



EL COLEGIO DE MÉXICO
CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS

MAESTRÍA EN ECONOMÍA

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRO EN ECONOMÍA

**Medición de la Incertidumbre en México:
Una Aproximación Basada en Análisis de Texto**

Juan Pablo Hernández Reyes

Promoción 2018-2020

Asesor:

Raymundo Campos Vázquez

JUNIO 2020

Resumen

Se construyen indicadores de incertidumbre por política económica, mediante el análisis de texto de artículos periodísticos para México. Utilizando la metodología propuesta por Azqueta-Gavaldón (2017), la cual se basa en la medición de la cobertura relativa de los artículos periodísticos, se crean cuatro indicadores temáticos (Política Monetaria, Política Fiscal, Política Comercial y Riesgo Político) y uno de incertidumbre por Política Económica en general, para el periodo enero 1993 - mayo 2020. Esta metodología se fundamenta en un algoritmo de clasificación no supervisado conocido como *Latent Dirichlet Allocation* (LDA).

Se encuentra que los picos de incertidumbre son consistentes con eventos históricos clave, como la crisis económica de 1994-1995, la gran recesión de 2008 o la reciente crisis por COVID-19. El pico de incertidumbre más alto ocurrió por la crisis económica de 1994-1995. Mientras que el más persistente ha sido el actual, afectado entre otras cosas por la pandemia de COVID-19. El pico de incertidumbre ocasionado por la pandemia, comienza en enero de 2020 y ha tenido su punto más alto el mes de marzo de este mismo año. Respecto a la relación de la incertidumbre con variables macroeconómicas. Se observan efectos negativos y persistentes en el ciclo económico, negativos de corto plazo en la inversión y positivos en la tasa de interés. También, se encuentra que la incertidumbre por política fiscal tiene efectos con una magnitud ligeramente mayor sobre el ciclo económico y la inversión, respecto a los otros indicadores de incertidumbre. Por otro lado, el comportamiento de los mercados financieros es el único factor que tiene efectos significativos (negativos) sobre la incertidumbre.

Índice general

Introducción	1
1. Revisión de la Literatura	4
1.1. Medición de la incertidumbre	4
1.2. Causas y Efectos de la Incertidumbre	6
1.2.1. Causas	6
1.2.2. Efectos	7
2. Construcción de los Índices de Incertidumbre Política	9
2.1. Construcción del Corpus	10
2.2. Pre-proceso y Vectorización	10
2.3. Modelo de Clasificación	12
2.4. Construcción de los Índices	15
3. Análisis de la Incertidumbre Política	18
3.1. Estadística Descriptiva	18
3.1.1. Picos de Incertidumbre	19
3.1.2. La Incertidumbre por COVID-19	24
3.2. Vectores Autorregresivos	27
Conclusiones	36

Índice de cuadros

2.1. Tópicos Modelados	14
3.1. Estadística Descriptiva	19
3.2. Matriz de Correlaciones	19
3.3. Picos de Incertidumbre General	20
3.4. Picos de Incertidumbre en Política Monetaria	21
3.5. Picos de Incertidumbre en Política Fiscal	22
3.6. Picos de Incertidumbre en Política Comercial	23
3.7. Picos de Incertidumbre en Riesgo Político	23
3.8. Observaciones Máximas	24
3.9. Definición de las Variables Endógenas para los Modelos VAR	27
3.10. Causalidad Granger (1)	28
3.11. Causalidad Granger (2)	28

Índice de figuras

2.1. Esquema de LDA	13
2.2. Incertidumbre General	15
2.3. Política Monetaria	16
2.4. Política Fiscal	16
2.5. Política Comercial	17
2.6. Riesgo Político	17
3.1. Índices de Incertidumbre Normalizados	25
3.2. Índice Diario de Incertidumbre por COVID-19	26
3.3. Respuestas ante un impulso de INCERT	30
3.4. Respuestas ante un impulso de INCERT _m	30
3.5. Respuestas ante un impulso de INCERT _f	31
3.6. Respuestas ante un impulso de INCERT _c	31
3.7. Respuestas ante un impulso de INCERT _p	32
3.8. Respuestas de INCERT ante diferentes Impulsos	33
3.9. Respuestas de INCERT _m ante diferentes Impulsos	33
3.10. Respuestas de INCERT _f ante diferentes Impulsos	34
3.11. Respuestas de INCERT _c ante diferentes Impulsos	34
3.12. Respuestas de INCERT _p ante diferentes Impulsos	35

Introducción

A raíz de la crisis financiera global de 2008, se ha incrementado sustancialmente el interés respecto a los efectos económicos de la incertidumbre, tanto para los organismos tomadores de decisiones, como en la literatura académica. Un problema clave que se enfrenta en la investigación aplicada tiene que ver con la medición. La incertidumbre es un concepto amorfo y no observable. Una definición concreta de incertidumbre siempre estará en función del área de estudio que se esté considerando, por lo que sus orígenes pueden estar en factores micro o macroeconómicos, financieros o en factores totalmente no económicos como epidemias o guerras.

En la literatura empírica reciente, se han desarrollado numerosas alternativas para aproximar una medición precisa de la incertidumbre. Este desarrollo se puede atribuir a factores como la creciente disponibilidad de información, el desarrollo de sofisticadas técnicas estadísticas y probabilísticas, o al incremento en la capacidad de cómputo que se ha desarrollado en los últimos años. De entre todas las aproximaciones que se han creado (las cuales se basan, por ejemplo, en mediciones de dispersión, errores de pronóstico o estimaciones de volatilidad implícita), las mediciones basadas en texto son particularmente interesantes por la flexibilidad que ofrecen.

En el trabajo seminal de Baker et al. (2016) se propone aproximar la incertidumbre, particularmente la incertidumbre por política económica, a partir de la cobertura relativa de las notas periodísticas sobre diferentes tópicos. El supuesto de fondo es que si, por ejemplo, se comienzan a publicar muchos artículos sobre inflación y tasas de interés, eso es un indicador de que existe incertidumbre respecto a la política monetaria. Bajo esta idea, intuitivamente simple, Baker et al. (2016) desarrollan una gran cantidad de indicadores. Para EEUU crean índices de incertidumbre a diferentes frecuencias (diarias y mensuales), para diferentes tópicos específicos (política fiscal, monetaria, etcétera) y para diferentes países. Actualmente, gracias a la flexibilidad que ofrece esta aproximación, otros autores han desarrollado indicadores similares para temas específicos y mejorado los indicadores

para países en particular. Por su parte, Baker et al. (2016) también han extendido su trabajo original. Actualmente, en su página de internet¹ cuentan con indicadores de incertidumbre para 24 países, entre ellos México, y para distintos temas.

El objetivo principal de esta investigación es contribuir al desarrollo de la medición de incertidumbre basada en texto, mediante la construcción índices para México. Se crean cuatro indicadores temáticos (Política Monetaria, Política Fiscal, Política Comercial y Riesgo Político) y uno de incertidumbre por política económica en general. Se sigue la metodología propuesta por Azqueta-Gavaldón (2017), la cual aproxima la incertidumbre a partir de la medición de la cobertura relativa de los artículos periodísticos. Esta metodología se fundamenta en un algoritmo de clasificación no supervisado conocido como *Latent Dirichlet Allocation* (LDA). El resultado son cinco series de tiempo mensuales para el periodo enero 1993 – mayo 2020.

Actualmente, la única medición de incertidumbre basada en texto para México es la que presentan Baker et al. (2016) en su página de internet, la cual tiene limitaciones importantes. La principal de ellas es que hay una sola serie de incertidumbre general, no hay indicadores temáticos. Además, solamente cubre el periodo enero 1996 – septiembre 2019². Es decir, no se cubre un periodo clave para México que fue la crisis económica de 1994-95, el cual puede servir como punto de comparación para otros periodos, y se encuentra desactualizado, en un periodo de alta incertidumbre como el actual. Además de importantes diferencias metodológicas, los indicadores que se construyen aquí corrigen las limitaciones mencionadas.

Al analizar los indicadores creados, se encuentra que los picos de incertidumbre en los indicadores son consistentes con eventos históricos clave, como la crisis económica de 1994-1994, la gran recesión de 2008, el atentado terrorista a las torres gemelas de 2001 o la reciente pandemia por COVID-19. El pico de incertidumbre ocasionado por esta última crisis (la cual se sigue viviendo), ha influido principalmente sobre la incertidumbre en política fiscal. También se hace un análisis especial para el pico de incertidumbre de la pandemia por COVID-19. Se encuentra que el efecto de la pandemia se comenzó a observar a finales de enero de 2020 y ha alcanzado su punto más alto el mes de marzo del mismo año.

¹<http://www.policyuncertainty.com/>

²Última consulta hecha el 27 de Mayo de 2020

Una segunda aportación importante, tiene que ver con la estimación de los efectos que tiene la incertidumbre en la economía mexicana. La literatura empírica al respecto para México es muy escasa. Se encuentra que la incertidumbre tiene efectos contracíclicos y persistentes en la producción, negativos de corto plazo sobre la inversión y positivos sobre la tasa de interés. También se encuentra que la incertidumbre por política fiscal tiene efectos con una magnitud ligeramente mayor sobre el ciclo económico, en comparación con los otros indicadores de incertidumbre. Por otro lado, tomando a la incertidumbre como variable dependiente, se encuentra que el único que el comportamiento de los mercados financieros es el único factor que tiene efectos significativos (negativos). Sin embargo, toda esta evidencia debe tomarse con cautela ya que los modelos VAR estimados son más un ejercicio estadístico que una estrategia de identificación causal rigurosa.

Posterior a esta introducción, en el capítulo uno se revisan dos tipos de literatura: las aproximaciones utilizadas para medir incertidumbre y la literatura teórica que analiza los efectos y las causas de la incertidumbre. En el capítulo dos se explica la metodología utilizada para la creación de los indicadores. En el capítulo tres se presentan y discuten los resultados de la construcción de los índices y de las relaciones macroeconómicas estimadas. Finalmente, hay una sección donde se concluye y se discuten las limitaciones de esta investigación.

Capítulo 1

Revisión de la Literatura

1.1. Medición de la incertidumbre

A nivel teórico, existe una distinción entre los conceptos de riesgo e incertidumbre. Enfrentamos riesgo cuando no sabemos el resultado de cierto fenómeno aleatorio, pero conocemos la probabilidad con la que ocurrirán los eventos, o al menos tenemos una idea convincente. Por otro lado, la incertidumbre es la falta de habilidad de los agentes económicos, no solo para saber lo que va a pasar, sino para asignar probabilidades a los eventos (Knight, 1921). A pesar de que esta diferencia pueda tener implicaciones teóricas importantes, en la práctica es demasiado sutil como para observarse en los datos. Por lo tanto, siguiendo la literatura reciente sobre medición de la incertidumbre, no diferenciamos entre ambos conceptos. Pensamos en la incertidumbre como la incapacidad de los agentes económicos para pronosticar eventos futuros. Bajo esa definición tan general, y en particular a raíz de la gran recesión, se han desarrollado distintas aproximaciones para medir incertidumbre, cada una de ellas pensada para un contexto diferente. Algunas de estas aproximaciones se basan en: incertidumbre financiera, incertidumbre a nivel microeconómico, pronóstico macroeconómico, encuestas y análisis de texto (Ferrara et al., 2018).

Las aproximaciones más comunes son aquellas que se basan en variables financieras. En esta categoría, la variable más utilizada es el VIX, junto con el VXO (Bloom, 2009). También se utilizan estimaciones econométricas de varianza condicional (Ferrara et al., 2014) y volatilidad estocástica (Carriero et al., 2018). A nivel micro, algunos autores han propuesto mediciones basadas en desviaciones estándar, ya sea de retornos a nivel empresa (Bloom et al., 2007; Gilchrist et al., 2014a) o de residuales de estimaciones de la

Productividad Total de los Factores (Bloom, 2009). A grandes rasgos, lo que caracteriza a estas primeras dos aproximaciones es que se basan en mediciones de segundos momentos. Es decir, son medidas de dispersión.

Se han desarrollado también aproximaciones basadas en errores de pronóstico de variables macroeconómicas (Scotti, 2016; Jurado et al., 2015), las cuales son conceptualmente distintas a las anteriores. Siguiendo esta misma idea, algunos otros autores han propuesto alternativas que se basan en la medición del nivel de desacuerdo entre pronosticadores encuestados. (Bachmann et al., 2013; Lahiri and Sheng, 2010).

Finalmente, en los últimos años se ha desarrollado toda una corriente en la literatura, de trabajos que buscan aproximar la incertidumbre a partir del análisis de texto de noticias. El trabajo seminal es el de Baker et al. (2016), quienes se principalmente por la incertidumbre respecto a la política económica, para lo cual crean el índice EPU (Economic Policy Uncertainty). Este índice es un conteo normalizado de artículos periodísticos que contienen palabras clave relacionadas con los conceptos de economía, política e incertidumbre. Utilizando esta misma metodología, han construido índices para un total de 24 países, entre ellos México.

