

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



LA ACTIVIDAD ECONÓMICA EXPLICADA A TRAVÉS DE EXPECTATIVAS: LA
RELACIÓN ENTRE LOS INDICADORES DE DIFUSIÓN Y EL IGAE

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA

JOSÉ MIGUEL NAVA MORA

DIRECTOR DE LA TESINA: MTRO. EDWIN SALIM TAPIA ALVARADO

CIUDAD DE MÉXICO

2021

*Para mis padres, Martín e Isabel, y mi hermana, Marissa,
por su apoyo incondicional.*

Para mí.

Agradecimientos

Quiero agradecer a:

Mis padres y hermana por siempre apoyarme y guiarme, sin ellos no hubiera podido llegar al final.

Mtro. Edwin Tapia por ser mi asesor y profesor de Series de Tiempo. Gracias por demostrar un gran entusiasmo y dedicación durante sus clases y ayudarme a ser un mejor economista.

Dr. Fausto Hernández y Dr. Ernesto Sepúlveda por ser los lectores de mi tesina y sus valiosos comentarios.

Al CIDE y sus profesores por la formación que me brindaron, he aprendido y crecido mucho como persona durante todo este tiempo. Asimismo, todas las personas y amistades que se cruzaron en el camino.

LGCP (Fernando, Jesús, Isaac, Johan) quienes fueron un gran compañía y apoyo durante este viaje de principio a fin; mis mejores amigos y Celsius.

Todas las personas que me ayudaron para hacer este trabajo posible.

Resumen

El problema de obtención de datos precisos es uno recurrente para los bancos centrales. Esto es dado a que datos frecuentemente utilizados sobre la situación económica, como el PIB, no es posible obtenerlos en tiempo real. No obstante, existen indicadores que, dada su alta frecuencia, pueden dar indicios sobre esta situación. Para el caso de México, estos indicadores pueden ser el IGAE y los indicadores IPM del INEGI e IMEF. Este trabajo tiene el objetivo de demostrar una relación entre las expectativas de los directivos de empresas, reflejadas en los indicadores de difusión referidos y sus componentes, con la actividad económica. Se obtienen principalmente tres resultados: primero, existe una estrecha relación entre las perspectivas de directivos con la actividad económica mexicana incluso bajo situaciones de estrés; segundo, es demostrado, mediante algoritmos estadísticos, que ciertos componentes están relacionados a puntos específicos de la cadena de valor; tercero, los componentes de los indicadores, además de resolver el problema de latencia, están adelantados a la actividad económica. Derivado de esto, los indicadores de difusión pueden tener la misma relevancia para pronosticar la actividad económica actual que el IGAE.

.

Índice

1. Introducción	1
2. Revisión de literatura	4
3. Datos	7
3.1 IGAE.....	7
3.2 Indicadores de difusión.....	7
a. Indicador de Pedidos Manufactureros del INEGI (IPM-INEGI).....	8
b. Indicador IMEF.....	9
3.3 Estadística descriptiva.....	10
4. Metodología	14
4.1 Corselect (Tapia, 2021).....	14
4.2 <i>Stepwise Selection</i> (Regresión por pasos).....	15
4.3 <i>The Lasso</i>	16
4.4 Componentes Principales (PCA, siglas en inglés).....	17
4.5 Modelos y pronósticos fuera de la muestra.....	17
5. Resultados	20
6. Conclusiones	25
Referencias	26
Bases de datos	27
Anexos	28

Lista de figuras

Figura 1. IGAE publicado por el INEGI.	7
Figura 2. Indicador Pedidos Manufactureros del INEGI.....	9
Figura 3. Indicador manufacturero IMEF.....	9
Figura 4. Gráficas de correlación indicadores manufactureros y de su componente más correlacionado con el IGAE.	13
Figura 5. Pronósticos de tasas anuales.....	20
Figura 6. Pronósticos de tasas mensuales.	21
Figura 7. Porcentajes de frecuencia de uso de los componentes en pronósticos por forma (contemporánea o rezagada).....	24

Lista de tablas

Tabla 1. Pruebas de Dickey-Fuller aumentada con retraso de 12 periodos.....	10
Tabla 2. Coeficientes de correlación de los indicadores y sus componentes con el IGAE.	11
Tabla 3. Diferencia entre los pronósticos estimados y el dato publicado del INEGI.	21
Tabla 4. MSE de pronósticos fuera de la muestra por modelo.....	22
Tabla 5. Revisión de literatura.....	28
Tabla 6. Variables utilizadas por modelo.	30
Tabla 7. Resultados de pronósticos por modelo.	31
Tabla 8. Resultados de pronósticos fuera de la muestra por modelo.	31

1. Introducción

El Producto Interno Bruto (PIB) es uno de los indicadores más populares si se desea conocer la actividad económica total. Este indicador es definido como la suma de todos los servicios y bienes finales producidos en un país a valor del mercado en un tiempo determinado. Sin embargo, para un mejor entendimiento de su dinámica, se elimina el efecto de precios, se expresa en términos reales. Esta definición únicamente corresponde a la medición de valor agregado de la producción por el lado de la oferta, una de las tres posibles mediciones equivalentes de este indicador. Las dos mediciones restantes son las de ingreso y gasto. La primera toma en cuenta los pagos a factores de la producción en su medición. Mientras que, la medida de gasto define al PIB mediante la suma de 4 sectores: el consumo de los hogares, el gasto del gobierno, la formación de capital fijo y las exportaciones netas. En México, este indicador es publicado trimestralmente por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) aproximadamente 50 días después de terminado el trimestre y lo estima mediante la medición de oferta (Heath, 2012).

El PIB es usado y seguido por *policymakers* para sus decisiones de política económica. El fin de esto es tomar medidas de intervención en la economía para prevenir posibles escenarios negativos en la misma, sin embargo, existen grandes limitaciones si únicamente se toma en cuenta este indicador. Los principales problemas a los que se enfrentan los *policymakers* por el uso del PIB son de latencia y revisiones posteriores del mismo. Primero, el problema de latencia corresponde a la disponibilidad de los datos para tomar las decisiones. Dado que el INEGI no cuenta con suficiente información contemporánea para construir el indicador final, este organismo tarda aproximadamente 50 días después de terminado el trimestre en publicarlo. Segundo, los potenciales cambios que presentan las cifras del PIB posterior a revisiones (Stekler, 1967). Como procedimiento de cálculo de indicadores, las instituciones estadísticas encargadas realizan revisiones y ajustes estacionales a las estimaciones preliminares. En ocasiones, estas revisiones pueden resultar en cambios significativos de la cifra inicial. A lo largo de varios estudios, se ha encontrado que las revisiones del PIB de varios países, incluido México, tienen grandes cambios en las cifras. Ante estas limitaciones y la necesidad de contar con información más precisa y reciente posible por parte de los *policymakers*, tomar el último dato del PIB publicado como indicador de actividad económica actual puede ser considerado

impreciso o desactualizado para el momento de tomar una decisión de política económica. Como resultado de esto, es necesario tomar en cuenta otros indicadores que resulten precisos y actualizados (Castle et al., 2009).

