

# **PREDICCIÓN DE PRECIOS DE MATERIAS PRIMAS POR MEDIO DEL SEGUIMIENTO DE INDICADORES ECONÓMICOS**

**Daniel Gómez Gómez**

dgomezg7@eafit.edu.co

**Asesor Temático**

Cristian Camilo Bedoya García

**Asesor Metodológico**

Ulises Orestes Cuéllar Bermúdez

## **Resumen**

La predicción del comportamiento de la economía mundial se ha hecho más compleja con la globalización de las últimas décadas. Al tener acceso a información en vivo, todos los fenómenos económicos se transmiten fácilmente de un lado del planeta al otro, afectando los mercados e industrias a un mayor ritmo que anteriormente. Además de esto, esta sinergia ha llevado a una alta volatilidad de precios de las materias primas. Sin embargo, existen métodos que permiten hacer un acercamiento a esta predicción. En el Grupo Familia, la compra de materias primas constituye un porcentaje alto de la torta de participación de compras totales. Debido al alto costo que representan estas compras para el Grupo y a las constantes fluctuaciones en la economía mundial, se ha detectado una oportunidad de mejora y ahorro si se logra predecir el comportamiento de los precios de dichas materias primas. En este trabajo se evaluarán las probabilidades de poder predecir las fluctuaciones de precios por medio de un seguimiento a indicadores económicos. La investigación definirá qué materias primas y cuáles indicadores económicos serán sujeto de prueba. Al final, se pretende poder entregar los resultados que le permitan al Grupo Familia poder predecir el comportamiento de las materias primas para tomar decisiones acertadas y tener una posición privilegiada de negociación ante los proveedores.

## **Palabras claves**

Materias primas, indicadores económicos, economía, globalización, commodities, correlación cruzada, lag, estadística.

## **Abstract**

Predicting the changes in global economy has become more difficult due to the globalization of the last decades. The easy and instant access to information has led to a faster spread of global economic crisis, affecting markets and industries faster than before. Additionally, the high volatility of the markets and commodities prices has become an additional threat. However, there are methods available which help approach these predictions. In Grupo Familia, the purchase of raw materials makes up a big percentage of the total purchases of the company. Due to the high costs of these materials, an opportunity of savings and better practices has been identified if a method of prediction can be found. The main objective of this project is to find out if there is a way of predicting the price changes of these raw materials by analyzing the changes of different economic indicators. First, the main raw materials must be identified, followed up by the identification of the economic indicators. At the end, the project should be able to give Grupo Familia a tool to be able to predict the prices of raw materials in the future, giving it a better understanding of the market and hence, more power of negotiation with suppliers.

## **Key Words**

Raw materials, economic indicators, economy, globalization, commodities, cross correlation, lag, statistics.

## **1. Introducción**

La globalización del último siglo ha llevado al mundo a estar interconectado política y económicamente. Los cambios y crisis económicas en un lado del mundo rápidamente afectan el resto del mundo. Los cambios económicos ya no respetan fronteras y se expanden rápidamente como pandemias. Las empresas y los gobiernos permanecen constantemente haciendo lecturas del mercado que les permita tomar decisiones en el momento adecuado. Esto es más cierto aún en empresas multinacionales donde el mercado es cada día mayor y los factores a tener en cuenta son cada día más numerosos.

La economía mundial se mueve a un ritmo incontrolable y las empresas que no alcancen a ir a este mismo ritmo probablemente no serán capaces de sobrevivir en el tiempo. Una buena lectura del mercado puede marcar la diferencia entre el éxito y el fracaso.

El objetivo principal de este trabajo es establecer un método de predicción del comportamiento de los precios de las materias primas del Grupo Familia de acuerdo al seguimiento de indicadores económicos. El método debe predecir el comportamiento de las materias primas por un periodo mínimo de 6 meses. Para lograr este objetivo principal, se tuvieron en cuenta los siguientes objetivos específicos:

- Identificar las materias primas críticas que más impacto tienen en las compras totales de la compañía y en el proceso productivo.
- Evaluar las variaciones históricas de precios de las materias primas.
- Identificar los indicadores económicos que pueden impactar la variación de precios de las materias primas.
- Comparar la variación de precios de los históricos con la variación de los indicadores económicos.
- Identificar las relaciones entre las variaciones de precios de las materias primas y las variaciones de los indicadores económicos.
- Relacionar las variaciones de precios e indicadores económicos para proponer un método de predicción de precios basado en estas relaciones.

Estos objetivos permitirán hacer una lectura de la economía para poder identificar los factores e indicadores económicos que puedan predecir el comportamiento de precios de las materias primas. Estos resultados le permitirán al Grupo Familia poder tomar decisiones acertadas y tener una mejor posición de negociación ante los proveedores. Los resultados obtenidos serán de gran ayuda, ya que actualmente, no se tiene conocimiento de las posibles relaciones que existen entre las materias primas y los indicadores económicos. Sin este conocimiento, el Grupo se encuentra en una posición desfavorable ante los proveedores.

El Grupo Familia es una multi-latina con plantas productivas en Colombia, Ecuador, Argentina y República Dominicana. Adicional a estas plantas, su operación se extiende a Centro América, el Caribe y Sur América a excepción de Brasil.

Como parte de la estrategia corporativa, se tiene una meta anual de ahorro del 1% (USD 6.000.000) del valor de las compras totales. Para poder cumplir dicha meta, será necesario tener un buen entendimiento de los indicadores para poder tomar decisiones apropiadas que apalanquen el cumplimiento de ésta.

Desde hace un par de años, la gerencia le ha estado pidiendo al grupo de compras un mayor entendimiento acerca de las variaciones de precio de las materias primas. Entendimiento que permitiría predecir a tiempo cambios drásticos. Este conocimiento se traduciría en ahorros para el Grupo. Sin embargo, hasta la fecha este conocimiento no se ha logrado obtener y las predicciones se siguen haciendo de acuerdo a historiales y rumores del mercado.

De todas las categorías de compras, las que más afectan los cambios económicos y la situación de mercado son las materias primas. La mayoría de éstas tienen precios fijados a un *driver*, que varían según las condiciones del mercado y de la economía. Además, estas son compras repetitivas y de un alto valor dentro de las compras totales del grupo. Constituyen aproximadamente el 40% del valor de todas las compras.

La programación de compras actualmente se hace solo basada en necesidades, sin tener en cuenta las oportunidades que se presentan cuando los precios bajan. Sin embargo, si se sabe cómo se comportarán los precios, se podrán adelantar o retrasar las compras para que el beneficio económico sea el máximo ya que esto puede impactar positivamente la actual meta de ahorros que tiene la gerencia de compras.

A pesar de saber que las materias primas están sujetas a control de precios según oferta y demanda, y en algunos casos al precio del petróleo y otros *commodities*, estos pueden no ser los únicos factores que afecten su precio. Al tener un mayor entendimiento de qué indicadores afectarán los precios, se podrán tener mejores oportunidades de negociación, al igual que una posición privilegiada para tomar decisiones y predecir el comportamiento del mercado de antemano.

Adicional a esto, los presupuestos se están haciendo con precios que se predicen de forma empírica. Por lo general se toman los incrementos de años anteriores y se proyectan al siguiente. Sin embargo, esto está impactando el cumplimiento de presupuesto debido a las constantes variaciones de precios. El entendimiento de los factores influyentes de los precios ayudará a tener presupuestos más precisos y por ende mejores cumplimientos.

Este trabajo de investigación tuvo varias etapas para poder llegar a la solución. La primera etapa fue la identificación de materias primas. Debido a que el número de materias primas utilizadas en los procesos productivos del Grupo Familia es muy amplio, el estudio solo se centró en las materias primas Pareto, que representan más del 80% del total de compras de materia prima. La selección de éstas estuvo definida por criticidad en el proceso productivo, volatilidad de precio e impacto en el valor total de compras. Por medio del historial de los últimos años se pudieron identificar las fluctuaciones de precios al igual que el impacto en valor de éstas con respecto a las compras totales.

La segunda etapa fue una evaluación de indicadores económicos. La selección de indicadores se hizo basada en los países de procedencia de las materias primas y la importancia del indicador en la economía global. Al igual que las materias primas, se evaluaron las variaciones de estos indicadores económicos durante el mismo periodo de tiempo.

La tercera etapa fue una comparación de los resultados de las dos evaluaciones mencionadas anteriormente por medio de correlación cruzada. El objetivo de esta comparación fue encontrar coincidencias que permitieron identificar los periodos e indicadores económicos que ayudan a predecir las variaciones de precios de las materias primas.

Una vez encontradas las correlaciones cruzadas entre todas las variables, se pasó a la última etapa, el análisis de resultados. En esta etapa se escogieron las correlaciones más altas y se

graficaron los resultados. Las gráficas permitieron ver en detalle la correlación a través del tiempo, al igual que ver, según el comportamiento del indicador hasta la fecha, el posible comportamiento que tendrán las materias primas en el futuro. La predicción del comportamiento de las materias primas (Tabla 4) fue entregada al equipo de análisis de información de compras para que le hagan un constante seguimiento durante el periodo que se predijo. Con esta tabla, se dio por terminado el proyecto y se contestó el gran interrogante: ¿Pueden algunos indicadores económicos predecir el comportamiento futuro de los precios de las materias primas?

## 2. Marco conceptual

La economía mundial se ha convertido en tema común dentro de las organizaciones con proyección internacional. El regionalismo y localidad de las empresas está quedando en un segundo plano y cada vez más empresas se aventuran en los mercados internacionales. Los acuerdos de libre comercio, los grupos económicos y las alianzas entre países llevan a que cada vez existan más oportunidades más allá de las fronteras nacionales. Este boom de internacionalización ha sido muy fuerte, especialmente en Colombia, donde la economía en los últimos años ha gozado de un crecimiento favorable y superior al de la mayoría de economías latinoamericanas.

El crecimiento de las economías emergentes, sin embargo, va acompañado de la dependencia de éstas a los mercados y condiciones económicas de países desarrollados. Colombia es un país que depende altamente de las condiciones económicas de Estados Unidos y la Unión Europea. Al ser una economía dependiente, se debe estar atento a las economías ajenas que pueden dar señales de qué se está acercando. Uno de los indicadores más afectados es la TRM. Como menciona la revista *Dinero*, “La extraordinaria liquidez que la FED inyectó en la economía para asegurar una salida a la crisis de 2008 no se quedó solo en Estados Unidos, sino que una parte vino a parar a los mercados emergentes, incluyendo a Colombia. Debido a eso, el dólar se devaluó en los mercados mundiales y la mayoría de países emergentes tuvieron amplio acceso a liquidez” (Otros autores, 2014). Esta dependencia demuestra la importancia que tienen los indicadores económicos globales para entender y predecir hacia dónde giran estas economías emergentes.

A pesar de estar pasando por un buen momento, Colombia no siempre ha sido una economía fuerte y abierta. Con el cambio de modelo adoptado desde comienzos de la década de 1990 – se pasó de un modelo proteccionista, de sustitución de importaciones, a uno de economía abierta, de apertura de la economía (Pérez, Duarte, & Blanco, 2013). Antes de la década de los 90’s, poco se hablaba de los mercados internacionales en Colombia. Las empresas tenían un alcance regional y el mercado se limitaba a las fronteras patrias. Después de esta apertura, las empresas empezaron a crecer a nivel latinoamericano hasta la actualidad, donde se ven

empresas colombianas incursionando en el mercado norteamericano, europeo e inclusive el asiático.

Esta globalización de las empresas ha impulsado a los empresarios y ejecutivos a elevar sus niveles de educación y a incrementar los niveles de eficiencia de sus negocios. En un mundo cada vez más integrado e impulsado por la materialización del conocimiento en la actividad productiva, es importante mirar, en un contexto global, cómo se encuentra el país en materia del conocimiento en términos comparativos (Pérez, Duarte, & Blanco, 2013). La competitividad del país depende directamente de los niveles de educación y de la maduración de las empresas a nivel productivo.

Sin embargo, la globalización trae consigo riesgos que deben ser tenidos en cuenta. Uno de estos riesgos es la interrelación de todas las economías, lo cual lleva a que cualquier síntoma en alguna parte del mundo pueda convertirse en un virus que afecte al resto. Como dice Ocampo, el comercio internacional se ha convertido en un mecanismo amplificador, tanto de los periodos de auge como de los de contracción de la actividad productiva (Ocampo, 2009). La crisis más reciente, la del 2008, demostró lo vulnerable que son las economías ante adversidades de las economías más poderosas. Los efectos negativos más generalizados serán la caída del volumen de comercio internacional y el marcado deterioro de los términos de intercambio de los productos básicos (Ocampo, 2009). Dicho fenómeno llevó a una contracción de las economías que puso en riesgo su estabilidad. Según Ocampo, fue el colapso financiero mundial de mediados de septiembre de 2008 lo que desencadenó los cambios más profundos, al paralizar el crédito, elevar marcadamente los márgenes de riesgo, convertir la caída de los precios de los productos básicos en un desplome y desencadenar una profunda recesión en el mundo industrializado (Ocampo, 2009).

El atender el mercado y los indicadores macroeconómicos que presentan solo la coyuntura del presente, produce como efecto que, al no prever la evolución futura, las medidas se toman únicamente respecto a los temas que muestran consecuencias indeseables y solo en el momento en que estas se producen (López Caballero, 2014). Esto es lo que está pasando actualmente en el Grupo Familia. Ante un desconocimiento de los factores influyentes del precio de las materias primas, las decisiones se están tomando a ciegas y sin mucho margen de

maniobra. Si se logran entender a fondo estos factores, las decisiones se tomarían a tiempo logrando beneficios económicos y comerciales para la organización.