Una de las principales virtudes de esta aproximación, es su flexibilidad. En el mismo trabajo de Baker et al. (2016), construyen, solo para EEUU, índices específicos para 11 categorías diferentes de incertidumbre política, utilizando métodos de clasificación supervisados. Bajo esta misma lógica, otros autores han construido índices más especializados. Por ejemplo, Husted et al. (2018) construyen un índice diario de incertidumbre específico para política monetaria. Otra extensión que se ha desarrollado es la construcción de indicadores de incertidumbre global (Davis, 2016; Caldara and Iacoviello, 2018; Ahir et al., 2018).

Finalmente, cada vez son más los trabajos que construyen indicadores similares para diferentes países, con las virtudes de ser más especializados, contener más información o desarrollar mejoras metodológicas. Por ejemplo, Azqueta-Gavaldon et al. (2020) construyen indicadores para cuatro países de la Unión Europea; Arbatli et al. (2017) para Japón; Ferreira et al. (2019) para Brasil y Ghirelli et al. (2019) para España.

1.2. Causas y Efectos de la Incertidumbre

1.2.1. Causas

Bloom (2014) identifica cuatro hechos estilizados respecto al comportamiento de la incertidumbre, tres de ellos pueden agruparse diciendo que la incertidumbre es contracíclica¹ mientras que el cuarto se refiere al hecho de que el nivel de la incertidumbre es mayor en economías en desarrollo.

Para entender el comportamiento contracíclico de la incertidumbre, Bloom (2014) identifica en la literatura cuatro mecanismos mediante los cuales las recesiones incrementan la incertidumbre. El primero de ellos propone que en periodos de expansión hay más intercambios (mayores niveles de inversión, consumo, trabajo y producción), lo cual genera información más precisa que atenúa la incertidumbre. Por otro lado, en periodos de recesión, los intercambios son menores, lo que provoca una menor dispersión de la información, la cual tiene como resultado un incremento de la incertidumbre (Van Nieuwerburgh and Veldkamp, 2006; Fajgelbaum et al., 2017).

Un segundo mecanismo se basa en la idea de que los agentes económicos son una especie de econométricos bayesianos. Es decir, hacen sus pronósticos en base a estimaciones de probabilidades basadas en sus creencias. Cuando sucede un evento extraordinario de baja probabilidad (Black Swan Event), las estimaciones de los agentes se sesgan y el pronóstico se complica. En otras palabras, para los agentes económicos es más difícil pronosticar durante las recesiones porque son eventos poco comunes (Orlik and Veldkamp, 2014). Pástor and Veronesi (2013) proponen un tercer mecanismo: la incertidumbre política proviene de la debilidad económica. Cuando la economía es débil, el gobierno ve más rentable cambiar de política. Finalmente, el cuarto mecanismo consiste en que: cuando la actividad de las empresas está floja, estas pueden reasignar recursos no utilizados hacia la investigación y el desarrollo. Dicha dinámica genera incertidumbre micro que termina convirtiéndose en incertidumbre macro (Bachmann and Moscarini, 2011; D’Erasmus and Moscoso Boedo, 2012).

Respecto al hecho de que la incertidumbre es mayor en países en desarrollo, se mencionan

¹Los cuatro hechos estilizados son: i) la incertidumbre macroeconómica aumenta durante las recesiones, ii) la incertidumbre micro aumenta durante las recesiones (efecto “fractal”), iii) la volatilidad del ingreso y de los salarios es contracíclica y iv) el nivel de la incertidumbre es mayor en economías en desarrollo.

algunos mecanismos (Bloom, 2014). Primero, los países en desarrollo tienen economías menos diversificadas. Es decir, buena parte de la actividad económica en este tipo de países se centra en bienes específicos, por lo que estas economías se pueden ver muy afectadas ante cambios bruscos en la producción y/o precio de estos productos. Típicamente, estos bienes son commodities, los cuales tienen precios que son particularmente volátiles. Además, los países en desarrollo tienden a ser más vulnerables a eventos políticos negativos (como golpes de estado, revoluciones, etcétera) y a desastres naturales (Koren and Tenreyro, 2007).

1.2.2. Efectos

Bloom (2014) destaca en la literatura teórica cuatro canales mediante los cuales la incertidumbre afecta a la economía. Dos de estos canales (opciones reales y restricciones financieras) se centran en explicar los efectos negativos, mientras que los otros dos (opciones de crecimiento y efectos Oi-Hartman-Abel) plantean escenarios en los que la incertidumbre puede ser beneficiosa. Por el lado empírico, la búsqueda de identificación causal se ha centrado en tres estrategias: aproximaciones temporales, modelos estructurales y experimentos naturales.

El canal de transmisión de las opciones reales es el más antiguo y el que más desarrollo teórico ha tenido. La idea central es que los agentes pueden elegir entre tomar una decisión económica (invertir, consumir, etcétera) o esperar. La incertidumbre hace más costoso el tomar la decisión económica. Por lo tanto, en un contexto de alta incertidumbre los agentes preferirán esperar, retrasando sus decisiones de inversiones irreversibles (Bernanke, 1983; Brennan and Schwartz, 1985; McDonald and Siegel, 1986; Rodrik, 1991; Pindyck, 1991) o fomentando el ahorro precautorio (Basu and Bundick, 2017). Otro punto interesante que surge de este argumento es que la incertidumbre, además de reducir el nivel de inversión y consumo, reduce la sensibilidad de los agentes económicos ante cambios en las condiciones económicas. Esto puede provocar que, en contextos de alta incertidumbre, las políticas contracíclicas sean menos efectivas.

Una segunda explicación a los efectos negativos de la incertidumbre es por medio del incremento de los costos de financiamiento. En contextos de incertidumbre los inversionistas esperan ser compensados por el mayor riesgo. Es decir, esperan una prima de riesgo mayor, lo cual conduce a incrementos en los costos de los préstamos. En presencia de restricciones financieras, la incertidumbre se traduce en una reducción del crecimiento (Arellano et al., 2016; Christiano et al., 2014; Gilchrist et al., 2014b).

Por otro lado, la incertidumbre puede tener efectos positivos en un contexto conocido como opciones de crecimiento (Bloom, 2014), en el que la potencial pérdida tiene un límite concreto, mientras que las ganancias potenciales pueden ser extremadamente altas. En otras palabras, una inversión en este contexto tendría un comportamiento similar al de una opción del tipo call (Bar-Ilan and Strange, 1996). Algo similar sucede con los efectos Oi-Hartman-Abel (Oi, 1961; Hartman, 1972; Abel, 1983). Estos efectos se dan en un contexto en el que las empresas pueden explotar grandes beneficios al aumentar la producción, mientras que las pérdidas pueden ser fácilmente aseguradas. En un contexto así, las empresas desarrollarían un amor al riesgo que favorecería la producción. Sin embargo, este efecto se observa principalmente a mediano y largo plazo.

Capítulo 2

Construcción de los Índices de Incertidumbre Política

Siguiendo la metodología propuesta por Azqueta-Gavaldón (2017), la estrategia para la construcción de índices consta de cuatro pasos: i) búsqueda de artículos, ii) limpieza y vectorización del texto en bruto, iii) clasificación de los artículos por tópico y iv) construcción de los índices.

Más formalmente, y siguiendo la notación de Gentzkow et al. (2019), en el paso i) se construye un *corpus* de texto en bruto como una colección de N documentos $\mathcal{D} = \{D_1, \dots, D_N\}$, en donde cada documento D_i corresponde a un artículo periodístico. El paso ii) consiste en la reducción de dimensiones de \mathcal{D} para construir una representación numérica \mathbf{C} del texto. En el paso iii) se busca pronosticar los tópicos \mathbf{V} de los documentos. Utilizamos \mathbf{C} para construir estos pronósticos $\hat{\mathbf{V}}$ para cada documento. Finalmente, en el paso iv) se utilizan tópicos pronosticados $\hat{\mathbf{V}}$ para realizar los conteos con los que se construyen los indicadores de incertidumbre temáticos.

2.1. Construcción del Corpus

Para el primer paso se utilizan los archivos virtuales de grupo Reforma (Reforma, Mural y El Norte)¹. Mediante un algoritmo de *Web Scraping*², se descargan los textos de todos los artículos que contengan la siguiente combinación de términos: $\{incertidumbre \text{ o } inquietud \text{ o } desconfianza\}$ y $\{economía \text{ o } económico\}$ ³. Es decir, todos los artículos encontrados que cumplan con los criterios serán tomados en cuenta como documentos D_i del corpus \mathcal{D} .

2.2. Pre-proceso y Vectorización

El objetivo de este paso mapear del corpus $\mathcal{D} = \{D_1, \dots, D_N\}$ hacia un arreglo numérico $\mathbf{C} = (\mathbf{c}_1, \dots, \mathbf{c}_N)$, donde cada elemento \mathbf{c}_i es un vector que representa numéricamente el texto del documento D_m . Para lograr esto, primero tenemos que reducir las dimensiones originales del texto en bruto \mathcal{D} (pre-proceso) y posteriormente realizar la representación numérica o vectorización del texto mediante un algoritmo de *bag-of-words*.

Computacionalmente, podemos pensar en un documento D_i como una secuencia de *tokens*⁴. Estos tokens nos proveen información sobre el documento. Recordemos que nuestro siguiente objetivo consiste clasificar, de la manera más precisa posible, a cada documento en un tópico. Es decir, buscamos extraer los tópicos de los que se habla en cada uno de los documentos. El pre-proceso del texto consiste en retirar aquellos tokens que no nos aportan información relevante para reducir las dimensiones del problema. Es necesario señalar que, a pesar de que existen convenciones y prácticas comunes, un correcto pre-proceso depende totalmente del problema que se esté trabajando. Por ejemplo, es muy común eliminar la puntuación. Sin embargo, si estuviéramos investigando el sentimiento de tweets o algún otro tipo de comunicación en línea, eliminar la puntuación puede significar la pérdida de información relevante :-).

¹La razón por la cual sólo se consideran los periódicos de Grupo Reforma no es otra más que la disponibilidad de la información. Sus buscadores facilitan el acceso a noticias desde 1993, e incluso anteriores, y la similitud de sus páginas de internet simplifica el proceso de Web Scrapping. Sin embargo, se reconoce la existencia de posibles sesgos editoriales de Grupo Reforma como una posible limitación de los indicadores.

²Este algoritmo y todos los códigos utilizados en la construcción de los indicadores de incertidumbre pueden encontrarse en: https://github.com/pablohdez91/uncertainty_mx

³Estos parámetros de búsqueda se basan en el trabajo de Azqueta-Gavaldon et al. (2020), en el cual, en base a un algoritmo de vectorización de texto llamado Word2Vec, encuentran que dichos términos son semánticamente similares a los conceptos en inglés *uncertainty* y *economy*, en los cuales basan sus búsquedas.

⁴Características o elementos como palabras, signos de puntuación, números, etcétera

El pre-proceso que se utiliza aquí consiste en:

- a. Retirar puntuación y números.
- b. Pasar todas las palabras a letras minúsculas.
- c. Retirar palabras muy cortas (1 o 2 letras).
- d. Retirar *stopwords*.
- e. Retirar palabras muy infrecuentes o muy frecuentes.
- f. *Lemmatizar* los tokens.
- g. Definir bigramas

Los pasos a, b y c son auto-explicativos. En el paso d, se retiran las *stopwords*. Es decir, palabras que tienen una utilidad gramatical, pero que por sí mismas no aportan información sobre el mensaje que se intenta comunicar en el texto. Por ejemplo, pueden ser artículos, pronombres, conjunciones, etcétera. Para el paso e, definimos palabras muy infrecuentes como aquellas que aparecen menos de 20 ocasiones en todo el corpus, y a las muy frecuentes como aquellas que aparecen en el 50% o más de los documentos. La lemmatización de tokens consiste en sustituir las palabras en forma flexionada (plural, femenino, conjugaciones, etc.) por la *raíz* del término o lema⁵. Finalmente, hacemos una construcción de bigramas, la cual consiste en combinar tokens que aparecen juntos muy frecuentemente, de tal manera que se consideran un solo token. Por ejemplo, si en el corpus \mathcal{D} frecuentemente aparecen juntos los términos *tasa* e *interés*, al construir los bigramas se considera la combinación *tasa.interés* como un sólo token (claramente, el término original sería *tasa de interés*, pero queda así luego de la limpieza y la lemmatización).

