos de la prima de AGRANA 38
Anexo 3 – Verificación de los supuestos del CAPM 40
Anexo 4 – Test de White 41
Anexo 5 – Estadístico de Durbin-Watson 41
Anexo 6 – Contraste bimensual de Breusch-Godfrey 41
Anexo 7 – Contraste anual o estacional de Breusch-Godfrey 41
Anexo 8 – Estadísticos de los residuos del CAPM inicial 42
Anexo 9 – Histograma de los residuos del CAPM inicial 42
Anexo 10 – Valores atípicos del modelo CAPM 43
Anexo 11 – Test CUSUM y CUSUM al cuadrado 47
Anexo 12 – Test de Chow 48
Anexo 13 – Modelo CAPM incluyendo cambio estructural 49
Anexo 14 – Estimación del modelo con factores de Fama y French 49
Anexo 15 – Cotizaciones de AGRANA y ATX en base 100 34
Anexo 16 – Rentabilidad mensual de AGRANA 35
Anexo 17 – Índice de riqueza de las acciones de AGRANA y ATX 35

```
#Librerías
library(readxl)
library(tsibble)
library(magrittr)
library(tibble)
library(ggplot2)
library(fable)
library(fabletools)
library(moments)
library(dplyr)
library(normtest)
library(lmtest)
library(car)
library(sandwich)
library(skedastic)
library(ggplot2)
library(strucchange)
library(tidyr)
library(grid)
library(tidyquant)
library(quantmod)
library(DT)
library(kableExtra)

theme_set(theme_tq())
options(scipen = 999)
```

Tratamiento de los datos:
Se exportan los datos del Excel (fechas, precio de cierre ajustado de AGRANA, precio de cierre ajustado de ATX, tasa libre de riesgo):

```
Datos_AGRANA <- read_excel("data/Datos TFG.xlsx")
Datos_AGRANA <- rename(Datos_AGRANA,
                       AGRANA = 'Adj Close AGRANA',
                       ATX = 'Adj Close ATX',
                       DANONE = 'Adj Close DANONE')

Datos_AGRANA[1:6, 1:8] %>% kbl() %>% kable_paper("hover",full_width=F)
```

Date	AGRANA	ATX	RF	SMB	HML	DANONE	EMPLEO
2002-11-01	4.853928	1079	0.12	-0.78	2.16	18.76021	95.6
2002-12-01	4.800588	1093	0.11	3.57	3.24	18.26164	95.5
2003-01-01	4.933938	1134	0.10	2.08	2.52	16.69474	95.5
2003-02-01	5.280648	1131	0.09	0.33	1.66	15.64063	95.5
2003-03-01	5.133962	1115	0.10	0.82	-0.51	16.48106	95.4
2003-04-01	6.134085	1157	0.10	-2.10	0.24	18.06222	95.3

Convertimos el DataFrame en una serie temporal:

```
tsAGRANA <- tsibble(mes = yearmonth(Datos_AGRANA$Date),
Datos_AGRANA[,2:8], index=mes)

tsAGRANA[1:6, 1:8] %>% kbl() %>% kable_paper("hover", full_width = F)
```

mes	AGRANA	ATX	RF	SMB	HML	DANONE	EMPLEO
2002 nov	4.853928	1079	0.12	-0.78	2.16	18.76021	95.6
2002 dic	4.800588	1093	0.11	3.57	3.24	18.26164	95.5
2003 ene	4.933938	1134	0.10	2.08	2.52	16.69474	95.5
2003 feb	5.280648	1131	0.09	0.33	1.66	15.64063	95.5
2003 mar	5.133962	1115	0.10	0.82	-0.51	16.48106	95.4
2003 abr	6.134085	1157	0.10	-2.10	0.24	18.06222	95.3

Creamos las rentabilidades de AGRANA, ATX y la tasa libre de riesgo mensual:

```
tsAGRANA <- tsAGRANA %>% mutate(rAGRANA=100*difference(log(.$AGRANA)),
                                rATX = 100*difference(log(.$ATX)),
                                RFm = .$RF/12)

tsAGRANA[1:6, 1:11] %>% kbl() %>% kable_paper("hover", full_width = F)
```

mes	AGRANA	ATX	RF	SMB	HML	DANONE	EMPLEO	rAGRANA	rATX	RFm
2002 nov	4.853928	1079	0.12	-0.78	2.16	18.76021	95.6	NA	NA	0.0100000
2002 dic	4.800588	1093	0.11	3.57	3.24	18.26164	95.5	-1.104986	1.2891523	0.0091667
2003 ene	4.933938	1134	0.10	2.08	2.52	16.69474	95.5	2.739904	3.6824996	0.0083333
2003 feb	5.280648	1131	0.09	0.33	1.66	15.64063	95.5	6.791137	-0.2649008	0.0075000
2003 mar	5.133962	1115	0.10	0.82	-0.51	16.48106	95.4	-2.817114	-1.4247792	0.0083333
2003 abr	6.134085	1157	0.10	-2.10	0.24	18.06222	95.3	17.798324	3.6976043	0.0083333

Obtenemos las primas de AGRANA y ATX a partir de la diferencia entre sus rentabilidades y la tasa libre de riesgo mensual:

```
tsAGRANA <- tsAGRANA %>% mutate(pAGRANA = .$rAGRANA-.$RFm,
                                pATX = .$rATX-.$RFm)

tsAGRANA[1:6, 1:13] %>% kbl() %>% kable_paper("hover", full_width = F)
```

mes	AGRANA	ATX	RF	SMB	HML	DANONE	EMPLEO	rAGRANA	rATX	RFm	pAGRANA	pATX
2002 nov	4.853928	1079	0.12	-0.78	2.16	18.76021	95.6	NA	NA	0.0100000	NA	NA
2002 dic	4.800588	1093	0.11	3.57	3.24	18.26164	95.5	-1.104986	1.2891523	0.0091667	-1.114153	1.2799856
2003 ene	4.933938	1134	0.10	2.08	2.52	16.69474	95.5	2.739904	3.6824996	0.0083333	2.731571	3.6741663
2003 feb	5.280648	1131	0.09	0.33	1.66	15.64063	95.5	6.791137	-0.2649008	0.0075000	6.783637	-0.2724008
2003 mar	5.133962	1115	0.10	0.82	-0.51	16.48106	95.4	-2.817114	-1.4247792	0.0083333	-2.825447	-1.4331126
2003 abr	6.134085	1157	0.10	-2.10	0.24	18.06222	95.3	17.798324	3.6976043	0.0083333	17.789991	3.6892710

Análisis descriptivo de los datos:

