



**Universidad**  
Zaragoza

# Trabajo Fin de Grado

Optimización de variables en indicadores  
técnicos aplicados a las *commodities*: Petróleo  
Brent y zumo de naranja

Autor/es

Álvaro García Hernando

Director/es

José Luis Sarto Marzal

Facultad de Economía y Empresa  
2022 / 2023

<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	5
<b>Exchanges utilizados</b> .....	5
<i>New York Mercantile Exchange</i> .....	5
<i>ICE Futures US</i> .....	6
<b>Vehículo financiero utilizado</b> .....	6
<b>Indicadores técnicos</b> .....	7
<b>Media móvil simple</b> .....	7
<b>Media móvil ponderada</b> .....	8
<b>Media móvil exponencial</b> .....	8
<b>Relative Strength Index</b> .....	8
<b>Moving Average Convergence Divergence</b> .....	9
<b>Estrategia de inversión</b> .....	9
<b>Medias móviles</b> .....	9
<b>Relative Strength Index</b> .....	9
<b>Moving Average Convergence Divergence</b> .....	10
<b>Sobre la optimización</b> .....	10
<b>Datos a tener en cuenta sobre la optimización de este trabajo</b> .....	10
<b>CAPITULO III: MARCO PRÁCTICO</b> .....	12
<b>Estrategias aplicadas al petróleo Brent</b> .....	12
<b>Estrategias simples:</b> .....	12
<b>Estrategias compuestas:</b> .....	18
<b>Estrategias aplicadas al zumo de naranja</b> .....	24
<b>Estrategias simples:</b> .....	24
<b>Estrategias compuestas:</b> .....	30
<b>CAPITULO 4: CONCLUSIONES</b> .....	37
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	39

<b>ANEXOS</b> .....	40
<b>Anexo I</b> .....	40
<b>Anexo II</b> .....	41

# CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

En este Trabajo de Fin de Grado se optimizarán variables de los indicadores técnicos más utilizados aplicados al mercado de las materias primas. Para contrastar resultados, se seleccionará un mercado en tendencia alcista, como es el zumo de naranja, y otro sin una tendencia clara, como es el del petróleo Brent.

Para ello, primero se definirá el vehículo financiero utilizado para invertir en estos activos y se contextualizará su regulador, ya que, al cotizar fuera de España, puede que se desconozcan ciertos aspectos.

Tras ello, se explicarán los diferentes indicadores técnicos, que se desglosan en seguidores de tendencia y en osciladores técnicos. En ambos se detallará la manera en la que se pueden aplicar al mercado bursátil y las diferentes maneras de interpretarlos.

Finalmente, se optimizarán las variables de los indicadores para obtener la mayor rentabilidad utilizando cada indicador técnico por separado y luego tras juntar los compatibles. Para ello se generará un informe detallado de la posición y un gráfico en el que se puede seguir la rentabilidad obtenida.

Para la optimización de variables, se ha utilizado la versión gratuita del programa ProRealTime, en el que a través de la programación se pueden optimizar resultados para acciones y futuros de la EuroZona y Estados Unidos, además de materias primas, criptomonedas y divisas.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

En este marco se explicarán todos los términos técnicos que son necesarios para entender las partes posteriores del trabajo, como puede ser el *exchange* que se va a utilizar en cada uno de los activos financieros, así como el vehículo utilizado para invertir y las dos posiciones que se puede tomar con él.

También se detallarán los distintos seguidores de tendencia y osciladores técnicos que se utilizarán a lo largo del trabajo y el por qué se optimizan según que tipo de variable y en que rango se hace esto.

Además, se explicará la estrategia de inversión, diferenciándose en simple y compuesta, dependiendo del número de indicadores que se utilicen y para finalizar se expondrán los condicionantes que harán que estas estrategias funcionen adecuadamente.

### **Exchanges utilizados**

Como se ha explicado en la introducción, en este trabajo se analizará la optimización de variables en indicadores técnicos aplicados al petróleo Brent y al zumo de naranja, ambos activos cotizan en Estados Unidos, así que no se podrá utilizar el *exchange* español MEFF, por lo que habrá que recurrir a *exchanges* estadounidenses conllevando esto el cambio de divisa al dólar y posibles diferentes regulaciones a las utilizadas en España.

#### ***New York Mercantile Exchange***

Para invertir en petróleo Brent, será a través del *New York Mercantile Exchange*, NYMEX a partir de ahora, que es un reconocido *exchange* de futuros y opciones ubicado en Nueva York. Fue fundado en 1872 y actualmente pertenece al Chicago Mercantile Exchange, y es reconocido a nivel mundial por su especialización en productos energéticos y metales preciosos.

NYMEX es reconocido por el papel fundamental que tiene en la negociación de futuros relacionados con productos energéticos, como el petróleo, gas natural o la gasolina. Aunque también ofrece contratos de futuros de metales preciosos, como el oro, la plata o el platino.

El *exchange* cuenta con un software donde los operadores realizan sus operaciones de forma instantánea, pero también tiene una plataforma de intercambio físico de productos

donde realizan entregas físicas del producto negociado, aunque es poco común ya que la mayoría de operaciones se cierran antes del vencimiento de los contratos.

Como se ha comentado anteriormente, la importancia del NYMEX reside en la influencia que tiene en los precios mundiales de los productos energéticos y metales preciosos. Todas las operaciones que se realizan en este mercado tienen un impacto significativo en los mercados financieros y en la economía general ya que los precios de los activos son utilizados en la industria energética y en la gestión de riesgos financieros.

### ***ICE Futures US***

Para invertir en zumo de naranja, se hará a través del *ICE Futures US*, que es un *exchange* de futuros de productos básicos con sede en Estados Unidos, perteneciente a Intercontinental Exchange (ICE), que es una empresa líder a nivel mundial en la operación y compensación de mercados.

ICE Futures US se fundó en 1870 y ha comercializado contratos de futuros de productos agrícolas, energéticos y financieros, siendo algunos de los más negociados el café, azúcar, cacao, zumo de naranja, gas natural o tasas de interés.

En el *exchange* se opera electrónicamente ofreciendo a productores, *traders*, intermediarios y consumidores una plataforma segura y eficiente para comerciar, así como para cubrir riesgos relacionados con los movimientos de los productos básicos o para especular con los futuros.

Al igual que el NYMEX, este *exchange* también es reconocido globalmente siendo sus precios la referencia para industrias de todo el mundo para establecer contratos a largo plazo y tomar decisiones de compra y venta.

### **Vehículo financiero utilizado**

Como se ha podido intuir en el apartado anterior, el vehículo financiero utilizado serán los futuros, estos son “contratos por los que se acuerda el intercambio de una cantidad concreta de activo subyacente en una fecha futura predeterminada a un precio convenido de antemano” (Comisión Nacional del Mercado de Valores, s.f.).

Con los futuros hay dos operativas disponibles, se denomina posición larga a la compra de futuros, en los que a vencimiento se tiene derecho a percibir el activo subyacente, la posición contraria es la corta, por la que a vencimiento se compromete a entregar el subyacente. Por lo tanto, dependerá de las expectativas del inversor el ir largo o corto, en

caso de expectativas alcistas se comprarán futuros y se irá largo esperando que con el paso del tiempo el subyacente se revalorice, pasará lo contrario con las perspectivas bajistas en las que se venderán futuros tomando una posición corta.

Hasta ahora se ha hablado de vencimiento, pero no necesariamente hay que esperar hasta el límite del contrato para cerrar la posición, sino que se puede cerrar en cualquier momento realizando la operación contraria, por ejemplo, si se va corto se pueden comprar el mismo número de futuros que se han vendido, esto es de especial utilidad para asegurar beneficios o para limitar las pérdidas.

## **Indicadores técnicos**

“Un indicador técnico es una expresión matemática o estadística que tiene como objetivo suavizar la tendencia de los precios o intentar predecir la tendencia de precios con suficiente anticipación como para actuar adecuadamente.” (Galán, s.f.)

Hay indicadores que buscan el seguimiento de una tendencia y dan señales de entrada o salida y muestran zonas de sobrecompra o sobreventa respecto a la tendencia, estos son los indicadores retardados, estos son fiables cuando existe una tendencia muy clara y fuerte, ya que en caso de que activo no siga la tendencia dan bastantes señales falsas, los indicadores más destacados son las medias móviles.

Por otra parte, están los osciladores que son usados cuando el mercado está en tendencia lateral, se emplean para señalar entradas o salidas potenciales intentando adelantarse a los movimientos del mercado, los indicadores más destacados son el RSI y MACD.

## **Media móvil simple**

La media móvil simple, a partir de ahora SMA, es una media aritmética de los últimos “n” periodos. A pesar de ser muy fácil de calcular, tiene el inconveniente de que solo se hace el promedio de los últimos “n” periodos y que todos tienen la misma ponderación, independientemente de que haya sido el último periodo o el primero. Su fórmula es:

$$SMA(n) = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{N}$$

En el que  $P_n$  es el precio de cierre en el periodo “n” y “N” es el número total de periodos.