La contracción del volumen de comercio será el principal mecanismo de transmisión de la crisis hacia los países latinoamericanos y caribeños en su conjunto, pero afectará especialmente a aquellos en cuya estructura exportadora dominan las manufacturas y los servicios, es decir, México, Centroamérica y el Caribe. A su vez, las tendencias del precio de los productos básicos serán el factor determinante de la evolución de las exportaciones sudamericanas (Ocampo, 2009).

A pesar que las materias primas utilizadas en los procesos productivos de Familia no son *commodities*, la mayoría de éstas se ven afectada por algunos de ellos. Además, el comportamiento en los precios de los *commodities* puede ser un reflejo del comportamiento de otras materias primas que han sufrido algún tipo de transformación. Mientras los mercados individuales de *commodities* se ven afectados por una variedad de factores en su evolución diaria, el índice de los commodities fuera del petróleo ha sido tratado como una variable macroeconómica cuya variación anual o cuatrimestral, está relacionado a condiciones macroeconómicas (Borensztein & Reinhart, 1994)<sup>1</sup>. De esta forma se ve como los commodities se vuelven un indicador importante para la economía mundial.

Con el crecimiento de la industria global, el consumo de commodities ha incrementado considerablemente. La economía de muchos países depende directamente del mercado de los commodities, llevando a que una disminución en la demanda de éstos se vea reflejado directamente en el PIB. A pesar que Colombia tiene una economía que no depende tan fuertemente de los *commodities* como Chile y Perú, el mercado de éstos impacta la economía local. Las variaciones en los ingresos nacionales reales de Colombia exhiben impactos significativos, en casi todas las variables de intercambio entre Colombia y Estados Unidos, aumentando el volumen de importaciones de todos los bienes desde Estados Unidos. En promedio, el incremento de un punto porcentual en el PIB colombiano es asociado con un incremento de 0,88% de exportaciones de *commodities* hacia Estados Unidos y un incremento

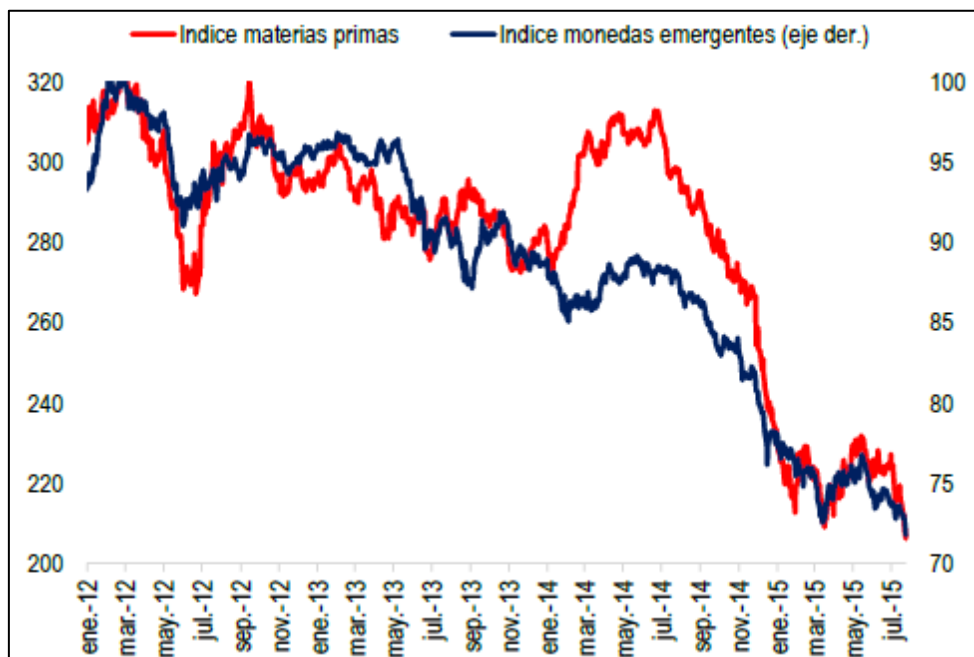
---

<sup>1</sup> Traducido por el autor.

de 3,72% de importaciones de *commodities* desde Estados Unidos (Cao-Alvira & Ronderos-Torres, 2011)<sup>2</sup>.

Los mercados de los *commodities* juegan un papel central en la transmisión de problemas a nivel internacional mediante el relacionamiento entre países importadores y países exportadores (Borensztein & Reinhart, 1994)<sup>3</sup>. Este relacionamiento es el resultado directo de la globalización y la rápida evolución de la tecnología. Adicionalmente, la variación de los precios de los *commodities* tiene otra implicación importante: monedas emergentes. Como menciona Bancolombia, el desempeño de las monedas emergentes está altamente ligado al desempeño de los *commodities* (Análisis Bancolombia, 2015). Esto se puede observar en la siguiente gráfica.

**Gráfica 1.** Comportamiento del índice global de materias primas y el índice de monedas emergentes



Fuente: (Análisis Bancolombia, 2015)

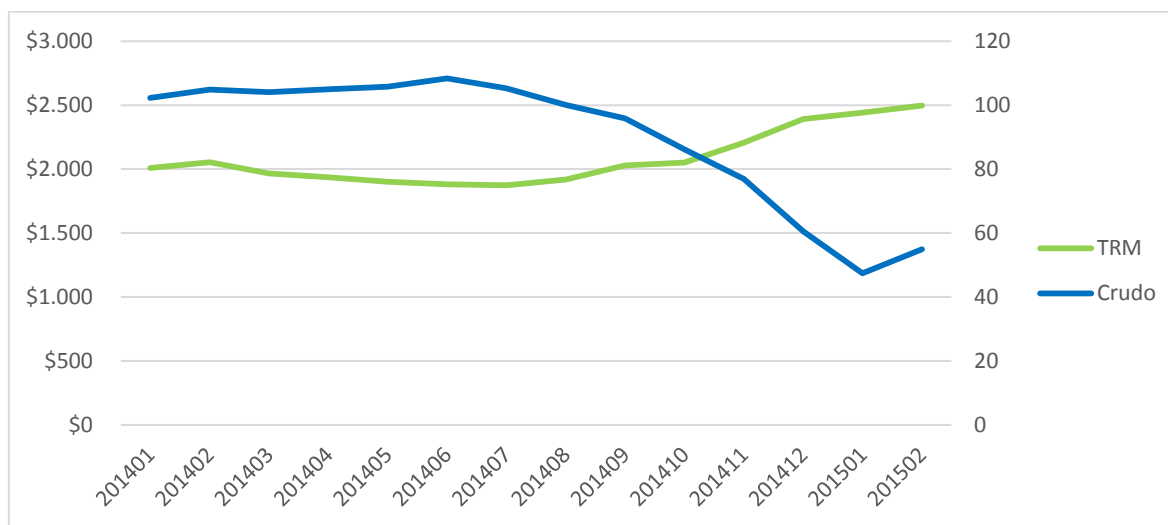
En la actualidad, esta relación se ve claramente en el comportamiento del dólar y el petróleo. La correlación negativa entre ambos precios (uno sube mientras el otro baja) no implica que el

<sup>2</sup> Traducido por el autor.

<sup>3</sup> Traducido por el autor.

bajo precio del petróleo sea la causa de la subida del dólar, pero sí indica que sus fluctuaciones están relacionadas (Behar Villegas, 2015). Esta correlación se puede observar en la gráfica 2. Por eso, es muy importante tener una lectura completa de la economía mundial para entender los factores influyentes.

**Gráfica 2.** Correlación negativa entre TRM y Barril de petróleo



Fuente: Autoría propia

Además del mercado de *commodities*, otra influencia importante de la economía mundial actual son las bolsas de valores, o mercados financieros. Muchos científicos han analizado la relación entre las variables de los mercados financieros y económicos. Uno de los propósitos de estos estudios, y probablemente el más importante, es el que busca encontrar un mejor método de predicción de futuros cambios económicos (Zalgiryte, Guzavicius, & Tamulis, 2014)<sup>4</sup>. Si se logran predecir estos cambios económicos, las empresas lograrán tomar medidas a tiempo que les permitan contrarrestar los cambios sin que sus resultados se vean alterados negativamente. Sin embargo, a pesar que los mercados financieros pueden dar mucha información, como dicen Guzavicius y Tamulis, el análisis de las bolsas de valores puede no dar toda la información acerca de los cambios en la actividad económica, pero los índices de los diferentes sectores puede dar la información faltante (2014)<sup>5</sup>. Es por esto que los

<sup>4</sup> Traducido por el autor.

<sup>5</sup> Traducido por el autor.

indicadores económicos analizados son variados, cubriendo *commodities*, indicadores comunes, bolsas y monedas entre otros.

¿Sin embargo, para qué sirven todos estos datos económicos? La respuesta está dada por los análisis estadísticos que se pueden hacer entre las diferentes variables. Los economistas observan varios índices del estado de la economía en un periodo y usan la información para pronosticar las condiciones de la economía en el futuro (Wackerly, Mendenhall III, & Scheaffer, 2010). Esto es exactamente lo que este proyecto pretende alcanzar.

Toda la información recolectada de los indicadores, índices y drivers será analizada por medio de teorías estadísticas para llegar a un modelo de predicción. La estadística como disciplina, tuvo su inicio en Alemania a mediados del Siglo XVII, en el reinado de Godofredo de Achewall (1719-1772) se utilizó la palabra estadística y se separó de la Sociología. Hoy en día ha alcanzado un alto desarrollo, con el apoyo de tantos investigadores dedicados a perfeccionar métodos estadísticos y a través del avance tecnológico, permitiendo la selección de aquellos procedimientos que buscan mejorar los resultados, al mismo tiempo disminuyendo los márgenes de error (Martínez Bencardino, 2012)

La estadística es la ciencia que recoge, organiza, presenta, analiza e interpreta datos con el fin de propiciar una toma de decisiones más eficaz (Lind, Marchal, & Wathen, 2012). En general, el estudio de la estadística se ocupa del diseño de experimentos o encuestas muestrales para obtener una cantidad especificada de información al mínimo costo y del óptimo uso de esta información al hacer una inferencia acerca de una población. La meta de la estadística es hacer una inferencia acerca de una población, con base en información contenida en una muestra de esa población y dar una medida de bondad asociada para la inferencia (Wackerly, Mendenhall III, & Scheaffer, 2010).

Se consideran dos fases en el campo de la estadística. En primer lugar, está la fase que solo se limita a la descripción de un conjunto de datos sin llegar a conclusiones o a generalizar con respecto a un grupo mayor. A esta fase se le da el nombre de Estadística Descriptiva o Deductiva. En la segunda, implica el análisis mediante el cual trata de llegar a conclusiones acerca de un grupo más grande o población, basada en la información de un grupo menor o

muestra, procedimiento o técnica denominada como Estadística Inductiva o Inferencia (Martínez Bencardino, 2012).

La estadística descriptiva o deductiva, tiene como finalidad, colocar en evidencia aspectos característicos del grupo (promedios, variabilidad de los datos, etc.) que sirven para realizar comparaciones, sin pretender sacar conclusiones de tipo más general. Esta descripción, por lo general se realiza a través de la elaboración de cuadros, gráficos, cálculo de promedios, proporciones, varianzas de una o más variables relacionadas.

La estadística analítica o inductiva, busca dar explicaciones al comportamiento de un conjunto de observaciones, probar la significación o validez de los resultados, además, intenta descubrir las causas que lo originan, siendo de gran aplicación en el muestreo, logrando de esta manera, obtener conclusiones que se extienden más allá de las muestras estadísticas mismas (Martínez Bencardino, 2012)

Para poder aplicar correctamente algún método estadístico, es importante seguir un par de pasos. El primer paso para aprender de datos es definir el problema. El diseño del método de recolección de datos es crucial para la recolección inteligente de datos. El proceso conlleva un esfuerzo enfocado en los siguientes pasos:

- Especificar el objetivo del estudio, encuesta o experimento
- Identificación de las variables de interés
- Escoger un diseño apropiado para el estudio
- Recolección de datos

Para especificar el objetivo del estudio, uno debe entender el problema que se va a resolver. Para identificar las variables de interés, se debe examinar el objetivo del estudio. La recolección de datos se puede obtener por medio de encuestas, experimentos, datos existentes de la empresa/entidad o datos existentes de anteriores estudios (Ott & Longnecker, 2010).<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> Traducido por el autor.