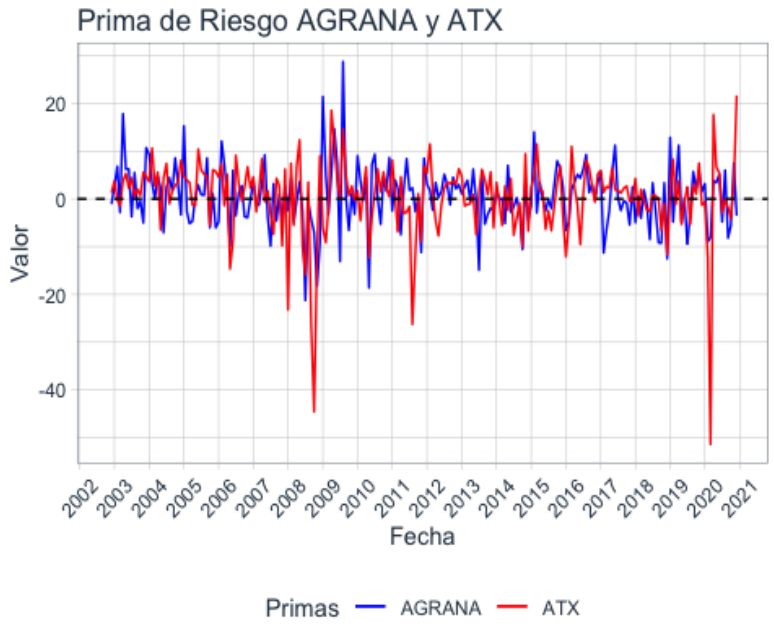
Gráfico de líneas de las series temporales originales, para estudiar la cotización de ATX y AGRANA y comparar la prima de riesgo de AGRANA y ATX

```
rotar_xticks_labels <- theme(axis.text.x = element_text(angle = 45,
                                                        vjust = 0.5))

ggplot(data = tsAGRANA) +
  geom_line(aes(x = mes, y = ATX)) +
  scale_x_yearmonth(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  labs(title = "Cotización ATX",
       x = "Fecha", y = "Precio") +
  rotar_xticks_labels
```

```
ggplot(data = tsAGRANA) +
  geom_line(aes(x = mes, y = AGRANA)) +
  scale_x_yearmonth(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  labs(title = "Cotización AGRANA",
       x = "Fecha", y = "Precio") +
  rotar_xticks_labels
```

```
autoplot(tsAGRANA, .vars=(pAGRANA), aes(color="AGRANA")) +
  geom_line(aes(y = pATX, color="ATX")) +
  scale_x_yearmonth(date_breaks= "1 year", date_labels = "%Y") +
  labs(title = "Prima de Riesgo AGRANA y ATX",
       x = "Fecha", y = "Valor") +
  geom_hline(yintercept = 0,
             linetype = "dashed") +
  scale_color_manual(name = "Primas",
                     breaks = c("AGRANA", "ATX"),
                     values = c("AGRANA" = "blue", "ATX" = "red"))+
  rotar_xticks_labels
```



Transformación en base 100 y gráfico de líneas para poder realizar una comparación entre las cotizaciones de AGRANA y ATX:

Anexo 15 – Cotizaciones de AGRANA y ATX en base 100

```
tsAGRANA <- tsAGRANA %>% add_column(cAGRANA = 100*log(.$AGRANA),
                                    cATX = 100*log(.$ATX))

datos <- tsAGRANA %>%
  select(mes, cAGRANA, cATX)  %>%
  mutate(Fecha = as.Date(mes))

datos <- datos %>%
  gather(2:3, key = "Cotizacion", value = "Valor")

ggplot(data = datos, aes(x = Fecha, y = Valor)) +
  geom_line(aes(color = Cotizacion)) +
  facet_wrap(~ Cotizacion, ncol = 2, scales = "free_y") +
  theme_tq() +
  scale_color_tq()
```

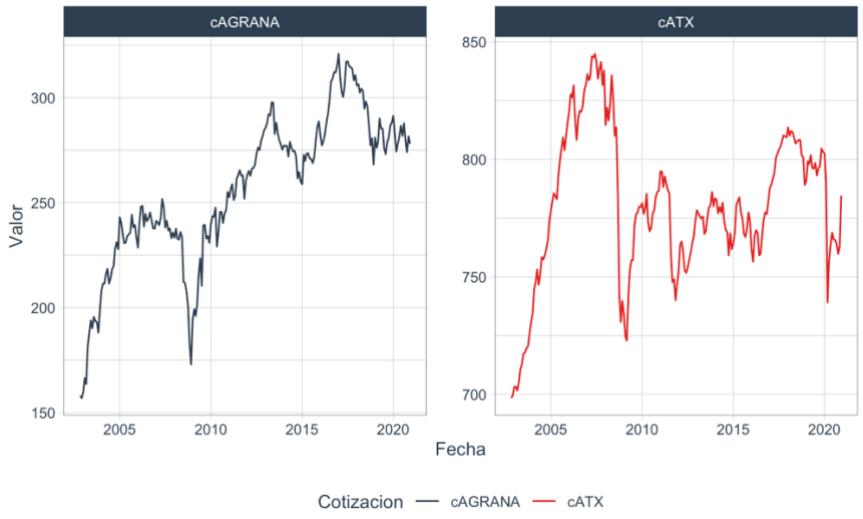


Gráfico de líneas para analizar la rentabilidad mensual de AGRANA:

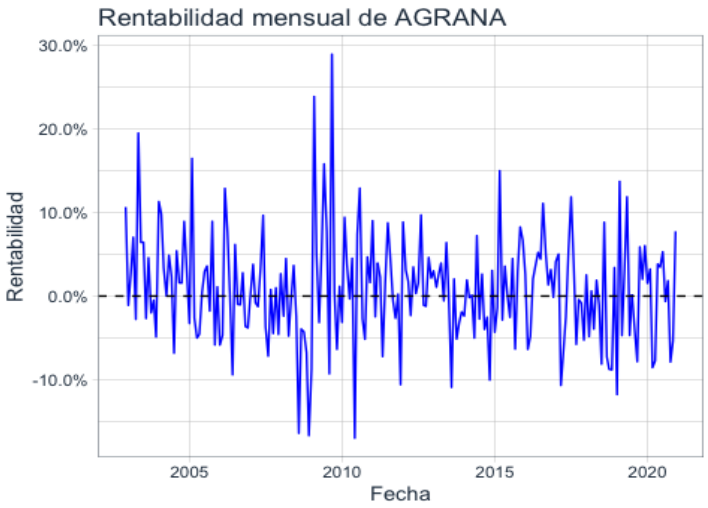
Anexo 16 – Rentabilidad mensual de AGRANA

```
AGRANA <- tq_get("AGR.VI", get="stock.prices", from= "2002-11-01", to=
"2020-12-01")
AGRANA <- data.frame(AGRANA)

AGRANA_monthly_returns <- AGRANA %>%
  group_by(symbol) %>%
  tq_transmute(select     = adjusted,
               mutate_fun = periodReturn,
               period     = "monthly",
               type       = "arithmetic")

AGRANA_monthly_returns %>%
  ggplot(aes(x = date, y = monthly.returns)) +
  geom_line(colour = "blue") +
  geom_hline(yintercept = 0,
             linetype = "dashed") +
```

```
  scale_y_continuous(labels = scales::percent) +
  labs(title = "Rentabilidad mensual de AGRANA",
       x = "Fecha", y = "Rentabilidad")
```