## Media móvil ponderada

La media móvil ponderada, a partir de ahora WMA, intenta corregir los inconvenientes de la SMA, ya que pondera más los periodos más próximos a “n”, sin embargo, sigue teniendo el problema de que tan solo utiliza “n” periodos, y además cuando “n” es muy grande los primeros periodos tienen un valor insignificante. La fórmula es:

$$WMA(n) = \frac{(P_n * n) + (P_{n-1} * (n - 1)) + \dots}{n + (n - 1) + \dots}$$

## Media móvil exponencial

La media móvil exponencial, a partir de ahora EMA, soluciona los dos problemas de la SMA, ya que los precios de cierre más recientes están más ponderados que los antiguos y tiene en cuenta todos los periodos del activo. Estadísticamente es la más completa, pero tiene el mismo problema que la WMA y es que los precios de cierre más antiguos tienen un peso insignificante. Su fórmula es:

$$EMA_t = \alpha * \text{Precio actual} + (1 - \alpha) * EMA_{t-1}$$

Siendo alfa:  $\alpha = \frac{2}{n+1}$

## Relative Strength Index

El Relative Strength Index, a partir de ahora RSI, es un oscilador que mide la velocidad y el cambio de los movimientos del precio, indicando señales de sobrecompra o sobreventa. Es un oscilador normalizado que se mueve entre 0 y 100. Además de indicar señales para entrar en el mercado, el RSI también puede servir para detectar un *pullback*, fuerte movimiento a contra tendencia, del mercado o un cambio definitivo de tendencia. Su principal inconveniente son los movimientos muy fuertes del mercado, independientemente si sucede en el momento del cálculo o en días comprendidos entre la actualidad y “n”. Su fórmula es:

$$RSI(n) = 100 - \frac{100}{1 + RS}$$

Donde RS es la media del incremento de precios de las últimas “n” sesiones dividido por la media de la bajada de precios (en valor absoluto) de las últimas “n” sesiones.

## **Moving Average Convergence Divergence**

El Moving Average Convergence Divergence, a partir de ahora MACD, es un oscilador no limitado que se mueve alrededor de 0 y que se calcula a través de dos EMA, principalmente una de corto plazo y otra de largo plazo, además de otra EMA más pequeña al resto que se denomina *Signal* o *Trigger*.

Una de las ventajas de este oscilador es que es muy eficaz al encontrar agotamiento de tendencias, por lo que puede dar buenas señales de entrada o de salidas, sin embargo, al utilizar tres medias móviles puede retardar las señales dejando parte del potencial beneficio fuera.

## **Estrategia de inversión**

### **Medias móviles**

Esta estrategia sirve tanto para SMA, WMA y EMA y trata de utilizar una media móvil contra el precio. En el momento en el que el precio corte al alza la media móvil, será una señal de compra mientras que si el precio corte a la baja a la media móvil se convertirá en una señal de salida del mercado. Esta estrategia es muy sensible, ya que si se usa una media móvil a corto plazo es muy posible que haya muchos cruces que den señales de compra-venta falsas, por otro lado, si utilizamos una media móvil a largo plazo se reducirán estas señales falsas pero se pierde el momento idóneo de entrada o salida.

Por estos inconvenientes, se puede aplicar lo que se llama el método del doble cruce, que trata de juntar dos medias móviles, una de corto plazo junto una a largo plazo, cuando la de corto plazo cruce por encima a la de largo se dará una señal de compra y viceversa. Este método es más retrasado que solo una media móvil, sin embargo, se filtran muchas más señales falsas, también existen métodos que cruzan más medias móviles, pero como el objetivo de este trabajo es la optimización de variables no será necesario aplicar estos métodos.

### **Relative Strength Index**

La inversión es aplicando el RSI es muy sencilla, al ser un oscilador normalizado entre 0 y 100 la principal dificultad es encontrar los límites de sobrevendido y sobrecomprado, siendo estos habitualmente 30 y 70 respectivamente, por ello en este trabajo se va a optimizar estas dos variables, dejando constante los periodos del RSI, que habitualmente son 14. Para ello se establecerán las señales de compra cuando el RSI sea inferior o igual

al límite inferior, que indicará que el activo está sobrevendido, y la señal de venta cuando el oscilador sea igual o superior al límite superior, que indicará que el activo está sobrecomprado.

## **Moving Average Convergence Divergence**

En este estadístico, las únicas variables a optimizar son las que forman la línea MACD, es decir, las EMA a corto y a largo plazo, dejando constante la *Signal* con valor 9. Se recibirá una señal de compra cuando la línea MACD supere a la *Signal* y se venderá cuando la *Signal* cruce por encima a la línea MACD.

## **Sobre la optimización**

“La decisión de optimizar o no es personal. La mayor parte de la evidencia sugiere, sin embargo, que la optimización no es el Santo Grial que algunos creen que es. Yo generalmente aconsejo a los operadores que siguen sólo un puñado de mercados que experimenten con la optimización. ¿Qué razón hay para que los bonos del tesoro o el marco alemán tengan exactamente las mismas medias móviles que el maíz o el algodón? Los operadores del mercado de valores son otra historia, porque tener que seguir miles de valores es un buen argumento en contra de la optimización. Si usted se especializa en un puñado de mercados, pruebe a utilizar la optimización. Si usted es un generalista que sigue un gran número de mercados, use los mismos parámetros técnicos para todos ellos.”  
(Murphy)

## **Datos a tener en cuenta sobre la optimización de este trabajo**

Para este trabajo se han optimizado las variables a través de la versión gratuita ProRealTime, que tan solo deja optimizar 10.000 combinaciones a la vez, mientras que la versión de pago deja 100.000, por lo tanto, en las estrategias compuestas, de varios indicadores, ha habido que realizar pasos, es decir saltar de unos números a otros. Por ejemplo, en un rango de 2 a 10 con pasos de 2, los posibles resultados serían: 2, 4, 6, 8 y 10.

Por otro lado, para este trabajo se ha utilizado información histórica que data de 01/01/2008 al 31/12/2022 con datos diarios, ya se sabe rentabilidades pasadas no corresponden rentabilidades futuras, por lo que puede que al aplicar esta estrategia en el mercado a tiempo real no resulte tan efectiva como lo ha sido en las simulaciones.

Además, las operaciones se realizarán al día siguiente de que el indicador técnico de la señal de compra o venta, esto se hará para evitar señales falsas y porque el *software* lo facilita de esta forma.

Además, se ha asumido que no existe *spread* entre el precio en mercado del futuro y el que nos indica el bróker. También se asume que no hay ningún coste al realizar *Roll Over*, es decir cambiar un contrato de futuro con una fecha de vencimiento cercana por otro con una más lejana.

Por último, para las optimizaciones se ha utilizado el bróker de ProRealTime, que aplica una comisión de 2,95\$ por operación, ya que se asumió que no se iba a realizar más de 15 entradas y salidas por mes. Y para el correcto funcionamiento de la simulación se ha partido de un capital inicial de 100.000\$, ya que con este capital se aseguraba que la estrategia pudiese obtener resultados hasta el 31/12/2022.

# CAPITULO III: MARCO PRÁCTICO

## Estrategias aplicadas al petróleo Brent

### Estrategias simples:

#### Media móvil simple

Para la optimización de la media móvil simple contra el precio, el rango de períodos estará comprendido entre 25 y 200 con pasos de 1, es decir, el programa comprobará cuál es la ganancia más alta utilizando todas las medias móviles simples.

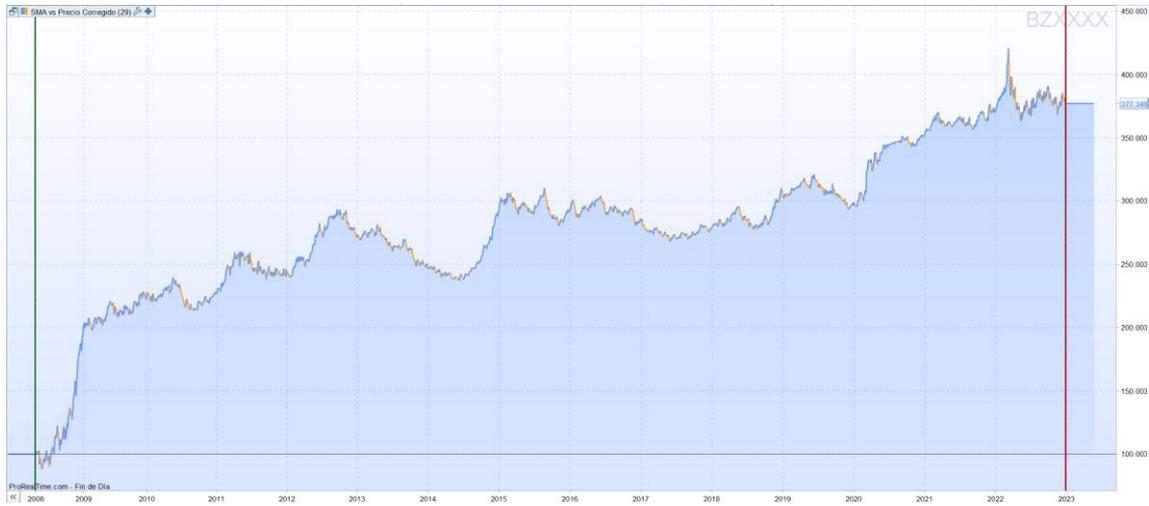
Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con una media móvil simple de 29 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.1:** Informe sobre la estrategia de SMA vs Precio aplicada al Brent.  
*Elaboración propia*