Una vez se hayan completado estos pasos, se puede proceder a hacer el análisis estadístico. Sin embargo, primero se deben tener algunos conceptos básicos y definiciones claras. Estas son algunas definiciones de los conceptos básicos de la estadística:

**Población:** La gran recopilación de datos que es el objetivo de interés (Wackerly, Mendenhall III, & Scheaffer, 2010)

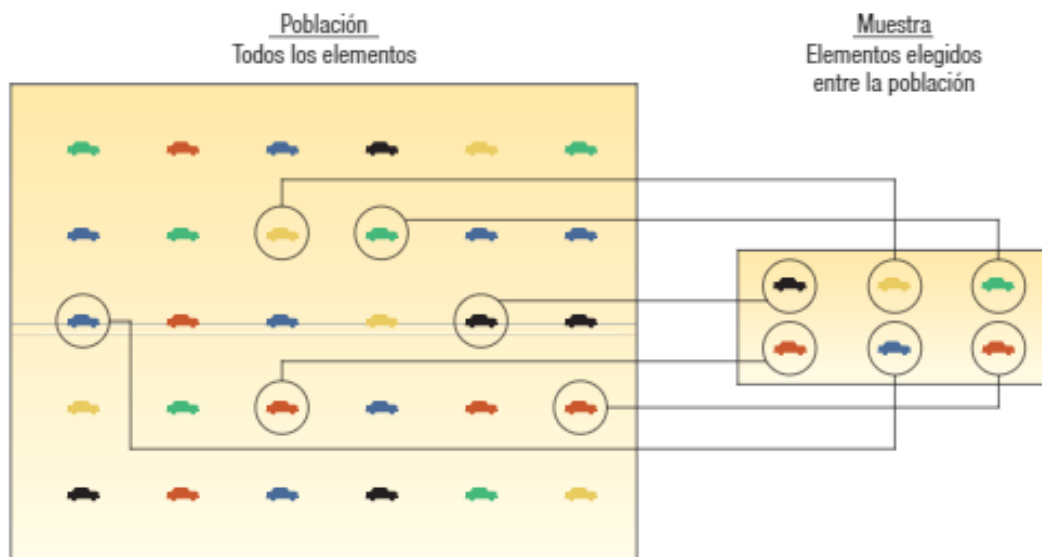
**Muestra:** Cualquier subconjunto de datos seleccionados de la población (Ott & Longnecker, 2010)<sup>7</sup>

**Censo:** Se refiere a la recolección de todos los elementos de la población (Court & Rengifo, 2011)

**Parámetro:** Una característica de la población (Court & Rengifo, 2011)

**Estadístico:** Una característica de la muestra (Court & Rengifo, 2011)

**Figura 1.** Población y muestra



Fuente: (Lind, Marchal, & Wathen, 2012)

En la recolección de datos, las variables estudiadas pueden ser de varios tipos. Existen dos tipos básicos de variables: 1) cualitativas y 2) cuantitativas. Cuando la característica que se

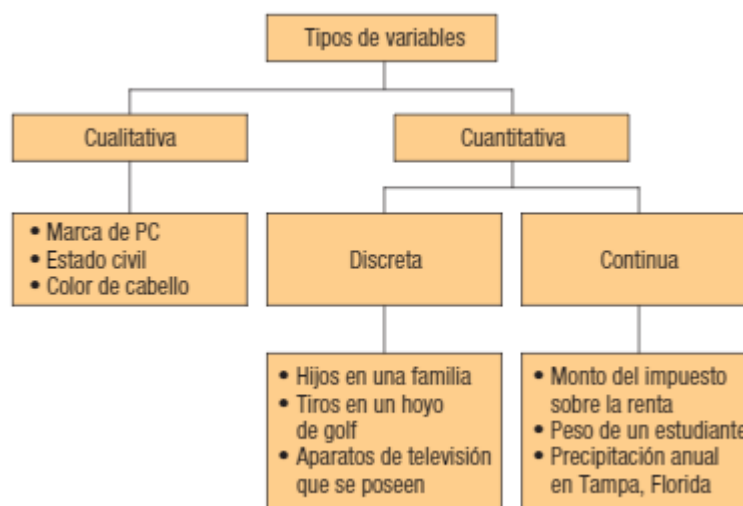
---

<sup>7</sup> Traducido por el autor.

estudia es de naturaleza no numérica, recibe el nombre de variable cualitativa o atributo. Cuando la variable que se estudia aparece en forma numérica, se le denomina variable cuantitativa.

Las variables cuantitativas pueden ser discretas o continuas. Las variables discretas adoptan solo ciertos valores y existen vacíos entre ellos. Las observaciones de una variable continua toman cualquier valor dentro de un intervalo específico. Por lo general, las variables continuas son el resultado de mediciones (Lind, Marchal, & Wathen, 2012). En el caso de las materias primas y los indicadores, ambas son variables continuas ya que pueden tomar cualquier valor, que por lo general, lo da el comportamiento del mercado.

**Figura 2.** Resumen de los tipos de variables



Fuente: (Lind, Marchal, & Wathen, 2012)

Además de las variables a tener en cuenta, también se debe saber qué tipo de estudio se va a realizar. Un estudio puede ser observacional o experimental. En un estudio observacional, el investigador recoge la información del estudio en sujeto sin tener ninguna interferencia con el proceso que está generando la información. El investigador es un observador pasivo de los eventos. En un estudio experimental, el investigador manipula activamente ciertas variables asociadas con el estudio, llamadas las variables explicativas o independientes, y después observa y registra los efectos que ésta tiene en la otra variable (dependiente o endógena). Una

limitación severa de los estudios observacionales, es que los valores registrados de la variable endógena pueden ser afectados por variables ajenas a la variable explicativa. Estas variables ajenas están fuera del control del investigador. El efecto de ambas variables, explicativas y ajenas, no puede ser separado ya que el investigador no tiene el control de la ajena. Por lo tanto, el resultado final puede estar influenciado por un factor externo al del estudio (Ott & Longnecker, 2010)<sup>8</sup>.

Los estudios observacionales son de tres tipos:

Estudio de muestra: Es un estudio que proporciona información de una población en un punto del tiempo en particular (información reciente)

Estudio prospectivo: Es un estudio que observa una población en el presente utilizando un estudio de muestra y procede a seguir los sujetos en el futuro para observar los resultados de algunos acontecimientos.

Estudio retrospectivo: Es un estudio que observa una población en el presente utilizando un estudio de muestra y también recoge información de eventos del pasado.

A pesar de que los estudios prospectivo y retrospectivo son ambos observaciones, tienen las siguientes diferencias:

- Los estudios retrospectivos son usualmente más baratos y se pueden completar más rápido que los prospectivos
- Los estudios retrospectivos pueden tener errores en la información recolectada en el pasado
- Los estudios retrospectivos pueden tener influencia de variables ajenas que no tengan control del investigador
- En los estudios prospectivos, los sujetos de estudio pueden tener un claro control de las variables medidas
- En los estudios prospectivos, los sujetos de estudio pueden estar predispuestos, lo cual afectará los resultados del estudio

---

<sup>8</sup> Traducido por el autor.

Los estudios prospectivos y retrospectivos pueden ser de dos tipos: estudios de cohorte o estudios de control de casos. En un estudio de cohorte, los sujetos se siguen en el futuro para mirar las diferencias o similitudes. Por el otro lado, en el estudio de control de casos, se recoge información del pasado de los sujetos para luego ser comparada. (Ott & Longnecker, 2010)<sup>9</sup>.

Para el caso de este estudio retrospectivo, la estadística servirá para medir la asociación entre varias variables. Como menciona Court, cuando se tiene más de una variable, no solo será necesario comprender las características individuales de cada serie, sino que será importante, además, entender la forma en que estas variables están relacionadas. Será importante determinar qué variable causa a otra(s), el tipo de relación lineal que puede existir entre ellas y, en general, si existe algún tipo de dependencia entre las variables a estudiar (Court & Rengifo, 2011).

Estas son algunas de las medidas de asociación más utilizadas según Court y Rengifo.

Diagrama de series de tiempo: Presenta la evolución de una variable en el tiempo. En el análisis de asociación se usa este diagrama para ver cómo es que dos o más variables varían en el tiempo, permitiendo de esta manera detectar algunos patrones de asociación.

Diagrama de dispersión: El diagrama de dispersión presenta los valores observados de dos variables, “x” y “y”. La variable “x” es conocida como la variable independiente o variable explicativa, mientras que la variable “y” es conocida como la variable dependiente o endógena.

El diagrama de dispersión permite determinar la relación entre ambas variables. Los tipos de relaciones que se pueden encontrar son:

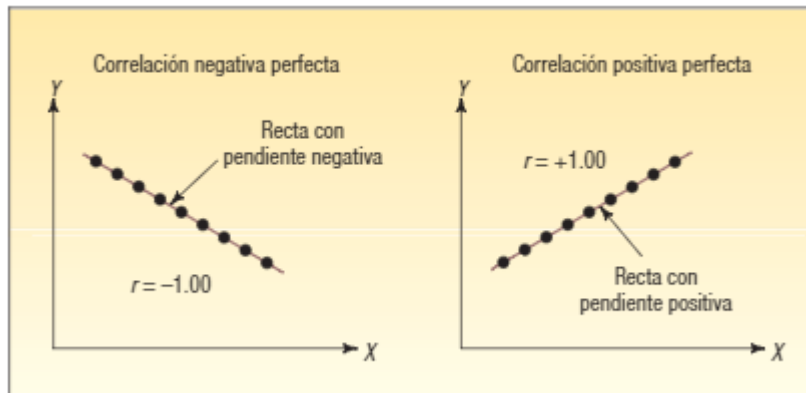
- a. No relación
- b. Relación lineal positiva o directamente proporcional
- c. Relación lineal negativa o indirectamente proporcional
- d. Relación no lineal positiva
- e. Relación no lineal negativa (Court & Rengifo, 2011)

---

<sup>9</sup> Traducido por el autor.

Luego de graficar el diagrama de dispersión, el siguiente paso es encontrar el coeficiente de correlación como se explica a continuación según Lind, Marchal y Wathen. Este coeficiente de correlación brinda una medida cuantitativa de la fuerza de la relación entre dos variables. Fue creado por Karl Pearson alrededor de 1900, describe la fuerza de la relación entre dos conjuntos de variable en escala de intervalo o de razón. Se designa con la letra  $r$ , y con frecuencia se le conoce como la  $r$  de Pearson y coeficiente de correlación producto-momento. Puede adoptar cualquier valor entre  $-1,00$  a  $+1,00$ , inclusive. Un coeficiente de correlación de  $-1,00$  o bien de  $+1,00$  indica una correlación perfecta (ver figura a continuación).

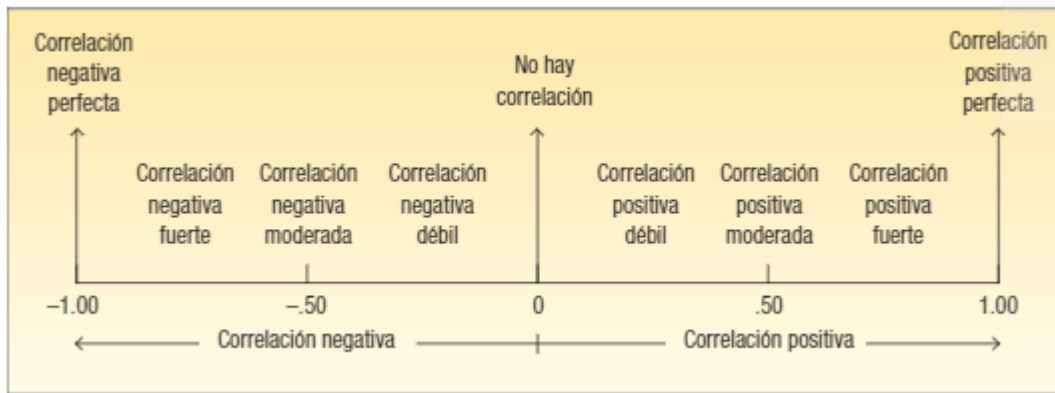
**Figura 3.** Correlación perfecta negativa y positiva



Fuente: (Lind, Marchal, & Wathen, 2012)

Si no hay ninguna relación entre los dos conjuntos de variables, la  $r$  de Pearson es cero. La fuerza de la correlación no depende de la dirección (ya sea  $-$  o bien  $+$ ). En el siguiente diagrama se resumen la fuerza y la dirección del coeficiente de correlación (Lind, Marchal, & Wathen, 2012).

**Figura 4.** Fuerza y dirección del coeficiente de correlación



Fuente: (Lind, Marchal, & Wathen, 2012)

Como se observa en la figura 4, las altas correlaciones son las que se aproximan a -1 y 1 y las bajas correlaciones, por el otro lado, son las que se acercan a 0. O en términos numéricos más claros, se pueden definir las correlaciones como se muestra en la siguiente figura.

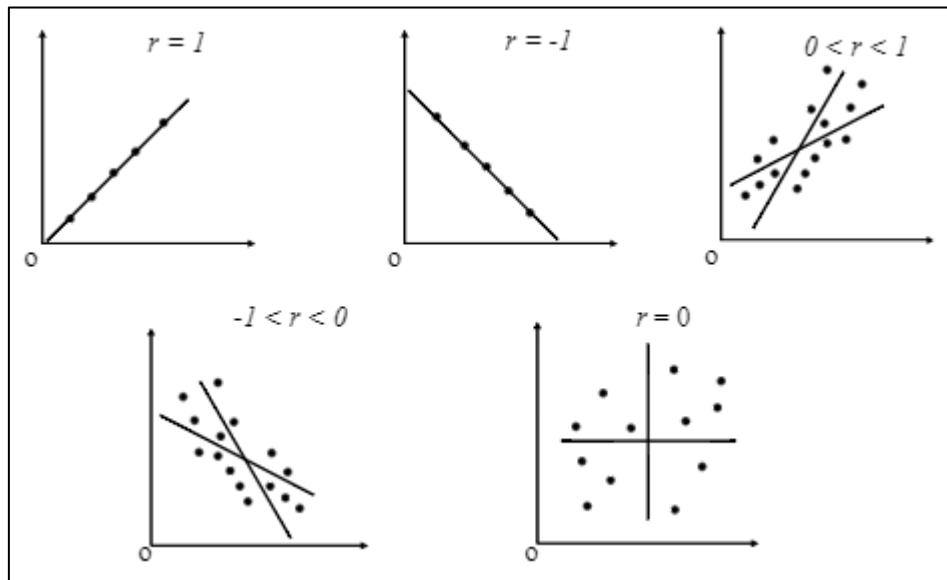
**Figura 5.** Rangos de correlaciones

• Correlación perfecta, cuando:	$r = 1$	$r = -1$
• Correlación excelente, cuando:	$0,90 < r < 1$	$(-1 < r < -0,90)$
• Correlación aceptable, cuando:	$0,80 < r < 0,90$	$(-0,90 < r < -0,80)$
• Correlación regular, cuando:	$0,60 < r < 0,80$	$(-0,80 < r < -0,60)$
• Correlación mínima, cuando:	$0,30 < r < 0,60$	$(-0,60 < r < -0,30)$
• Correlación no hay, cuando:	$0 < r < 0,30$	$(-0,30 < r < 0)$

Fuente: (Martínez Bencardino, Estadística Básica Aplicada, 2011)

Como se mencionó anteriormente, el primer paso para definir la relación entre dos variables es hacer una gráfica de dispersión. A continuación, se presentan los resultados gráficos de las diferentes correlaciones.