Lo siguiente es utilizar el algoritmo de *bag-of-words* para representar numéricamente el texto limpio. Este algoritmo se basa en contar la frecuencia de aparición de los tokens por documento. El primer paso es identificar la cantidad total de tokens, digamos J , que aparecen en \mathcal{D} . Entonces, cada elemento \mathbf{c}_i de \mathbf{C} consistirá en un vector numérico de tamaño J , donde el elemento c_{ij} indica la frecuencia con la que aparece el j -ésimo token en el i -ésimo documento.

⁵La lista de *stopwords* y el diccionario utilizado para lemmatizar son los que vienen por defecto en el modelo de lenguaje español, del módulo de Python *spaCy*: <https://spacy.io/models/es>

2.3. Modelo de Clasificación

Para clasificar los documentos por tópicos se utiliza un algoritmo llamado *Latent Dirichlet Allocation* (LDA) (Blei et al., 2003). Este es un modelo generativo no supervisado para extracción de tópicos. El que sea generativo quiere decir que se asume un proceso generador de datos (o texto) subyacente $P(\mathbf{c}_i|\mathbf{v}_i)$, en el cual los atributos \mathbf{v}_i del documento influyen en la probabilidad de aparición de tokens. Al ser no supervisado asumimos que no podemos observar directamente los atributos \mathbf{v}_i de los documentos.

Se asume una colección de K tópicos. Cada tópico define a una distribución multinomial sobre el vocabulario la cual se asume que es una realización de una Dirichlet, $\beta_k \sim \text{Dirichlet}(\eta)$. Dados los tópicos, el algoritmo asume el siguiente proceso generador para cada documento. Primero, se realiza una distribución sobre los tópicos $\theta_i \sim \text{Dirichlet}(\alpha)$. Entonces, para cada palabra en el documento, se realiza un índice de tópicos $v_{ij} \in \{1, \dots, K\}$, de las ponderaciones de los tópicos $v_{ij} \sim \theta_i$ y se realiza la palabra observada c_{ij} del tópico seleccionado, $c_{ij} \sim \beta_{v_{ij}}$.

La probabilidad marginal de ocurrencia de un documento es:

$$P(\mathbf{c}_i|\alpha, \beta) = \int P(\theta|\alpha) \left(\prod_{j=1}^J \sum_{v_j} P(v_j|\theta) P(c_{ij}|v_j, \beta) \right) \quad (2.1)$$

Por lo que la probabilidad a nivel corpus sería:

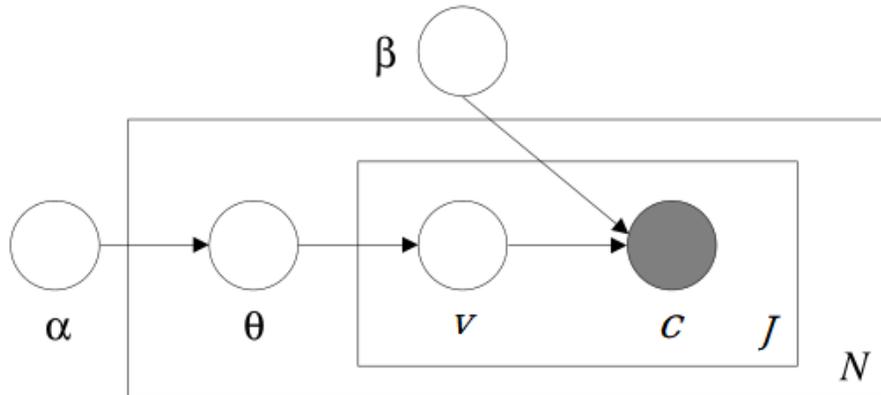
$$P(\mathcal{D}|\alpha, \beta) = \prod_{i=1}^N P(\mathbf{c}_i|\alpha, \beta) \quad (2.2)$$

Entonces, los parámetros estimados se encuentran resolviendo el problema de máxima verosimilitud:

$$\max_{\alpha, \beta} \sum_{i=1}^N \log P(\mathbf{c}_i|\alpha, \beta) \quad (2.3)$$

Intuitivamente, lo que hace el algoritmo es: por un lado, definir la probabilidad de que un documento pertenezca a un tópico y por el otro definir la probabilidad de que en un tópico aparezcan determinadas palabras. Lo que se muestra en la ecuación 2.1 no es más que la mezcla de estas probabilidades. En la figura 2.1 se muestra una versión esquemática del proceso generador de texto.

Figura 2.1. Esquema de LDA



Nota: Este esquema es la la figura 1 de Blei et al. (2003), con ligeras modificaciones en la notación.

El problema con la estimación es que no podemos calcular $P(\mathbf{c}_i | \alpha, \beta)$ directamente, por lo que usualmente se aproxima mediante métodos Markov Chain Monte Carlo o de inferencia variacional. En este caso se utiliza el *online variational Bayes algorithm* de Hoffman et al. (2010) para hacer la estimación. Un método de inferencia variacional especializado en el análisis de grandes cantidades de documentos.

El resultado es un arreglo $\hat{\mathbf{V}} = \{\hat{\mathbf{v}}_1, \dots, \hat{\mathbf{v}}_N\}$, donde cada elemento $\hat{\mathbf{v}}_i$ es un vector de tópicos estimados, donde cada elemento \hat{v}_{ik} ponderados por otro vector de probabilidades $\hat{\theta}_{ik}$. Estas probabilidades pueden ser interpretadas como la proporción del documento que pertenece al tópico k o como la probabilidad de que el documento i sea del tópico k . Buscamos que cada documento pertenezca a un único tópico, por lo que definimos una variable categórica $\hat{\mathbf{z}} = (\hat{z}_1, \dots, \hat{z}_N)$, donde cada elemento es el tópico con mayor probabilidad $\hat{\theta}_{ik}$, entonces: $\hat{z}_i \in \{1, \dots, K\}$. Otro resultado, el cual se reporta en el cuadro 2.1, es el de los tokens que caracterizan a los tópicos. Se reportan los tokens con mayor probabilidad $\beta_{v_{ij}}$ de aparecer en el respectivo tópico.

Cuadro 2.1. Tópicos Modelados

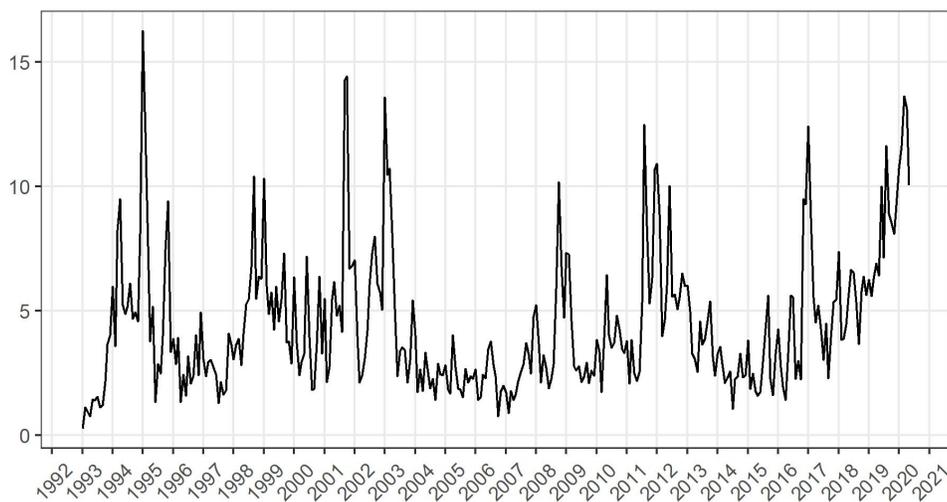
topico	tokens característicos
1	china, estadounidense, caer, inversionista, fed, global, crecimiento, aumentar, empresa, reducir
2	empresa, millón_dólar, venta, compañía, inversión, industrial, director, pagar, producto, casar
3	inflación, financiero, banco, tasar, crecimiento, riesgo, tasar_interés, político, mexicano, precio
4	gobierno, político, público, reformar, desarrollar, mexicano, inversión, generar, ley, proponer
5	trump, comercial, brasil, comerciar, mexicano, argentina, américa_latina, tlc, estadounidense, región
6	político, presidente, partir, gobierno, elección, gobernar, social, electoral, candidato, nacional
7	crisis, político, mundo, problema, cambiar, casar, haber, resultar, pensar, realidad
8	crecimiento, trimestre, crecer, caer, sector, inversión, mesar, pib, registrar, esperar
9	dólar, caer, cerrar, punto, peso, semana, bolsa, bajo, pesar, alzar
10	uropeo, europa, mundial, crisis, grecia, españa, petróleo, global, alemania, unión_europea

Nota: El número de tópicos fue determinado exógenamente. Se muestran los tokens lematizados que caracterizan a los 10 tópicos modelados mediante LDA.

2.4. Construcción de los Índices

Ahora utilizamos la clasificación construida en la sección previa para crear los indicadores de incertidumbre. Primero, conforme a la tabla 2.1, definimos los temas de la siguiente manera: Política Monetaria (tópicos 3, 7 y 9), Política Fiscal (tópicos 2, 4 y 8), Política Comercial (tópicos 1 y 5) y Riesgo Político (6 y 7). Entonces, cada uno de los indicadores temáticos no es más que el conteo de artículos periodísticos que pertenecen a los respectivos tópicos, para cada mes. Este conteo se divide entre una proxy del total de artículos publicados para cada mes⁶. Todo esto se hace, individualmente para cada periódico. Así que el indicador temático final, es la suma de los indicadores por periódico. Para construir el índice general de incertidumbre únicamente sumamos cada uno de los cuatro índices mencionados anteriormente. Los índices resultantes se muestran en las siguientes figuras

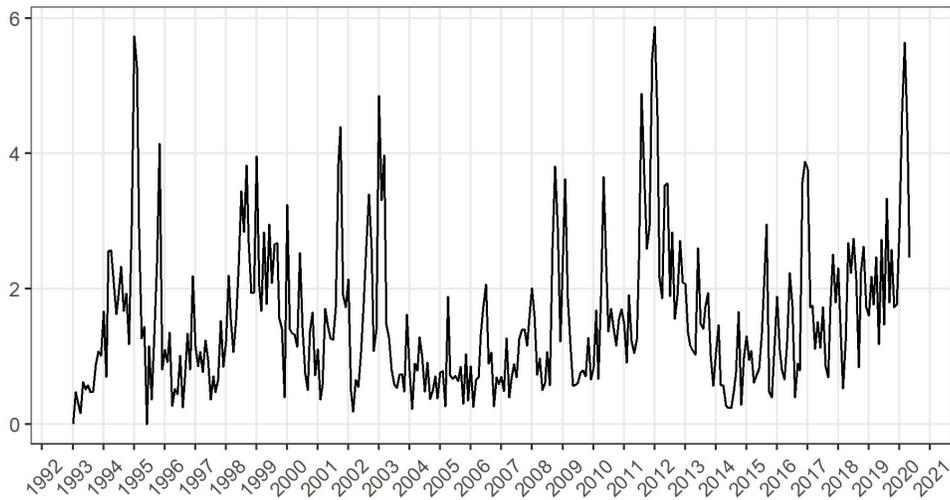
Figura 2.2. Incertidumbre General



Nota: El indicador es la suma índices de incertidumbre por tema. Se presenta para el periodo Enero 1993 a Abril 2020.

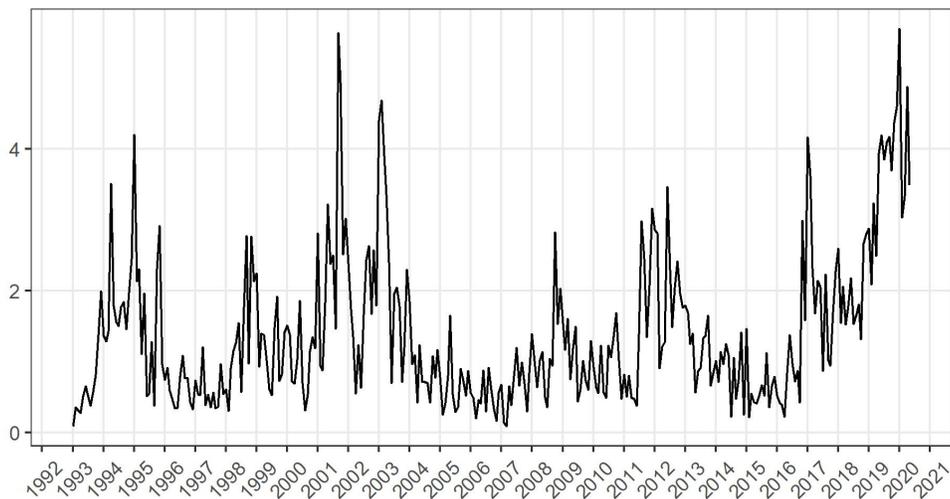
⁶Total de artículos publicados, por periódico, en el que aparece la palabra *hoy*.