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	277.347,60 \$	136.358,80 \$	140.988,80 \$
Rentabilidad anual	9,26 %	5,90 %	6,04 %
Posiciones totales	336	168	168
Posiciones ganadoras	100	54	46
Posiciones perdedoras	236	114	122
Ganancias medias	825,44 \$	811,66 \$	839,22 \$
Comisiones	1.982,40 \$	991,20 \$	991,20 \$
Tiempo en mercado	99,82 %	55,05 %	44,77 %

Como se puede observar, al utilizar esta estrategia se obtendría una rentabilidad del 9,26%, a pesar de realizar solo 100 operaciones ganadoras de 336 totales se ha conseguido crear una estrategia que obtiene 825,44\$ por operación.

En el siguiente gráfico podemos observar como ha evolucionado la estrategia con el paso del tiempo, en la que se puede ver como prácticamente la totalidad del tiempo ha sido alcista, cerrando la estrategia casi en máximos.



**Gráfico 3.1.1:** *Evolución de la estrategia de SMA vs Precio aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime*

### Media móvil ponderada

Para la optimización de la media móvil ponderada contra el precio, el rango de períodos estará comprendido entre 25 y 200 con pasos de 1, es decir, el programa comprobará cuál es la ganancia más alta utilizando todas las medias móviles ponderadas.

Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con una media móvil ponderada de 44 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

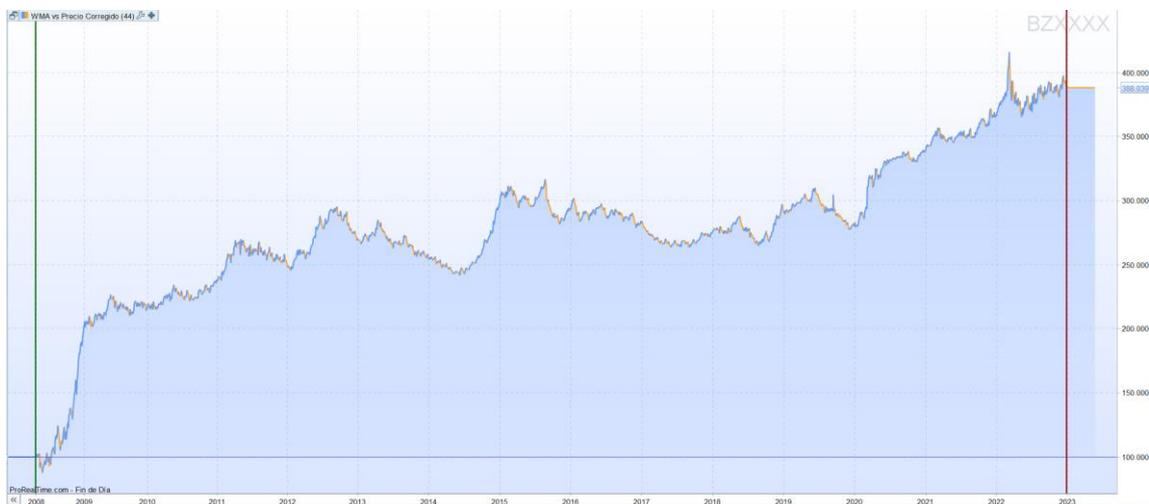
**Tabla 3.1.2:** *Informe sobre la estrategia de WMA vs Precio aplicada al Brent. Elaboración propia*

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	288.039,40 \$	141.704,70 \$	146.334,70 \$
Rentabilidad anual	9,46 %	6,06 %	6,19 %
Posiciones totales	334	167	167
Posiciones ganadoras	95	53	42
Posiciones perdedoras	239	114	125

Ganancias medias	862,39 \$	848,53 \$	876,26 \$
Comisiones	1.970,60 \$	985,30 \$	985,30 \$
Tiempo en mercado	99,82 %	55,13 %	44,69 %

Como podemos observar, a través de esta estrategia obtendríamos una rentabilidad anual del 9,46%, y al igual que con la SMA cabe destacar las pocas posiciones ganadoras respecto a las totales y las ganancias medias que son un poco más elevadas.

En el siguiente gráfico, podemos observar la evolución de la estrategia, que al igual que con la SMA es prácticamente ascendente y finaliza rozando máximos.



**Gráfico 3.1.2:** Evolución de la estrategia de WMA vs Precio aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime

### Media móvil exponencial

Para la optimización de la media móvil exponencial contra el precio, el rango de períodos estará comprendido entre 25 y 200 con pasos de 1, es decir, el programa comprobará cuál es la ganancia más alta utilizando todas las medias móviles ponderadas.

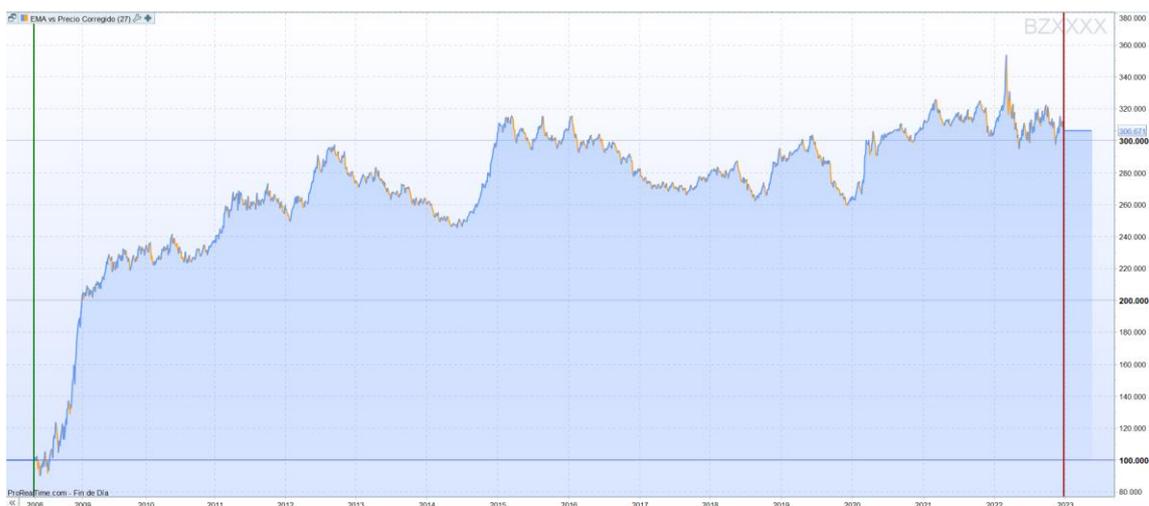
Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con una media móvil exponencial de 27 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.3:** Informe sobre la estrategia de EMA vs Precio aplicada al Brent. Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	206.671,00 \$	101.020,50 \$	105.650,50 \$
Rentabilidad anual	7,76 %	4,76 %	4,92 %
Posiciones totales	410	205	205
Posiciones ganadoras	122	63	59
Posiciones perdedoras	288	142	146
Ganancias medias	504,08 \$	492,78 \$	515,37 \$
Comisiones	2.419,00 \$	1.209,50 \$	1.209,50 \$
Tiempo en mercado	99,82 %	55,38 %	44,44 %

Como podemos observar, con esta estrategia sucede lo mismo que con las distintas medias móviles contra el precio, aunque esta vez obtendríamos una rentabilidad anual ligeramente inferior, sigue sucediendo el bajo número de posiciones ganadores respecto a las totales y se puede observar que se ha estado dentro del mercado casi la totalidad del tiempo.

En el siguiente gráfico podemos ver la evolución de la estrategia, que como en el informe parece una copia exacta de los anteriores dos gráficos, aunque esta vez se puede apreciar como la estrategia finaliza a niveles alcanzados previamente en 2015.



**Gráfico 3.1.3:** Evolución de la estrategia de EMA vs Precio aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime

## RSI

Para la optimización del RSI se ha mantenido constante la variable habitual de los 14 períodos, lo que se optimizará serán el límite inferior y superior. El límite inferior tiene un rango comprendido entre 20 y 35 con pasos de 1, mientras que el límite superior tiene un rango comprendido entre 65 y 80 con pasos de 1.

Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con un límite inferior de 26 y uno superior de 75, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.4:** *Informe sobre la estrategia del RSI aplicada al Brent. Elaboración propia*

	Posiciones largas
Ganancias	48.811,00 \$
Rentabilidad anual	2,69 %
Posiciones totales	10
Posiciones ganadoras	7
Posiciones perdedoras	3
Ganancias medias	4.881,10 \$
Comisiones	59,00 \$
Tiempo en mercado	51,53 %

Como se puede observar, esta estrategia es la que hasta ahora menos operaciones ha realizado con tan solamente 10, sin embargo se ha estado dentro del mercado un 51,53% del tiempo y se ha obtenido una rentabilidad anual del 2,69%.

En el siguiente gráfico se puede observar con bastante claridad los resultados de cada operación, habiendo finalizado la estrategia en el punto más elevado de las ganancias.



**Gráfico 3.1.4:** *Evolución de la estrategia del RSI aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime*

### MACD

Para la optimización del MACD se ha mantenido constante la *Signal* del oscilador con valor de 9, lo que se optimizará serán las dos medias móviles exponenciales con la que se calcula la línea MACD. La EMA a corto plazo tendrá un rango comprendido entre 5 y 50 con pasos de 1, y la EMA a largo plazo estará comprendida entre 50 y 200 con pasos de 1.

Las ganancias más elevadas se obtienen con una EMA a corto plazo de 38 períodos, mientras que la EMA a largo plazo será de 104, por lo tanto, el oscilador será un MACD (38, 104, 9). En la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.5:** *Informe sobre la estrategia del MACD aplicada al Brent. Elaboración propia*

	Posiciones largas
Ganancias	190.881,90 \$
Rentabilidad anual	7,38 %
Posiciones totales	59
Posiciones ganadoras	30
Posiciones perdedoras	29

Ganancias medias	3.235,29 \$
Comisiones	348,10 \$
Tiempo en mercado	52,7 %

Como se puede observar, esta estrategia reportaría una rentabilidad anual del 7,38%. Al igual que en el RSI, el tiempo en el mercado es algo superior al 50%, sin embargo, en esta ocasión las posiciones totales son superiores, también cabe destacar que la diferencia entre las posiciones ganadoras y perdedoras es de tan solo 1, y por lo que podemos observar en el siguiente gráfico las posiciones perdedoras no suponen un gran detrimento del capital.



**Gráfico 3.1.5:** *Evolución de la estrategia del MACD aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime*

## **Estrategias compuestas:**

### **Dos medias móviles simples**

Para la optimización de las medias móviles simples, en la SMA a corto plazo su rango estará comprendido entre 20 y 50 con pasos de 1, mientras que la SMA a largo plazo tendrá un rango comprendido entre 150 y 200 con pasos de 1.

Las ganancias más elevadas se obtienen con una SMA a corto plazo de 20 períodos y una SMA a largo plazo de 150 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.6:** Informe sobre la estrategia de dos SMA aplicada al Brent. Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	155.141,70 \$	60.753,80 \$	94.387,90 \$
Rentabilidad anual	6,44 %	3,22 %	4,53 %
Posiciones totales	37	18	19
Posiciones ganadoras	16	8	8
Posiciones perdedoras	21	10	11
Ganancias medias	4.193,02 \$	3.375,21 \$	4.967,78 \$
Comisiones	218,30 \$	106,20 \$	112,10 \$
Tiempo en mercado	95,73 %	54,45 %	41,28 %

Como podemos observar, con esta estrategia se hubiese obtenido una rentabilidad del 6,44% anual, además hay que destacar las pocas posiciones totales en comparación de la SMA en la estrategia simple.

Además, a pesar de que tener más posiciones perdedoras que ganadoras en ningún momento se ha estado en zona de pérdidas, como se puede observar en el siguiente gráfico, también se puede observar que la estrategia finaliza en el punto más alto de ganancias.



**Gráfico 3.1.6:** Informe sobre la estrategia de dos SMA aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime

### Dos medias móviles ponderadas

Para la optimización de las medias móviles ponderadas, en la WMA a corto plazo su rango estará comprendido entre 20 y 50 con pasos de 1, mientras que la WMA a largo plazo tendrá un rango comprendido entre 150 y 200 con pasos de 1.

Las ganancias más elevadas se obtienen con una WMA a corto plazo de 45 períodos y una WMA a largo plazo de 182 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.7:** Informe sobre la estrategia de dos WMA aplicada al Brent. Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	149.447,10 \$	59.751,50 \$	89.695.60 \$
Rentabilidad anual	6,28 %	3,17 %	4,36 %
Posiciones totales	31	15	16
Posiciones ganadoras	12	6	6
Posiciones perdedoras	19	9	10
Ganancias medias	4.820,87 \$	3.983,43 \$	5.605,98 \$
Comisiones	182,90 \$	88,50 \$	94,40 \$
Tiempo en mercado	95,65 %	54,66 %	40,99 %

Como podemos ver, esta estrategia es muy similar a la de dos medias móviles simples, se obtiene una rentabilidad anual de un 6,28%, y hay pocas órdenes en comparación con la estrategia de una sola media móvil ponderada.

Además, como se puede observar en el siguiente gráfico tampoco se incurre en pérdidas en ningún momento y la estrategia finaliza cuando las ganancias son más elevadas.



**Gráfico 3.1.7:** *Evolución de la estrategia de dos WMA aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime*

### **Dos medias móviles exponenciales**

Para la optimización de las medias móviles exponenciales, en la EMA a corto plazo su rango estará comprendido entre 20 y 50 con pasos de 1, mientras que la EMA a largo plazo tendrá un rango comprendido entre 150 y 200 con pasos de 1.

Las ganancias más elevadas se obtienen con una EMA a corto plazo de 25 períodos y una EMA a largo plazo de 152 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.8:** *Informe sobre la estrategia de dos EMA aplicada al Brent. Elaboración propia*

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	72.226,30 \$	27.946,10 \$	44.280,20 \$
Rentabilidad anual	3,69 %	1,66 %	2,47 %
Posiciones totales	43	21	22
Posiciones ganadoras	10	6	4
Posiciones perdedoras	33	16	18
Ganancias medias	1.689,68 \$	1.330,77 \$	2.012,74 \$
Comisiones	253,70 \$	123,90 \$	129,80 \$

Tiempo en mercado	95,52 %	52,44 %	43,08 %
-------------------	---------	---------	---------

A diferencia del resto de estrategias que usan medias móviles, en esta estrategia obtendríamos una rentabilidad anual bastante más baja siendo del 3,69%. Además, destacan sus numerosas posiciones perdedoras, que triplican a las posiciones ganadoras, sin embargo, como observamos en el siguiente gráfico tan solo estaríamos en zona de pérdidas en finales de 2012 y comienzos de 2015.



**Gráfico 3.1.8:** *Evolución de la estrategia de dos EMA aplicada al Brent. Fuente: ProRealTime*

### RSI junto a MACD

Para la optimización del RSI he mantenido constante la variable habitual de los 14 períodos, lo que se optimizará serán el límite inferior y superior. El límite inferior tiene un rango comprendido entre 25 y 35 con pasos de 2, mientras que el límite superior tiene un rango comprendido entre 65 y 75 con pasos de 2.

Para la optimización del MACD he mantenido constante la señal del oscilador con valor de 9, lo que se optimizará serán las dos medias móviles exponenciales con la que se calcula la línea MACD. La EMA a corto plazo tendrá un rango comprendido entre 5 y 50 con pasos de 5, y la EMA a largo plazo estará comprendida entre 50 y 200 con pasos de 6.

Las ganancias más elevadas se obtienen con un límite inferior de 33 y uno superior de 67, mientras que en MACD la EMA a corto plazo será de 5 períodos y la EMA a largo plazo

será de 92 períodos. En la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.1.9:** Informe sobre la estrategia conjunta de RSI y MACD aplicada al Brent. *Elaboración propia*

	Posiciones largas
Ganancias	81.038,20 \$
Rentabilidad anual	4,04 %
Posiciones totales	2
Posiciones ganadoras	2
Posiciones perdedoras	0
Ganancias medias	40.519,10 %
Comisiones	11,80 \$
Tiempo en mercado	78,37 %

Sorprendentemente, con esta estrategia tan solo realizaríamos dos operaciones, las cuales serían ganadoras y nos proporcionarían una rentabilidad anual del 4,04%. Además, como se puede ver en el siguiente gráfico, estaríamos una gran parte del tiempo dentro del mercado, en concreto un 78,37%, y tan solo incurrimos en pérdidas durante unos meses en la primera operación.



**Gráfico 3.1.9:** Evolución de la estrategia conjunta de RSI y MACD aplicada al Brent.

Fuente: ProRealTime

## Estrategias aplicadas al zumo de naranja

### Estrategias simples:

#### Media móvil simple

Para la optimización de la media móvil simple contra el precio, el rango de períodos estará comprendido entre 25 y 200 con pasos de 1, es decir, el programa comprobará cuál es la ganancia más alta utilizando todas las medias móviles simples.

Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con una media móvil simple de 132 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.2.1:** Informe sobre la estrategia de SMA vs Precio aplicada al zumo de naranja.

. Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	32.131,10 \$	21.311,80 \$	10.819,30 \$
Rentabilidad anual	1,87 %	1,30 %	0,69 %
Posiciones totales	146	73	73
Posiciones ganadoras	39	23	16
Posiciones perdedoras	107	50	57
Ganancias medias	220,08 \$	291,94 \$	148,21 \$
Comisiones	861,40 \$	430,70 \$	430,70 \$
Tiempo en mercado	99,84 %	52,18 %	47,67 %

Como se puede observar, con esta estrategia obtendríamos un 1,87% de rentabilidad anual, que está muy por debajo de lo obtenido con la misma estrategia en el petróleo Brent, aunque el patrón es el mismo con bajas posiciones ganadores respecto a las totales.

Como podemos observar en el siguiente gráfico, hasta mediados de 2017 hay una clara tendencia alcista, sin embargo desde esa fecha se produce un movimiento lateral en la rentabilidad, aunque sin disminuir mucho, hasta llegar en vencimiento.



**Gráfico 3.2.1:** Evolución de la estrategia de SMA vs Precio aplicada al zumo de naranja.

Fuente: ProRealTime

### Media móvil ponderada

Para la optimización de la media móvil ponderada contra el precio, el rango de períodos estará comprendido entre 25 y 200 con pasos de 1, es decir, el programa comprobará cuál es la ganancia más alta utilizando todas las medias móviles ponderadas.

Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con una media móvil ponderada de 142 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.2.2:** Informe sobre la estrategia de WMA vs Precio aplicada al zumo de naranja.

Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	30.558,00 \$	20.244,00 \$	10.314,00 \$
Rentabilidad anual	1,79 %	1,24 %	0,66 %
Posiciones totales	180	90	90
Posiciones ganadoras	44	23	21
Posiciones perdedoras	136	67	69

Ganancias medias	169,77 \$	224,93 \$	114,60 \$
Comisiones	1.062,00 \$	531,00 \$	531,00 \$
Tiempo en mercado	99,90 %	50,82%	49,08 %

Con esta estrategia obtendríamos un 1,79% de rentabilidad anual lo cual es algo inferior a la obtenida con la media móvil simple. Por el resto de datos, se asemejan a la anterior estrategia, tenemos una gran cantidad de posiciones de las cuales la mayoría son ganadas y el tiempo en el mercado es del 99,95%.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, en este caso solo se incurriría en pérdidas al comienzo de la estrategia, pero a partir de 2011 se dejaría de tenerlas para finalizar la estrategia cercana a máximos.



**Gráfico 3.2.2:** Evolución de la estrategia de WMA vs Precio aplicada al zumo de naranja. Fuente: ProRealTime

### Media móvil exponencial

Para la optimización de la media móvil exponencial contra el precio, el rango de períodos estará comprendido entre 25 y 200 con pasos de 1, es decir, el programa comprobará cuál es la ganancia más alta utilizando todas las medias móviles ponderadas.

Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con una media móvil exponencial de 85 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

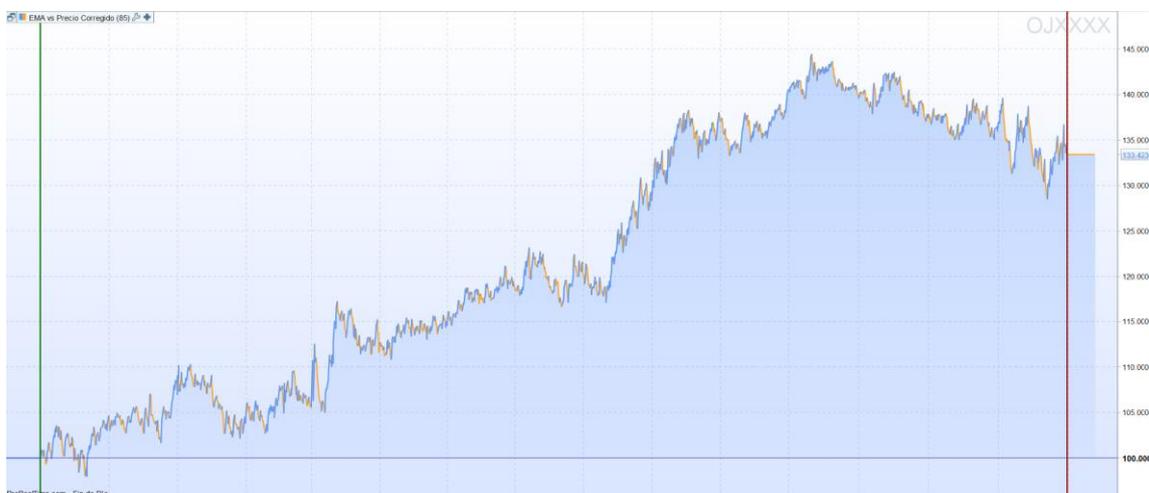
**Tabla 3.2.3:** Informe sobre la estrategia de EMA vs Precio aplicada al zumo de naranja.

Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	33.422,80 \$	21.413,90 \$	12.008,90 \$
Rentabilidad anual	1,94 %	1,30 %	0,76 %
Posiciones totales	208	104	104
Posiciones ganadoras	53	26	27
Posiciones perdedoras	155	78	77
Ganancias medias	160,69 \$	205,90 \$	115,47 \$
Comisiones	1.227,20 \$	613,60 \$	613,60 \$
Tiempo en mercado	99,82 %	51,23 %	48,69 %

Con esta estrategia obtendríamos una rentabilidad del 1,94 % anualmente, siendo la que mayor rentabilidad reporta comparándolo con el resto de medias móviles, sigue el mismo patrón con el triple de posiciones perdedoras que ganadoras pero aún así obteniendo beneficios.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, solo se tendrían unas pérdidas minúsculas a comienzos de la estrategia, alcanzando máximos a mediados de 2019 y a partir de esa fecha descendiendo poco a poco.



**Gráfico 3.2.3:** *Evolución de la estrategia de EMA vs Precio aplicada al zumo de naranja.*

*Fuente: ProRealTime*

**RSI**

Para la optimización del RSI he mantenido constante la variable habitual de los 14 períodos, lo que se optimizará serán el límite inferior y superior. El límite inferior tiene un rango comprendido entre 20 y 35 con pasos de 1, mientras que el límite superior tiene un rango comprendido entre 65 y 80 con pasos de 1.

Finalmente, las ganancias más elevadas se obtienen con un límite inferior de 24 y uno superior de 80, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.2.4:** *Informe sobre la estrategia del RSI aplicada al zumo de naranja. Elaboración propia*

	Posiciones largas
Ganancias	34.977,80 \$
Rentabilidad anual	2,02 %
Posiciones totales	8
Posiciones ganadoras	7
Posiciones perdedoras	1
Ganancias medias	4.372,22 \$
Comisiones	47,20 \$
Tiempo en mercado	61,86 %

Con esta estrategia se obtendría una rentabilidad anual del 2,02% con tal solo 8 operaciones, de las cuales solamente 1 ha tenido pérdidas. Además con estas posiciones se estaría dentro del mercado un 61,86% del tiempo.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, se pueden distinguir muy bien las 8 operaciones realizadas, además en ningún momento se incurriría en pérdidas y prácticamente el gráfico es siempre ascendente, salvo a mediados de 2014 hasta mediados de 2015.



**Gráfico 3.2.4:** *Evolución de la estrategia del RSI aplicada al zumo de naranja. Fuente: ProRealTime*

### MACD

Para la optimización del MACD se ha mantenido constante la *Signal* del oscilador con valor de 9, lo que se optimizará serán las dos medias móviles exponenciales con la que se calcula la línea MACD. La EMA a corto plazo tendrá un rango comprendido entre 5 y 50 con pasos de 1, y la EMA a largo plazo estará comprendida entre 50 y 200 con pasos de 1.

Las ganancias más elevadas se obtienen con una EMA a corto plazo de 5 períodos, mientras que la EMA a largo plazo será de 58, por lo tanto, el oscilador será un MACD (5, 58, 9). En la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.2.5:** *Informe sobre la estrategia del MACD aplicada al zumo de naranja. Elaboración propia*

	Posiciones largas
Ganancias	32.383,70 \$
Rentabilidad anual	1,89 %
Posiciones totales	182
Posiciones ganadoras	68
Posiciones perdedoras	114

Ganancias medias	177,93 \$
Comisiones	1.073,80 \$
Tiempo en mercado	50,67 %

Con esta estrategia se obtendría una rentabilidad anual de un 1,89%, y a pesar de hacer 182 operaciones solamente se estaría dentro del mercado un 50,67% del tiempo. Además, de esas 182 operaciones, 114 son operaciones con pérdidas, pero a pesar de ello obtenemos unas ganancias por operación de 177,93\$.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, tan solo se entraría en zona de pérdidas durante unos meses, para posteriormente aumentar el capital hasta 2013, de esta fecha hasta principios de 2022 el capital se mantiene medianamente constante, hasta que en el último año aumenta hasta su punto máximo.