Anexo 17 – Índice de riqueza de las acciones de AGRANA y ATX

```
stock_prices <- read_excel("data/ATX.xlsx")
stock_prices <- stock_prices %>% group_by(symbol)

stock_prices %>%
  tq_transmute(adjusted,
               periodReturn,
               period = "monthly",
               type = "log",
               col_rename = "returns") %>%
  mutate(indice_riqueza = 100 * cumprod(1 + returns)) %>%
  ggplot(aes(x = date, y = indice_riqueza, color = symbol)) +
  geom_line(size = 1) +
  labs(title = "AGRANA y ATX: Precio acciones",
       x = "Años", y = "Índice de riqueza") +
  scale_color_tq()
```

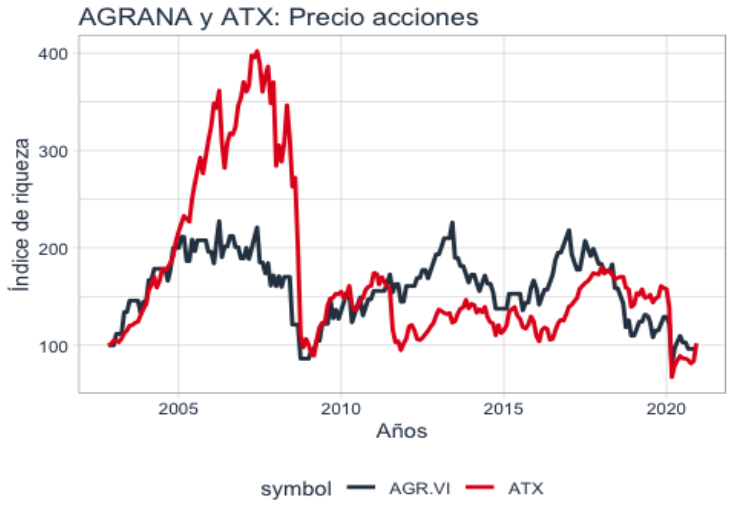
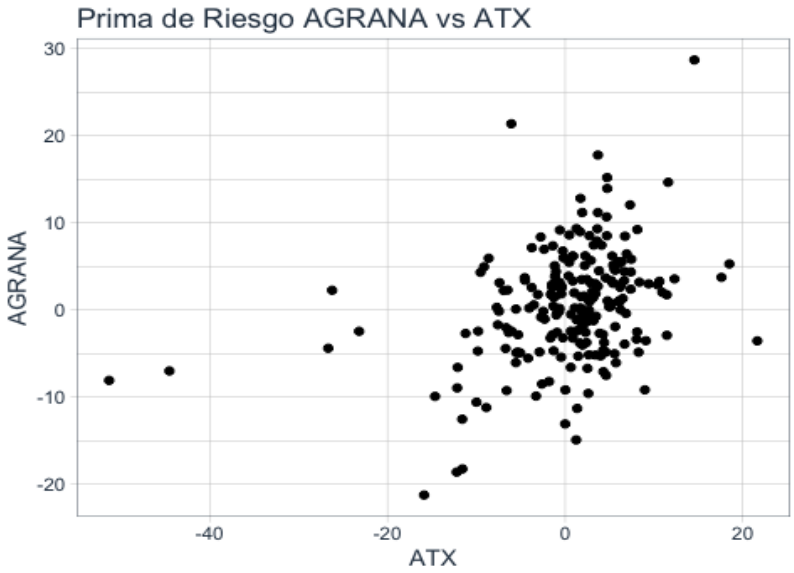
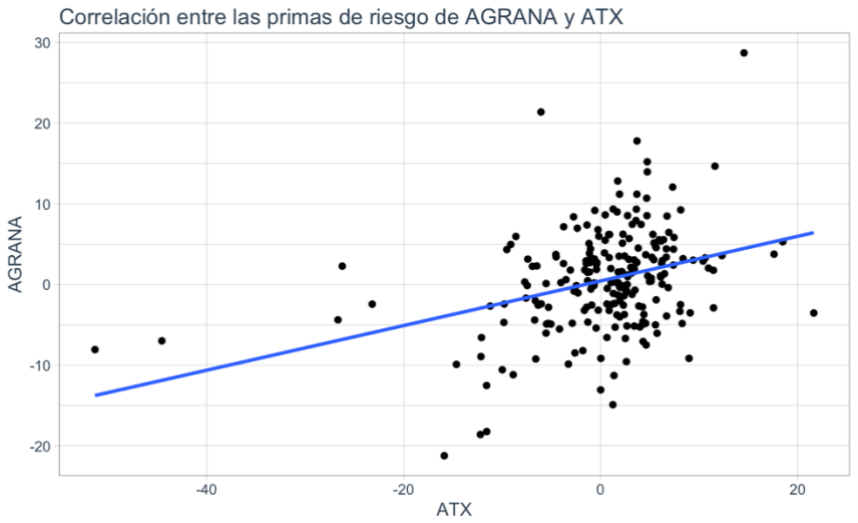


Gráfico de puntos + línea de regresión, para comparar las primas de riesgo de AGRANA y ATX:

```
ggplot(tsAGRANA) +
  geom_point(aes(x = pATX, y = pAGRANA)) +
  labs(title = "Prima de Riesgo AGRANA vs ATX",
       x = "ATX", y = "AGRANA")
```



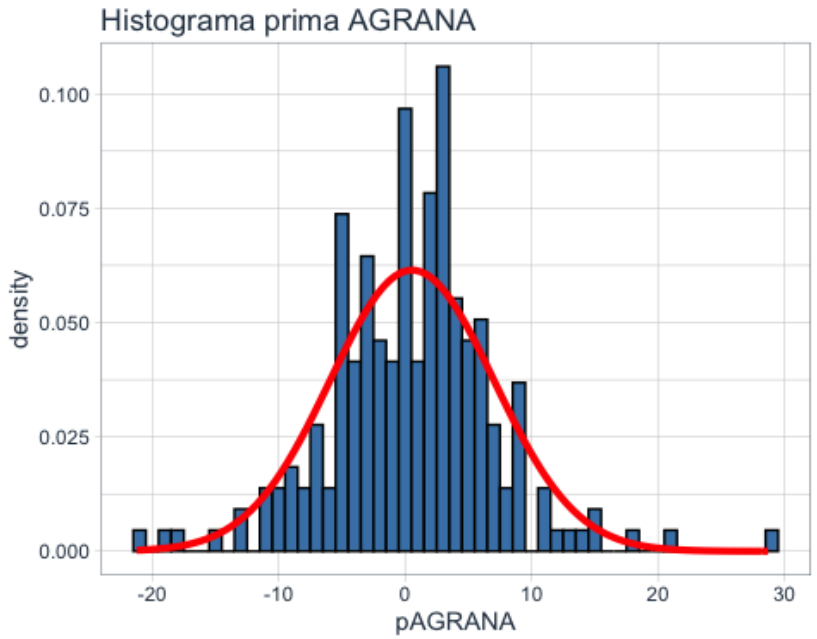

```
ggplot(tsAGRANA) +
  geom_point(aes(x = pATX,y = pAGRANA)) +
  geom_smooth(aes(x = pATX, y = pAGRANA), method = "lm",
              formula = "y~x",
              se = FALSE) +
  labs(title="Correlación entre las primas de riesgo de AGRANA y ATX",
       x = "ATX", y = "AGRANA")
```