En México son publicados un grupo de indicadores oportunos que miden la actividad económica y con una mayor frecuencia que el PIB. El Índice Global de Actividad Económica (IGAE) es un indicador mensual, *proxy* del PIB, que pertenece a este grupo. La ventaja más relevante de este indicador, publicado por INEGI, es que el método de su estimación es idéntico al PIB. La principal diferencia entre ambos es la muestra utilizada para su estimación, la del IGAE siendo más acotada. Al tomar esto en cuenta, el IGAE puede considerarse una aproximación cercana y oportuna sobre la actividad económica del país. Por otra parte, los indicadores de difusión son otro tipo de indicadores publicados que aproximan la actividad económica a través de las expectativas de directivos empresariales de distintos sectores de la actividad económica. Estos representan las perspectivas y expectativas de los directivos del sector manufacturero y no manufacturero sobre la economía actual y resultan estar íntimamente relacionados con indicadores de actividad económica, como el PIB.

Los indicadores PMI han sido objetos de estudio para realizar pronósticos de la situación económica en tiempo real por su alta frecuencia de publicación, las pequeñas revisiones a sus cifras y su factibilidad de cómputo. Por ejemplo, Koenig (2002) mide el poder de pronóstico de este índice por sí solo para pronosticar el PIB y las decisiones de política monetaria para Estados Unidos. Otro ejemplo es Lahiri (2013), el cual utiliza un modelo de factores dinámicos para determinar la aportación de este índice y el no manufacturero frente a un gran número de variables. Ambos autores encuentran que el PMI tiene un gran poder de pronóstico y es posible obtener buenos pronósticos del PIB utilizándolo solo o en conjunto de varias variables.

Este tema ha sido estudiado principalmente para Estados Unidos de América y China, sin embargo, para el caso de mexicano existen pocos estudios al respecto. De estos casos encontramos el estudio de Leyva y Paez (2018), el cual realiza un análisis de los indicadores IPM del INEGI e IMEF para el pronóstico del IGAE para el caso mexicano. Estos encuentran que, de misma forma que el caso estadounidense, este tipo de indicadores de difusión resultan útiles para el pronóstico del IGAE en tiempo real.

Dado que en distintos estudios se ha demostrado que los indicadores PMI están estrechamente relacionados con la actividad económica, se vuelve relevante determinar cuáles son los aspectos más importantes de estos mediante sus componentes. Este trabajo contribuye a esta literatura en exhibir evidencia de que las expectativas y perspectivas de estos directivos y empresarios son útiles para el pronóstico de la actividad económica actual de México. En adición, se provee evidencia de que las expectativas específicas de ciertos puntos de la cadena de valor pronostican con mayor eficiencia la actividad económica en comparación a las expectativas agregadas de los empresarios. Como no son conocidas las verdaderas relaciones entre estos indicadores y los componentes con la actividad económica son utilizados distintas herramientas estadísticas y de series de tiempo para modelar el IGAE y evaluar el desempeño del pronóstico fuera de la muestra. Por último, son probadas estas relaciones a cambios estructurales mediante pruebas de estrés a los mismos modelos para momentos donde ocurren, como la crisis global derivada de la pandemia del COVID-19.

Los principales resultados de este trabajo son tres. Primero, existe una estrecha relación entre las perspectivas de directivos con la actividad económica mexicana incluso bajo situaciones de estrés. Segundo, es demostrado, mediante algoritmos estadísticos, que ciertos componentes están relacionados a puntos específicos de la cadena de valor, los cuales son Pedidos, Producción y Empleo de ambos indicadores. En promedio el error de pronóstico de los modelos que usan los componentes son 0.2 veces más bajos que los modelos que solo usan los indicadores agregados Tercero, los componentes de los indicadores, además de resolver el problema de latencia, están adelantados aproximadamente 5 meses a la actividad económica.

Por último, este trabajo tiene la siguiente estructura: sección 2, revisión de literatura. Sección 3, análisis de los datos utilizados. Sección 4, descripción de la metodología empleada. Sección 5, resultados obtenidos de los pronósticos y discusión sobre ellos. Finalmente, sección 6, conclusiones.

2. Revisión de literatura

El Producto Interno Bruto (PIB) es uno de los indicadores más utilizados si se desea conocer la actividad económica total de un país. Este indicador es definido como la suma de todos los servicios y bienes finales producidos en un país a valor del mercado en un tiempo determinado. El PIB es usado ampliamente en estudios económicos como el análisis de ciclos o crecimiento económico. Sin embargo, para un análisis de *nowcasting* de la situación económica de un país, el uso de este indicador puede estar limitado dada su baja frecuencia de publicación. En México, el PIB es publicado trimestralmente y tarda en publicarse 50 días después de terminado el trimestre aproximadamente. Esta frecuencia resulta menor a la de otros indicadores que también miden actividad económica y pueden ser un sustituto viable. Para el caso de México, un indicador mensual, *proxy* del PIB, es el Índice Global de Actividad Económica (IGAE). La ventaja de este indicador, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), es que el método de su estimación es idéntico al PIB, por lo tanto, es una aproximación cercana y oportuna sobre la actividad económica del país (Heath, 2012).

Además del IGAE, existen otro tipo de indicadores oportunos que reflejan las percepciones de un grupo específico de la población sobre la actividad económica. Un ejemplo de estos indicadores es el índice PMI (*Purchasing Managers Index*). Este índice refleja las percepciones de la situación actual del entorno de un grupo específico de empresas. El PMI manufacturero está conformado por cinco componentes: nuevos pedidos, producción, empleo, entrega de insumos e inventarios. Para su estimación es realizada una encuesta a directivos de un grupo representativo de empresas manufactureras a inicios de cada mes, la cual considera los componentes mencionados.¹ El índice PMI manufacturero toma valores de 0 a 100; si está por encima de los 50 puntos, este sector se encuentra en expansión y, en el caso contrario, este sector se está contrayendo. Aunado a esta interpretación, este índice es tomado en cuenta para saber la situación económica de un país. Según Chien y Morris (2016), el PMI manufacturero parece ser una buena aproximación de la actividad económica actual para Estados Unidos y China. Mediante una prueba de correlaciones demuestran que ambos indicadores están altamente correlacionados y que, mayormente, cuando el PMI está por encima de 50 puntos, la tasa de

¹ Suma ponderada de los componentes. Pesos por componente: nuevos pedidos (30%), producción (25%), empleo (20%), entrega de insumos (15%) e inventarios (10%).

crecimiento del PIB es positiva. Si bien esta metodología permite indicar cuando el PIB real está en crecimiento, no permite una estimación de su magnitud.