**Figura 6.** Diferentes correlaciones graficadas



Fuente: (Martínez Bencardino, Estadística Básica Aplicada, 2011)

El cálculo del coeficiente de correlación está dado por la siguiente fórmula:

$$r = \frac{\sum y_i x_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{[\sum x_i^2 - n \bar{x}^2][\sum y_i^2 - \bar{y}^2]}}$$

Donde:

X: Variable independiente

Y: Variable dependiente

N: Número de la muestra (Martínez Bencardino, Estadística y Muestreo, 2012)

La correlación normal relaciona dos variables en el mismo periodo de tiempo. Sin embargo, en la economía, esto es muy difícil que suceda ya que los cambios económicos tardan cierto tiempo en afectar las demás variables. Este es el caso de los cambios en los indicadores económicos y la reacción de las materias primas ante estos cambios. Por lo tanto, se deben hacer correlaciones con desfases de tiempo.

Para hacer esto, se recurre a la correlación cruzada. La correlación entre dos series temporales, tanto en tiempo simultáneo, como desfasadas en el tiempo, se conoce como correlación cruzada y habitualmente se acepta emplear “crosacorrelación”, proveniente del término inglés “*cross-correlation*”. Esta correlación cruzada es la correlación entre una serie  $X_t$  en un tiempo dado,  $t$ , con otra serie en un tiempo posterior  $Y_{t+k}$  (Guevara Díaz, 2014). Guevara Díaz utiliza la palabra “lag” para definir el desfase, en número de periodos, entre una variable y la otra.

La correlación cruzada entre dos series, para lag (retardo) positivo  $r_{XY(K)}$  y para lag negativo  $r_{XY(-K)}$ , se obtiene por las fórmulas (1) y (2). El coeficiente de crosacorrelación en el lag cero, tiene el mismo valor que el coeficiente de correlación lineal de Pearson, puesto que las series ocurren simultáneamente, no hay lag (retardo o desfase) entre los datos. En la expresión (1) se lee que la suma de los productos de las desviaciones de la variable  $X_t$  por las desviaciones de la variable  $Y_t$ , desfasada en 1, 2,...(N-1) lags, se divide entre  $(N S_x S_y)$  y es lo mismo que decir que la correlación cruzada  $r_{XY(K)}$ , entre dos series estacionarias para un retardo dado es la media de los productos de las series  $X_t Y_t$  normalizadas, desfasadas en 1, 2,...(N-1) lags.

$$r_{XY(K)} = \frac{\sum[(X_t - \mu_x) * (Y_{t+k} - \mu_y)]}{N S_x S_y} = \frac{1}{N} \sum \left[ \left( \frac{X_t - \mu_x}{S_x} \right) * \left( \frac{Y_{t+k} - \mu_y}{S_y} \right) \right] \text{ en lag } + \quad (1)$$

$$r_{XY(-K)} = \frac{\sum[(Y_t - \mu_y) * (X_{t+k} - \mu_x)]}{N S_x S_y} = \frac{1}{N} \sum \left[ \left( \frac{Y_t - \mu_y}{S_y} \right) * \left( \frac{X_{t+k} - \mu_x}{S_x} \right) \right] \text{ en lag } - \quad (2)$$

Donde:

- $X_t, X_{t+k}$ , valor de un dato en el tiempo,  $t$ , y el dato en el tiempo  $k$ , en la serie independiente.
- $Y_t, Y_{t+k}$ , valor de un dato en el tiempo,  $t$ , y el dato en el tiempo  $k$ , en la serie dependiente.
- $S_x$  y  $S_y$ , desviación estándar poblacional de las series  $X_t$  y  $Y_t$ , respectivamente.
- $N$ , número de pares de datos de las series  $X_t$  y  $Y_t$ .
- $\mu_x$  y  $\mu_y$ , medias de las series  $X_t$  y  $Y_t$ , respectivamente.

- $k$ , retardo (lag) entre una observación en tiempo  $t$  y otra en tiempo posterior o anterior,  $k: 0, \pm 1, \pm 2, \dots \pm N - 1$ .
- $N, S_x, S_y, \mu_x$  y  $\mu_y$  corresponden a la serie de lag cero y se mantienen constantes en los demás lags (Guevara Díaz, 2014).

Una vez se tengan definidas las variables, se pueden empezar a modificar los desfases (lags) para así poder encontrar el coeficiente de correlación más alta, el cual determinará con cuánto desfase la variable independiente influencia a la variable dependiente. El desfase con la correlación más alta será el utilizado para hacer la comparación. Este desfase indicará también el número de periodos que se podrá predecir el comportamiento de la materia prima en el futuro.

### **3. Método de solución**

Este proyecto se llevó a cabo a través de un tipo de estudio correlativo y observacional. El estudio observacional fue retrospectivo ya que tomó datos existentes del pasado. Las variables estudiadas son cuantitativas y continuas, ya que pueden tomar cualquier valor dependiendo del comportamiento del mercado. Como se ha mencionado varias veces, el objetivo principal de éste es encontrar un método por el cual el comportamiento de algunos indicadores económicos ayude a predecir el comportamiento de los precios de las materias primas en el futuro. Esa definición se llevó a cabo a través de la búsqueda de correlaciones entre los indicadores económicos seleccionados y las materias primas sujeto.

Las materias primas sujeto corresponden a las materias primas críticas en el desarrollo productivo del Grupo Familia. Más adelante se detallarán los aspectos a tener en cuenta en la selección de la criticidad. Para hacer este análisis, se contó con la información histórica de precios de las materias primas de Grupo Familia, al igual que con el apoyo constante del equipo de Información de Compras, el cual es el encargado en la actualidad del seguimiento de precios de las materias primas. Además, se contó también con los reportes mensuales, trimestrales y semestrales que este equipo desarrolla para presentarle a la gerencia de manufactura.

Teniendo toda esta información disponible, los análisis, tanto de correlación directa, como de correlación cruzada, al igual que las gráficas lineales y de dispersión, se llevaron a cabo en Microsoft Excel en una plantilla desarrollada por el autor. Esta misma plantilla le quedará al equipo de Información de Compras para que constantemente actualice la base de datos y haga los cambios necesarios de acuerdo a los resultados encontrados.

A continuación se presentará un paso a paso detallado del procedimiento realizado. Esto se hará con el fin de mostrar la evolución del estudio desde un inicio empírico hasta el resultado final del proyecto que se fundamentó en la teoría estadística de correlación cruzada que se explica con detalle en el marco teórico.

El primer paso de este proyecto fue la identificación de las materias primas críticas en los procesos productivos del Grupo Familia. La criticidad se midió en tres aspectos:

- Volumen de compra en dinero
- Disponibilidad de la materia prima en el mercado
- Impacto en el proceso productivo

De acuerdo a estos tres criterios, se escogieron las siguientes materias primas.

**Tabla 1.** Materias primas seleccionadas

Materia Prima	Driver	Commodity
Fibras PP	CDI PP	Polipropileno
Resinas	CDI LDPE	Polietileno
Adhesivos	CDI Butadieno	Butadieno
SAP	CDI PP	Polipropileno
TNT	CDI PP	Polipropileno
NBSK Weyerhauser	Risi NBSK USA	N/A
SBSK Arauco	Risi SBSK USA	N/A
BHKP BEK Cenibra	Risi BHKP BEK	N/A
Fluff	Risi FLUFF	N/A
IMPO	Risi SOW	N/A
FCSMURFIT BHKP	Risi BHKP	N/A

Fuente: Autoría propia

En la tabla 1 se observan las materias primas seleccionadas, acompañadas del *driver* que mide sus precios a nivel global y el *commodity* al que está relacionado su *driver*. Sin estas materias primas, la producción del Grupo Familia no sería posible. Además, las compras de éstas representan un alto porcentaje sobre las compras totales del grupo (aproximadamente el 40%).

CDI es una compañía norteamericana ([www.chemicaldata.com](http://www.chemicaldata.com)) que se dedica a hacer reportes mensuales de los precios actuales, históricos y predicciones de los sectores de petroquímicos, plásticos y petroleros. Para este trabajo, se utilizaron los reportes de polipropileno (PP), polietileno de baja densidad (LDPE) y Butadieno. Esto en lo correspondiente a las materias primas de las plantas fluff, que son las que producen pañales, protectores y toallas higiénicas.

En cuanto a los *drivers* de las plantas de papel, se utilizó como fuente la compañía Risi ([www.risiinfo.com](http://www.risiinfo.com)), la cual es líder en investigación e información de la industria de la madera y el papel. En esta, también se utilizaron varios *drivers* según el tipo de materia prima, como se puede observar en la tabla 1.

Luego de tener seleccionadas las materias primas, el siguiente paso fue sacar el historial de precios desde Enero del 2011. Esta es la fecha en la que en el Grupo Familia, se le empezó a dar especial énfasis al seguimiento de las fluctuaciones de precios de las materias primas, por lo tanto, al escoger a partir de esta fecha, se asegura que la información sea confiable y precisa. Esta información fue proporcionada por el equipo de Información de Compras a través de los reportes que le presentan a la Gerencia de Manufactura.

Con el historial de precios y los *drives* identificados, se procedió a identificar los países de procedencia de estas materias primas. Esto con el fin de poder saber qué indicadores económicos escoger. A pesar de tener procedencias distintas, incluso entre la misma materia prima, por manejar diferentes proveedores, los países comunes fueron Estados Unidos, Japón y China. Por lo tanto, los indicadores económicos a escoger serían los de dichos países.

Estados Unidos tiene un mayor peso al tener mayor número de proveedores y materias primas que los demás países. Japón lo sigue, no solo por el número de proveedores sino por la influencia que éste tiene en la industria papelera. Y por último China, que al no tener datos confiables, se decidió solo manejar un indicador de este país para evitar arrojar resultados inciertos

Inicialmente, se empezaron a trabajar diferentes indicadores sin tener mucha claridad de cómo cada uno podría relacionarse con las materias primas. Sin embargo, a medida que se fueron encontrando estos indicadores, se decidió agruparlos por tipo. Los grupos, y por ende, los indicadores escogidos fueron los que se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Indicadores económicos seleccionados

Grupo	Indicador Económico	Fuente
Indicadores comunes USA	Desempleo USA	(United States Department of Labor, 2015)
	Inflación USA	(US Inflation Calculator, 2015)
TRM y dólar	TRM Promedio Mensual	(Banco de la República, 2015)
	DXY (US Dollar Index)	(Market Watch, 2015)
Commodities	Crudo	(Index Mundi, Crude Oil (petroleum) Monthly Price - US Dollars per Barrel, 2015)
	United States Natural Gas Industrial Price (Dollars per Thousand Cubic Feet)	(US Energy Information Administration, Natural Gas, 2015)
	Price of U.S. Natural Gas Imports (Dollars per Thousand Cubic Feet)	(US Energy Information Administration, Natural Gas, 2015)
	Gold Futures End of Day Settlement Price (USD per troy ounce)	(Index Mundi, Gold Monthly Price - US Dollars per Troy Ounce, 2015)
	Polypropylene Re grind/Flakes Average Price of Offer Prices (EUR/Kg)	(Plasticker, 2015)
	Polypropylene Pellets Average Price of Offer Prices (EUR/Kg)	(Plasticker, 2015)
Bonos de tesoro USA	Treasury Bonds 10 Year	(Board of Governors of the Federal Reserve System, 2015)
	Treasury Bonds 20 Year	(Board of Governors of the Federal Reserve System, 2015)
	Treasury Bonds 30 Year	(Board of Governors of the Federal Reserve System, 2015)
Bolsas de valores	NASDAQ-100 Average Close	(Yahoo Finance, NASDAQ-100 (^NDX), 2015)
	Dow Jones Industrial Average Close	(Yahoo Finance, Dow Jones Industrial Average (^DJI), 2015)
	S&P 100 Index Close	(Yahoo Finance, S&P 100 INDEX (^OEX), 2015)
	S&P 500 Close	(Yahoo Finance, S&P 500 (^GSPC), 2015)
	NYSE Composite Close	(Yahoo Finance, NYSE COMPOSITE (DJ) (^NYA), 2015)
China	China Consumer Price Index	(National Bureau of Statistics of China, 2015)
Japón	Japan Business Composite Coincident Index	(Ycharts, Japan Business Conditions Composite Coincident Index, 2015)
	Japan Consumer Price Index	(Ycharts, Japan Consumer Price Index, 2015)
	Japan Business Composite Leading Index	(Ycharts, Japan Business Conditions Composite Leading Index, 2015)
	Japan Unemployment Rate	(Ycharts, Japan Unemployment Rate, 2015)

Fuente: Autoría propia

El siguiente paso fue buscar los valores mensuales de estos indicadores en el mismo periodo evaluado para las materias primas.

Ya teniendo ambas variables, el paso a seguir fue buscar las correlaciones entre la materia prima y cada uno de los indicadores. Este paso tuvo varias etapas, ya que se empezó de manera muy empírica hasta luego encontrar un medio teórico para resolverlo.