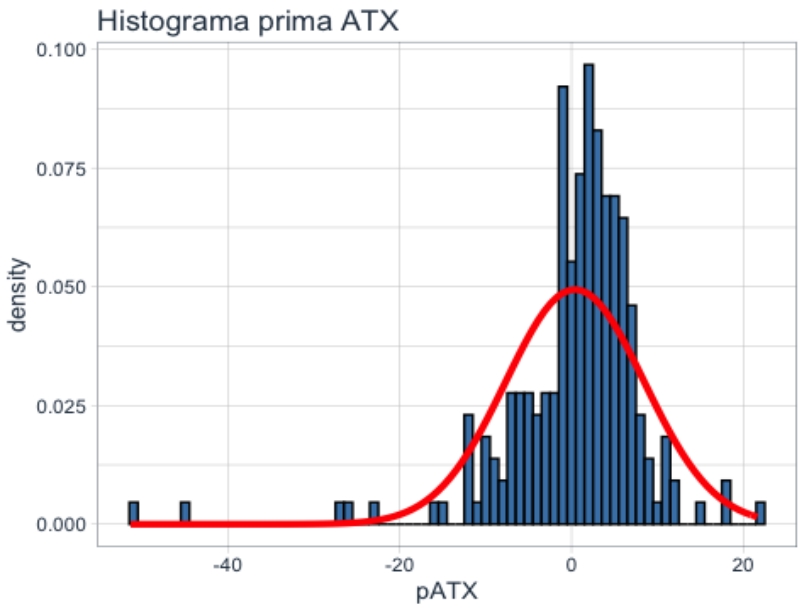
Histogramas para estudiar la normalidad de las primas de AGRANA y ATX:

```
ggplot(tsAGRANA) +
  geom_histogram(mapping = aes(x = pAGRANA, y = ..density..), fill =
"steelblue", colour = "black", binwidth = 1) +
```

```
  labs(title = "Histograma prima AGRANA") +
  stat_function(fun = dnorm, args = list(mean = mean(tsAGRANA$pAGRANA,
na.rm=T), sd = sd(tsAGRANA$pAGRANA, na.rm=T)), color="red", size=1.5)
```




```
ggplot(tsAGRANA) +
  geom_histogram(mapping = aes(x = pATX, y = ..density..), fill =
"steelblue", colour = "black", binwidth = 1) +
  labs(title = "Histograma prima ATX") +
  stat_function(fun = dnorm, args = list(mean = mean(tsAGRANA$pATX,
na.rm=T), sd = sd(tsAGRANA$pATX, na.rm = T)), color = "red", size=1.5)
```



Generamos una función para calcular los estadísticos, tanto de la prima de AGRANA como de ATX (media, desviación típica, mediana, cuartiles, mínimo, máximo, curtosis, asimetría, Jarque-Bera y p-valor):

```
ED <- function(x){
  Estadisticos <- c("Media", "Desviación Típica", "Mediana", "Cuartil
1", "Cuartil 3", "Mínimo", "Máximo", "Curtosis", "Asimetría", "JB Test
", "P-Value")

  out = data.frame(Estadisticos = Estadisticos, Valores = rep(NA, 11))
  out[1,2] = mean(x, na.rm = TRUE)
  out[2,2] = sd(x, na.rm = TRUE)
  out[3,2] = median(x, na.rm = TRUE)
  out[4,2] = quantile(x, prob = 0.25, na.rm = TRUE)
  out[5,2] = quantile(x, prob = 0.75, na.rm = TRUE)
  out[6,2] = min(x, na.rm = TRUE)
  out[7,2] = max(x, na.rm = TRUE)
  out[8,2] = kurtosis(x, na.rm=T)
  out[9,2] = skewness(x, na.rm=T)
  out[10,2] = as.numeric(jb.norm.test(na.omit(x))$statistic)
  out[11,2] = as.numeric(jb.norm.test(na.omit(x))$p.value)
  return(out)
}
```

Anexo 1 – Estadísticos de la cotización de AGRANA

```
ED(tsAGRANA$AGRANA)
```

Estadisticos <chr>	Valores <dbl>
Media	13.7337028
Desviación Típica	4.5426877
Mediana	13.7586850
Cuartil 1	10.5238498
Cuartil 3	16.6975910
Mínimo	4.8005880
Máximo	24.7483440
Curtosis	-0.5727705
Asimetría	0.2328872
JB Test	4.9505239
P-Value	0.0660000

1-11 of 11 rows

Anexo 2 – Estadísticos de la Prima de AGRANA

```
ED(tsAGRANA$pAGRANA)
```

Estadisticos <chr>	Valores <dbl>
Media	0.5447608
Desviación Típica	6.4894355
Mediana	0.7724372
Cuartil 1	-3.2252133
Cuartil 3	3.8652084
Mínimo	-21.2310179
Máximo	28.7028604
Curtosis	2.1667715
Asimetría	0.1644364
JB Test	43.4276309
P-Value	0.0005000

1-11 of 11 rows

```
ED(tsAGRANA$pATX)
```

Estadisticos <chr>	Valores <dbl>
Media	0.3888829
Desviación Típica	8.0700109
Mediana	1.7248981
Cuartil 1	-1.8129955
Cuartil 3	4.6645122
Mínimo	-51.3388679
Máximo	21.6309253
Curtosis	11.8796618
Asimetría	-2.3677791
JB Test	1478.7815546
P-Value	0.0000000

1-11 of 11 rows

Modelo CAPM inicial y comprobación de las propiedades de los residuos

Generamos el modelo CAPM inicial: El modelo cumple el CAPM. La beta (pAGRANA) es muy pequeña, lo que implica que la empresa tiene poco riesgo frente al mercado. La constante es positiva, pero no es significativa. Sin embargo, pATX sí es significativa.

```
modelo_CAPM <- lm(pAGRANA~pATX, data = tsAGRANA)
summary(modelo_CAPM)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = pAGRANA ~ pATX, data = tsAGRANA)
##
```

```
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -17.2740  -3.6691  -0.0647   3.3492  24.2401
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value  Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.43716    0.41508   1.053     0.293
## pATX         0.27669    0.05149   5.373 0.0000002 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 6.107 on 215 degrees of freedom
##   (1 observation deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.1184, Adjusted R-squared:  0.1143
## F-statistic: 28.87 on 1 and 215 DF,  p-value: 0.0000002005
```

```
residuos_modelo_CAPM <- tsibble(mes = tsAGRANA$mes, Residuos =
c(NA, modelo_CAPM$residuals), index = mes)
```

Es posible verificar estadísticamente si los supuestos del CAPM se cumplen, es decir, que la pendiente (beta) sea igual a 1 y la constante (alfa) igual a 0.