Para el caso estadounidense existen varios autores que investigan el poder de pronóstico de los índices manufactureros nacionales o locales en la tasa de crecimiento del PIB. A lo largo de varios estudios, se evalúa el desempeño de índices como el *Institute of Supply Management's* (ISM), *Richmond Survey*, *Survey of Professional Forecasters* (SPF) entre otros. Harris, Owens y Sarte (2004) investigan el poder de distintos índices para pronosticar la situación económica local y nacional. Estos autores mencionan que el indicador ISM resulta útil para el pronóstico del PIB, mientras que el *Richmond Survey* es un buen predictor de la actividad económica local del *Fifth District Federal Reserve*.

Pese a que Estados Unidos de América cuenta con varios índices manufactureros, el más relevante en la literatura es el PMI, ya que resulta ser el indicador que aporta en mayor medida al pronóstico de la actividad económica. Por un lado, Koenig (2002) demuestra que el PMI tiene un importante poder explicativo de la situación económica (tasa de crecimiento del PIB) y el sector manufacturero, utilizando únicamente esta variable en el modelo. Por otro lado, D'Agostin y Schnatz (2012) utilizan el PMI y el SPF con el fin de determinar la eficacia de ambos indicadores en el pronóstico de la actividad económica de Estados Unidos de manera independiente y conjunta. Ambos estimadores resultan útiles para el pronóstico del PIB real y la producción industrial de forma independiente y, en conjunto, obtenemos estimaciones más precisas. Cabe mencionar que estos autores encuentran que el SPF es un mejor predictor del PIB real y el PMI de la producción industrial. Por último, Lahiri y Monokroussos (2013) buscan determinar la aportación del ISM manufacturero y no manufacturero en el pronóstico bajo un modelo de factores dinámicos. Hasta ahora, todos los autores mencionados utilizan únicamente índices manufactureros, rara vez hay trabajos que toman en cuenta la parte no manufacturera de un índice como lo hacen Lahiri y Monokroussos.² Ambos indicadores, tanto manufactureros como no-manufactureros, ayudan a mejorar el nivel de pronóstico de la actividad económica en tiempo presente, inclusive en un modelo de factores dinámicos con varios predictores adicionales.

² Normalmente utilizan índices manufactureros ponderados por tamaño de empresa. Sin embargo, el pronóstico de la actividad económica no mejora y el pronóstico del índice sin ponderar sobrepasa a este.

Estos resultados sobre el PMI como un predictor eficaz y relevante para el *nowcasting* de la actividad económica de un país incluso pueden ser adecuados para regiones económicas como la Unión Europea. De Bondt (2018), de la misma manera que Koenig, demuestra que utilizando únicamente el PMI agregado de los países europeos es posible obtener pronósticos confiables. Las predicciones obtenidas por el autor resultan ser estables para el *nowcasting* del PIB real agregado de la región, excepto para el tiempo de la crisis del 2008-09.

Para el caso mexicano, existe otro indicador manufacturero oportuno con el cual es posible realizar pronósticos de la actividad económica actual. El índice de difusión IMEF es un indicador similar al IPM con una frecuencia mensual, pero se diferencia en los individuos encuestados, la ponderación de los componentes y es publicado por el mismo Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas (IMEF). En lugar de entrevistar directores de empresas manufactureras representativas, la muestra encuestada está conformada por ejecutivos de empresas asociadas y no asociadas al IMEF.³ Ambos indicadores son utilizados y evaluados por Leyva y Páez (2018) para anticipar el IGAE. En primera instancia, los autores muestran una alta correlación entre los índices con la tasa de crecimiento del IGAE y el PIB, siendo consistente con los artículos anteriores. En segunda instancia, por medio de un modelo Probit y tablas de contingencia, los autores determinan cuál es la probabilidad de que el índice PMI o IMEF anticipen una variación positiva del IGAE cuando estén por encima de 50 puntos. El estudio concluye que tanto el IPM como el IMEF son indicadores eficaces para anticipar variaciones del IGAE. Sin embargo, el IPM es preferible si se quiere anticipar variaciones negativas y, por otro lado, es preferible el IMEF si se requiere obtener el comportamiento global de manera óptima.

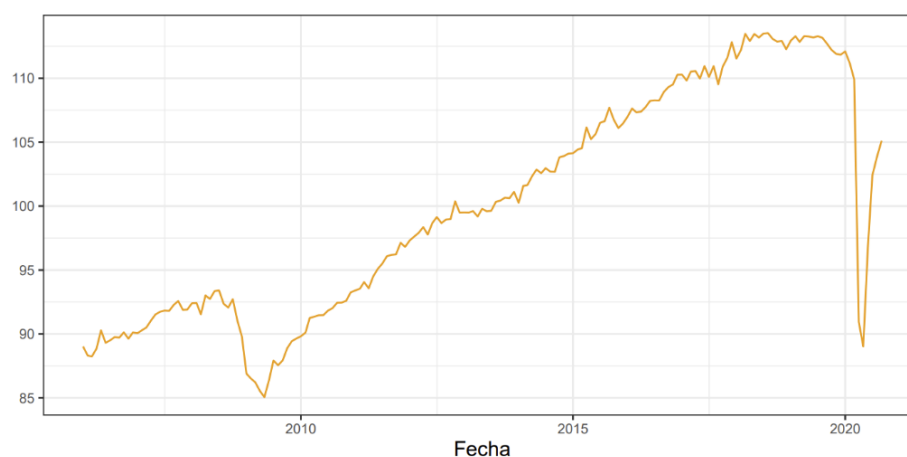
³ La principal diferencia es que para el indicador IMEF las empresas participan de manera voluntaria. Por lo tanto, el tamaño de muestra es significativamente menor al indicador del INEGI

3. Datos

3.1 IGAE

El Indicador Global de la Actividad Económica es un indicador parcial y oportuno sobre la actividad económica de México. El método de estimación de este indicador es idéntico al PIB, sin embargo, la muestra utilizada es más acotada y no toma en cuenta la producción total de bienes del país. Este indicador tiene una frecuencia mensual y es publicado aproximadamente 50 días después de terminado el mes por el INEGI. Dada su metodología, debe tomarse en cuenta que el IGAE es un indicador de tendencia en el corto plazo y no una estimación mensual del producto, ya que las estimaciones entre indicadores pueden diferir. A pesar de ello, el IGAE está íntimamente relacionado con el PIB y resulta ser un buen parámetro para conocer la actividad económica de forma temprana (Heath, 2012).