Una característica clara de este análisis es que posiblemente las variaciones de los indicadores no predecirían un cambio en las materias primas inmediatamente. Por el contrario, seguramente se iba a tener un desfase de tiempo antes de que esta correlación se evidenciara. Por lo tanto, una comparación sin desfase no arrojaría buenos resultados. Debido a esto, se procedió a trabajar en el primer paso.

Este primer paso, el empírico, se hizo de forma muy manual. Se graficaron cada una de las variables y manualmente se buscaron los puntos de quiebre (máximos y mínimos) donde las variables posiblemente mostraran una correlación. Al conocer estos puntos, se traslaparon las gráficas y se revisó en qué periodo estos quiebres ocurrían, moviendo los datos de la materia prima (por ser la variable dependiente) hasta este periodo. Teniendo los datos ajustados con esta diferencia, se procedió a sacar la correlación. Los resultados se cumplieron, ya que las correlaciones con desfase fueron superiores a los análisis simultáneos. Esta revisión manual se puede observar en el anexo 1.

Sin embargo, al ser una técnica manual, había alta probabilidad de error. Por lo tanto, se investigó acerca de una teoría que permitiera hacerlo de forma matemática. El resultado de esto fue la correlación cruzada, descrita en la sección anterior.

A pesar que la correlación cruzada se puede hacer con lags (desfases) positivos y negativos, para este caso solo se trabajó con lags positivos. El motivo de esto es que el valor futuro de las materias primas solo se podrá calcular con valores pasados de los indicadores económicos. El valor máximo de los lags se definió en 24, equivalente a 2 años, debido a la cantidad de datos históricos que se tenía de las materias primas.

Una vez obtenidos los datos, en Excel se calcularon las correlaciones de acuerdo a los lags definidos de la siguiente forma:

$$(X_{1+lag}:X_n)(Y_1:Y_{n-lag})$$

Donde:

$X_1$ =Variable dependiente en el periodo 1

$X_n$ = Variable dependiente en el lag n

$Y_1$ =Variable independiente en el periodo 1

$Y_n$ = Variable independiente en el lag n

n= Número de lags

lag= lag

Teniendo ya definida la forma de hallar matemáticamente la correlación cruzada, el siguiente paso fue calcular éstas en los lags 0-24.

De esta forma, se completó la tabla con las correlaciones de cada materia prima con respecto a cada uno de los indicadores económicos. Al tener estos resultados, se escogió la mayor correlación cruzada de cada uno de los indicadores y luego la mayor correlación cruzada entre todos. Este dato permitió conocer cuál indicador y en qué lag se podría predecir mejor la fluctuación de precios de cada una de las materias primas.

Vale la pena aclarar que inicialmente se estaba trabajando con el valor de cada materia prima como variable dependiente. Sin embargo, no todas estaban negociadas bajo los mismos términos, por lo cual para algunas se tenían los precios puestos en planta mientras que para otras se tenían precios FOB, CIF y CFR. Esto no permitía hacer una comparación directa, ya que algunas, al tener precios de internación, transporte, etc, desvirtuaban los resultados del ejercicio. Por lo tanto, se buscó la manera de tener unos precios comparables. Esta búsqueda llevó a encontrar que los valores negociados siempre están relacionados a un *driver*. Es decir, el valor siempre se negocia con un porcentaje por encima o debajo del *driver*, y mensualmente varía de acuerdo a la fluctuación del valor del *driver*. Por lo tanto, se decidió trabajar con los precios de los *drivers* como variable dependiente y los indicadores económicos como variables independientes.

Ya encontradas las mayores relaciones, el siguiente paso fue graficar cada uno de los resultados. Estas gráficas permiten ver de forma más clara la correlación existente entre ambas variables.

#### **4. Presentación y análisis de resultados**

Como se mencionó en el Método de Solución, el resultado final de este proyecto es la identificación de un indicador y lag por materia prima que pueda servir para predecir los cambios futuros de las materias primas analizadas.

En la tabla 3, se presentan los resultados para cada una de las materias primas. En la segunda columna se presenta el *driver* al que está relacionado su precio. Luego, el indicador con el cual se obtuvo la mayor correlación cruzada, seguido del lag en el cual este resultado se dio. Y por última la correlación cruzada obtenida en el lag de dicho indicador.

Con respecto a las máximas correlaciones, se puede observar que se encontraron 4 por encima del 0,90, 5 entre 0,85 y 0,90, 1 entre 0,80 y 0,85 y solo 1 por debajo de estos valores. Por ende, los resultados obtenidos son muy buenos (ver figura 5 del marco conceptual) ya que se encuentran altas correlaciones que permiten realizar predicciones precisas con base en los indicadores económicos definidos.

**Tabla 3.** Resultados máximas correlaciones

Materia Prima	Driver	Indicador	Lag	Máxima Correlación
Fibras	PP CDI	Treasury Bonds 10 Year	17	-0,849988598
Resinas	LDPE	Treasury Bonds 10 Year	19	-0,883514373
Adhesivos	Butadiene	NASDAQ-100 Average Close	17	-0,853801092
SAP	Propylene CDI	Gold Futures End of Day Settlement Price (USD per troy ounce)	18	0,695719063
TNT	PP CDI	Treasury Bonds 10 Year	17	-0,886368658
NBSK_WEYERHAUSER	Risi NBSK USA	Desempleo USA	16	-0,922962718
SBSK_ARAUCO	Risi SBSK USA	Treasury Bonds 10 Year	22	-0,922325626
BHKP BEK_CENIBRA	Risi	S&P 100 Index Close	20	-0,932938868
FLUFF	Risi	Dow Jones Industrial Average Close	13	0,941080166
FCSMURFIT_BHKP	Risi	Treasury Bonds 10 Year	10	-0,879859125
IMPO	Risi	Treasury Bonds 20 Year	17	0,875424146

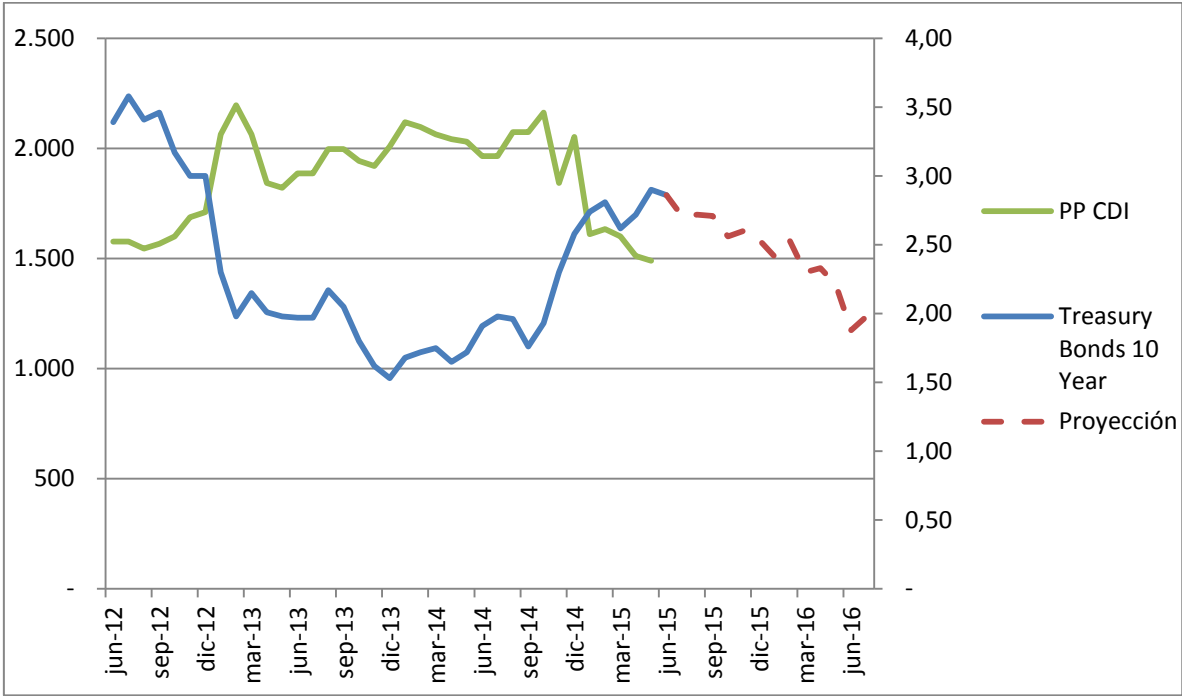
Fuente: Autoría propia

A pesar que la tabla 3 muestra claramente las altas correlaciones cruzadas, éstas se pueden ver mejor al ser graficadas. Además de graficar el periodo evaluado, también se grafica la proyección del indicador. El lag representa el desfase entre los periodos analizados de las variables. Al ser todos lags positivos, el valor presente del indicador refleja el valor futuro en el periodo equivalente al lag de la materia prima. Por lo tanto, el lag encontrado es el número de meses que se podrá predecir el comportamiento de la materia prima.

En la gráfica 3 se observan los resultados de las fibras y el TNT. Ambas materias primas pueden ser graficadas juntas, ya que tienen en común el *driver* con el cual se negocian sus precios, el PP CDI. Se puede observar de forma precisa como la correlación negativa existente se muestra a través del periodo analizado. A medida que el indicador sube, la materia prima baja y viceversa. El comportamiento, además, se puede proyectar 17 meses. Estos 17 meses

están representados por la línea intermitente roja, donde se ve la caída en el indicador, lo cual, al tener una correlación negativa, predice una subida en la materia prima en los próximos 17 meses.

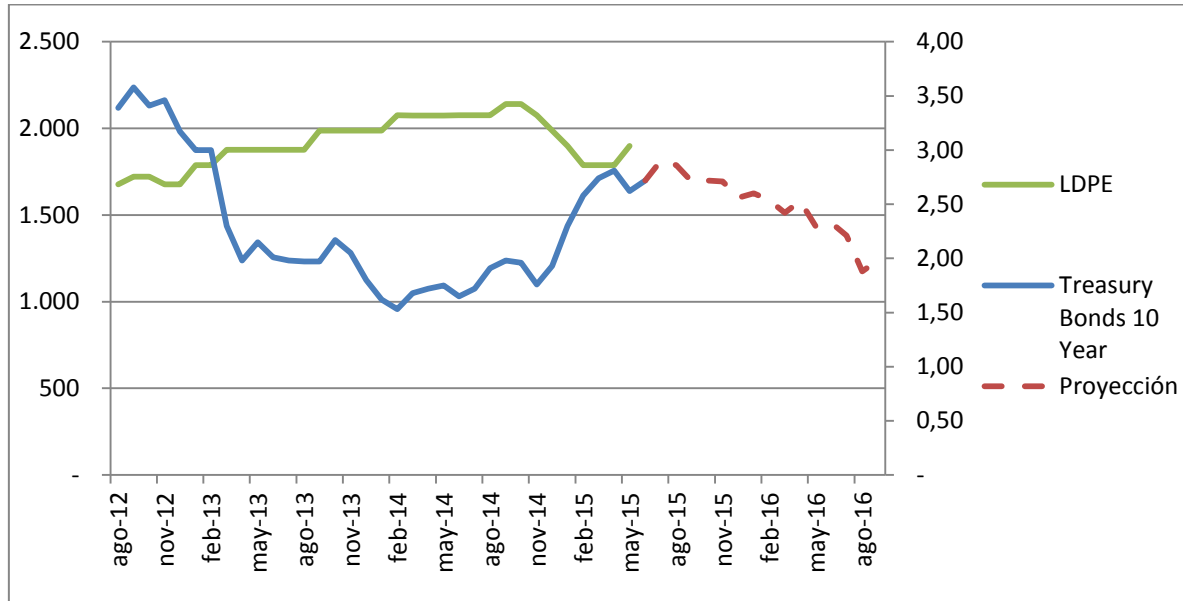
**Gráfica 3.** Resultado correlación negativa entre PP CDI y Treasury Bonds 10 Year en lag 17 para Fibras y TNT



Fuente: Autoría propia

En la gráfica 4 se ve el resultado de las resinas. Al igual que el anterior, este presenta una correlación negativa alta. Con un lag de 19, se puede predecir el comportamiento de la materia prima para los próximos 19 meses. Por lo tanto, al ver la caída del indicador, se puede predecir una subida sutil del valor de la materia prima debido a la correlación negativa entre ambos.