Anexo 3 – Verificación de los supuestos del CAPM

```
regresion = lm(pAGRANA~pATX, data = tsAGRANA)
linearHypothesis(regresion, c("(Intercept) = 0"))
```

	Res.Df <dbl>	RSS <dbl>	Df <dbl>	Sum of Sq <dbl>	F <dbl>	Pr(>F) <dbl>
1	216	8060.837	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*
2	215	8019.463	1	41.3746	1.109244	0.2934286

2 rows

```
linearHypothesis(regresion, c("pATX = 1"))
```

	Res.Df <dbl>	RSS <dbl>	Df <dbl>	Sum of Sq <dbl>	F <dbl>	Pr(>F) <dbl>
1	216	15379.104	*NA*	*NA*	*NA*	*NA*
2	215	8019.463	1	7359.642	197.3104	0.0000000000000000000000000000003116215

2 rows

Una vez generado el modelo CAPM inicial, hay que realizar un análisis de los residuos, para garantizar que se cumplen sus propiedades y, por tanto, que sean ruido blanco.

- Test de Heterocedasticidad: No hay problemas de heterocedasticidad

Anexo 4 – Test de White

```
white_lm(modelo_CAPM, interactions = TRUE)
```

statistic	p.value	parameter	method	alternative
<dbl>	<dbl>	<dbl>	<chr>	<chr>
0.5489677	0.7599643	2	White's Test	greater

1 row

- Test de Autocorrelación: Existe autocorrelación en AR-2 por lo que, para evitar este problema, de ahora en adelante siempre habrá que estimar el modelo mediante el método de Newey West

Anexo 5 – Estadístico de Durbin-Watson

```
set.seed(123)
durbinWatsonTest(modelo_CAPM) #AR-1 (mensual)
```

```
##  lag Autocorrelation D-W Statistic p-value
##    1      -0.1388214      2.264826   0.062
##  Alternative hypothesis: rho != 0
```

Anexo 6 – Contraste bimensual de Breusch-Godfrey

```
bgtest(modelo_CAPM, order=2) #AR-2 (bimensual)
```

```
##
##  Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 2
##
## data:  modelo_CAPM
## LM test = 8.1344, df = 2, p-value = 0.01713
```

Anexo 7 – Contraste anual o estacional de Breusch-Godfrey

```
bgtest(modelo_CAPM, order=12) #AR-12 (anual o estacional)
```

```
##
##  Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 12
##
## data:  modelo_CAPM
## LM test = 15.884, df = 12, p-value = 0.1966
```

- Test de Normalidad: Se puede observar que no se cumple la normalidad.

Anexo 8 – Estadísticos de los residuos del CAPM inicial

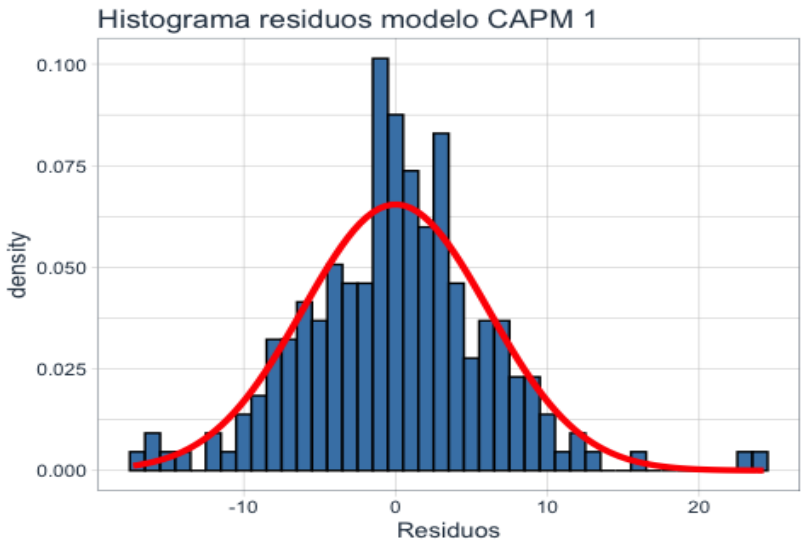
```
ED(residuos_modelo_CAPM$Residuos)
```

Estadisticos <chr>	Valores <dbl>
Media	0.000000000000000008777141
Desviación Típica	6.0932045272874360009041 1
Mediana	-0.0647130021113983544545 1
Cuartil 1	-3.6690683277352262869897 0
Cuartil 3	3.3491792561377979886572 1
Mínimo	-17.27400550706661874755810
Máximo	24.24009698595926565189984
Curtosis	1.5853154465453016541687 2
Asimetría	0.2685696470413152514566 9
JB Test	25.33243249698708154937776
P-Value	0.000500000000000000001041

1-11 of 11 rows

Anexo 9 – Histograma de los residuos del CAPM inicial

```
ggplot(residuos_modelo_CAPM) +
  geom_histogram(mapping = aes(x = Residuos, y = ..density..), fill =
"steelblue", colour = "black", binwidth = 1) +
  labs(title = "Histograma residuos modelo CAPM 1") +
  stat_function(fun = dnorm, args = list(mean = 0, sd =
sd(residuos_modelo_CAPM$Residuos, na.rm= T)), color= "red", size= 1.5)
```