Figura 2.3. Política Monetaria



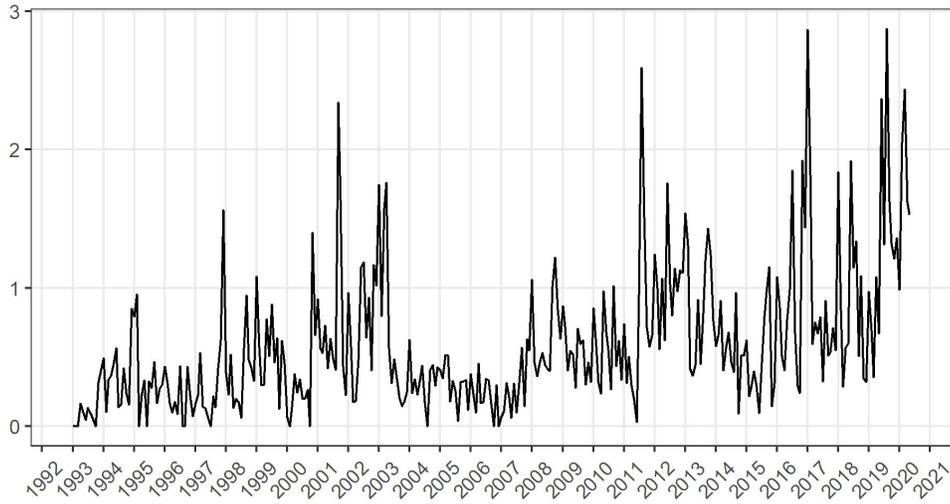
Nota: El indicador es la suma mensual de los artículos clasificados en los tópicos 3, 7 y 9, ajustado por la proxy de artículos totales publicados (total de artículos que contienen la palabra *hoy*. Se presenta para el periodo Enero 1993 a Abril 2020

Figura 2.4. Política Fiscal



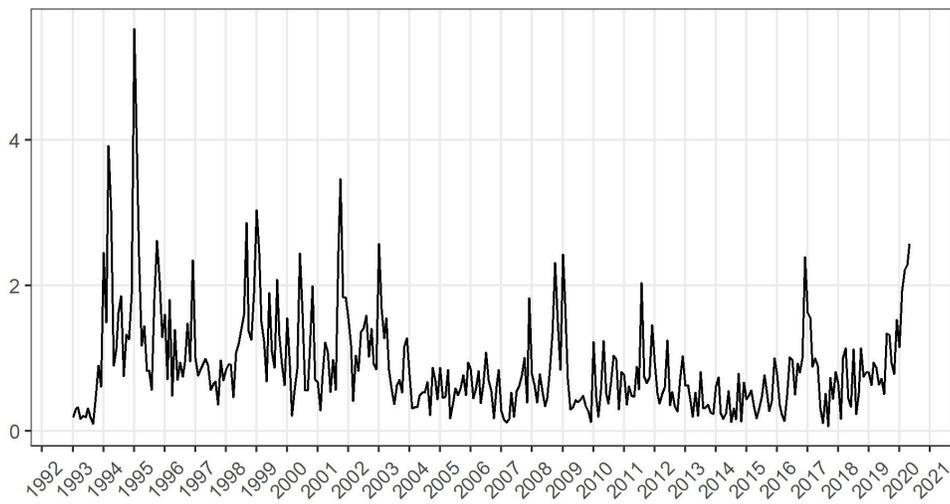
Nota: El indicador es la suma mensual de los artículos clasificados en los tópicos 2, 4 y 8, ajustado por la proxy de artículos totales publicados (total de artículos que contienen la palabra *hoy*. Se presenta para el periodo Enero 1993 a Abril 2020

Figura 2.5. Política Comercial



Nota: El indicador es la suma mensual de los artículos clasificados en los tópicos 1 y 5, ajustado por la proxy de artículos totales publicados (total de artículos que contienen la palabra *hoy*. Se presenta para el periodo Enero 1993 a Abril 2020

Figura 2.6. Riesgo Político



Nota: El indicador es la suma mensual de los artículos clasificados en los tópicos 6 y 7, ajustado por la proxy de artículos totales publicados (total de artículos que contienen la palabra *hoy*. Se presenta para el periodo Enero 1993 a Abril 2020

Capítulo 3

Análisis de la Incertidumbre Política

En este capítulo se analizan las propiedades estadísticas de los indicadores construidos en las secciones previas, así como las relaciones de los indicadores con otras variables económicas. En la siguiente sección 3.1, se presentan estadísticos descriptivos de los índices de incertidumbre, poniendo particular atención al análisis de valores extremos en la subsección 3.1.1. En la sección 3.2 se analiza la relación de la incertidumbre diferentes magnitudes económicas mediante la estimación de modelos de Vectores Autorregresivos.

3.1. Estadística Descriptiva

Los estadísticos descriptivos básicos se presentan en el cuadro 3.1. Se puede observar que todos los indicadores tienen un sesgo positivo y tienen distribuciones leptocúrticas, destacando particularmente los indicadores de incertidumbre en política comercial y riesgo político. Dado que los índices tienen un límite inferior en cero, podemos imaginarnos que tienen distribuciones asimétricas con una cola derecha pesada.

La interpretación en la comparación de la media y la dispersión de los índices es complicada porque estos índices son el resultado de la suma de diferentes cantidades de tópicos. Es natural pensar que un indicador que contenga los conteos de más tópicos tendrá mayor nivel medio y dispersión. A pesar de eso, es interesante observar que la incertidumbre media por política monetaria es mayor en nivel y en variación que la incertidumbre por política fiscal. Esto a pesar de que la inflación, la cual es la principal preocupación del Banco de México, se ha controlado cada vez mejor, desde la crisis de 1995.

Por otro lado, los índices que más aportan información al indicador general (i.e. los que

Cuadro 3.1. Estadística Descriptiva

Variable	Obs.	Media	Mediana	Desv. Est.	Exc. Curtosis	Asimetría
Incertidumbre	329	4.4482	3.7125	2.7768	2.2656	1.4550
P. Monetaria	329	1.5582	1.2778	1.1029	2.1522	1.4104
P. Fiscal	329	1.3959	1.0828	1.0595	2.1836	1.4840
P. Comercial	329	0.5912	0.4485	0.5072	3.6400	1.7135
Riesgo Político	329	0.9029	0.7406	0.6985	7.7726	2.1906

tienen más correlación) son los de política monetaria y política fiscal, con coeficientes de correlación muy cercanos a la unidad. La incertidumbre por política comercial y riesgo político parecen tener comportamientos relativamente distintos a los otros.

Cuadro 3.2. Matriz de Correlaciones

	Incertidumbre	P. Monetaria	P. Fiscal	P. Comercial	Riesgo Político
Incertidumbre	1.0000				
P. Monetaria	0.8968	1.0000			
P. Fiscal	0.8615	0.6168	1.0000		
P. Comercial	0.7132	0.5726	0.6236	1.0000	
Riesgo Político	0.7346	0.6349	0.4811	0.2590	1.0000

3.1.1. Picos de Incertidumbre

Dado el particular interés que tenemos en los valores extremos de los indicadores y siguiendo a Bloom (2009) se construyen los cuadros 3.3 al 3.7 donde analizamos los picos de incertidumbre. Es decir, periodos en los que se vivieron niveles de incertidumbre particularmente altos. El procedimiento es relativamente sencillo. Primero construimos, mediante un filtro Hodrick-Prescott estándar, una versión suavizada del índice. Después seleccionamos las observaciones límite de la serie original. Es decir, aquellas que son superiores a la media (de la serie suavizada) por más de dos desviaciones estándar. Finalmente, definimos a los picos de incertidumbre como aquellos periodos con una o más observaciones límite consecutivas. Los resultados de este ejercicio se muestran en los cuadros 3.3 al 3.7. En la primera columna de estas tablas se presenta el número de periodos (meses) que duró el respectivo pico de incertidumbre, la fecha en la que inició, la fecha en

la que alcanzó el máximo de nivel de incertidumbre, y eventos que sucedieron en esas fechas que pudieron haber influido en los picos.

Cuadro 3.3. Picos de Incertidumbre General

Periodos	Fecha inicio	Fecha Máximo	Evento
1	01/04/1994	01/04/1994	Asesinato de Luis Donaldo Colosio
2	01/01/1995	01/01/1995	Crisis económica de 1995
1	01/11/1995	01/11/1995	Especulación contra el peso
1	01/09/1998	01/09/1998	Caída de los precios del petróleo
1	01/01/1999	01/01/1999	Crisis económica en Brasil / Caída de las bolsas de LA
2	01/09/2001	01/10/2001	Atentados contra las Torres Gemelas
3	01/01/2003	01/01/2003	Depreciación del peso
1	01/10/2008	01/10/2008	Crisis financiera global
1	01/08/2011	01/08/2011	Crisis de deuda y desaceleración económica en EEUU y Europa
2	01/12/2011	01/01/2012	Reunión de la UE para tomar medidas contra la crisis
1	01/06/2012	01/06/2012	Continúa la Crisis Europea
3	01/11/2016	01/01/2017	Donald Trump gana las elecciones para la presidencia de los EEUU
2	01/06/2019	01/08/2019	Amenaza de Aranceles por parte de EEUU
6	01/12/2019	01/03/2020	Pandemia por COVID-19

Nota: Definimos como picos de incertidumbre a los periodos con observaciones límite simultaneas. Es decir, aquellas observaciones que están más de dos desviaciones estándar de la media de una versión suavizada del índice. Dicha suavización se hace mediante un filtro Hodrick-Prescott. La columna de Periodos indica la cantidad de observaciones (meses) límite consecutivas que se observaron en el respectivo pico de incertidumbre

En el Cuadro 3.3 observamos cómo los picos de incertidumbre por política económica son consistentes con eventos que, intuitivamente podríamos pensar, influyeron en los altos niveles de incertidumbre observados. El periodo más alto de incertidumbre se dio durante la crisis en Enero de 1995 y el periodo de alta incertidumbre más extenso en tiempo hasta ahora ha sido el actual, ocasionado principalmente por la pandemia por COVID-19 y al que se han sumado algunos otros acontecimientos como la baja en los precios del petróleo. Un punto que llama la atención es el fuerte impacto en nivel y en persistencia que tuvo el periodo de la poscrisis (2011-2012), caracterizado periodos de crisis de deuda en Europa y EEUU. Una posible explicación es que, dadas las recientes y traumáticas crisis de deuda que se habían experimentado en México en 1982 y 1994, y dado que en este periodo de poscrisis el nivel de la deuda pública en México aumentó sustancialmente, se temía que la crisis de deuda se contagiara hacia México. Actualmente la deuda sigue siendo un tema

sensible¹.

Cuadro 3.4. Picos de Incertidumbre en Política Monetaria

Periodos	Fecha inicio	Fecha Máximo	Evento
2	01/01/1995	01/01/1995	Crisis económica de 1995
1	01/11/1995	01/11/1995	Especulación contra el peso
2	01/07/1998	01/09/1998	Caída de los precios del petróleo
1	01/01/1999	01/01/1999	Crisis económica en Brasil / Caída de las bolsas de LA
2	01/09/2001	01/10/2001	Atentados contra las Torres Gemelas
1	01/09/2002	01/09/2002	Lenta recuperación de EEUU / Debilidad del peso frente al Dólar
3	01/01/2003	01/01/2003	Depreciación del peso
1	01/10/2008	01/10/2008	Crisis financiera global
1	01/02/2009	01/02/2009	Caída en las reservas / Baja del precio del petróleo
2	01/08/2011	01/08/2011	Crisis de deuda y desaceleración económica en EEUU y Europa
3	01/12/2011	01/01/2012	Reunión de la UE para tomar medidas contra la crisis
2	01/05/2012	01/06/2012	Continúa la Crisis Europea
3	01/11/2016	01/12/2016	Donald Trump gana las elecciones para la presidencia de los EEUU
1	01/08/2019	01/08/2019	Amenaza de Aranceles por parte de EEUU
3	01/02/2020	01/03/2020	Pandemia por COVID-19

Nota: Definimos como picos de incertidumbre a los periodos con observaciones límite simultaneas. Es decir, aquellas observaciones que están más de dos desviaciones estándar de la media de una versión suavizada del índice. Dicha suavización se hace mediante un filtro Hodrick-Prescott. La columna de Periodos indica la cantidad de observaciones (meses) límite consecutivas que se observaron en el respectivo pico de incertidumbre

Por su parte, los picos de incertidumbre en política monetaria son muy similares a los de la incertidumbre general. Las diferencias sustanciales comienzan con la incertidumbre en política fiscal, presentadas en el cuadro 3.5, donde sobresale el extenso periodo de incertidumbre que se ha presentado desde mayo de 2019. Dicho periodo pudo haber comenzado con las amenazas de aranceles por parte de EEUU, pero sin duda se ha visto alimentada por otros eventos² en todo este tiempo, los cuales ha llegado incluso a borrar del panorama a la crisis de 2008. Los picos de incertidumbre comercial se presentan en el cuadro 3.6. Los picos son relativamente similares a los de incertidumbre general, pero con

¹Ver por ejemplo el Plan Económico del Presidente de la Republica, publicado en el Diario Oficial de la Federación, para enfrentar la crisis económica ocasionada por la pandemia por COVID-19: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592205&fecha=23/04/2020. Este plan se basa en fuertes medidas de austeridad y no contempla, bajo ninguna circunstancia, la adquisición de deuda para enfrentar la crisis.