**Gráfico 3.2.5:** Evolución de la estrategia del MACD aplicada al zumo de naranja.

Fuente: ProRealTime

## Estrategias compuestas:

### Dos medias móviles simples

Para la optimización de las medias móviles simples, en la SMA a corto plazo su rango estará comprendido entre 20 y 50 con pasos de 1, mientras que la SMA a largo plazo tendrá un rango comprendido entre 150 y 200 con pasos de 1.

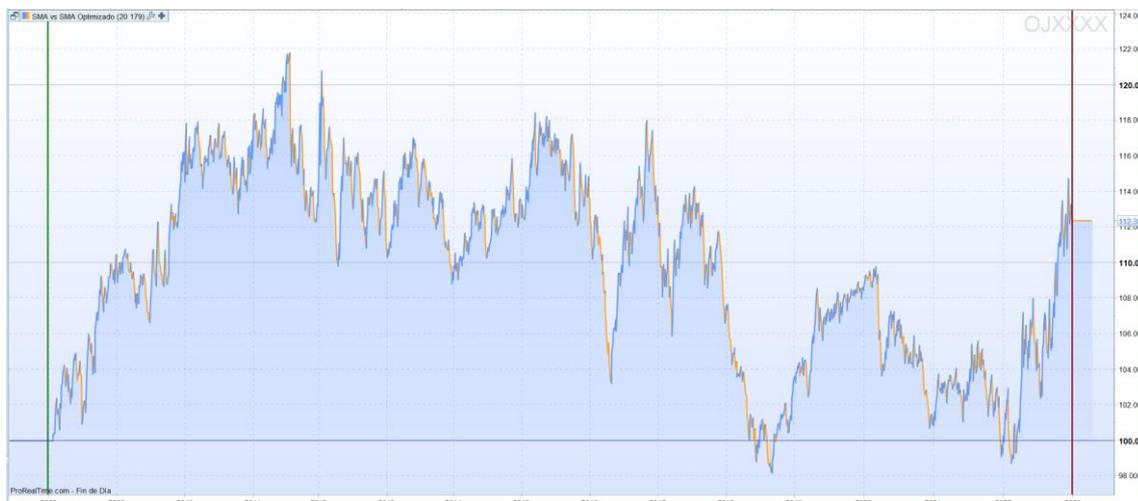
Las ganancias más elevadas se obtienen con una SMA a corto plazo de 20 períodos y una SMA a largo plazo de 179 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.2.6:** Informe sobre la estrategia de dos SMA aplicada al zumo de naranja.  
*Elaboración propia*

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	12.339,40 \$	13.617,20 \$	-1.277,80 \$
Rentabilidad anual	0,78 %	0,85 %	-0,09 %
Posiciones totales	34	17	17
Posiciones ganadoras	12	7	5
Posiciones perdedoras	22	10	12
Ganancias medias	362,92 \$	801,01 \$	-75,16 \$
Comisiones	200,60 \$	100,30 \$	100,30 \$
Tiempo en mercado	99,46 %	53,25 %	46,21 %

Con esta estrategia se obtendría un 0,78% de rentabilidad anual, también cabe destacar que la mayor parte de las posiciones son perdedoras, pero aun así hay beneficios, excepto en las posiciones cortas.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, el mayor beneficio obtenido se sitúa a mediados de 2011 con unas ganancias de 22.000\$, aun así, a finales de 2018 y principios de 2022 entraríamos en zona de pérdidas pero durante muy pocos meses.



**Gráfico 3.2.6:** Evolución de la estrategia de dos SMA aplicada al zumo de naranja.

Fuente: ProRealTime

### Dos medias móviles ponderadas

Para la optimización de las medias móviles ponderadas, en la WMA a corto plazo su rango estará comprendido entre 20 y 50 con pasos de 1, mientras que la WMA a largo plazo tendrá un rango comprendido entre 150 y 200 con pasos de 1.

Las ganancias más elevadas se obtienen con una WMA a corto plazo de 50 períodos y una WMA a largo plazo de 193 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.2.7:** Informe sobre la estrategia de dos WMA aplicada al zumo de naranja.

Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	13.645,50 \$	15.256,50 \$	-1.611,00 \$
Rentabilidad anual	0,86 %	0,95 %	-0,11 %
Posiciones totales	30	15	15
Posiciones ganadoras	11	6	15
Posiciones perdedoras	19	9	10
Ganancias medias	454,85 \$	1.017,10 \$	-107,40 \$
Comisiones	177,00 \$	88,50 \$	88,50 \$

Tiempo en mercado	99,17 %	53,29 %	45,88 %
-------------------	---------	---------	---------

Con esta estrategia se obtendría una rentabilidad anual del 0,86%, y al igual que con las dos medias móviles simples, habría pérdidas en las posiciones cortas, aunque en este caso hay más posiciones ganadoras que perdedoras. Aun así, en las posiciones globales siguen habiendo más posiciones perdedoras que ganadoras.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, en ningún momento se incurriría en zona de pérdidas, y al igual que en la estrategia anterior las máximas ganancias serían a mediados de 2011, siendo estas un 21.000\$.



**Gráfico 3.2.7:** Evolución de la estrategia de dos WMA aplicada al zumo de naranja.

Fuente: ProRealTime

### Dos medias móviles exponenciales

Para la optimización de las medias móviles exponenciales, en la EMA a corto plazo su rango estará comprendido entre 20 y 50 con pasos de 1, mientras que la EMA a largo plazo tendrá un rango comprendido entre 150 y 200 con pasos de 1.

Las ganancias más elevadas se obtienen con una EMA a corto plazo de 25 períodos y una EMA a largo plazo de 150 períodos, en la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

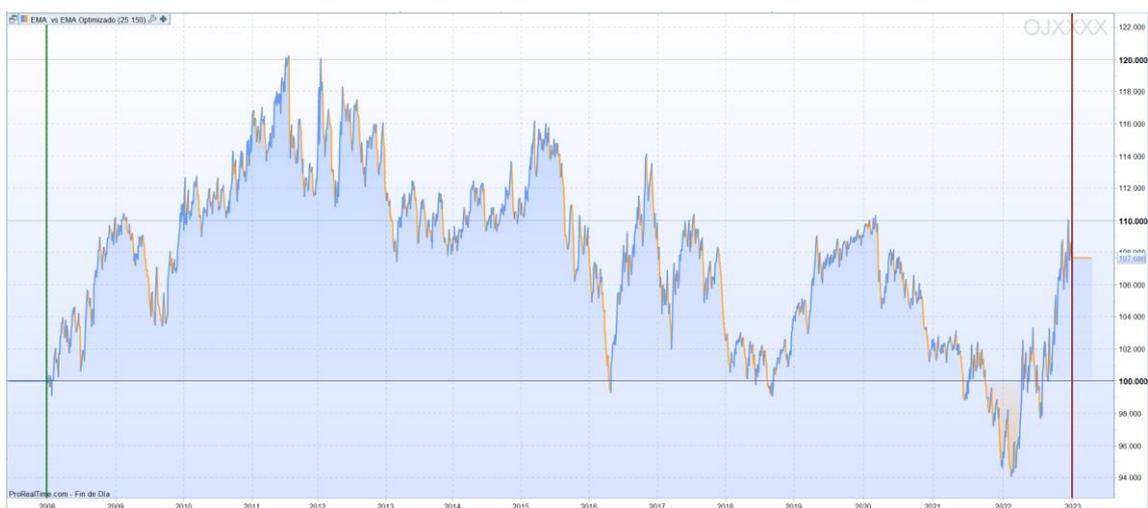
**Tabla 3.1.8:** Informe sobre la estrategia de dos EMA aplicada al zumo de naranja.

Elaboración propia

	Posiciones totales	Posiciones largas	Posiciones cortas
Ganancias	7.686,20 \$	11.433,10 \$	-3.746,90 \$
Rentabilidad anual	0,49 %	0,72 %	-0,25 %
Posiciones totales	32	16	16
Posiciones ganadoras	10	5	5
Posiciones perdedoras	22	11	11
Ganancias medias	240,19 \$	714,57 \$	-234,18 \$
Comisiones	188,80 \$	94,40 \$	94,40 \$
Tiempo en mercado	99,90 %	52,02 %	47,87 %

Con esta estrategia se obtendría una rentabilidad anual del 0,49% y al igual que pasa con las otras dos estrategias de medias móviles, en las posiciones cortas se obtiene una rentabilidad negativa y además la mayor parte de las posiciones totales son perdedoras.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, sucede lo mismo que con las dos estrategias anteriores, ya que las máximas ganancias se concentran en 2011, siendo estas de 20.000\$. Se incurriría 4 veces en zona de pérdidas, siendo la de mayor duración y gravedad la penúltima, estando esta comprendida entre finales de 2021 y mediados de 2022.