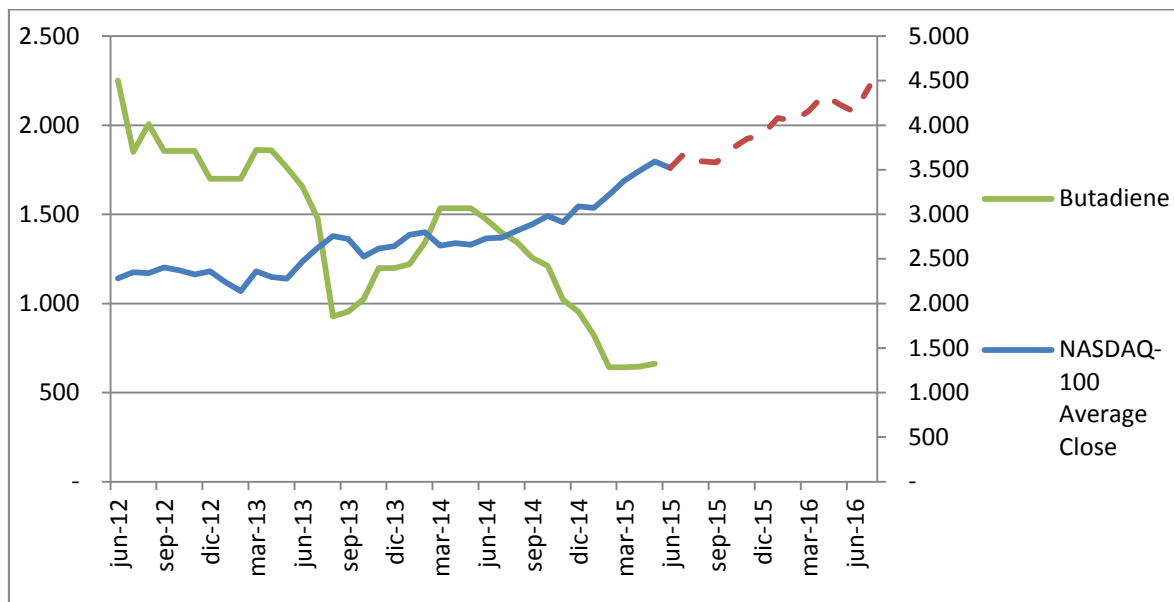
**Gráfica 4.** Resultado correlación negativa entre LDPE y Treasury Bonds 10 Year en lag 19 para Resinas



Fuente: Autoría propia

Para los adhesivos, se muestran los resultados en la gráfica 5. Se observa la correlación negativa alta a través del periodo analizado. Se puede ver cómo en algunos periodos la relación es más directa mientras que en algunos periodos de tiempo corto parece que la relación se desvirtúa un poco. Para este análisis, el lag es 17, por lo tanto, este es el número de meses que se puede predecir el comportamiento. Como el NASDAQ-100 mantiene una tendencia alcista, se puede predecir que los adhesivos tendrán una reducción en sus precios durante este periodo.

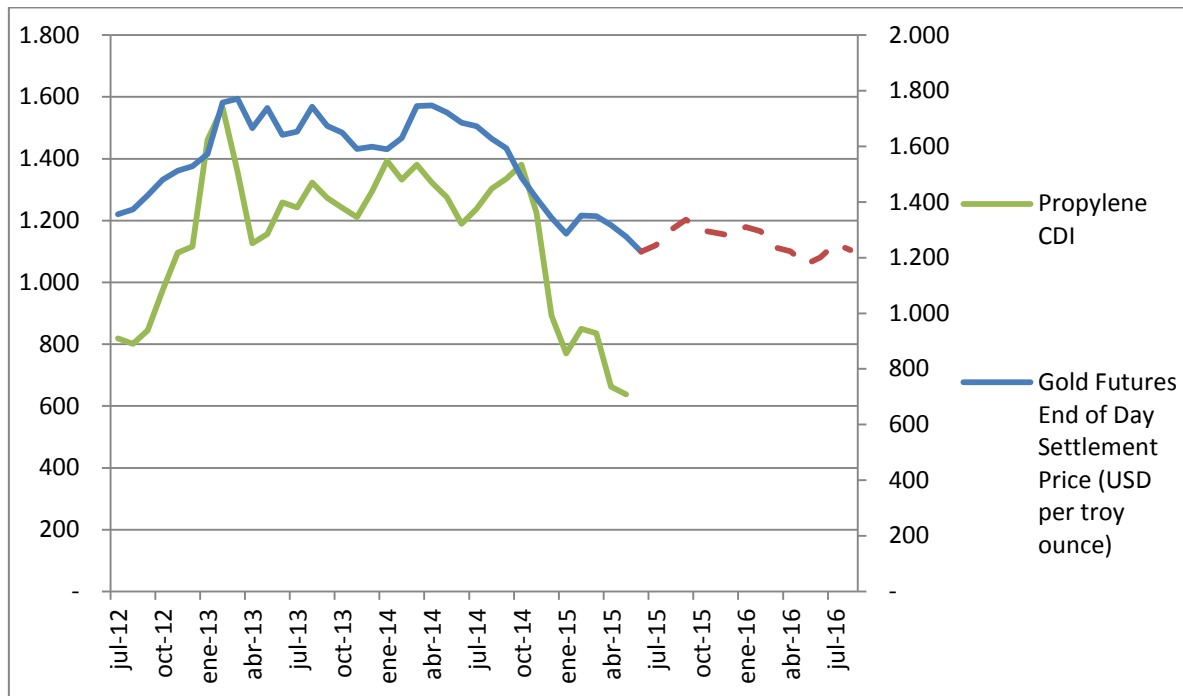
**Gráfica 5.** Resultado correlación negativa entre Butadiene y NASDAQ-100 Average Close en lag 17 para Adhesivos



Fuente: Autoría propia

El SAP, relacionado en la gráfica 6, a pesar de tener la menor correlación de todas las materias primas analizadas, muestra una tendencia muy parecida a la del oro. Posiblemente la baja correlación se debe a los periodos entre octubre 2014 y enero del 2015, donde la tendencia no se mantuvo y en vez de tener una correlación positiva, tendió más hacia una correlación negativa. El lag de 18 nos permite predecir que los precios durante este número de meses se mantendrán estables, con algunos altibajos poco representativos.

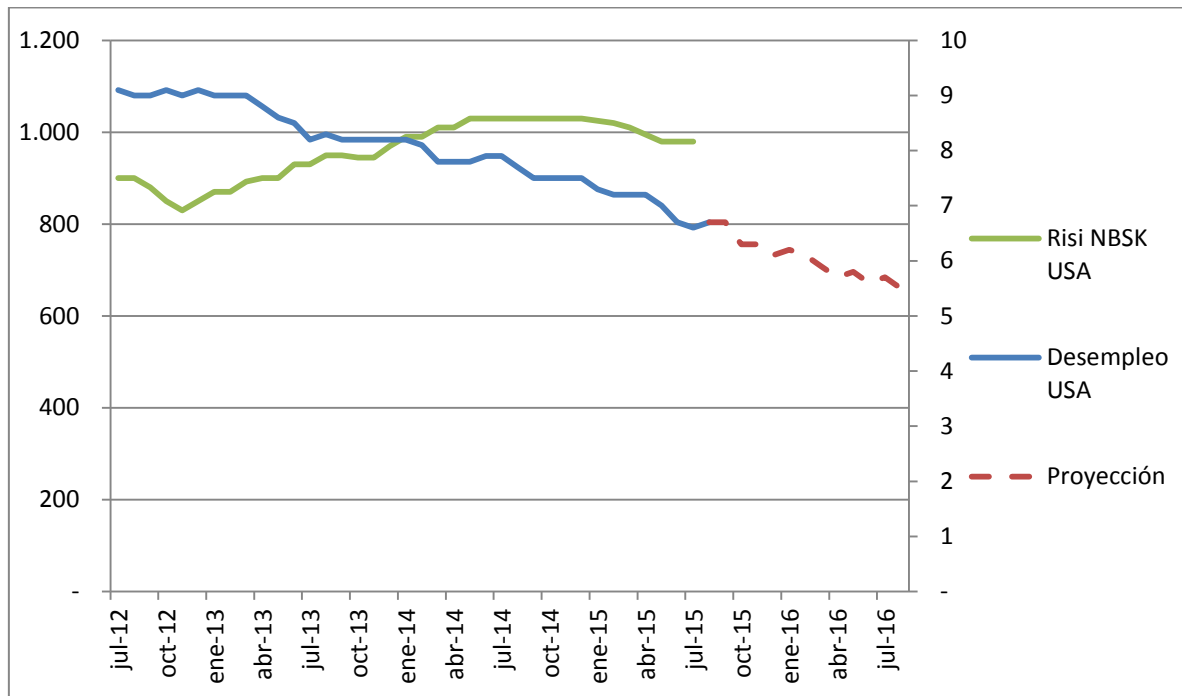
**Gráfica 6.** Resultado correlación positiva entre Propylene CDI y Gold Futures End of Day Settlement Price (USD per troy ounce) en lag 18 para SAP



Fuente: Autoría propia

La gráfica 7 presenta los resultados de la NBSK de Weyerhaeuser, donde se puede detectar de forma clara el efecto espejo de la correlación negativa existente entre ambas variables. Con un lag de 16 y una tendencia bajista del desempleo en USA, se puede predecir que el valor de esta materia prima mantendrá una leve tendencia alcista durante estos meses futuros.

**Gráfica 7.** Resultado correlación negativa entre Risi NBSK USA y Desempleo USA en lag 16 para NBSK\_Weyerhaeuser



Fuente: Autoría propia

La correlación negativa de la SBSK de Arauco es graficada a continuación (gráfica 8). No cabe duda de la estrecha relación entre ambas variables. Los próximos 22 meses tendrán un comportamiento variado. Los bonos muestran una subida en los primeros meses pero después una tendencia constante a la baja. Por lo tanto, se espera que esta materia prima baje en los próximos 4 meses pero luego repunte con alzas en los restantes 18 meses.

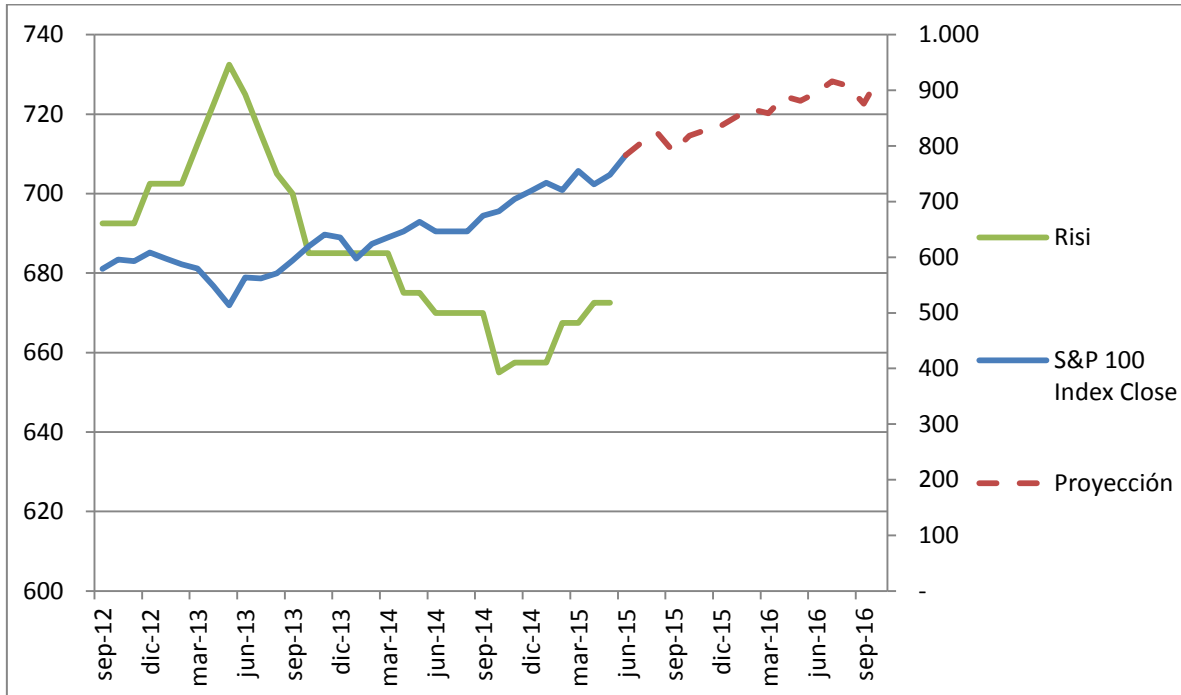
**Gráfica 8.** Resultado correlación negativa entre Risi SBSK USA y Treasury Bonds 10 Year en lag 22 para SBSK\_Arauco



Fuente: Autoría propia

Para la BHKP BEK de Cenibra (gráfica 9), a pesar de tener un periodo donde la relación no se mantiene tan cerca (diciembre 2012-septiembre 2013), esto no afecta la alta correlación que tiene con el índice S&P 100. Esto se puede ver en la gráfica a continuación. En los próximos 20 meses, el S&P 100 tendrá una tendencia alcista, por lo cual, debido a la correlación negativa entre ambos, se espera que los precios de esta materia prima en este periodo tiendan a bajar.