Figura 1. IGAE publicado por el INEGI.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

3.2 Indicadores de difusión

Los indicadores de difusión para el sector manufacturero, como Índice de Pedidos Manufactureros del INEGI, son construidos a partir de encuestas enfocadas en cinco áreas específicas: nuevos pedidos, producción, empleo, entrega de producto e inventarios. Los individuos para los que están dirigidas estas encuestas son quienes tienen conocimiento o visión general de las áreas en cuestión, como lo son directivos. La encuesta está conformada de cinco preguntas con cinco posibles respuestas y, a su vez, cada respuesta tiene un valor diferente para el cálculo del índice. Las respuestas y valores son los siguientes: mucho mejor (1), mejor (0.75),

igual (0.5), peor (0.25) y mucho peor (0).⁴ Así, considerando estas ponderaciones y tomando 50 como punto medio del índice, mientras se tenga una perspectiva pesimista este tenderá a estar por debajo de este punto medio. En el caso contrario, de tener una perspectiva optimista, el índice tenderá a permanecer por encima de los cincuenta puntos. Si el índice llegase a tomar el valor del punto medio, esto quiere decir que no se encuentran grandes cambios respecto al periodo anterior. Por último, cabe mencionar una característica importante de estos índices manufactureros, los índices PMI presentan cambios insignificantes después de sus revisiones o ajustes estacionales. En otras palabras, al no presentar cambios en revisiones, los índices de difusión del sector manufacturero además de ser oportunos son indicadores precisos.

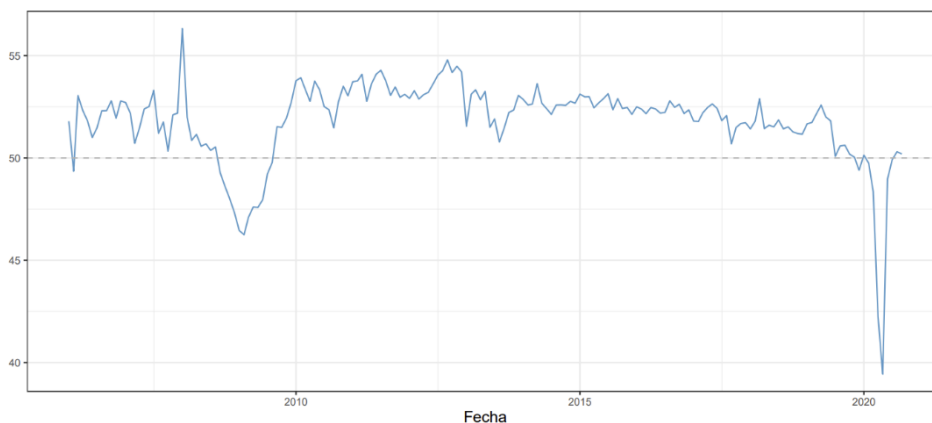
Para el caso de México, existen principalmente dos tipos de indicadores: el IPM del INEGI y el indicador IMEF publicado por esta institución. Ambos son publicados el primer día hábil de cada mes, no obstante, cuentan con características distintas que son relevantes mencionar. A continuación, son presentadas descripciones de ambos indicadores.

a. Indicador de Pedidos Manufactureros del INEGI (IPM-INEGI)

El Indicador de Pedidos Manufactureros tiene un enfoque probabilístico mediante una muestra representativa de aproximadamente 1400 empresas manufactureras entrevistadas mediante selección aleatoria. Este indicador forma parte de la Encuesta Mensual de Opinión Empresarial (EMOE), la cual tiene como fin publicar indicadores confiables y oportunos sobre la actividad económica. Una principal preocupación que la EMOE atiende es darle una correcta representatividad a la población que entrevista y mediante sus muestras aleatorias estratificadas lo hace. En ella viene detallada la metodología y las ponderaciones tanto de los cinco componentes mencionados, como de las respuestas, para la estimación del IPM-INEGI. Actualmente las ponderaciones de estos componentes son las anteriormente establecidas por el Departamento de Comercio de Estados Unidos en los ochenta. Las ponderaciones utilizadas por el INEGI son siguientes: nuevos pedidos (30%), producción (25%), empleo (20%), entrega de insumos (15%) e inventarios (10%) (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2019).

⁴ Estas respuestas cambian en la cuarta pregunta (entrega de producto) ya que la interpretación es al revés.

Figura 2. Indicador Pedidos Manufactureros del INEGI

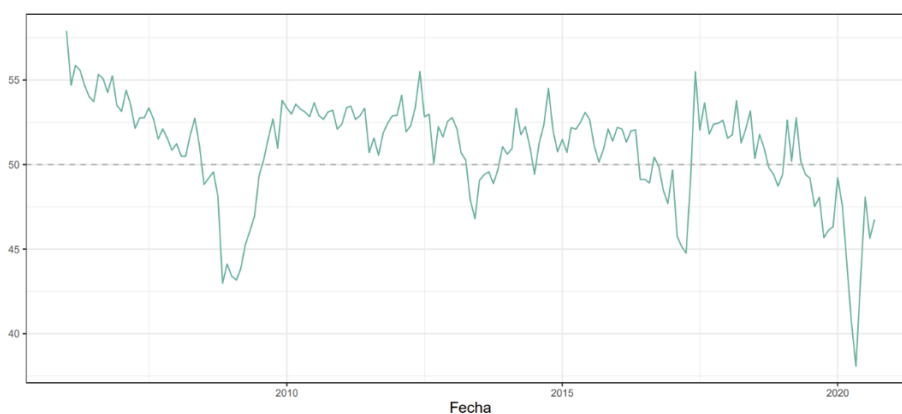


Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI

b. Indicador IMEF

El Indicador IMEF acapara una muestra más pequeña de empresas. A diferencia del indicador anterior, este tiene un enfoque no-probabilístico y la muestra está limitada a aproximadamente 300 empresas manufactureras y no manufactureras. Esto quiere decir que este indicador tiene una muestra menor que el IPM que quizás no sea representativa del universo empresarial mexicano. Aunado a lo anterior, las ponderaciones de los componentes cambian. El esquema de ponderaciones para el indicador IMEF es el mismo utilizado actualmente para estimar el PMI estadounidense, pesos iguales para cada componente (20%) (Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas, 2021).

Figura 3. Indicador manufacturero IMEF.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IMEF

3.3 Estadística descriptiva

Los datos utilizados en el presente trabajo son los siguientes: el IGAE y los indicadores IPM-INEGI e IMEF junto con sus componentes, los cuales provienen del INEGI y el IMEF. Las series del IGAE y los indicadores comprenden de enero de 2005 a octubre y diciembre de 2020, respectivamente. A partir de estas, son estimadas tasas de crecimiento anuales y mensuales para cada variable. Las pruebas de raíz unitaria son presentadas en la tabla 1. El propósito de utilizar tasas de crecimiento, en lugar de las series en niveles, es eliminar potenciales problemas de raíz unitaria que demeriten las estimaciones estadísticas, además de permitir una mejor interpretación de los resultados al manejar todo en variaciones porcentuales. A pesar de realizar estas transformaciones, únicamente la serie de la tasa de crecimiento anual del IGAE sigue presentando raíz unitaria si es utilizada la ventana de tiempo completa. Este resultado es dado a la gran variación que presentan las series en el 2020 por el efecto de la pandemia de COVID-19.