**Gráfico 3.1.8:** Evolución de la estrategia de dos EMA aplicada al zumo de naranja.

Fuente: ProRealTime

## RSI y MACD

Para la optimización del RSI he mantenido constante la variable habitual de los 14 períodos, lo que se optimizará serán el límite inferior y superior. El límite inferior tiene un rango comprendido entre 25 y 35 con pasos de 2, mientras que el límite superior tiene un rango comprendido entre 65 y 75 con pasos de 2.

Para la optimización del MACD he mantenido constante la signal del oscilador con valor de 9, lo que se optimizará serán las dos medias móviles exponenciales con la que se calcula la línea MACD. La EMA a corto plazo tendrá un rango comprendido entre 5 y 50 con pasos de 5, y la EMA a largo plazo estará comprendida entre 50 y 200 con pasos de 6.

Las ganancias más elevadas se obtienen con un límite inferior de 35 y uno superior de 69, mientras que en MACD la EMA a corto plazo será de 10 períodos y la EMA a largo plazo será de 50 períodos. En la siguiente tabla se podrá comprobar el informe correspondiente a esta operación:

**Tabla 3.2.9:** Informe sobre la estrategia conjunta de RSI y MACD aplicada al zumo de naranja. Elaboración propia

	Posiciones largas
Ganancias	24.333,20 \$
Rentabilidad anual	1,46 %
Posiciones totales	2
Posiciones ganadoras	2
Posiciones perdedoras	0
Ganancias medias	12.166,60 \$
Comisiones	11,80 %
Tiempo en mercado	65,86 %

Con la siguiente estrategia es con la que mayor rentabilidad anual se conseguiría en el caso de las estrategias compuestas, con un 1,46% anual. Como se puede observar en el siguiente gráfico tan solo hay 2 operaciones, que a simple vista obtienen rentabilidad

parecidas. Aún así se puede observar que a pesar de comenzar la estrategia en 2008, la primera orden se ejecuta a mediados de 2012 y se cierra a mediados de 2018, la segunda orden comienza en 2019 y dura hasta diciembre de 2022.



**Gráfico 3.2.9:** *Evolución de la estrategia conjunta de RSI y MACD aplicada al zumo de naranja. Fuente: ProRealTime*

## CAPITULO 4: CONCLUSIONES

Antes de realizar las conclusiones finales y a modo de resumen, se va a mostrar una tabla indicando la rentabilidad neta anualizada de cada activo aplicando todas las estrategias, para así, de este modo poder analizar todo de manera conjunta.

**Tabla 4.1:** *Recopilación de las rentabilidades anuales netas. Elaboración propia*

	<b>Petróleo Brent</b>	<b>Zumo de naranja</b>
SMA vs Precio	9,26%	1,87%
WMA vs Precio	9,46%	1,79%
EMA vs Precio	7,76%	1,94%
RSI	2,69%	2,02%
MACD	7,38%	1,89%
SMA vs SMA	6,44%	0,78%
WMA vs WMA	6,28%	0,86%
EMA vs EMA	3,69%	0,49%
RSI y MACD	4,04%	1,46%

Los resultados son algo sorprendentes, ya que como se ha comentado previamente, los indicadores retardados deberían dar mejor resultado ante activos que tienen una tendencia clara, como el zumo de naranja, mientras que los osciladores serían mejores en activos en movimiento lateral como es el petróleo Brent. Sin embargo, es completamente al revés, en el petróleo Brent las estrategias que mejor han funcionado han sido las tres medias móviles contra el precio, junto al MACD y en el zumo de naranja lo que mejor ha funcionado ha sido el RSI, acompañado por el MACD, y la SMA y EMA contra el precio. Además, cabe destacar el buen rendimiento de las estrategias simples, excepto el RSI en el petróleo Brent, en ambos activos que han sido los que han proporcionado mayores rentabilidades netas. Esto era algo que se podía esperar, ya que al optimizar sus variables se están eliminando el mayor problema de estas estrategias, que son las señales falsas, en especial de las tres medias móviles que son las que mejor han funcionado.

También es cierto que como se puede ver en el Anexo II, ninguna estrategia tiene incorporado herramientas esenciales como son el *take profit* o el *stop loss*, esto está hecho a propósito, ya que tras muchas pruebas intentando optimizar también estos parámetros se sobrepasaban las 10.000 combinaciones que ofrece el *software*, y cuando se establecían valores manualmente se limitaban mucho la optimización de las diferentes variables haciendo que las estrategias no fuesen tan sorprendentes como se observa en la tabla de arriba. Además, gracias a la optimización de las variables se verifica que en ningún caso se obtienen rentabilidades netas negativas al finalizar la estrategia, si que es cierto que algunas rentabilidades son muy pequeñas respecto al riesgo que se corre invirtiendo en estos tipos de activos y con este modelo de inversión, pero eso ya entra dentro del riesgo que decide correr el inversor.

Para finalizar, hay un dato muy curioso en las estrategias en las que se utilizan medias móviles y es que salvo las estrategias compuestas en petróleo Brent, el número total de operaciones es el mismo tanto para las posiciones largas como para las cortas, la excepción sucede porque el número total es impar y solamente se diferencian por una operación. Esto es realmente curioso y anecdótico, ya que el código no está programado para que suceda esto, pero parece ser que ha sido la estrategia más eficiente para estos indicadores.

# BIBLIOGRAFÍA

- Bankinter. (s.f.). *Bankinter*. Obtenido de [https://broker.bankinter.com/www/es-es/cgi/broker+sad\\_fut\\_caract\\_mercado?mercado=6](https://broker.bankinter.com/www/es-es/cgi/broker+sad_fut_caract_mercado?mercado=6)
- CME Group. (s.f.). *CME Group*. Obtenido de <https://www.cmegroup.com/company/nymex.html>
- Comisión Nacional del Mercado de Valores. (s.f.). *CNMV*. Obtenido de <https://www.cnmv.es/Portal/inversor/Futuros.aspx>
- Fernando, J. (s.f.). *Investopedia*. Obtenido de <https://www.investopedia.com/terms/r/rsi.asp>
- Galán, J. R. (s.f.). *Periódico Expansión*. Obtenido de <https://www.expansion.com/diccionario-economico/indicador-tecnico.html#:~:text=Un%20indicador%20t%C3%A9cnico%20supone%20la,anticipaci%C3%B3n%20como%20para%20actuar%20adecuadamente>
- ICE Group. (s.f.). *TheICE*. Obtenido de <https://www.theice.com/about>
- ICE Group. (s.f.). *TheICE*. Obtenido de <https://www.theice.com/futures-us>
- Murphy, J. J. (s.f.). *Análisis técnico de los mercados financieros*. Gestión 2000.
- ProRealTime Trading. (s.f.). *ProRealTime Comisiones*. Obtenido de <https://trading.prorealtime.com/es/comisiones-de-operativa>
- ProRealTime Trading. (s.f.). *ProRealTime Trading Manuales Programación*. Obtenido de <https://trading.prorealtime.com/es/ayuda-a-la-programacion>

# ANEXOS

## Anexo I

Para comprender mejor el código utilizado en este trabajo y disponible en el anexo II, a continuación, se desglosará todos los términos utilizados:

Defparam Cumulate Orders	Parámetro para poder acumular órdenes.
Average ()	Media móvil simple de () períodos.
Buy () shares at market	Compra () contratos en el mercado (Operaciones largas).
Close	Cierra el precio en el actual periodo.
Crosses over	Operador Booleano que revisa si una línea cruza por encima a otra.
Crosses under	Operador Booleano que revisa si una línea cruza por debajo a otra.
Exitshort at market	Cierra las posiciones cortas en el mercado
ExponentialAverage ()	Media móvil exponencial de () períodos.
If () then () endif	Grupo de instrucciones condicionales sin una segunda orden.
If () and () then () endif	Grupo de instrucciones condicionales con una segunda orden.
MACDLine()	Línea del indicador MACD.
MACDSignal()	Señal del indicador MACD.
RSI()	Índice de fuerza relativa de () períodos.
Sell at market	Vende los contratos en el mercado (Operaciones largas).
Sellshort () shares at market	Abre las operaciones cortas en el mercado.
WeightedAverage ()	Media móvil ponderada de () períodos.