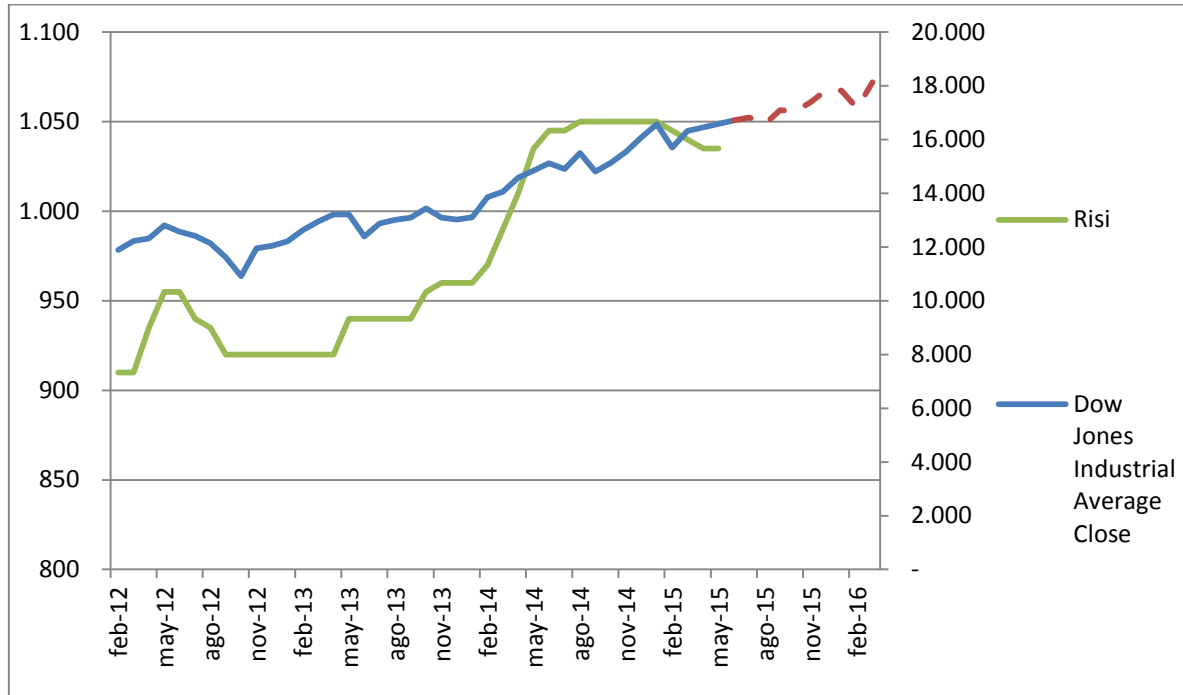
**Gráfica 9.** Resultado correlación negativa entre Risi y S&P 100 Index Close en lag 20 para BHKP BEK\_Cenibra



Fuente: Autoría propia

En Fluff la historia no cambia. Se observa en la gráfica 10 la alta correlación cruzada positiva existente entre ambas variables. En los próximos 13 meses se espera un incremento leve en los precios de la materia prima debido al incremento del índice Dow Jones Industrial.

**Gráfica 10.** Resultado correlación positiva entre Risi y Dow Jones Industrial Average Close en lag 13 para Fluff



Fuente: Autoría propia

En la FCSMURFIT\_BHKP la correlación negativa se observa inmediatamente al ver la gráfica 11. Para este análisis el lag es de 10, por lo cual se espera que en los próximos 10 meses esta materia prima tenga un incremento constante de precio.

**Gráfica 11.** Resultado correlación negativa entre Risi y Treasury Bonds 10 Year en lag 10 para FCSMURFIT\_BHKP



Fuente: Autoría propia

Impo fue una de las únicas tres materias primas que presentó correlación positiva, ya que el resto presentaron correlación negativa. Esta correlación positiva se puede observar en la gráfica 12. Debido a la disminución de los bonos de tesoro y al lag de 17, se espera que esta materia prima tenga el mismo comportamiento durante este mismo número de meses.

**Gráfica 12.** Resultado correlación positiva entre Risi y Treasury Bonds 20 Year en lag 17 para Impo



Fuente: Autoría propia

Como se pudo observar gráficamente, los resultados de la investigación fueron positivos. A pesar del gran número de variables que se tuvieron en cuenta, al final, se pudo identificar de forma contundente la relación entre cada una de las materias primas y los indicadores económicos analizados. A pesar que muchos de los resultados fueron inesperados, se logró encontrar una herramienta que servirá para predecir de manera precisa los futuros precios de las materias primas del Grupo Familia.

En la próxima tabla se presentan las predicciones de cada una de las materias primas para los periodos futuros según los resultados encontrados.

**Tabla 4.** Predicción de precios materias primas en meses futuros.

<b>Materia Prima</b>	<b>Meses de Predicción</b>	<b>Tendencia de Precio Materia Prima</b>
Fibras	17	Incrementos constantes
Resinas	19	Incrementos constantes
Adhesivos	17	Disminución constante
SAP	18	Precios relativamente estables con algunos altibajos no representativos
TNT	17	Incrementos constantes
NBSK_WEYERHAUSER	16	Incrementos constantes
SBSK_ARAUCO	22	Estabilidad en los primeros 6 meses con algunos altibajos y luego un incremento constante
BHKP BEK_CENIBRA	20	Disminución constante
FLUFF	13	Incrementos constantes
FCSMURFIT_BHKP	10	Incrementos constantes
IMPO	17	Disminución constante

Fuente: Autoría propia

## 5. Conclusiones

La predicción de precios de las materias primas se ha venido haciendo de forma empírica en el Grupo Familia por muchos años. El objetivo de este trabajo era encontrar una forma teórica que permitiera relacionar los cambios en la economía global, reflejados en indicadores económicos, a los cambios de las materias primas. Se analizaron diferentes indicadores económicos, algunos generales, otros específicos, que permiten cubrir un panorama amplio de lo que pasa a nivel global con la economía y los mercados. Los resultados ya analizados permiten concluir que el objetivo se ha alcanzado.

Diez de las 11 materias primas seleccionadas encontraron correlaciones cruzadas por encima del 0,80 con alguno de los indicadores analizados. Estas correlaciones tan altas permiten concluir que existe una alta relación (ver figura 5 del marco conceptual) entre los comportamientos de estos indicadores y las fluctuaciones de precios de las materias primas en los lags encontrados.

Como se mencionó anteriormente, el tener lags altos permite predecir el comportamiento futuro por muchos meses (periodos). Esto es muy importante ya que se podrán tener en cuenta estas proyecciones, no solo para negociaciones próximas sino para los presupuestos que se hagan para los próximos años. Además, se tendrá información con suficiente tiempo para reaccionar ante cambios en el mercado.

Sorpresivamente, a pesar que muchos *drives* de los que se analizaron son derivados del petróleo, ninguna materia prima tuvo una alta correlación cruzada con los precios del crudo. Por el contrario, algunas tuvieron una alta correlación con otros *commodities* no relacionados o con indicadores económicos específicos de la economía norteamericana. Los indicadores analizados de Japón y el de China no tuvieron mayor influencia, ya que ninguno obtuvo altas correlaciones.

El Grupo Familia queda entonces con una herramienta funcional para poder predecir el comportamiento futuro de sus principales materias primas. Su uso es muy sencillo. En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos. El lag representa el desfase entre ambas variables, lo cual implica que el valor de la materia prima de hoy está correlacionado con el valor del

indicador económico hace  $n$  periodos. El valor  $n$  es el lag en el cual se encontró la mayor correlación. De esta forma, cuando se tengan las bases de datos, lo que se debe hacer es desplazar una de las variables este número  $n$  para que se pueda encontrar y graficar la correlación.

Adicional a esto, se le entregará al Grupo la investigación completa, donde se tendrán todas las correlaciones. Esto le permitirá a la compañía comparar varias correlaciones por materia prima en caso que quiera validar la información encontrada.

Se propone hacer un seguimiento trimestral del comportamiento real vs la predicción para poder validar la precisión del modelo y hacer los ajustes necesarios en caso que el modelo no esté dando los resultados esperados. Para el análisis final solo se presentó un indicador por *driver*, sin embargo, se debe recordar que el cálculo arrojó tres posibles indicadores por *driver* (los que mayor correlación tuvieron). Por lo tanto, este seguimiento permitirá cambiar de indicador económico en caso de ser necesario y mantener una correlación muy parecida al original.

La globalización y la tecnología han permitido que las economías cada vez estén más relacionadas. Los resultados de esta investigación lo demuestran, ya que se encontraron relaciones entre variables que no tienen una relación directa pero que finalmente terminan teniendo unas altas correlaciones cruzadas con sus respectivos lags.

## 6. Referencias

- Análisis Bancolombia. (2015). *Observador Semanal 24 de Julio 2015*. Bogotá.
- Banco de la República. (2015). *Tasa de cambio del peso colombiano (TRM)*. Obtenido el 6 de Agosto del 2015 de <http://www.banrep.gov.co/es/trm>
- Behar Villegas, E. (11 de 4 de 2015). ¿Por qué baja el precio del petróleo cuando sube el dólar? *El Tiempo*. Obtenido el 22 de Julio del 2014 de <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/por-que-baja-el-precio-del-petroleo-cuando-sube-el-dolar/15554436>
- Board of Governors of the Federal Reserve System. (2015). *Historical Data*. Obtenido el 18 de Febrero de <http://www.federalreserve.gov/releases/h15/data.htm>
- Borensztein, E., & Reinhart, C. M. (Junio de 1994). The Macroeconomic Determinants of Commodity Prices. *Staff Papers - International Monetary Fund*, 41(2), 236-261.
- Cao-Alvira, J. J., & Ronderos-Torres, C. (Mayo de 2011). Commodity and Non-Commodity Trade Dynamics in Colombia. *Revista De Globalización, Competitividad & Gobernabilidad*, 5(2), 86-105.
- Court, E., & Rengifo, E. (2011). *Estadística y Econometría Financiera* (1 ed.). Buenos Aires: Cengage Learning Argentina.
- Guevara Díaz, J. M. (2014). Uso Correcto de la Correlación Cruzada en Climatología: El Caso de la Presión Atmosférica Entre Taití y Darwin. *Terra Nueva*, 47, 79-102.
- Index Mundi. (2015). *Crude Oil (petroleum) Monthly Price - US Dollars per Barrel*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=crude-oil&months=60>
- Index Mundi. (2015). *Gold Monthly Price - US Dollars per Troy Ounce*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=gold&months=60>
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2012). *Estadística Aplicada a los Negocios y la Economía* (15 ed.). (M. D. Obón León, & J. León Cárdenas, Trads.) México D.F., México: McGraw-Hill.
- López Caballero, J. M. (25 de Julio de 2014). La economía no debería ser solo indicadores macroeconómicos. *Dinero*(450), 102.

- Market Watch. (2015). *U.S. Dollar Index (DXY)*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://www.marketwatch.com/investing/index/dxy/charts?chartType=interactive&countryCode=US>
- Martínez Bencardino, C. (2011). *Estadística Básica Aplicada* (4 ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Martínez Bencardino, C. (2012). *Estadística y Muestreo* (13 ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- National Bureau of Statistics of China. (2015). *Indicators*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://data.stats.gov.cn/english/easyquery.htm?cn=A01>
- Ocampo, J. A. (Abril de 2009). Impactos de la crisis financiera mundial sobre América Latina. *De la Cepal*(97), 9-32.
- Otros autores. (8 de Agosto de 2014). El verdadero poder. *Dinero*(451), 40-45.
- Ott, R., & Longnecker, M. (2010). *An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis* (Sexta ed.). Canadá: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Pérez, G., Duarte, L., & Blanco, M. (Diciembre de 2013). El conocimiento en la economía global y colombiana. *Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 21(2), 97-114.
- Plasticker. (2015). *Raw Materials & Prices*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de [http://plasticker.de/preise/preise\\_monat\\_single\\_en.php](http://plasticker.de/preise/preise_monat_single_en.php)
- United States Department of Labor. (2015). *Labor Force Statistics from the Current Population Survey*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://data.bls.gov/timeseries/LNS14000000>
- US Energy Information Administration. (2015). *Natural Gas*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n3035us3m.htm>
- US Energy Information Administration. (2015). *Natural Gas*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://www.eia.gov/dnav/ng/hist/n9100us3m.htm>
- US Inflation Calculator. (2015). *Historical Inflation Rates: 1914-2015*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <http://www.usinflationcalculator.com/inflation/historical-inflation-rates/>
- Wackerly, D. D., Mendenhall III, W., & Scheaffer, R. L. (2010). *Estadística Matemática con Aplicaciones* (Séptima ed.). (S. R. Cervantes González, Ed., & J. H. Romo Muñoz, Trad.) México D.F., México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Yahoo Finance. (2015). *Dow Jones Industrial Average (^DJI)*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de

<https://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EDJI&a=00&b=1&c=2011&d=06&e=30&f=2014&g=m>

Yahoo Finance. (2015). *NASDAQ-100 (^NDX)*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <https://finance.yahoo.com/q/hp?a=00&b=1&c=2011&d=06&e=30&f=2014&g=m&s=%5ENDX%2C+&ql=1>

Yahoo Finance. (2015). *NYSE COMPOSITE (DJ) (^NYA)*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <https://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5ENYA&a=00&b=1&c=2011&d=06&e=30&f=2014&g=m>

Yahoo Finance. (2015). *S&P 100 INDEX (^OEX)*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <https://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EOEX&a=00&b=1&c=2011&d=06&e=30&f=2014&g=m>

Yahoo Finance. (2015). *S&P 500 (^GSPC)*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de <https://finance.yahoo.com/q/hp?s=%5EGSPC&a=00&b=1&c=2011&d=06&e=30&f=2014&g=m>

Ycharts. (2015). *Japan Business Conditions Composite Coincident Index*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de [https://ycharts.com/indicators/japan\\_business\\_conditions\\_composite\\_coincident\\_index](https://ycharts.com/indicators/japan_business_conditions_composite_coincident_index)

Ycharts. (2015). *Japan Business Conditions Composite Leading Index*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de [https://ycharts.com/indicators/japan\\_business\\_conditions\\_composite\\_leading\\_index](https://ycharts.com/indicators/japan_business_conditions_composite_leading_index)

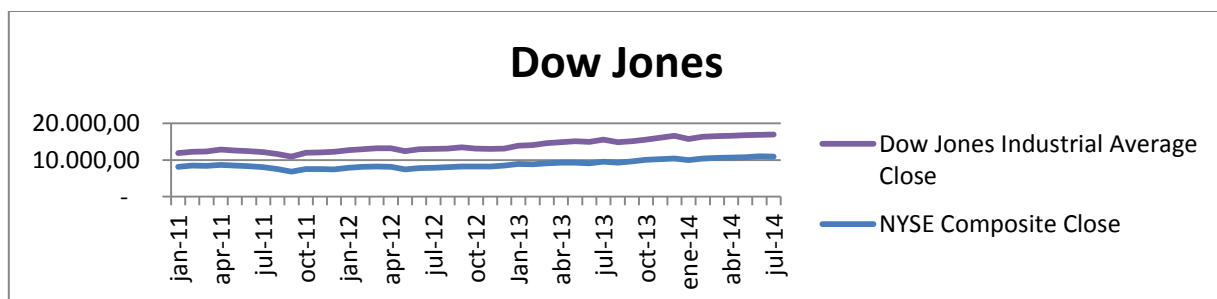
Ycharts. (2015). *Japan Consumer Price Index*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de [https://ycharts.com/indicators/japan\\_consumer\\_price\\_index](https://ycharts.com/indicators/japan_consumer_price_index)

Ycharts. (2015). *Japan Unemployment Rate*. Obtenido el 18 de Febrero del 2015 de [https://ycharts.com/indicators/japan\\_unemployment\\_rate](https://ycharts.com/indicators/japan_unemployment_rate)

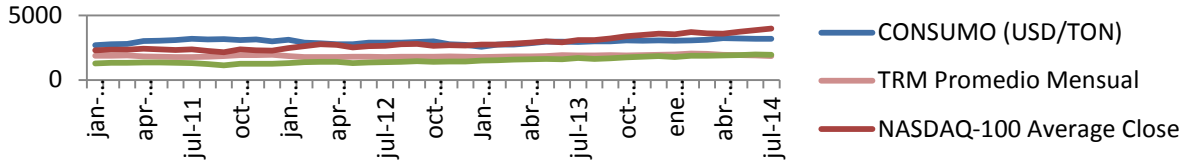
Zalgiryte, L., Guzavicius, A., & Tamulis, V. (2014). Stock Market and Economic Growth in the U.S. & France: Evidence from Stock Market Sector Indices. *Engineering Economics*, 25(1), 47-53.