²Por ejemplo, la renuncia del anterior secretario de hacienda Carlos Urzua, en Julio de 2019.

algunas diferencias que intuitivamente tienen sentido. De manera similar, los picos de incertidumbre de este indicador tienden a concentrarse después de la aparición de Donald Trump en la política estadounidense. Este evento significó un cambio estructural en este indicador particular. Finalmente, el cuadro 3.7, es el que presenta mayores diferencias con los demás. Los picos de incertidumbre se centran en los primeros años del periodo de análisis y sobresalen eventos que no lo hacen en otros indicadores, como el levantamiento del Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN) o las elecciones a la presidencia de la república. Finalmente, llama la atención que los únicos dos eventos que provocan picos de incertidumbre en todos los indicadores son: el atentado contra las torres gemelas y la pandemia por COVID-19.

Cuadro 3.5. Picos de Incertidumbre en Política Fiscal

Periodos	Fecha inicio	Fecha Máximo	Evento
1	01/04/1994	01/04/1994	Asesinato de Luis Donaldo Colosio
1	01/01/1995	01/01/1995	Crisis económica de 1995
1	01/05/2001	01/05/2001	Crisis Dotcom
2	01/09/2001	01/09/2001	Atentados contra las Torres Gemelas
4	01/01/2003	01/02/2003	Depreciación del peso
1	01/06/2012	01/06/2012	Crisis de deuda en Europa
2	01/01/2017	01/01/2017	Inicia la presidencia de Donald Trump
12	01/05/2019	01/04/2020	Amenaza de Aranceles por parte de EEUU / Pandemia por COVID-19

Nota: Definimos como picos de incertidumbre a los periodos con observaciones límite simultaneas. Es decir, aquellas observaciones que están más de dos desviaciones estándar de la media de una versión suavizada del índice. Dicha suavización se hace mediante un filtro Hodrick-Prescott. La columna de Periodos indica la cantidad de observaciones (meses) límite consecutivas que se observaron en el respectivo pico de incertidumbre

Cuadro 3.6. Picos de Incertidumbre en Política Comercial

Periodos	Fecha inicio	Fecha Máximo	Evento
1	01/12/1997	01/12/1997	Firma de acuerdo comercial con la UE.
2	01/09/2001	01/09/2001	Atentados contra las Torres Gemelas
3	01/01/2003	01/04/2003	Depreciación del peso
2	01/08/2011	01/08/2011	Crisis de deuda en Europa
1	01/06/2012	01/06/2012	Continúa la Crisis Europea
4	01/11/2016	01/01/2017	Donald Trump gana las elecciones / Inicia su presidencia
1	01/01/2018	01/01/2018	Inicia sexta ronda de renegociaciones del TLCAN
2	01/06/2018	01/06/2018	Problemas con la renegociación del TLCAN
3	01/06/2019	01/08/2019	Ataques de Donald Trump a México por Migración
5	01/12/2019	01/03/2020	Amenaza de Aranceles por parte de EEUU / Pandemia por COVID-19

Nota: Definimos como picos de incertidumbre a los periodos con observaciones límite simultaneas. Es decir, aquellas observaciones que están más de dos desviaciones estándar de la media de una versión suavizada del índice. Dicha suavización se hace mediante un filtro Hodrick-Prescott. La columna de Periodos indica la cantidad de observaciones (meses) límite consecutivas que se observaron en el respectivo pico de incertidumbre

Cuadro 3.7. Picos de Incertidumbre en Riesgo Político

Periodos	Fecha inicio	Fecha Máximo	Evento
3	01/01/1994	01/03/1994	Levantamiento armado del EZLN / Asesinato de Luis Donaldo Colosio
3	01/01/1995	01/01/1995	Crisis económica de 1995
2	01/10/1995	01/10/1995	Especulación contra el peso
1	01/09/1998	01/09/1998	Caída de los precios del petróleo
2	01/01/1999	01/01/1999	Crisis económica en Brasil, caída de las bolsas de LA
1	01/09/1999	01/09/1999	Problemas con el EZLN
1	01/06/2000	01/06/2000	Elecciones para la presidencia de la Republica / Primera derrota del PRI en su historia
1	01/11/2000	01/11/2000	Alternancia política después de 71 años
2	01/09/2001	01/10/2001	Atentados contra las Torres Gemelas
1	01/01/2003	01/01/2003	Depreciación del peso
1	01/10/2008	01/10/2008	Crisis financiera global
3	01/03/2020	01/05/2020	Pandemia por COVID-19

Nota: Definimos como picos de incertidumbre a los periodos con observaciones límite simultaneas. Es decir, aquellas observaciones que están más de dos desviaciones estándar de la media de una versión suavizada del índice. Dicha suavización se hace mediante un filtro Hodrick-Prescott. La columna de Periodos indica la cantidad de observaciones (meses) límite consecutivas que se observaron en el respectivo pico de incertidumbre

3.1.2. La Incertidumbre por COVID-19

En esta sección se analiza a detalle el reciente pico de incertidumbre por COVID-19. El análisis se centra en los índices de Política Monetaria, Política Fiscal y el de incertidumbre general, a partir de enero de 2019. Se normalizan los indicadores de incertidumbre temáticos, de tal manera que sean comparables entre sí. Con el objetivo de distinguir mejor el efecto de la pandemia se construye un indicador particular.

Cuadro 3.8. Observaciones Máximas

Incertidumbre		P. Monetaria		P. Fiscal	
01/01/1995	4.2511	01/01/2012	3.9122	01/01/2020	4.0562
01/10/2001	3.5959	01/01/1995	3.7819	01/09/2001	3.9961
01/09/2001	3.5425	01/03/2020	3.6963	01/10/2001	3.3428
01/03/2020	3.3026	01/12/2011	3.4876	01/04/2020	3.2804
01/01/2003	3.2875	01/02/1995	3.3737	01/02/2003	3.1027

Nota: Se presentan las fechas en las que ocurrieron las cinco observaciones más altas de incertidumbre para los índices de Política Monetaria, Política Fiscal y para el índice general. Además se presentan las desviaciones estándar por encima de la media de la respectiva observación.

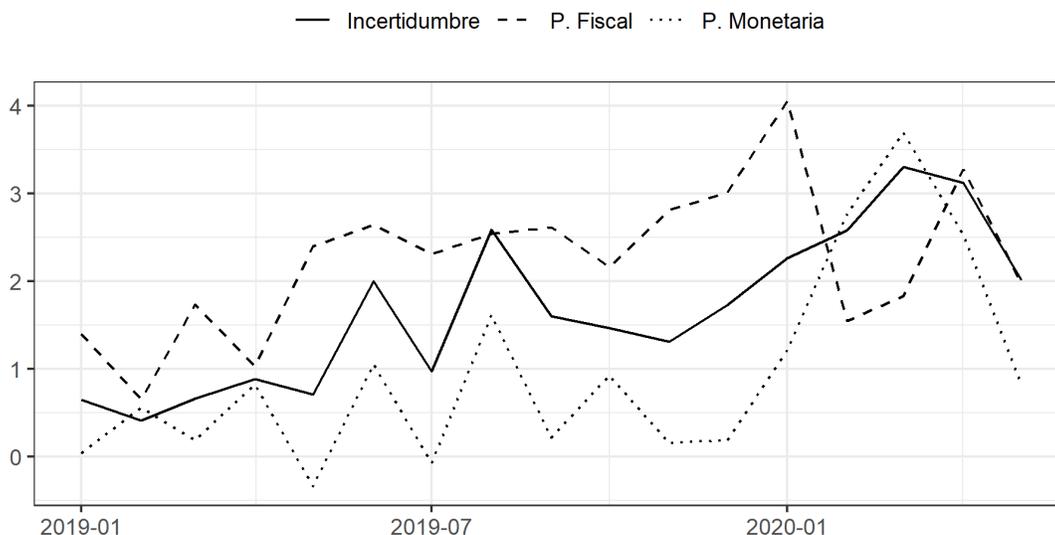
Para poner en contexto el actual pico de incertidumbre, se presenta el cuadro 3.8, donde se muestran los cinco meses con mayores niveles de incertidumbre por indicador y la cantidad de desviaciones estándar sobre la media registradas en el respectivo mes. En los tres indicadores se observa la presencia del pico de incertidumbre más reciente. Llama la atención el caso del índice de política fiscal, donde el nivel de incertidumbre más alto registrado se da en enero de 2020, y un poco más abajo aparece abril de 2020³. En los otros dos indicadores el valor máximo más reciente se dió en marzo de 2020. Esta última fecha coincide con el inicio de la cuarentena en México.

En la figura 3.1 se muestra la evolución reciente de la incertidumbre. De esta gráfica sobresale que en los indicadores de política fiscal e incertidumbre general hubo una ligera tendencia a la alza durante todo el 2019. Un poco más pronunciada en el caso de la política fiscal, la cual también mantuvo un nivel mayor, a comparación de los otros dos índices, durante todo el año. Entrando en el año 2020, se observan algunos cambios, pero no hay un

³Mes que coincide con la publicación del Plan Económico del Presidente de la Republica para enfrentar la crisis económica: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5592205&fecha=23/04/2020.

despegue de la incertidumbre que se le pueda atribuir a la pandemia, salvo en el caso de la política monetaria. Es decir, salvo en el caso de la incertidumbre por política monetaria, la pandemia no parece ser una sorpresa.

Figura 3.1. Índices de Incertidumbre Normalizados



Nota: Se muestran las versiones comparables de los índices para el periodo enero 2019 - mayo 2020.

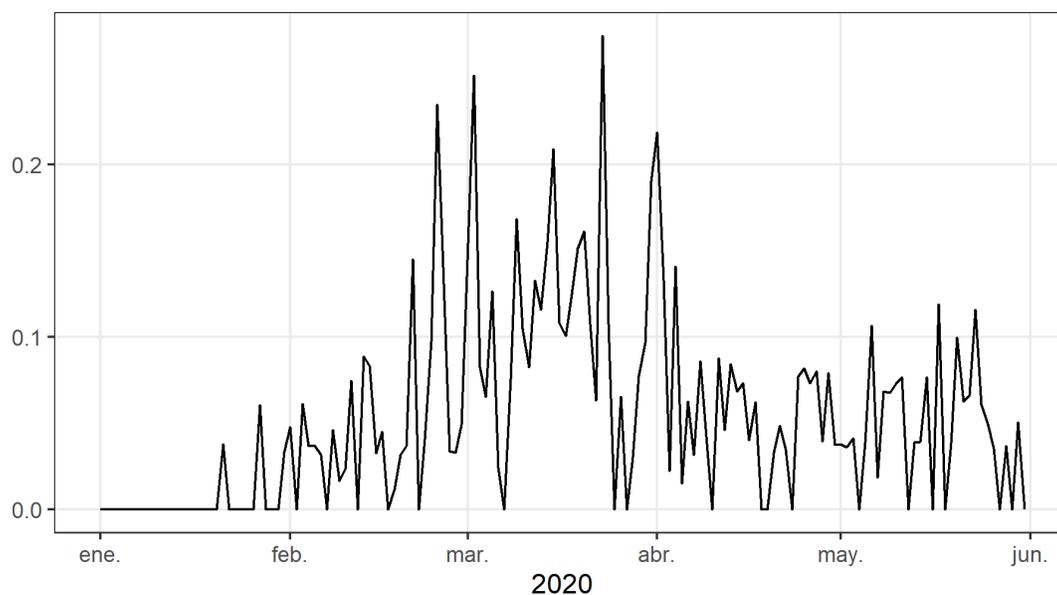
Para entender mejor el efecto que pudo tener la pandemia se crea el índice diario de incertidumbre por COVID-19, el cual es un conteo ajustado de artículos periodísticos que contienen las palabras clave: *economía*, *incertidumbre* y *coronavirus*. La construcción es muy sencilla. Para cada fecha, se hace una búsqueda de las palabras clave y se toma la cantidad total de artículos. De manera similar, rescatamos el total de artículos que contienen la palabra *hoy*, como proxy del total de artículos publicados por periodico. Lo que se muestra en la figura 3.2 no es más que el cociente de estos dos conteos.