Tabla 1. Pruebas de Dickey-Fuller aumentada con retraso de 12 periodos.

Serie	Niveles	Tasa	
		Anual	Mensual
IGAE	0.466	0.040	0.010
Indicador IMEF	0.010	0.010	0.010
Nuevos pedidos	0.010	0.010	0.010
Producción	0.010	0.010	0.010
Empleo	0.010	0.010	0.010
Entrega de productos	0.010	0.010	0.010
Inventarios	0.010	0.010	0.010
IPM-INEGI	0.010	0.010	0.010
Pedidos	0.010	0.010	0.010
Producción	0.010	0.010	0.010
Personal ocupado	0.034	0.014	0.010
Proveedores	0.010	0.026	0.010
Inventarios	0.010	0.010	0.010

Notas: Los coeficientes presentados corresponden a los *p-values* de las pruebas con deriva.

H0: la serie cuenta con raíz unitaria, H1: la serie no cuenta con raíz unitaria

La ventana de tiempo de los datos es de enero del 2006 a octubre de 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

Como fue mencionado con anterioridad, este trabajo utiliza el indicador IGAE para representar la actividad económica, en lugar del Producto Interno Bruto como la mayoría de la literatura. Dado que el IGAE es un *proxy* del PIB, es pertinente realizar un análisis de correlaciones. Esto con el fin de determinar a qué nivel las series están relacionadas entre sí. El análisis toma en cuenta ambas transformaciones de tasas de crecimiento de los indicadores respecto al IGAE.

Tabla 2. Coeficientes de correlación de los indicadores y sus componentes con el IGAE.

Indicador	IGAE	
	Anual	Mensual
Indicador IMEF	0.502	0.390
Nuevos pedidos	0.521*	0.360*
Producción	0.516*	0.377*
Empleo	0.298	0.206
Entrega de productos	0.338	0.169
Inventario	0.289	-0.021
IPM-INEGI	0.625	0.363
Pedidos	0.646*	0.415*
Producción	0.549*	0.422*
Personal ocupado	0.542	0.179
Proveedores	-0.053	-0.080
Inventario	0.409	0.253

Nota: La ventana de tiempo de los datos es de enero del 2006 a octubre de 2020.

* Correlaciones más altas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

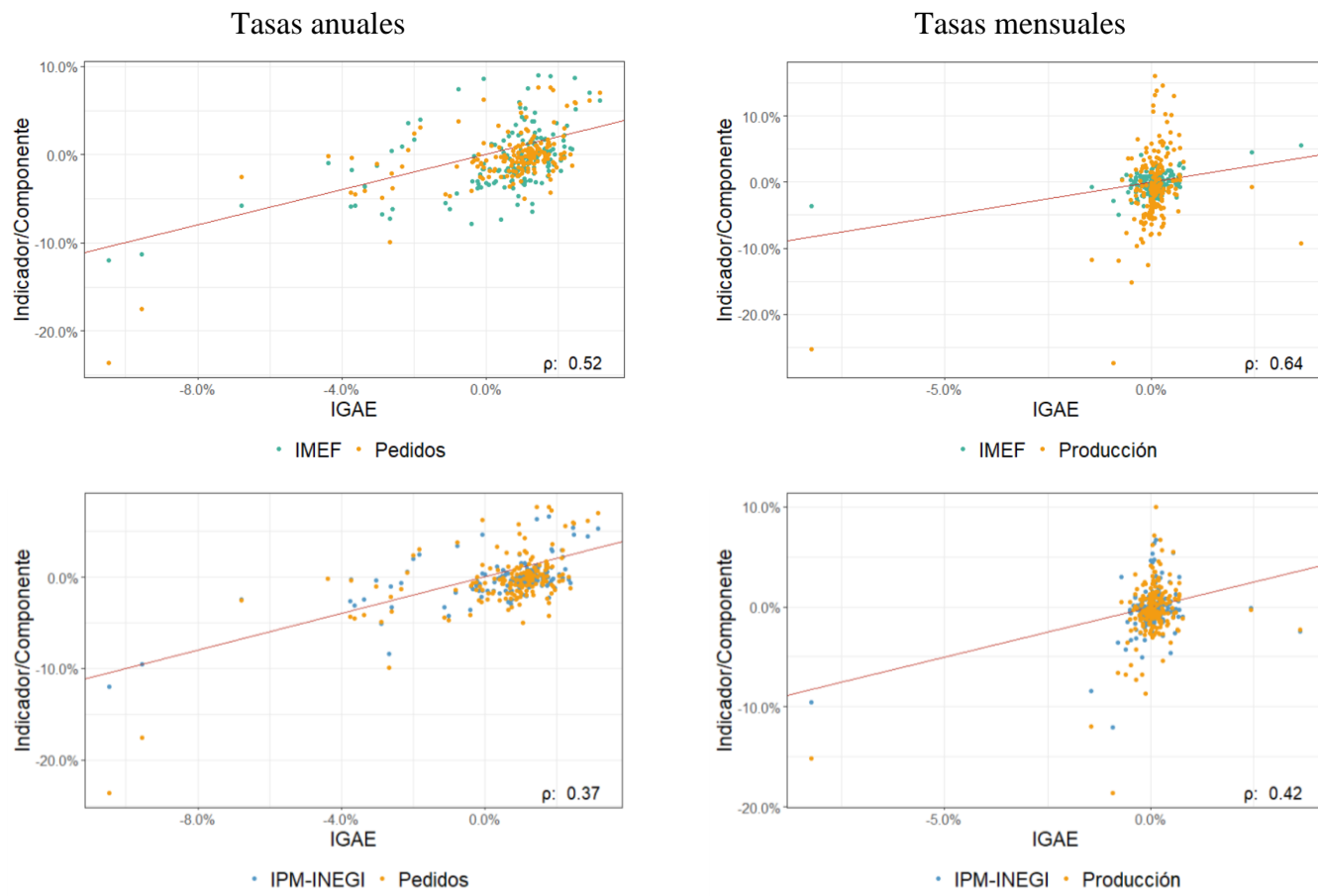
A pesar de que ambos indicadores tienen una alta correlación con el IGAE, el indicador IPM-INEGI para ambas tasas resulta estar más relacionado que el Indicador IMEF (Tabla 2). Esto puede deberse a la muestra aleatoria estratificada que se utiliza para calcular el PMI-INEGI. Dado que este indicador tiene como característica contar con una muestra representativa del sector, era de esperarse una mayor correlación con el IGAE que el Indicador IMEF, el no consta de un muestreo probabilístico (Leyva y Paéz, 2018).