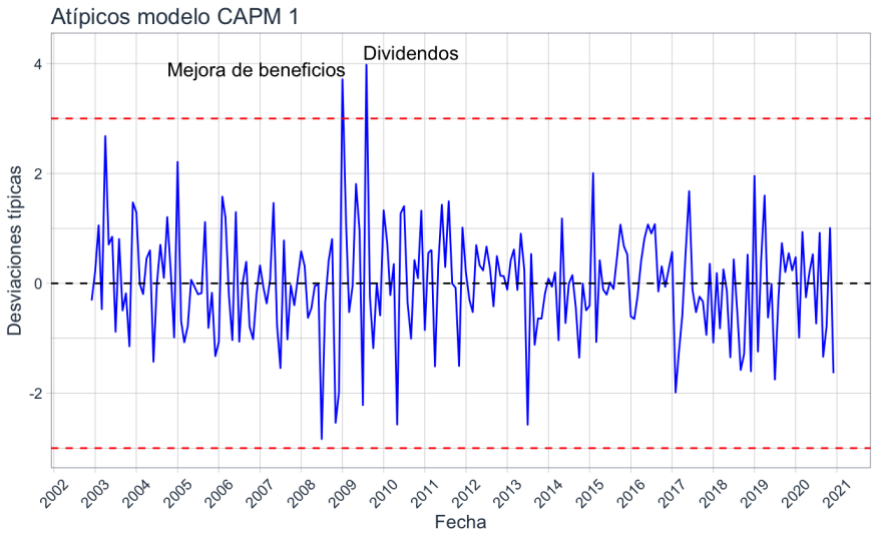


- Residuos estandarizados (+- 3 desviaciones típicas) para conocer si existen valores atípicos. Se obtiene que existen dos atípicos, uno en enero de 2009 y otro en agosto de ese mismo año.

```
residuos_modelo_CAPM <- residuos_modelo_CAPM %>%
  mutate(ResiduosSD = .$Residuos / sd(.$Residuos, na.rm = T))

autoplot(residuos_modelo_CAPM, .vars = (ResiduosSD), color = "blue") +
  annotate("text", x = as.Date("2006-12-01"), y = 3.9,
           label = "Mejora de beneficios", size = 4) +
  annotate("text", x = as.Date("2010-09-01"), y = 4.2,
           label = "Dividendos", size = 4) +
```

```
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = "dashed") +
  geom_hline(yintercept = -3, color = "red", linetype = "dashed") +
  geom_hline(yintercept = 3, color = "red", linetype = "dashed") +
  scale_x_yearmonth(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
    labs(title = "Atípicos modelo CAPM 1",
       x = "Fecha", y = "Desviaciones típicas") +
  rotar_xticks_labels
```



Anexo 10 – Valores atípicos del modelo CAPM

```
atipicos <- residuos_modelo_CAPM %>% filter(ResiduosSD > 3 |
ResiduosSD < -3)
atipicos
```

mes <mth>	Residuos <dbl>	ResiduosSD <dbl>
2009 ene	22.61873	3.712124
2009 ago	24.24010	3.978218

2 rows

- Newey West: Nuevo modelo CAPM mediante Newey-West, para eliminar los problemas de autocorrelación.

```
coeftest(modelo_CAPM, vcov = vcovHC(modelo_CAPM, type="HC0"))
```

```
##
## t test of coefficients:
##
##              Estimate Std. Error t value    Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.43716    0.41434  1.0551      0.2926
## pATX         0.27669    0.05960  4.6424 0.00000599 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Incorporación de variables dummy al modelo CAPM:

Puesto que los valores atípicos incluyen información relevante para el modelo, es necesario generar variables dummies para cada una de las fechas, es decir, una para enero 2009 y otra para agosto 2009.

```
tsAGRANA <- tsAGRANA %>% mutate(D200901= 1*(.$mes == atipicos$mes[1]),
     D200908 = 1*(.$mes == atipicos$mes[2]))
```

Una vez creadas las variables dummy, se estima de nuevo el modelo para ver qué influencia tienen.

```
modelo_CAPM_d <- lm(pAGRANA~pATX + D200901 + D200908, data = tsAGRANA)
summary(modelo_CAPM_d)
```

```
##
## Call:
## lm(formula = pAGRANA ~ pATX + D200901 + D200908, data = tsAGRANA)
##
## Residuals:
##      Min       1Q   Median       3Q      Max
## -17.2898  -3.6079   0.1229   3.5073  16.5980
##
## Coefficients:
##             Estimate Std. Error t value    Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.22430    0.38874   0.577       0.565
## pATX         0.26229    0.04843   5.416 0.000000164 ***
## D200901     22.74432    5.71625   3.979 0.000094916 ***
## D200908     24.66241    5.74906   4.290 0.000027124 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 5.695 on 213 degrees of freedom
##   (1 observation deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.2407, Adjusted R-squared:   0.23
## F-statistic:  22.5 on 3 and 213 DF,  p-value: 0.000000000001074
```

```
coeftest(modelo_CAPM_d, vcov = vcovHC(modelo_CAPM_d, type="HC0"))
```

```
##
## t test of coefficients:
##
##              Estimate Std. Error t value                Pr(>|t|)
## (Intercept)  0.224297   0.389347  0.5761                  0.5652
## pATX         0.262290   0.052708  4.9763              0.000001335 ***
## D200901     22.744323   0.544820 41.7465 < 0.00000000000000022 ***
## D200908     24.662408   0.797592 30.9211 < 0.00000000000000022 ***
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
residuos_modelo_CAPM_d <-tsibble(mes = tsAGRANA$mes, Residuos =
c(NA, modelo_CAPM_d$residuals), index=mes)
```

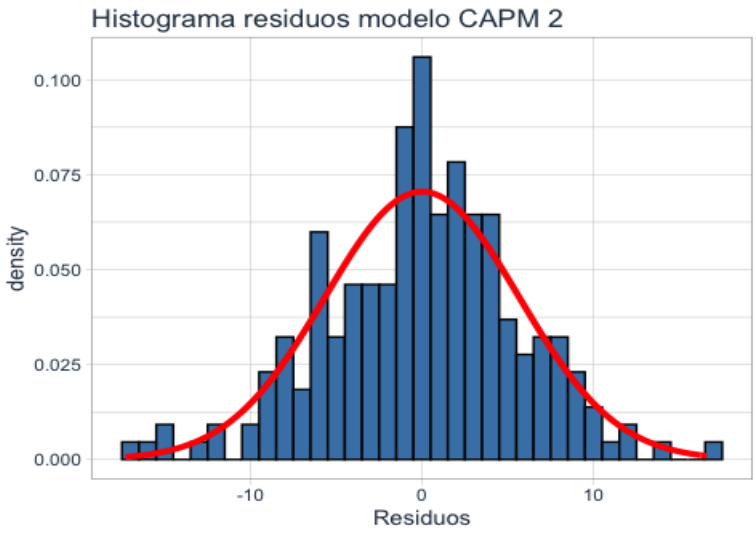
Puesto que ambas dummy son relevantes, se procede a comprobar los estadísticos de los residuos del modelo CAPM con dummies y su histograma, para saber si ahora se cumple la normalidad.

```
ED(residuos_modelo_CAPM_d$Residuos)
```

Estadisticos <chr>	Valores <dbl>
Media	0.00000000000000001886212
Desviación Típica	5.65488796646998448380828
Mediana	0.12285579739644787722330
Cuartil 1	-3.60787112365111628520253
Cuartil 3	3.50727323610784047502875
Mínimo	-17.28976031637345656122307
Máximo	16.59803617007552745121757
Curtosis	0.4237381322947064710 1493
Asimetría	-0.2192080707365362535 1994
JB Test	3.36135457402705339902127
P-Value	0.14799999999999999267253

1-11 of 11 rows

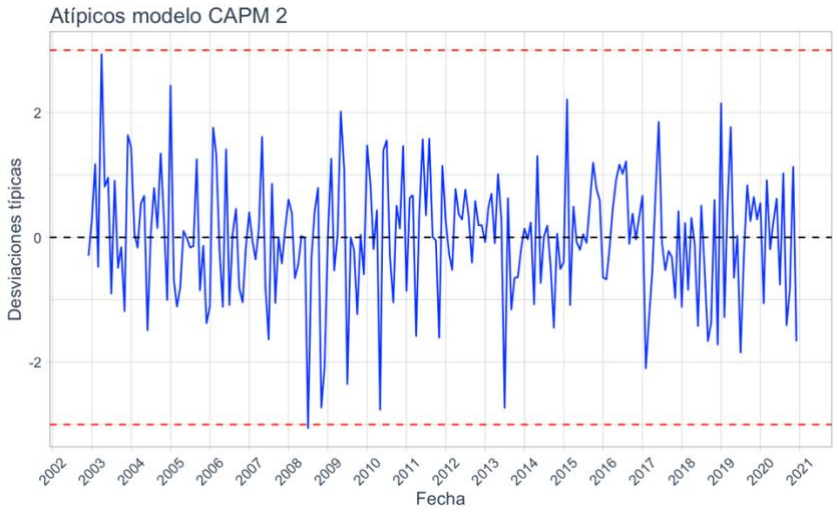
```
ggplot(residuos_modelo_CAPM_d) +
  geom_histogram(mapping = aes(x = Residuos, y=..density..), fill = "s
teelblue", colour = "black", binwidth = 1) +
  labs(title = "Histograma residuos modelo CAPM 2") +
  stat_function(fun = dnorm, args = list(mean = 0, sd = sd(residuos_mo
delo_CAPM_d$Residuos, na.rm = T)), color = "red", size = 1.5)
```



También se procede a comprobar que se hayan eliminado los valores atípicos anteriores y si existen nuevos atípicos significativos.