Las principales conclusiones que podemos derivar de este indicador son: i) los niveles más altos de incertidumbre se vivieron en torno al mes de marzo, ii) en abril y mayo se ha mantenido un nivel medio relativamente constante, pero mayor que el nivel medio de febrero, y iii) la incertidumbre por COVID-19 se comienza a observar muy ligeramente a finales de enero e inicios de febrero. Este último punto es importante porque, si bien en

todos los indicadores de incertidumbre se observa un pico en los meses más recientes⁴, en la mayoría de ellos éste comienza en enero de 2020 o antes. Esto quiere decir que, la pandemia solamente llegó a agravar los altos niveles de incertidumbre que ya estaban ahí.

En resumen, a pesar de que las noticias sobre los primeros casos de COVID-19 comenzaron a aparecer desde diciembre de 2019, la preocupación sobre los efectos que podría tener en la economía comienza a finales de enero de 2020, teniendo su punto más alto el mes de marzo del mismo año. A nivel mensual, deberíamos ver los efectos de la pandemia a partir de febrero de 2020, llegando al punto más alto en marzo. Esto es consistente con los picos de incertidumbre por política monetaria y riesgo político (cuadros 3.4 y 3.7). En el caso de la incertidumbre por política fiscal, política comercial y política económica general, los picos de incertidumbre más recientes no comenzaron por la pandemia sino que fueron agravados por esta.

Figura 3.2. Índice Diario de Incertidumbre por COVID-19



Nota: Se muestra un conteo de artículos en los que aparecen las palabras clave: *economía*, *incertidumbre* y *coronavirus*, ajustado por el total de artículos que contienen la palabra *hoy*. Se cubre el periodo: 01/01/2020 - 31/05/2020.

⁴Incluyendo los de Política Comercial y Riesgo Político, ver cuadros 3.6 y 3.7.

3.2. Vectores Autorregresivos

El objetivo de esta sección es analizar la relación de las diferentes mediciones de incertidumbre que se han construido con distintas variables macroeconómicas relevantes. Para esto, seguimos la aproximación estándar en este tipo de literatura (Baker et al., 2016; Azqueta-Gavaldon et al., 2020), la cual consiste en la estimación de modelos de Vectores Autorregresivos (VAR). Esta aproximación es particularmente útil, ya que nos permite analizar el papel que juega la incertidumbre como variable independiente y como variable dependiente. Recordemos que una de las discusiones teóricas que se plantearon en la sección 1.2 tiene que ver con el papel de la incertidumbre como variable endógena, la cual puede verse afectada por distintos factores. Así como la relación causa-efecto entre incertidumbre y el ciclo económico.

Cuadro 3.9. Definición de las Variables Endógenas para los Modelos VAR

Etiqueta	Descripción
INCERT	Logaritmo del índice de incertidumbre general
INCERT_m	Logaritmo del índice de incertidumbre por Política Monetaria
INCERT_f	Logaritmo del índice de incertidumbre por Política Fiscal
INCERT_c	Logaritmo del índice de incertidumbre por Política Comercial
INCERT_p	Logaritmo del índice de incertidumbre por Riesgo Político
PROD	Componente cíclico del IGAE desestacionalizado, base 2013=100 (SR16735)
INV	Diferencia de Logaritmos del índice de Inversión Fija Bruta desestacionalizado, base 2013 = 100 (SF4782)
IPC	Diferencia de Logaritmos del Índice de Precios y Cotizaciones (SR16525)
INT	Logaritmo de la tasa de interés de los CETES a 28 días (SF282)

Nota: Las variables de incertidumbre son las que se construyeron en las secciones previas. Las demás variables provienen de la API del Sistema de Información Económica (SIE) del Banco de México. Entre paréntesis se muestran las claves de las series en el SIE.

Las variables consideradas para los modelos VAR se presentan en el cuadro 3.9, así como sus correspondientes etiquetas para facilitar la exposición de los resultados. El procedimiento para la presente sección es el siguiente: se estiman cinco modelos VAR diferentes con cinco variables endógenas. Además de las variables etiquetadas como PROD, INV, IPC e INV, en cada modelo incluye una especificación de incertidumbre distinta. Dada la importancia que tiene en la teoría la relación entre la incertidumbre y el ciclo económico, se incluye el componente cíclico del IGAE como variable de producción, en lugar de tomar la clásica diferencia de logaritmos. Este componente cíclico se construye utilizando un filtro Hodrick-Prescott, en donde el parámetro de suavización λ se define conforme al propuesto por Ravn and Uhlig (2002). En todos los modelos se incluye un solo

rezago a partir de una comparación de los criterios de información Hannan-Quinn y Schwartz. Todos los modelos estimados son estables (i.e. todas las raíces del polinomio característico de todos los modelos son menores a uno).

Cuadro 3.10. Causalidad Granger (1)

Variable Independiente	Variable Dependiente:			
	PROD	INV	IPC	INT
INCERT	4.5812** (0.0323)	11.4362*** (0.0007)	0.0332 (0.8554)	0.0028 (0.9578)
INCERT_m	9.7922*** (0.0018)	2.1303 (0.1444)	0.2067 (0.6493)	0.0014 (0.9701)
INCERT_f	7.5818*** (0.0059)	13.7947*** (0.0002)	0.7519 (0.3859)	0.8084 (0.3686)
INCERT_c	1.2070 (0.2719)	1.8270 (0.1765)	1.2020 (0.2729)	0.0005 (0.9831)
INCERT_p	1.7518 (0.1857)	7.9782*** (0.0047)	0.1190 (0.7301)	1.6242 (0.2025)

Nota: Hipótesis Nula: La variable independiente NO causa, en el sentido de Granger, a la variable dependiente. Se presentan los estadísticos, los cuales se distribuyen χ_1^2 , y los p-valores entre paréntesis. *, ** y ***, significan que la hipótesis nula se rechaza al 1 %, 5 % y 10 % respectivamente.

Cuadro 3.11. Causalidad Granger (2)

Variable Independiente	Variable Dependiente:				
	INCERT	INCERT_m	INCERT_f	INCERT_c	INCERT_p
IGAE	0.1505 (0.6981)	0.1059 (0.7449)	0.0859 (0.7694)	0.0697 (0.7917)	0.0025 (0.9599)
INV	1.2072 (0.2719)	0.0007 (0.9795)	0.6403 (0.4236)	0.3562 (0.5506)	1.5086 (0.2194)
IPC	16.7086*** (0.0000)	11.9791*** (0.0005)	15.0848*** (0.0001)	7.6940*** (0.0055)	9.7931*** (0.0018)
INT	0.0072 (0.9322)	0.0342 (0.8532)	1.2804 (0.2578)	2.4115 (0.1204)	25.9165*** (0.0000)

Nota: Hipótesis Nula: La variable independiente NO causa, en el sentido de Granger, a la variable dependiente. Se presentan los estadísticos, los cuales se distribuyen χ_1^2 , y los p-valores entre paréntesis. *, ** y ***, significan que la hipótesis nula se rechaza al 1 %, 5 % y 10 % respectivamente.

Se presentan tres conjuntos de resultados. El primero consiste en pruebas de causalidad de Granger, hechas a partir de los modelos VAR estimados. Estos resultados se muestran en los cuadros 3.10 y 3.11. El segundo conjunto consiste en funciones impulso-respuesta, presentadas en las figuras 3.3 a 3.7, donde se analiza el efecto de la incertidumbre sobre las demás covariables endógenas. Finalmente, el tercer conjunto de resultados, mostrados en las figuras 3.8 a 3.12, también consisten en funciones impulso respuesta, pero considerando las respuestas de la incertidumbre ante diferentes impulsos.

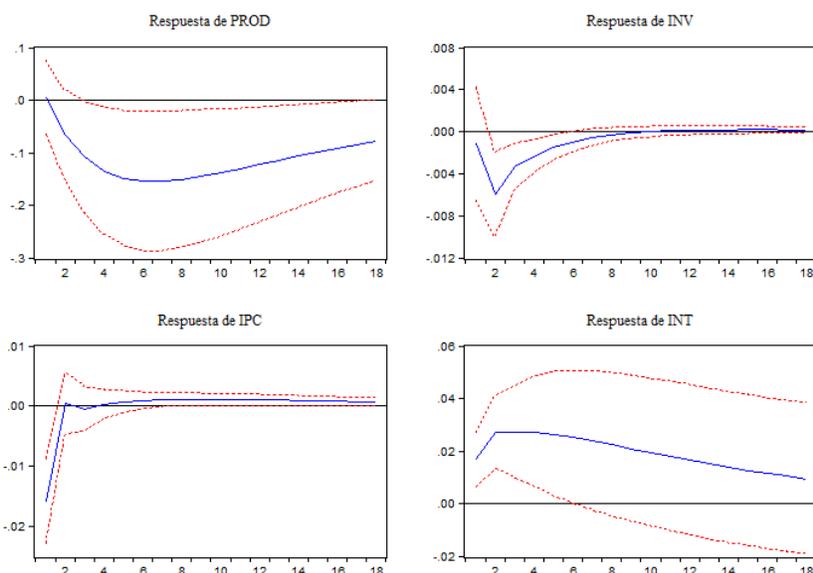
La interpretación de los cuadros 3.10 y 3.11 es muy simple. Por ejemplo, el primer renglón del cuadro 3.10 nos dice que la incertidumbre general causa, en el sentido de Granger⁵, a las variables PROD e INV pero no *causa* a IPC ni a INT. Esto mismo sucede con la incertidumbre por política fiscal. En el caso de la incertidumbre por política monetaria y por riesgo político, solamente *causan* a las variables PROD e INV, respectivamente. Un punto interesante de esta tabla es que, la inversión se ve causada por INCERT_f e INCERT_p, pero no por INCERT_m. Esto sugiere que los inversionistas están más preocupados por lo que pueda hacer la Secretaría de Hacienda o el Gobierno en general, que por lo que pueda hacer el Banco de México. Por otro lado, el principal resultado del cuadro 3.11 es que la incertidumbre, en todas sus versiones, solamente se ve *causada* el comportamiento de los mercados financieros.

Las funciones impulso-respuesta reportadas en los siguientes conjuntos de resultados se construyen mediante una descomposición de Cholesky ajustada por grados de libertad⁶. En las figuras 3.3 a 3.7, se observa que todos los tipos de incertidumbre muestran efectos muy similares sobre las covariables. En todos los casos hay un efecto contracíclico y muy persistente de la incertidumbre sobre la variable PROD. Este efecto es ligeramente mayor en la incertidumbre por política fiscal, mientras que en los casos de política comercial y riesgo político no es estadísticamente significativo. También se observa un efecto negativo de todas las versiones de incertidumbre sobre la inversión. Aunque este efecto es más de corto plazo. En todos los casos desaparece en torno a los meses 6 o 7 posteriores al impulso. Los efectos de la incertidumbre sobre IPC son más erráticos. En todos los casos hay efectos negativos y significativos en el primer periodo, pero dicho efecto se pierde inmediatamente al siguiente mes, en algunos casos incluso volviéndose positivo. Finalmente, los efectos

⁵Esta causalidad es en un sentido puramente estadístico o en términos de pronóstico. En otras palabras, nos dice si los valores de una serie pueden pronosticar los valores futuros de la otra.

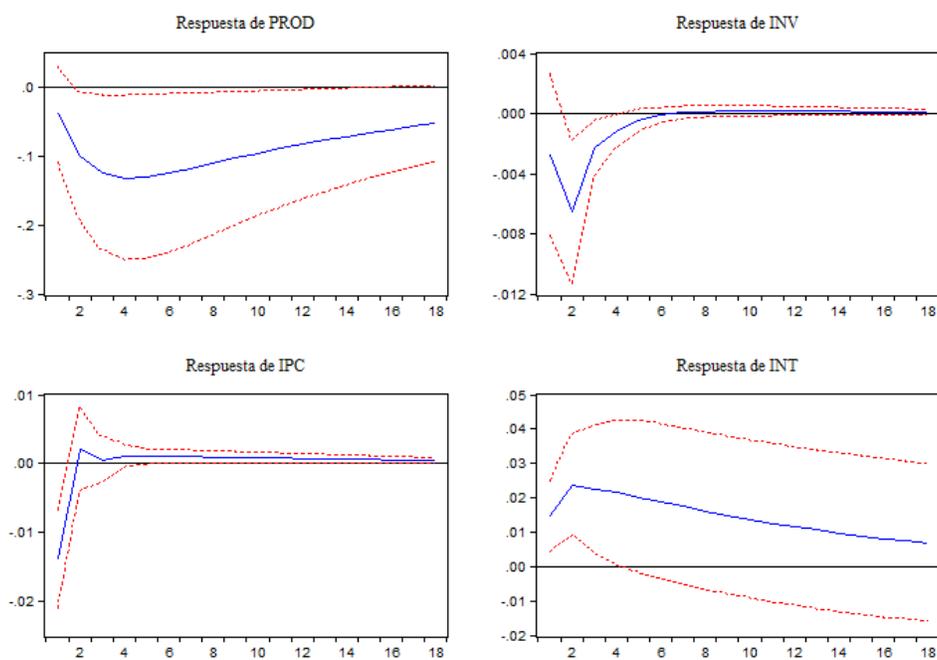
⁶El orden de las variables para la descomposición de Cholesky se define conforme a Azqueta-Gavaldon et al. (2020): INCERT_i, IPC, INT, INV y PROD.