## Anexo II

### SMA vs Precio:

```
Optimización de variables:
SMA (SMA) [25;200] [1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = Average[SMA] (close)
6 c1 = (indicator1 CROSSES UNDER close)
7
8 IF c1 THEN
9     BUY 1 SHARES AT MARKET
10 ENDIF
11
12 // Condiciones de salida de posiciones largas
13 indicator2 = Average[SMA] (close)
14 c2 = (indicator2 CROSSES OVER close)
15
16 IF c2 THEN
17     SELL AT MARKET
18 ENDIF
19
20 // Condiciones de entrada de posiciones cortas
21 indicator3 = Average[SMA] (close)
22 c3 = (indicator3 CROSSES OVER close)
23
24 IF c3 THEN
25     SELLSHORT 1 SHARES AT MARKET
26 ENDIF
27
28 // Condiciones de salida de posiciones cortas
29 indicator4 = Average[SMA] (close)
30 c4 = (indicator4 CROSSES UNDER close)
31
32 IF c4 THEN
33     EXITSHORT AT MARKET
34 ENDIF
```

## WMA vs Precio:

```
Optimización de variables:
WMA (WMA) [25;200] [1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = WeightedAverage[WMA](close)
6 c1 = (indicator1 CROSSES UNDER close)
7
8 IF c1 THEN
9     BUY 1 SHARES AT MARKET
10 ENDIF
11
12 // Condiciones de salida de posiciones largas
13 indicator2 = WeightedAverage[WMA](close)
14 c2 = (indicator2 CROSSES OVER close)
15
16 IF c2 THEN
17     SELL AT MARKET
18 ENDIF
19
20 // Condiciones de entrada de posiciones cortas
21 indicator3 = WeightedAverage[WMA](close)
22 c3 = (indicator3 CROSSES OVER close)
23
24 IF c3 THEN
25     SELLSHORT 1 SHARES AT MARKET
26 ENDIF
27
28 // Condiciones de salida de posiciones cortas
29 indicator4 = WeightedAverage[WMA](close)
30 c4 = (indicator4 CROSSES UNDER close)
31
32 IF c4 THEN
33     EXITSHORT AT MARKET
34 ENDIF
```

## EMA vs Precio:

```
Optimización de variables:
EMA (EMA) [25;200] [1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = ExponentialAverage[EMA](close)
6 c1 = (indicator1 CROSSES UNDER close)
7
8 IF c1 THEN
9     BUY 1 SHARES AT MARKET
10 ENDIF
11
12 // Condiciones de salida de posiciones largas
13 indicator2 = ExponentialAverage[EMA](close)
14 c2 = (indicator2 CROSSES OVER close)
15
16 IF c2 THEN
17     SELL AT MARKET
18 ENDIF
19
20 // Condiciones de entrada de posiciones cortas
21 indicator3 = ExponentialAverage[EMA](close)
22 c3 = (indicator3 CROSSES OVER close)
23
24 IF c3 THEN
25     SELLSHORT 1 SHARES AT MARKET
26 ENDIF
27
28 // Condiciones de salida de posiciones cortas
29 indicator4 = ExponentialAverage[EMA](close)
30 c4 = (indicator4 CROSSES UNDER close)
31
32 IF c4 THEN
33     EXITSHORT AT MARKET
34 ENDIF
```

## RSI:

```
Optimización de variables:
LI (LI) [20;35] [1], LS (LS) [65;80] [1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = RSI[14](close)
6 c1 = (indicator1 <= LI)
7
8 IF c1 THEN
9     BUY 1 SHARES AT MARKET
10 ENDIF
11
12 // Condiciones de salida de posiciones largas
13 indicator2 = RSI[14](close)
14 c2 = (indicator2 >= LS)
15
16 IF c2 THEN
17     SELL AT MARKET
18 ENDIF
```

## MACD:

```
Optimización de variables:
CP (CP) [5;50][1], LP (LP) [50;200][1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = MACDline[CP,LP,9](close)
6 indicator2 = MACDSignal[CP,LP,9](close)
7 c1 = (indicator1 CROSSES OVER indicator2)
8
9 IF c1 THEN
10 BUY 1 SHARES AT MARKET
11 ENDIF
12
13 // Condiciones de salida de posiciones largas
14 indicator3 = MACDline[CP,LP,9](close)
15 indicator4 = MACDSignal[CP,LP,9](close)
16 c2 = (indicator3 CROSSES UNDER indicator4)
17
18 IF c2 THEN
19 SELL AT MARKET
20 ENDIF
```

## SMA VS SMA:

```
Optimización de variables:
corto(corto) [20;50][1], largo(largo) [150;200][1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = Average[corto](close)
6 indicator2 = Average[largo](close)
7 c1 = (indicator1 CROSSES OVER indicator2)
8
9 IF c1 THEN
10 BUY 1 SHARES AT MARKET
11 ENDIF
12
13 // Condiciones de salida de posiciones largas
14 indicator3 = Average[corto](close)
15 indicator4 = Average[largo](close)
16 c2 = (indicator3 CROSSES UNDER indicator4)
17
18 IF c2 THEN
19 SELL AT MARKET
20 ENDIF
21
22 // Condiciones de entrada de posiciones cortas
23 indicator5 = Average[corto](close)
24 indicator6 = Average[largo](close)
25 c3 = (indicator5 CROSSES UNDER indicator6)
26
27 IF c3 THEN
28 SELLSHORT 1 SHARES AT MARKET
29 ENDIF
30
31 // Condiciones de salida de posiciones cortas
32 indicator7 = Average[corto](close)
33 indicator8 = Average[largo](close)
34 c4 = (indicator7 CROSSES OVER indicator8)
35
36 IF c4 THEN
37 EXITSHORT AT MARKET
38 ENDIF
```

## WMA vs WMA:

```
Optimización de variables:
Corto(Corto) [25;50][1], Largo(Largo) [150;200][1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = WeightedAverage(Corto)(close)
6 indicator2 = WeightedAverage(Largo)(close)
7 c1 = (indicator1 CROSSES OVER indicator2)
8
9 IF c1 THEN
10   BUY 1 SHARES AT MARKET
11 ENDIF
12
13 // Condiciones de salida de posiciones largas
14 indicator3 = WeightedAverage(Corto)(close)
15 indicator4 = WeightedAverage(Largo)(close)
16 c2 = (indicator3 CROSSES UNDER indicator4)
17
18 IF c2 THEN
19   SELL AT MARKET
20 ENDIF
21
22 // Condiciones de entrada de posiciones cortas
23 indicator5 = WeightedAverage(Corto)(close)
24 indicator6 = WeightedAverage(Largo)(close)
25 c3 = (indicator5 CROSSES UNDER indicator6)
26
27 IF c3 THEN
28   SELLSHORT 1 SHARES AT MARKET
29 ENDIF
30
31 // Condiciones de salida de posiciones cortas
32 indicator7 = WeightedAverage(Corto)(close)
33 indicator8 = WeightedAverage(Largo)(close)
34 c4 = (indicator7 CROSSES OVER indicator8)
35
36 IF c4 THEN
37   EXITSHORT AT MARKET
38 ENDIF
```

## EMA vs EMA:

```
Optimización de variables:
Corto(Corto) [25;50][1], Largo(Largo) [150;200][1]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = ExponentialAverage(Corto)(close)
6 indicator2 = ExponentialAverage(Largo)(close)
7 c1 = (indicator1 CROSSES OVER indicator2)
8
9 IF c1 THEN
10   BUY 1 SHARES AT MARKET
11 ENDIF
12
13 // Condiciones de salida de posiciones largas
14 indicator3 = ExponentialAverage(Corto)(close)
15 indicator4 = ExponentialAverage(Largo)(close)
16 c2 = (indicator3 CROSSES UNDER indicator4)
17
18 IF c2 THEN
19   SELL AT MARKET
20 ENDIF
21
22 // Condiciones de entrada de posiciones cortas
23 indicator5 = ExponentialAverage(Corto)(close)
24 indicator6 = ExponentialAverage(Largo)(close)
25 c3 = (indicator5 CROSSES UNDER indicator6)
26
27 IF c3 THEN
28   SELLSHORT 1 SHARES AT MARKET
29 ENDIF
30
31 // Condiciones de salida de posiciones cortas
32 indicator7 = ExponentialAverage(Corto)(close)
33 indicator8 = ExponentialAverage(Largo)(close)
34 c4 = (indicator7 CROSSES OVER indicator8)
35
36 IF c4 THEN
37   EXITSHORT AT MARKET
38 ENDIF
```

## RSI y MACD:

```
Optimización de variables:
LI (LI) [25;35] [2], LS (LS) [65;75] [2], CP (CP) [5;50] [5], LP (LP) [50;200] [6]

1 // Definición de los parámetros del código
2 DEFPARAM CumulateOrders = False // Acumulación de posiciones desactivada
3
4 // Condiciones para entrada de posiciones largas
5 indicator1 = MACDline[CP,LP,9](close)
6 indicator2 = MACDSignal[CP,LP,9](close)
7 c1 = (indicator1 CROSSES OVER indicator2)
8 indicator3 = RSI[14](close)
9 c2 = (indicator3 <= LI)
10
11 IF c1 AND c2 THEN
12     BUY 1 SHARES AT MARKET
13 ENDIF
14
15 // Condiciones de salida de posiciones largas
16 indicator4 = MACDline[CP,LP,9](close)
17 indicator5 = MACDSignal[CP,LP,9](close)
18 c3 = (indicator4 CROSSES UNDER indicator5)
19 indicator6 = RSI[14](close)
20 c4 = (indicator6 >= LS)
21
22 IF c3 AND c4 THEN
23     SELL AT MARKET
24 ENDIF
```