## Anexo 1. Verificación manual de correlaciones a través de gráficas

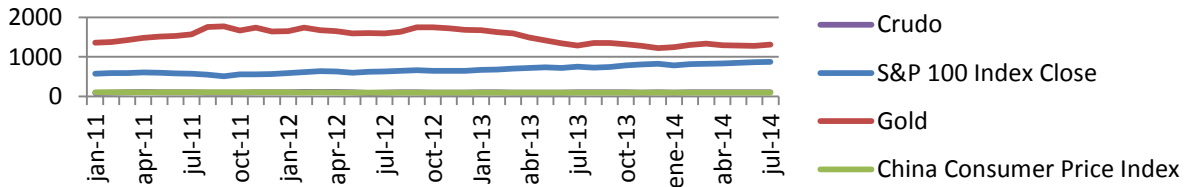
	CONSUMO (USD/TON)	VARIACIÓN	Desempleo USA	Inflación USA	Crudo	Treasury Bonds 10 Year	Treasury Bonds 20 Year	Treasury Bonds 30 Year
jan-11	2680	N/A	9,1	1,6				
feb-11	2765	3,14%	9	2,1				
mar-11	2788	0,84%	9	2,7				
apr-11	3018	8,26%	9,1	3,2				
may-11	3025	0,21%	9	3,6				
jun-11	3078	1,76%	9,1	3,6				
jul-11	3195	3,79%	9	3,6		3,39	4,28	4,52
aug-11	3130	-2,03%	9	3,8	92,66	3,58	4,42	4,65
sep-11	3147	0,56%	9	3,9	97,73	3,41	4,27	4,51
oct-11	3083	-2,02%	8,8	3,5	108,65	3,46	4,28	4,50
nov-11	3126	1,38%	8,6	3,4	116,32	3,17	4,01	4,29
dec-11	2993	-4,27%	8,5	3	108,18	3,00	3,91	4,23
jan-12	3104	3,71%	8,2	2,9	105,85	3,00	3,95	4,27
feb-12	2877	-7,30%	8,3	2,9	107,88	2,30	3,24	3,65
mar-12	2842	-1,21%	8,2	2,7	100,45	1,98	2,83	3,18
apr-12	2756	-3,04%	8,2	2,3	100,83	2,15	2,87	3,13
may-12	2771	0,56%	8,2	1,7	99,92	2,01	2,72	3,02
jun-12	2892	4,37%	8,2	1,7	105,36	1,98	2,67	2,98
jul-12	2881	-0,39%	8,2	1,4	104,26	1,97	2,70	3,03
aug-12	2891	0,33%	8,1	1,7	106,89	1,97	2,75	3,11
sep-12	2936	1,56%	7,8	2	112,7	2,17	2,94	3,28
oct-12	2995	2,03%	7,8	2,2	117,79	2,05	2,82	3,18
nov-12	2756	-7,98%	7,8	1,8	113,75	1,80	2,53	2,93
dec-12	2724	-1,18%	7,9	1,7	104,16	1,62	2,31	2,70
Jan-13	2569	-5,68%	7,9	1,6	90,73	1,53	2,22	2,59
feb-13	2740	6,66%	7,7	2	96,75	1,68	2,40	2,77
mar-13	2746	0,19%	7,5	1,5	105,28	1,72	2,49	2,88
abr-13	2830	3,07%	7,5	1,1	106,32	1,75	2,51	2,90
may-13	2970	4,95%	7,5	1,4	103,39	1,65	2,39	2,80
jun-13	2960	-0,34%	7,5	1,8	101,17	1,72	2,47	2,88
jul-13	2935	-0,84%	7,3	2	101,17	1,91	2,68	3,08
ago-13	2974	1,33%	7,2	1,5	105,04	1,98	2,78	3,17
sep-13	2998	0,80%	7,2	1,2	107,66	1,96	2,78	3,16
oct-13	3055	1,90%	7,2	1	102,61	1,76	2,55	2,93
nov-13	3045	-0,32%	7	1,2	98,85	1,93	2,73	3,11
dic-13	3057	0,41%	6,7	1,5	99,35	2,30	3,07	3,40
ene-14	3047	-0,34%	6,6	1,6	99,74	2,58	3,31	3,61
feb-14	3066	0,62%	6,7	1,1	105,21	2,74	3,49	3,76
mar-14	3106	1,31%	6,7	1,5	108,06	2,81	3,53	3,79
abr-14	3242	4,39%	6,3	2	108,78	2,62	3,38	3,68
may-14	3205	-1,15%	6,3	2,1	105,46	2,72	3,50	3,80
jun-14	3180	-0,79%	6,1	2,1	102,58	2,90	3,63	3,89
jul-14	3180	0,01%	6,2	2	105,49	2,86	3,52	3,77
<b>Coefficiente de Correlación</b>			<b>-0,299052779</b>	<b>0,339327276</b>	<b>0,20802813</b>	<b>0,750742628</b>	<b>0,745294886</b>	<b>0,747514877</b>



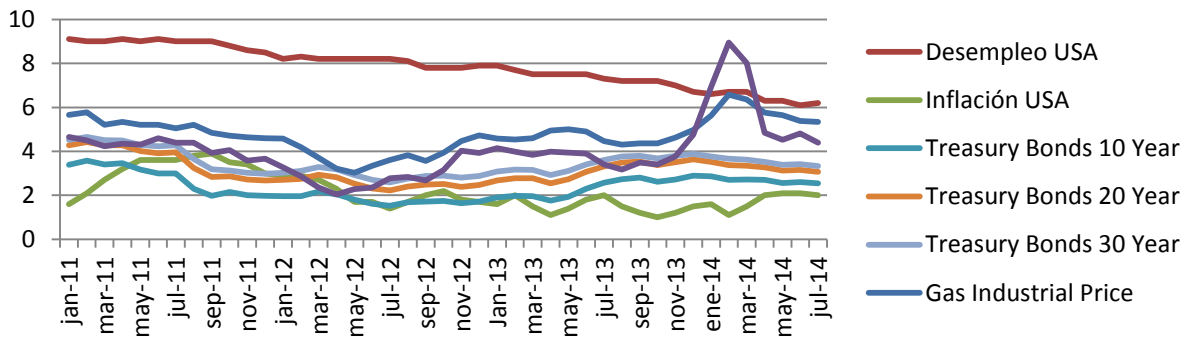
## Precio y TRM



## Crudo



## Todos



## **Anexo 2. Cálculo por método de correlación cruzada**

Columna1	FIBRAS PP		Indicadores Comunes		TRM y Dólar	
	CONSUMO (USD/TON)	VARIACIÓN	Desempleo USA	Inflación USA	TRM Promedio Mensual	DXY (US Dollar Index)
jan-11	2680	N/A	9,1	1,6	1.866,64	77,59
feb-11	2765	3,14%	9	2,1	1.882,61	76,92
mar-11	2788	0,84%	9	2,7	1.884,38	76,06
apr-11	3018	8,26%	9,1	3,2	1.812,77	73,03
may-11	3025	0,21%	9	3,6	1.801,65	74,55
jun-11	3078	1,76%	9,1	3,6	1.782,54	74,52
jul-11	3195	3,79%	9	3,6	1.761,75	73,75
aug-11	3130	-2,03%	9	3,8	1.785,04	74,24
sep-11	3147	0,56%	9	3,9	1.836,15	78,80
oct-11	3083	-2,02%	8,8	3,5	1.910,38	76,53
nov-11	3126	1,38%	8,6	3,4	1.918,21	78,37
dec-11	2993	-4,27%	8,5	3	1.934,08	80,21
jan-12	3104	3,71%	8,2	2,9	1.852,12	79,35
feb-12	2877	-7,30%	8,3	2,9	1.783,56	78,74
mar-12	2842	-1,21%	8,2	2,7	1.766,34	78,95
apr-12	2756	-3,04%	8,2	2,3	1.775,06	78,79
may-12	2771	0,56%	8,2	1,7	1.793,28	83,23
jun-12	2892	4,37%	8,2	1,7	1.792,63	81,60
jul-12	2881	-0,39%	8,2	1,4	1.784,43	82,71
aug-12	2891	0,33%	8,1	1,7	1.806,34	81,21
sep-12	2936	1,56%	7,8	2	1.803,18	79,99
oct-12	2995	2,03%	7,8	2,2	1.804,97	79,92
nov-12	2756	-7,98%	7,8	1,8	1.820,29	80,15
dec-12	2724	-1,18%	7,9	1,7	1.793,94	79,77
Jan-13	2569	-5,68%	7,9	1,6	1.770,01	79,12
feb-13	2740	6,66%	7,7	2	1.791,48	81,95
mar-13	2746	0,19%	7,5	1,5	1.809,89	83,07
abr-13	2830	3,07%	7,5	1,1	1.829,96	81,75
may-13	2970	4,95%	7,5	1,4	1.850,12	83,38
jun-13	2960	-0,34%	7,5	1,8	1.909,50	83,14
jul-13	2935	-0,84%	7,3	2	1.900,59	81,45
ago-13	2974	1,33%	7,2	1,5	1.903,66	82,09
sep-13	2998	0,80%	7,2	1,2	1.919,40	80,22
oct-13	3055	1,90%	7,2	1	1.885,91	80,19
nov-13	3045	-0,32%	7	1,2	1.922,14	80,68
dic-13	3057	0,41%	6,7	1,5	1.934,08	80,04
ene-14	3047	-0,34%	6,6	1,6	1.960,41	81,25
feb-14	3066	0,62%	6,7	1,1	2.040,51	79,78
mar-14	3106	1,31%	6,7	1,5	2.022,19	80,11
abr-14	3242	4,39%	6,3	2	1.939,27	79,51
may-14	3205	-1,15%	6,3	2,1	1.915,46	80,39
jun-14	3180	-0,79%	6,1	2,1	1.888,10	79,78
jul-14	3180	0,01%	6,2	2	1.858,40	81,46
<b>COEFICIENTE DE CORRELACIÓN POR LAGS</b>						
Lag 0			-0,299052779	0,339327276	0,4359494	-0,215001503
Lag 1			-0,231854838	0,248639742	0,52647445	-0,262823106
Lag 2			-0,178003688	0,159537517	0,525586142	-0,266556666
Lag 3			-0,137320557	0,048077966	0,487909932	-0,301882534
Lag 4			-0,152820134	-0,033105808	0,429459211	-0,253686419
Lag 5			-0,199372889	-0,142917386	0,396817493	-0,24374609
Lag 6			-0,254395784	-0,217319165	0,412074385	-0,191263667
Lag 7			-0,337352729	-0,300800206	0,462312192	-0,085193452
Lag 8			-0,405864267	-0,37835002	0,55104042	0,054576972
Lag 9			-0,462462676	-0,47157427	0,598736301	0,247750472
Lag 10			-0,494773418	-0,553228242	0,591362712	0,398287762
Lag 11			-0,571210126	-0,611210348	0,35908447	0,486398524
Lag 12			-0,592286265	-0,654325046	0,058394949	0,523402006
Lag 13			-0,701932646	-0,631141175	-0,337776441	0,557224987
Lag 14			-0,730303524	-0,645294798	-0,603191568	0,488856726
Lag 15			-0,763785659	-0,672096035	-0,645187103	0,508922062
Lag 16			-0,795037628	-0,737376299	-0,465224428	0,544831314
Lag 17			-0,822307128	-0,785109874	-0,247489042	0,666784768
Lag 18			-0,850895145	-0,764153559	-0,105443526	0,67995932
Lag 19			-0,882531275	-0,73920075	-0,004779976	0,771892293
Lag 20			-0,846557522	-0,690075352	-0,063039519	0,82979017
Máximo	Máximo		-0,137320557	0,339327276	0,598736301	0,82979017
Mínimo	Mínimo		-0,882531275	-0,785109874	-0,645187103	-0,301882534
Máximo Absoluto	Máximo		0,882531275	0,785109874	0,645187103	0,82979017
Lag	Lag		19	17	15	20