Figura 3.3. Respuestas ante un impulso de INCERT



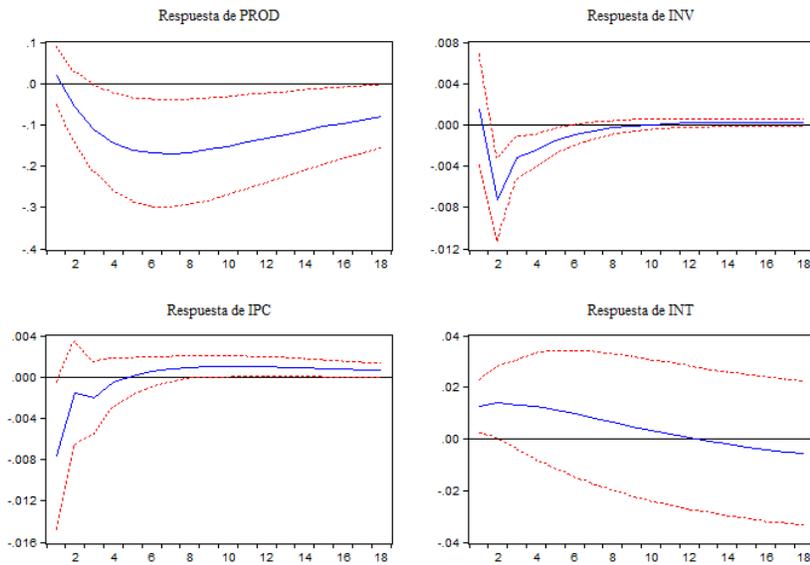
Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %.

Figura 3.4. Respuestas ante un impulso de INCERT_m



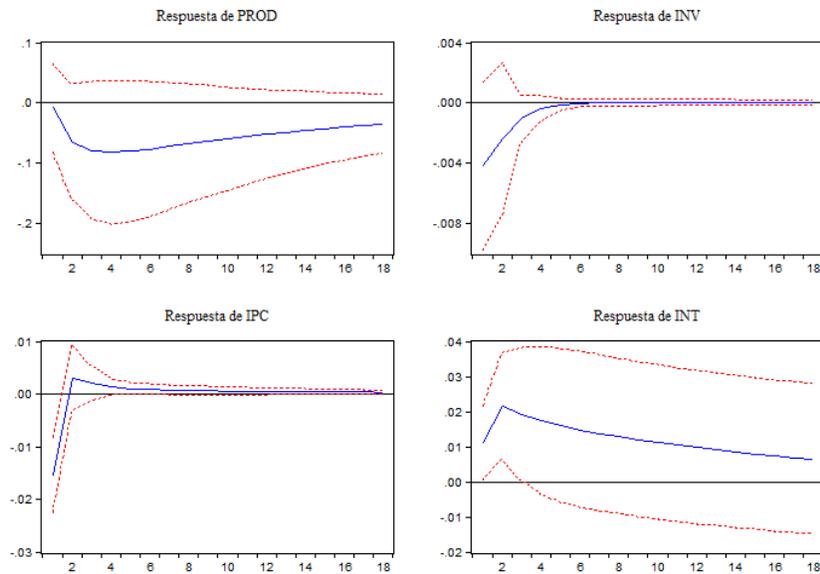
Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %.

Figura 3.5. Respuestas ante un impulso de INCERT_f



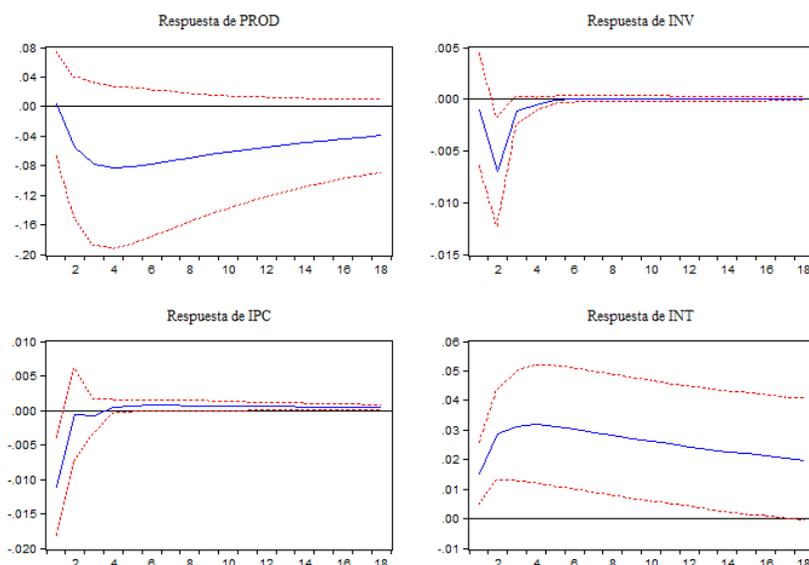
Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %

Figura 3.6. Respuestas ante un impulso de INCERT_c



Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %

Figura 3.7. Respuestas ante un impulso de INCERT_p

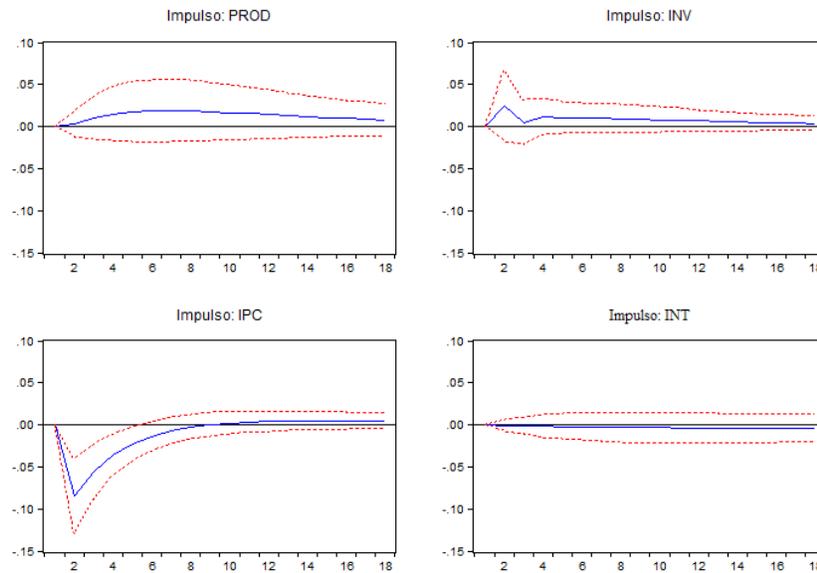


Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %

sobre la tasa de interés en todos los casos son positivos, significativos y persistentes, con la única excepción de la incertidumbre por política fiscal donde los efectos no son significativos (solamente lo son en el primer periodo, muy ligeramente).

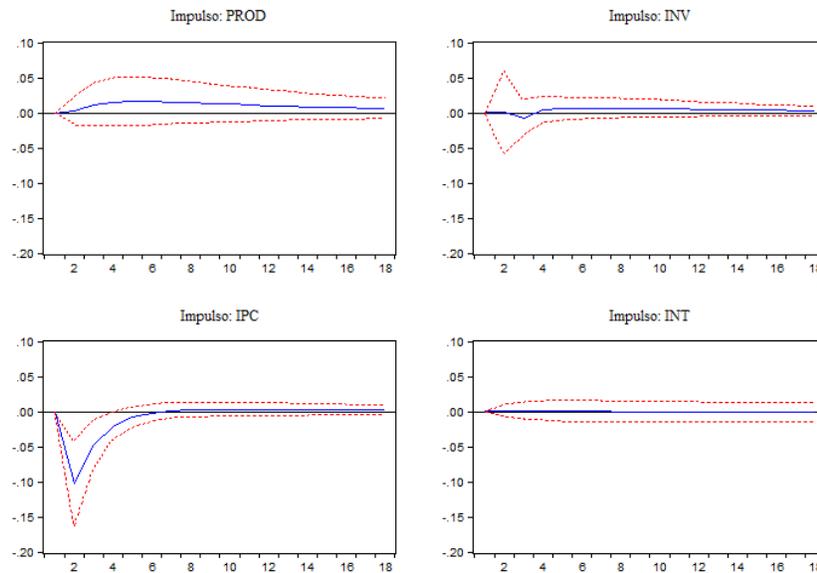
Finalmente, en el tercer conjunto de resultados se muestran las respuestas de las diferentes versiones de incertidumbre ante impulsos provenientes de las demás covariables. La principal conclusión que se puede rescatar de estos resultados, presentados en las figuras 3.8 a 3.12, es que la incertidumbre no se ve afectada significativamente por ninguna covariable, con la única excepción de IPC. Este resultado es consistente con el que se recupera de la tabla 3.11. Los movimientos en los mercados financieros afectan a la incertidumbre, en todas sus formas. Este efecto se daría a corto plazo, desapareciendo en torno al mes siete posterior al impulso. Analizando la relación con el ciclo económico, además de que el efecto no es significativo, el sentido de este efecto tampoco sería el esperado. Este efecto positivo significaría que periodos de expansión económica provocan incertidumbre, aunque no inmediatamente. Este resultado solo sería consistente con los efectos Oi-Hartman-Abel. Aunque estos efectos tienen más sentido en el mediano y largo plazo.

Figura 3.8. Respuestas de INCERT ante diferentes Impulsos



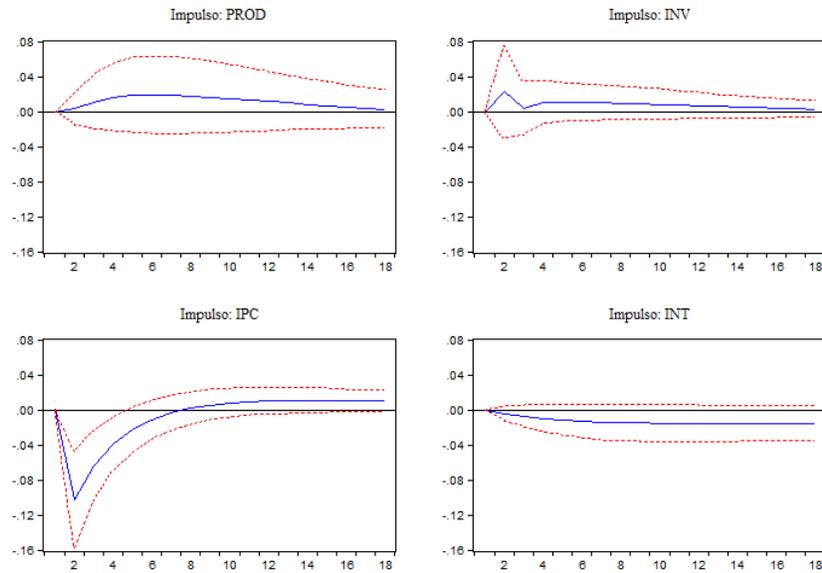
Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %

Figura 3.9. Respuestas de INCERT_m ante diferentes Impulsos



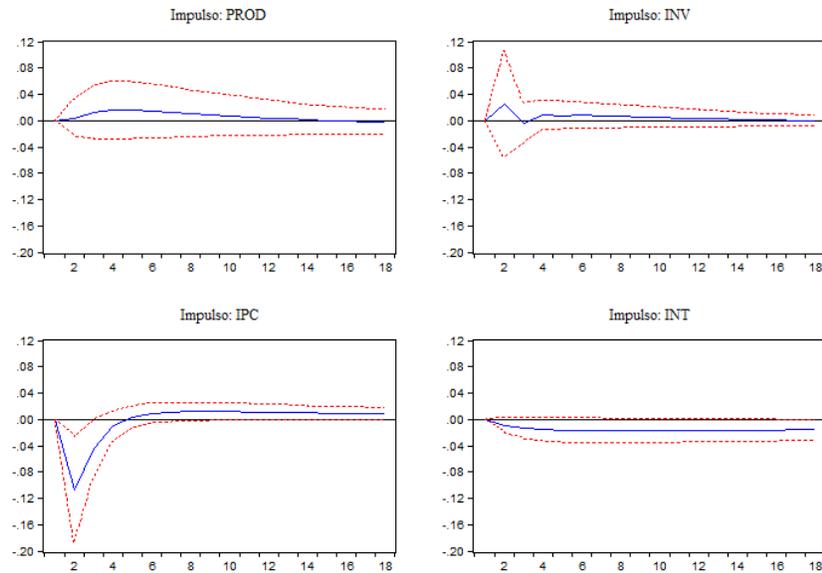
Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %

Figura 3.10. Respuestas de INCERT_f ante diferentes Impulsos



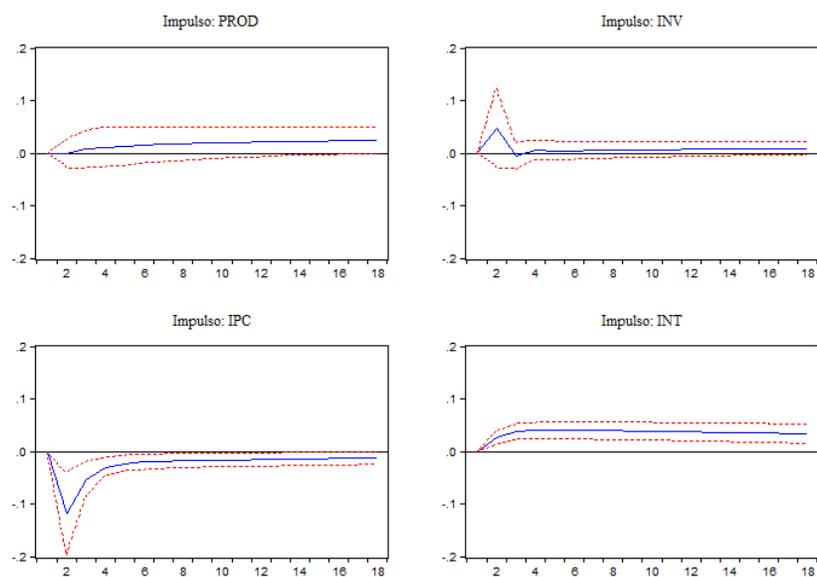
Nota:

Figura 3.11. Respuestas de INCERT_c ante diferentes Impulsos



Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95 %

Figura 3.12. Respuestas de INCERT_p ante diferentes Impulsos



Nota: Un impulso se refiere a una innovación de una desviación estándar. En el eje horizontal se muestran los periodos (meses) posteriores a impulso. Las líneas punteadas señalan el intervalo de confianza al 95%

Conclusiones

Mediante una metodología de análisis de texto, basada en un algoritmo de clasificación no supervisado, conocido como *Latent Dirichlet Allocation*, se construyeron cinco indicadores de incertidumbre por política económica para México, bajo diferentes temáticas, cubriendo el periodo comprendido entre enero 1993 y mayo 2020. Estos indicadores reflejan bien la incertidumbre generada por eventos tales como las crisis económicas de 1995 y 2008, el periodo de la postcrisis comprendido entre 2011 y 2012, o la actual crisis por COVID-19. Respecto a este último pico de incertidumbre, se construye un indicador particular en el que se observa que la incertidumbre por la pandemia comienza a finales enero 2020 llegando a su punto más alto en marzo y manteniendo un nivel medio relativamente alto durante abril y mayo del mismo año. Esto quiere decir que los picos de incertidumbre recientes observados en la mayoría de los indicadores, no fueron causados por la pandemia, sino que fueron agravados por esta.

Posteriormente, se utilizan los indicadores para analizar las relaciones de la incertidumbre con otras variables macroeconómicas. Sobresalen los efectos homogéneos de los diferentes tipos de incertidumbre sobre dichas variables. La incertidumbre resulta tener efectos negativos y persistentes sobre el ciclo económico, negativos de corto plazo sobre la inversión y positivos sobre la tasa de interés. Los efectos negativos de la incertidumbre sobre el ciclo económico y la inversión son consistentes con la teoría de las opciones reales, en donde, a mayor incertidumbre, mayor el costo de invertir, por lo que se posponen las inversiones y cae el producto. Por otro lado, el efecto positivo sobre la tasa de interés es consistente con la teoría. Al haber mayor incertidumbre, se espera una mayor prima de riesgo, por lo que el costo del financiamiento es mayor. Otro resultado relevante tiene que ver con la mayor influencia sobre la inversión que tiene la incertidumbre por política fiscal a comparación con la incertidumbre por política monetaria. Este resultado sugiere que los inversionistas están más preocupados por lo que pueda llegar a hacer la Secretaría de Hacienda que por lo que pueda hacer el Banco de México.

Tal vez la principal limitación de los indicadores construidos tiene que ver con la cantidad de periódicos tomados en cuenta para el análisis y el hecho de que pertenezcan al mismo grupo editorial. Esto puede despertar sospechas sobre la existencia de sesgos editoriales presentes en los indicadores. Sin embargo, el método que se desarrolla no contempla el análisis del sentimiento en el texto. Parecería difícil que un sesgo editorial se vea reflejado más en la cantidad de artículos publicados que en el sentimiento que se le integra a dichos artículos. Sin embargo, la sospecha en la existencia de sesgos sigue quedando ahí, y solamente se solucionaría incluyendo más fuentes de información, lo cual no fue posible por cuestiones técnicas.

Por otro lado, la principal limitación del análisis es que los modelos VAR implementados no constituyen una estrategia de identificación causal rigurosa. A pesar de que los resultados son consistentes con la teoría y la evidencia empírica. Hacen falta métodos más rigurosos para poder cuantificar la relación causal entre la incertidumbre y el ciclo económico o la inversión.

Bibliografía

- Abel, A. (1983). Optimal investment under uncertainty. *American Economic Review*, 73(1):228–33.
- Ahir, H., Bloom, N., and Furceri, D. (2018). The World Uncertainty Index. Unpublished.
- Arbatli, E. C., Davis, S. J., Ito, A., and Miake, N. (2017). Policy uncertainty in japan. Working Paper 23411, National Bureau of Economic Research.
- Arellano, C., Bai, Y., and Kehoe, P. J. (2016). Financial Frictions and Fluctuations in Volatility. NBER Working Papers 22990, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Azqueta-Gavaldon, A., Hirschbühl, D., Onorante, L., and Saiz, L. (2020). Economic policy uncertainty in the euro area: an unsupervised machine learning approach. Working Paper Series 2359, European Central Bank.
- Azqueta-Gavaldón, A. (2017). Developing news-based Economic Policy Uncertainty index with unsupervised machine learning. *Economics Letters*, 158(C):47–50.
- Bachmann, R., Elstner, S., and Sims, E. R. (2013). Uncertainty and economic activity: Evidence from business survey data. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 5(2):217–49.
- Bachmann, R. and Moscarini, G. (2011). Business cycles and endogenous uncertainty. 2011 Meeting Papers 36, Society for Economic Dynamics.
- Baker, S. R., Bloom, N., and Davis, S. J. (2016). Measuring economic policy uncertainty. *The Quarterly Journal of Economics*, 131(4):1593–1636.
- Bar-Ilan, A. and Strange, W. C. (1996). Investment Lags. *American Economic Review*, 86(3):610–622.
- Basu, S. and Bundick, B. (2017). Uncertainty shocks in a model of effective demand. *Econometrica*, 85:937–958.

- Bernanke, B. S. (1983). Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment. *The Quarterly Journal of Economics*, 98(1):85–106.
- Blei, D. M., Ng, A. Y., and Jordan, M. I. (2003). Latent dirichlet allocation. *J. Mach. Learn. Res.*, 3(null):993–1022.
- Bloom, N. (2009). The impact of uncertainty shocks. *Econometrica*, 77(3):623–685.
- Bloom, N. (2014). Fluctuations in uncertainty. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2):153–76.
- Bloom, N., Bond, S., and van Reenen, J. (2007). Uncertainty and investment dynamics. *The Review of Economic Studies*, 74(2):391–415.
- Brennan, M. and Schwartz, E. S. (1985). Evaluating natural resource investments. *The Journal of Business*, 58(2):135–57.
- Caldara, D. and Iacoviello, M. (2018). Measuring Geopolitical Risk. International Finance Discussion Papers 1222, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- Carriero, A., Clark, T. E., and Marcellino, M. (2018). Measuring Uncertainty and Its Impact on the Economy. *The Review of Economics and Statistics*, 100(5):799–815.
- Christiano, L. J., Motto, R., and Rostagno, M. (2014). Risk shocks. *American Economic Review*, 104(1):27–65.
- Davis, S. J. (2016). An Index of Global Economic Policy Uncertainty. NBER Working Papers 22740, National Bureau of Economic Research, Inc.
- D’Erasmus, P. N. and Moscoso Boedo, H. J. (2012). Financial structure, informality and development. *Journal of Monetary Economics*, 59(3):286–302.
- Fajgelbaum, P., Schaal, E., and Taschereau-Dumouchel, M. (2017). Uncertainty traps. *The Quarterly Journal of Economics*, 132(4):1641–1692.
- Ferrara, L., Lhuissier, S., and Tripier, F. (2018). *Uncertainty Fluctuations: Measures, Effects and Macroeconomic Policy Challenges*, pages 159–181. Springer International Publishing, Cham.
- Ferrara, L., Marsilli, C., and Ortega, J.-P. (2014). Forecasting growth during the great recession: is financial volatility the missing ingredient? *Economic Modelling*, 36(C):44–50.

- Ferreira, P. C., Vieira, R. M. B., da Silva, F. B., and de Oliveira, I. C. L. (2019). Measuring brazilian economic uncertainty. *Journal of Business Cycle Research*, 15(1):25–40.
- Gentzkow, M., Kelly, B., and Taddy, M. (2019). Text as data. *Journal of Economic Literature*, 57(3):535–74.
- Ghirelli, C., Pérez, J. J., and Urtasun, A. (2019). A new economic policy uncertainty index for Spain. *Economics Letters*, 182(C):64–67.
- Gilchrist, S., Sim, J. W., and Zakrajšek, E. (2014a). Uncertainty, Financial Frictions, and Investment Dynamics. NBER Working Papers 20038, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Gilchrist, S., Sim, J. W., and Zakrajšek, E. (2014b). Uncertainty, Financial Frictions, and Investment Dynamics. NBER Working Papers 20038, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Hartman, R. (1972). The effects of price and cost uncertainty on investment. *Journal of Economic Theory*, 5(2):258–266.
- Hoffman, M., Bach, F. R., and Blei, D. M. (2010). Online learning for latent dirichlet allocation. In Lafferty, J. D., Williams, C. K. I., Shawe-Taylor, J., Zemel, R. S., and Culotta, A., editors, *Advances in Neural Information Processing Systems 23*, pages 856–864. Curran Associates, Inc.
- Husted, L., Rogers, J., and Sun, B. (2018). Uncertainty, currency excess returns, and risk reversals. *Journal of International Money and Finance*, 88(C):228–241.
- Jurado, K., Ludvigson, S. C., and Ng, S. (2015). Measuring uncertainty. *American Economic Review*, 105(3):1177–1216.
- Knight, F. H. (1921). *Risk, Uncertainty and Profit*. Houghton Mifflin Co, Boston, MA.
- Koren, M. and Tenreyro, S. (2007). Volatility and development. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(1):243–287.
- Lahiri, K. and Sheng, X. (2010). Measuring forecast uncertainty by disagreement: The missing link. *Journal of Applied Econometrics*, 25(4):514–538.
- McDonald, R. and Siegel, D. (1986). The value of waiting to invest. *The Quarterly Journal of Economics*, 101(4):707–727.

- Oi, W. Y. (1961). The desirability of price instability under perfect competition. *Econometrica*, 29(1):58–64.
- Orlik, A. and Veldkamp, L. (2014). Understanding uncertainty shocks and the role of black swans. NBER Working Papers 20445, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Pindyck, R. (1991). Irreversibility, uncertainty, and investment. *Journal of Economic Literature*, 29(3):1110–48.
- Pástor, and Veronesi, P. (2013). Political uncertainty and risk premia. *Journal of Financial Economics*, 110(3):520–545.
- Ravn, M. O. and Uhlig, H. (2002). On adjusting the hodrick-prescott filter for the frequency of observations. *The Review of Economics and Statistics*, 84(2):371–376.
- Rodrik, D. (1991). Policy uncertainty and private investment in developing countries. *Journal of Development Economics*, 36(2):229 – 242.
- Scotti, C. (2016). Surprise and uncertainty indexes: Real-time aggregation of real-activity macro-surprises. *Journal of Monetary Economics*, 82(C):1–19.
- Van Nieuwerburgh, S. and Veldkamp, L. (2006). Learning asymmetries in real business cycles. *Journal of Monetary Economics*, 53(4):753–772.