Tomando en cuenta que Indicador IMEF utiliza ponderaciones iguales por cada componente, el esquema de ponderación estadounidense puede que sea igualmente óptimo para el caso de México. Peláez (2003) demuestra mediante pronósticos fuera de la muestra que la

ponderación de ese momento del PMI no era el ideal para el pronóstico de la actividad económica de Estados Unidos. Posteriormente, se estableció que el PMI estadounidense tuviera una ponderación diferente por componente, la cual se argumenta que es la mejor por su correlación con el PIB (Torda, 1985). Tomando en cuenta las correlaciones obtenidas, este caso de ponderaciones óptimas estadounidenses también aplican para el pronóstico del IGAE. El indicador IPM-INEGI supera en ambas tasas al Indicador IMEF con las ponderaciones desiguales. Sin embargo, existe una diferencia en la importancia de los componentes. Peláez determina que el componente de producción e inventarios aportan poca información al pronóstico. Mientras que, como este trabajo mostrará más adelante, el primer componente resulta útil y relevante para el pronóstico de la actividad económica en México.

Estas correlaciones proveen indicios que tanto el indicador IPM-INEGI como el Indicador IMEF pueden ser predictores útiles de la actividad económica. Esto va en línea con varios trabajos como Leyva y Páez (2019) para determinar el poder de pronóstico de estos indicadores con el IGAE. Ahora que se sabe de su utilidad, resta determinar cuáles componentes son los más importantes para obtener pronósticos precisos y eficientes de todos los disponibles al igual que Peláez.

Figura 4. Gráficas de correlación indicadores manufactureros y de su componente más correlacionado con el IGAE.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

4. Metodología

Este trabajo busca contribuir a esta literatura en demostrar que las expectativas de directivos y empresarios son útiles para el pronóstico de la actividad económica actual mexicana y cuáles de estas son las más relevantes. Dicho de otra manera, estas expectativas aportan información importante al pronóstico del IGAE dada su alta relación con la actividad económica y es relevante incorporarla en las estimaciones. Para ello, en primera instancia, son utilizadas herramientas estadísticas de *machine learning* para determinar los componentes más relevantes con la actividad económica mediante sus correlaciones con el IGAE. En segunda instancia, son estimados distintos modelos de series de tiempo para comprobar si esta información es verdaderamente relevante para el pronóstico del IGAE. Por último, realizando pruebas de pronóstico fuera de la muestra (pruebas de estrés) se busca probar la consistencia de estas relaciones incluso frente cambios estructurales.

Como fue mencionado en la sección anterior, se tiene información por parte de los indicadores manufactureros que puede ser útil para el pronóstico, pero no tenemos certeza de cuáles son los verdaderamente importantes. En esta sección serán presentados los métodos estadísticos, los cuales ayudarán a descartar los componentes que no apoyen de manera sustancial a los pronósticos, como los componentes de pedidos e inventarios para el caso estadounidense (Peláez, 2003). Los métodos y herramientas estadísticas utilizadas son los siguientes:

4.1 Corselect (Tapia, 2021)

El algoritmo de *Corselect* tiene como objetivo seleccionar los componentes de los indicadores de difusión que están más correlacionados linealmente con la tasa de crecimiento del IGAE. Este algoritmo está dividido principalmente en dos partes.

Primero, se realizan pruebas de hipótesis sobre la correlación de la variable dependiente con cada una de las independientes. En este primer filtro se busca descartar los componentes que poseen una relación lineal débil con el IGAE. Para seleccionarlos, este algoritmo utiliza un parámetro “alfa” que determina el nivel de significancia de la prueba de hipótesis.

Segundo, ordenamiento y discriminación de las correlaciones obtenidas. Este segundo paso las discrimina utilizando un valor mínimo de correlación. Así que todo componente que posea una correlación en valor absoluto que sea menor al mínimo será descartado. El valor

mínimo es calculado a partir del producto la correlación más alta en valor absoluto del conjunto de variables y el parámetro llamado “criteria”. Este parámetro determina el nivel de rigurosidad de discriminación con las correlaciones y su dominio reside entre el 0 y 1. Mientras más cercano esté a uno, se desea un nivel alto de discriminación y se obtiene un conjunto de variables con únicamente correlaciones altas. A su vez, conforme aumente el nivel de rigurosidad, este conjunto de variables será más pequeño. Para el caso contrario, si “criteria” es más cercano a cero, se impone un nivel menor de discriminación y se obtiene un conjunto más amplio de variables.

4.2 Stepwise Selection (Regresión por pasos)

Estos son conocidos como métodos de selección de subconjuntos, los cuales tienen como objetivo seleccionar el grupo de predictores más relevante mediante el mejor ajuste de un modelo lineal con la variable dependiente. Este método estima un modelo de regresión para cada posible combinación de predictores y a partir de criterios de información, como AIC, BIC o R^2 ajustada, determinar el mejor de ellos.⁵ Dado que esto se vuelve computacionalmente ineficiente para conjuntos de datos con un gran número de predictores, este trabajo utiliza los métodos de *Forward Stepwise Selection* (FSS) y *Backward Stepwise Selection* (BSS). La principal ventaja de utilizarlos es que los métodos de *Stepwise* estiman considerablemente un número menor de modelos y su uso es computacionalmente viable para conjuntos de datos grandes como el que utiliza este trabajo.⁶

Estos métodos, como su nombre indica, van paso por paso aumentando o removiendo una variable a la vez en un modelo de regresión. Por un lado, FSS comienza con un modelo vacío donde únicamente se encuentra la variable dependiente y, poco a poco, se van agregando una variable a la vez al modelo hasta tener todas las variables disponibles. El orden con el que se van agregando estas variables depende de su contribución al ajuste lineal en el modelo. Si la variable provee mejor ajuste al incluirla, en comparación a cuando se excluye, esta se agrega al modelo. Por otro lado, BSS comienza con un modelo completo, el cual tiene todas las variables disponibles. A diferencia del método anterior, en este se va quitando una variable a la vez dado su ajuste. La variable que, al ser omitida, mejore el ajuste del modelo se descarta y así

⁵ Para k predictores, son estimados $2^k - 1$ modelos.

⁶ El conjunto de datos está compuesto de los indicadores PMI's agregados y sus componentes con sus 12 rezagos respectivos (156 variables).

sucesivamente hasta obtener el modelo vacío. En ambos procedimientos, cada vez en la que se aumenta o remueve una variable se estima un modelo de regresión. Así se tendrán modelos con distintos números de predictores. De igual forma, para determinar el mejor conjunto de predictores son comparados los criterios de información de los distintos modelos con diferentes números de variables. El FSS prueba la adición de cada variable al modelo, mientras que, el BSS prueba la eliminación de cada variable al modelo y esto se ve reflejado en los criterios de información. El criterio de información tomado en cuenta de este trabajo es el BIC, por lo tanto, se busca el modelo con el BIC más pequeño.