```
residuos_modelo_CAPM_d <- residuos_modelo_CAPM_d %>%
  mutate(ResiduosSD = .$Residuos / sd(.$Residuos, na.rm = T))

autoplot(residuos_modelo_CAPM_d, .vars = (ResiduosSD) ,color = "blue")
+
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = "dashed") +
  geom_hline(yintercept = -3, color = "red", linetype = "dashed") +
  geom_hline(yintercept = 3, color = "red", linetype = "dashed") +
  scale_x_yearmonth(date_breaks = "1 year", date_labels = "%Y") +
  labs(title = "Atípicos modelo CAPM 2",
       x = "Fecha", y = "Desviaciones típicas") +
  rotar_xticks_labels
```




```
atipicos <- residuos_modelo_CAPM_d %>% filter(ResiduosSD > 3 |
ResiduosSD < -3)
atipicos
```

mes	Residuos	ResiduosSD
<mth>	<dbl>	<dbl>
2008 jul	-17.28976	-3.057489

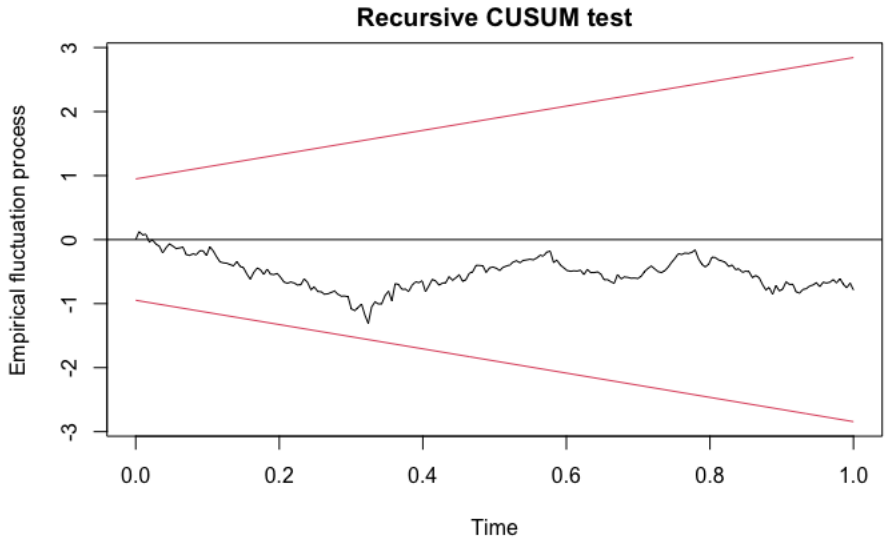
1 row

Estudio del cambio estructural en marzo de 2020 (inicio COVID-19):

Primero, se realizan los test CUSUM, tanto de tipo recursivo como al cuadrado.

Anexo 11 – Test CUSUM y CUSUM al cuadrado

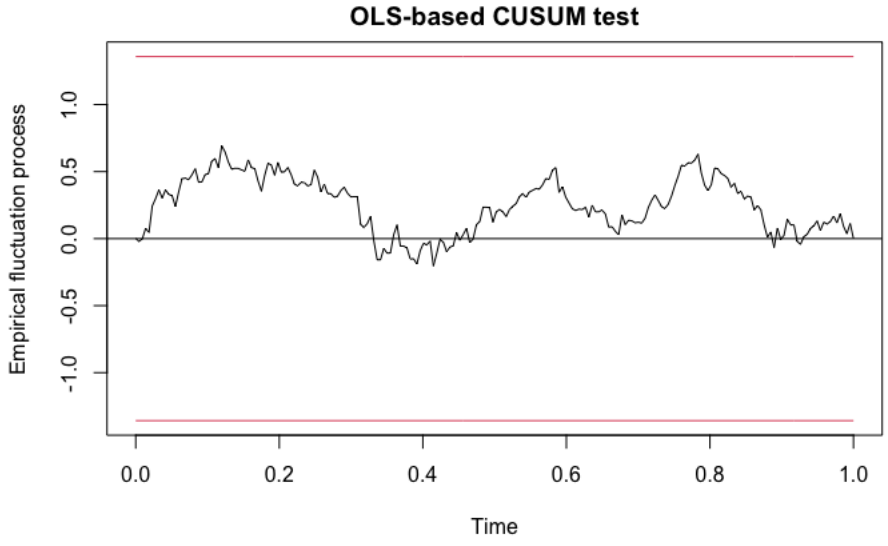
```
REC_CUSUM <- efp(modelo_CAPM_d, data = tsAGRANA, type = "Rec-CUSUM")
plot(REC_CUSUM)
```




```
sctest(REC_CUSUM)
```

```
##
##  Recursive CUSUM test
##
## data:  REC_CUSUM
## S = 0.79451, p-value = 0.1431
```

```
OLS_CUSUM <- efp(modelo_CAPM_d, data = tsAGRANA, type = "OLS-CUSUM")
plot(OLS_CUSUM)
```




```
sctest(OLS_CUSUM)
```

```
##
##  OLS-based CUSUM test
##
## data:  OLS_CUSUM
## S0 = 0.69295, p-value = 0.7229
```

Pese a que ambos test CUSUM han demostrado que el modelo es estable, se realiza el Test de Chow para corroborar esta afirmación

Anexo 12 – Test de Chow

```
FechaCambio <- yearmonth("2020/03/01")
smT <- summary(modelo_CAPM)
SRR <- smT$df[2] * smT$sigma
nobs <- smT$df[1] + smT$df[2]
k <- smT$df[1]
sm1 <- summary(lm(pAGRANA~pATX, data = filter(tsAGRANA, mes <
FechaCambio)))
SRR1 <- sm1$df[2]*sm1$sigma
sm2 <- summary(lm(pAGRANA~pATX, data = filter(tsAGRANA, mes >=
FechaCambio)))
SRR2 <- sm2$df[2]*sm2$sigma
F <- ((SRR - (SRR1 + SRR2)) / k) / ((SRR1 + SRR2) / (nobs-2*k))
PvalueF= pf(F, k ,nobs-2*k, lower.tail = FALSE)
cat("Test de Chow, Fecha:", format(FechaCambio, format= "%b %Y"),"\n")
```

```
## Test de Chow, Fecha: mar 2020
```

```
cat("F: ", F, "\n")
```

```
## F:  1.050773
```

```
cat("P-Valor: ", PvalueF, "\n")
```

```
## P-Valor:  0.3514727
```

```
if (PvalueF > 0.1) cat("No hay Cambio Estrutural en: ",
format(FechaCambio, format = "%b %Y"))
if (PvalueF <= 0.1) cat("Hay Cambio Estrutural en: ",
format(FechaCambio, format = "%b %Y"))
```

```
## No hay Cambio Estrutural en:  mar 2020
```

Además, es posible incluir en el modelo una dummy que represente este posible cambio estructural, para ver si su efecto sobre la constante y sobre la pendiente es significativo

Anexo 13 – Modelo CAPM incluyendo cambio estructural

```
tsAGRANA <- tsAGRANA %>% mutate(Escalon = 1*(.$mes >= FechaCambio))

modelo_CAPM_c <- lm(pAGRANA~pATX + D200901 + D200908 + Escalon +
I(Escalon*pATX), data = tsAGRANA)
coeftest(modelo_CAPM_c, vcov = vcovHC(modelo_CAPM_c, type="HC0"))
```

```
##
## t test of coefficients:
##
##                     Estimate Std. Error t value               Pr(>|t|
)
## (Intercept)         0.233971   0.400951  0.5835                0.5601
5
## pATX                0.300422   0.066095  4.5453           0.00000923
5 ***
## D200901            22.965824   0.627983 36.5708 < 0.0000000000000002
2 ***
## D200908            24.097930   0.954059 25.2583 < 0.0000000000000002
2 ***
## Escalon            -0.586617   1.677857 -0.3496                0.7269
7
## I(Escalon * pATX) -0.150989   0.079116 -1.9084                0.0576
9 .
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Introducción de variables exógenas en el modelo:

Se ha decidido incluir la tasa de empleo mensual en Austria y la cotización en la Bolsa de París de la compañía DANONE. Para su correcta inclusión en el modelo, es necesario calcular la prima de riesgo de DANONE y la tasa de variación del empleo.

```
tsAGRANA <- tsAGRANA %>% mutate(pDANONE = (100*difference(log(.$DANONE
)) - .$RFm),
                                tEMPLEO = 100*difference(log(.$EMPLEO)))

modelo_CAPM_e<- lm(pAGRANA~pATX + D200901 + D200908 + I(Escalon*pATX)
+ pDANONE + tEMPLEO, data = tsAGRANA)
coeftest(modelo_CAPM_e, vcov = vcovHC(modelo_CAPM_e, type="HC0"))
```

```
##
## t test of coefficients:
##
##                     Estimate Std. Error t value              Pr(>|t|
)
## (Intercept)         0.159431   0.378012  0.4218             0.673631
2
## pATX                0.279186   0.070712  3.9482             0.000107
4 ***
## D200901            23.759342   0.733442 32.3943 < 0.0000000000000002
2 ***
## D200908            24.504498   1.001510 24.4675 < 0.0000000000000002
2 ***
## I(Escalon * pATX) -0.151824   0.079089 -1.9197             0.056256
7 .
## pDANONE             0.120642   0.083672  1.4418             0.150836
7
## tEMPLEO             1.075032   2.142524  0.5018             0.616362
2
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Modelo de Tres Factores de Fama y French:

Para concluir el trabajo, se incluyen los factores del Modelo de Fama y French junto con las demás variables significativas para el modelo.

```
modelo_CAPM_f<- lm(pAGRANA~pATX + D200901 + D200908 + I(Escalon*pATX)
+ HML + SMB, data = tsAGRANA)
coeftest(modelo_CAPM_f, vcov = vcovHC(modelo_CAPM_f, type="HC0"))
```

Anexo 14 – Estimación del modelo con factores de Fama y French

```
##
## t test of coefficients:
##
##                     Estimate Std. Error t value              Pr(>|t|)
## (Intercept)         0.096057   0.397290  0.2418             0.8091866
## pATX                0.249331   0.069366  3.5944             0.0004051 ***
## D200901            20.312354   1.288043 15.7699 < 0.00000000000000022 ***
## D200908            22.806925   1.428641 15.9641 < 0.00000000000000022 ***
## I(Escalon * pATX) -0.187959   0.085769 -2.1914             0.0295190 *
## HML                 0.136877   0.168395  0.8128             0.4172324
## SMB                 0.617073   0.225436  2.7372             0.0067269 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Modelo definitivo:

```
modelo_CAPM_final<- lm(pAGRANA~pATX + D200901 + D200908 + I(Escalon*
pATX) + SMB, data = tsAGRANA)
coeftest(modelo_CAPM_final, vcov = vcovHC(modelo_CAPM_f, type="HC0"))
```

```
##
## t test of coefficients:
##
##                     Estimate Std. Error t value              Pr(>|t|)
## (Intercept)         0.089129   0.397290  0.2243             0.8227086
## pATX                0.264601   0.069366  3.8146             0.0001791 **
*
## D200901            19.997139   1.288043 15.5252 < 0.00000000000000022 **
*
## D200908            23.674867   1.428641 16.5716 < 0.00000000000000022 **
*
## I(Escalon * pATX) -0.180163   0.085769 -2.1006             0.0368680 *
## SMB                 0.588692   0.225436  2.6114             0.0096660 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
summary(modelo_CAPM_final) #Para conocer valor de R-cuadrado
```

```
##
## Call:
## lm(formula = pAGRANA ~ pATX + D200901 + D200908 + I(Escalon *
##     pATX) + SMB, data = tsAGRANA)
##
## Residuals:
##     Min      1Q  Median      3Q     Max
## -15.846  -3.644   0.000   3.718  17.961
##
## Coefficients:
##                     Estimate Std. Error t value   Pr(>|t|)
## (Intercept)          0.08913    0.38552   0.231   0.817390
## pATX                 0.26460    0.05693   4.648 0.00000591 ***
## D200901             19.99714    5.74483   3.481   0.000607 ***
## D200908             23.67487    5.67587   4.171 0.00004427 ***
## I(Escalon * pATX)   -0.18016    0.11000  -1.638   0.102942
## SMB                  0.58869    0.22417   2.626   0.009271 **
## ---
## Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
##
## Residual standard error: 5.606 on 211 degrees of freedom
##   (1 observation deleted due to missingness)
## Multiple R-squared:  0.271,  Adjusted R-squared:  0.2537
## F-statistic: 15.69 on 5 and 211 DF,  p-value: 0.0000000000004
```