4.3 *The Lasso*

Lasso es un método de regularización que busca ajustar un modelo tomando en cuenta todos sus predictores, pero restringiendo o regularizando el tamaño de los estimadores a cero. El fin de restringirlos es reducir la varianza del modelo volviendo irrelevantes las variables que aportan escasa información al mismo. Para realizar esto se resuelve el siguiente problema:

$$\min_{\beta_j} \left\{ \underbrace{\sum_{i=1}^n \left(y_i - \widehat{\beta}_0 - \sum_{j=1}^p \widehat{\beta}_j x_{ij} \right)^2}_{RSS} + \underbrace{\lambda \sum_{j=1}^p |\beta_j|}_{Penalización} \right\}$$

A diferencia de un problema de minimización de la Suma de Residuos Cuadrados (RSS, siglas en inglés) que se presenta en un modelo de regresión simple, en los modelos de regularización se agrega un término de penalización. Con un parámetro de $\lambda > 0$, esta penalización provocará que los estimadores de variables irrelevantes sean igual a cero y se descarten. Esto está dado a que si estas variables no aportan información suficiente al modelo para que el RSS disminuya, el término de penalización aumentará y el parámetro β_{LASSO} no será el mínimo.

Parecido al parámetro “criteria” de Corselect, el parámetro λ será el que determine el nivel de regulación de los estimadores. Conforme λ tienda a infinito, la penalización es mayor y se obtienen más estimadores iguales a cero. Para el caso contrario, donde λ tienda a cero, la penalización es menor, se obtienen menos estimadores iguales a cero y se acerca al problema de regresión lineal simple. Por último, para determinar el valor óptimo de este parámetro se

busca el valor de λ con el menor Error Cuadrático Medio (MSE, siglas en inglés) mediante simulaciones de validación cruzada.

4.4 Componentes Principales (PCA, siglas en inglés)

Este es un método perteneciente a *machine learning*, en específico a los no-supervisados. Esto quiere decir que esta herramienta utiliza únicamente a las variables independientes (X_i) en sus análisis. El Análisis de Componentes Principales es un método de reducción de dimensiones que consiste en capturar el mayor porcentaje de varianza posible de un conjunto de datos en una representación con menor dimensión. Para obtener una primera representación o primer componente principal se resuelve el siguiente problema:⁷

$$\begin{aligned} & \max_{\phi_{11}, \phi_{21}, \dots, \phi_{p1}} \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^p \phi_{j1} x_{ij} \right)^2 \right\} \\ & \text{s. a} \quad \sum_{j=1}^p \phi_{j1}^2 = 1 \end{aligned}$$

Donde ϕ_{j1} corresponde a los valores propios de la observación x_{ij} . La resolución de este problema es el vector de valores propios del componente, los cuales ayudan a determinar las variables más relevantes. Las variables con los valores propios más altos resultan ser las que más varianza aportan a este componente y, por lo tanto, las que más varianza captan del conjunto de datos. Este trabajo toma en cuenta los valores propios del primer componente ya que es la combinación lineal con mayor varianza de los datos y se asegura determinar las variables más relevantes y con mayor explicación de varianza.

4.5 Modelos y pronósticos fuera de la muestra

A pesar de que se ha demostrado en varios estudios que existe una relación entre las expectativas de directivos y la actividad económica, no se conocen las verdaderas formas de estas. Para ello, este trabajo utiliza modelos de series de tiempo con el fin de asumir supuestos sobre las posibles relaciones que sostienen estas variables. Los supuestos y modelos tomados en cuenta son: las expectativas son exógenas (ARMAX), las expectativas no son exógenas y

⁷ Previo a resolver el problema de maximización, se realiza una estandarización de los datos. Estandarización: $\tilde{p} = \frac{p_i - \bar{p}}{d.e}$

tienen una retroalimentación con la actividad económica (VAR) y, por último, existe un factor latente que no es posible percibir directamente (Componentes principales). Adicionalmente, son estimados dos modelos base que servirán como referencia para comparar el desempeño de modelos que toman en cuenta las expectativas de directivos para el pronóstico de la actividad económica. Estos modelos son una representación ARMA y *Random Walk* del IGAE.

- **ARMAX:** Con la ayuda de estas herramientas descritas se determinan los componentes más relevantes de los indicadores para el pronóstico de la actividad económica. Primero, es obtenido el conjunto de componentes más correlacionados con el IGAE mediante el algoritmo de Corselect. Segundo, son utilizados los métodos de FSS, BSS y Lasso para determinar el modelo con el menor BIC y, con base en este, determinar los componentes que poseen el mejor desempeño para el pronóstico del IGAE. Por último, es estimado el modelo ARMAX y son pronosticados los siguientes dos periodos.
- **VAR:** Este modelo utiliza únicamente los indicadores agregados y permitiendo dos rezagos.
- **Componentes Principales:** La estimación de este modelo está dividido principalmente en dos partes. Primero, se realiza un análisis de PCA utilizando ambos indicadores y sus componentes. Como fue mencionado, con esta estimación es extraído el conjunto de variables que contengan el mayor poder explicativo utilizando el primer componente. Segundo, pronósticos mediante una función puente. Una vez obtenido este conjunto de componentes, es estimado un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) con la siguiente función puente:

$$\Delta y_t = c + \beta \Delta X_t + \varepsilon_t$$

Donde Δy_t es la tasa de crecimiento del IGAE, ΔX_t son el conjunto de componentes en tasas de crecimiento y, por último, el término de error. Este método aprovecha la diferencia de disponibilidad de datos entre las series para realizar el pronóstico de la variable dependiente. Dado que los indicadores IPM e IMEF tienen una publicación más temprana que el IGAE, la serie del IGAE cuenta con menos observaciones que la serie de los indicadores oportunos. En este caso, las series de los indicadores cuentan con dos observaciones más que la del IGAE, las cuales serán utilizadas para

pronosticar. Así, una vez estimado el modelo de MCO, el paso restante es pronosticar la tasa de crecimiento del IGAE utilizando estas últimas dos observaciones.

Para este modelo, además de la estimación para ambos casos (tasas de crecimiento anual y mensual), son realizadas dos estimaciones adicionales para cada caso. Puesto que la estimación es mediante MCO, puede existir un problema de autocorrelación entre las variables independientes. Tomando en cuenta este problema, además de estimar el modelo utilizando los componentes sin rezagos, se estima otro modelo con rezagos para tratar de corregirlo.

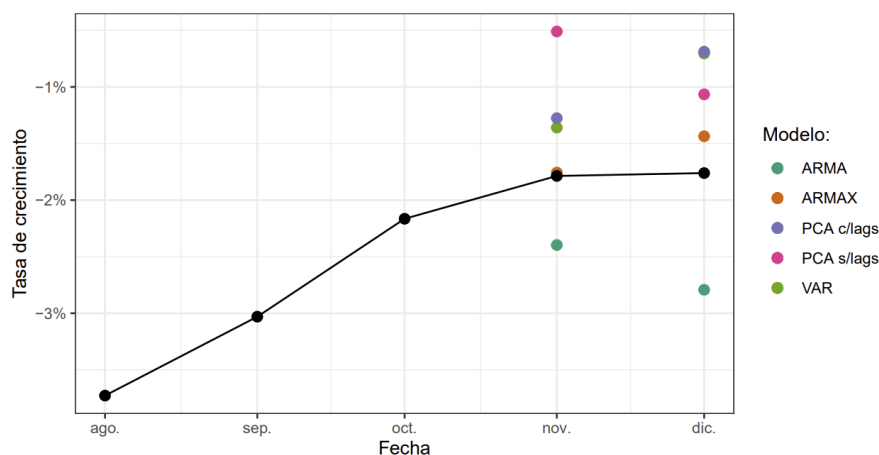
Por último, los modelos descritos son utilizados para evaluar esta relación ante quiebres estructurales. Mediante pronósticos fuera de la muestra se evalúa la robustez del poder de pronóstico de estas variables ante quiebres estructurales. Esto consiste en estimar el MSE de los distintos modelos para los años de 2017 a 2020, considerando el 2019 como el año donde inician estos cambios.

5. Resultados

En esta sección son presentados los resultados de las estimaciones y pronósticos de los métodos descritos y sus implicaciones. Los datos utilizados para ello comprenden de enero de 2005 a octubre de 2019. Con base en las estimaciones obtenidas se derivan tres resultados principales:

Primero, las perspectivas y expectativas de los directivos están relacionados con la actividad económica y son útiles para su pronóstico. Una vez estimados los diferentes modelos, se observa que en aquellos que incluyen estas expectativas mediante los índices o componentes tienen mejores pronósticos. En la Figura 6 y tabla 3 son presentados los pronósticos por modelo para noviembre y diciembre de 2020 y sus diferencias respecto al dato publicado por el INEGI, respectivamente.⁸ Si son comparadas las tasas pronosticadas con las reales del INEGI en las tablas y gráficas siguientes, es posible notar que los pronósticos del modelo ARMA no llegan a ser tan buenos como el resto de los modelos excepto el *random walk*. Este resultado sugiere que los componentes de indicadores de difusión contienen información importante sobre la actividad económica y que su inclusión al pronóstico del IGAE resultará en mejores estimaciones a que solo se utiliza este.

Figura 5. Pronósticos de tasas anuales.



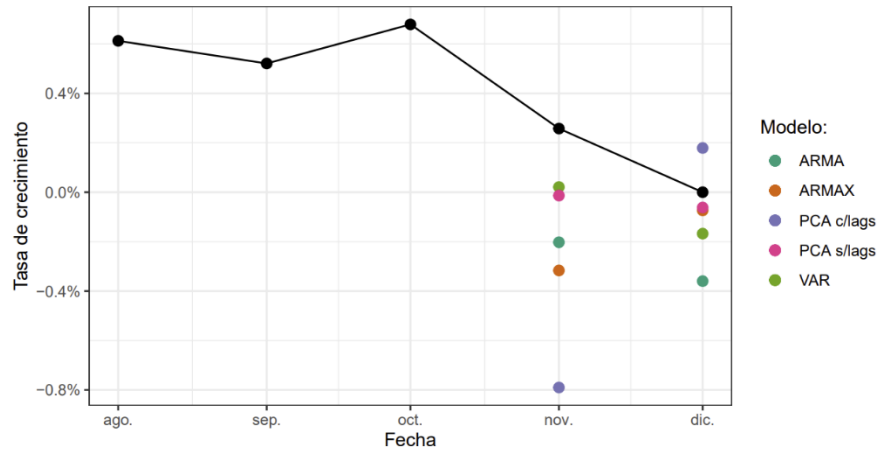
Nota: El pronóstico del *Random Walk* es excluido para una mejor representación.

La línea negra punteada corresponde a los datos publicados por el INEGI.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

⁸ La tasa de crecimiento del INEGI es calculada a partir de los datos publicados por la institución. En Anexos son presentados los pronósticos obtenidos por modelo y los componentes utilizados en el modelo ARMAX y de Componentes Principales.

Figura 6. Pronósticos de tasas mensuales.



Nota: El pronóstico del *Random Walk* es excluido para una mejor representación.

La línea negra punteada corresponde a los datos publicados por el INEGI.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

Tabla 3. Diferencia entre los pronósticos estimados y el dato publicado del INEGI.

Modelo	Tasa anual		Tasa mensual	
	Nov-20	Dic-20	Nov-20	Dic-20
ARMAX	Verde	Verde	Amarillo	Verde claro
VAR	Verde claro	Amarillo	Verde	Amarillo
ARMA	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo
PCA s/r	Amarillo	Verde claro	Verde claro	Amarillo
PCA c/r	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde
RW	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo

Nota: El color verde es asignado a los valores más pequeños, mientras que el rojo es asignado a los más grandes.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

Estas relaciones son robustas ante quiebres estructurales. Cambios de largo plazo en la economía pueden modificar expectativas de los individuos, como las de crecimiento económico. Si estas expectativas son modificadas por estos cambios estructurales, es posible que lleguen a perder relación con la actividad económica como demuestra De Bondt (2018) para la zona europea durante la crisis financiera de 2008.

Para el caso de México en 2019, con la entrada del nuevo régimen de gobierno se comenzaron a vislumbrar quiebres estructurales que repercutirían tanto en el sector público como en el privado. Algunos de estos cambios serían a organismos y secretarías gubernamentales, revisiones a reformas (energética, principalmente) (Noticias del Congreso, 2021), regulación del *outsourcing* (Noticias del Congreso, 2021), entre otros. Esto provocó una gran incertidumbre entre la población, principalmente empresarios e inversionistas, sobre la economía mexicana, resultando en una disminución de la inversión fija del país. A pesar de estos cambios y la incertidumbre prominente de ello, las expectativas de los directivos mantuvieron su relación con la actividad económica del país. Estas relaciones pueden verse en los resultados de la evaluación de los pronósticos fuera de la muestra para los años de 2017 a 2020 en la Tabla 4. Para ambas tasas, modelos que toman en cuenta las expectativas mediante los índices o sus componentes tienen mejores pronósticos o un menor error para los 4 años estimados como el ARMAX, VAR y, en ocasiones, PCA sin rezagos (PCA s/r). Esto quiere decir que estas expectativas siguen siendo válidas durante y después de quiebres estructurales.

Tabla 4. MSE de pronósticos fuera de la muestra por modelo.
Tasa anual

MSE	Modelo					
	ARMAX	VAR	ARMA	RW	PCA s/r	PCA c/r
2017	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo
2018	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo
2019	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo
2020	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo

Tasa mensual

MSE	Modelo					
	ARMAX	VAR	ARMA	RW	PCA s/r	PCA c/r
2017	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Rojo
2018	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Rojo
2019	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Rojo
2020	Verde	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde	Rojo

Notas: El color verde es asignado a los errores más pequeños, mientras que el rojo es asignado a los errores más grandes.

$$mse = (\Delta\tilde{y} - \Delta y)^2$$

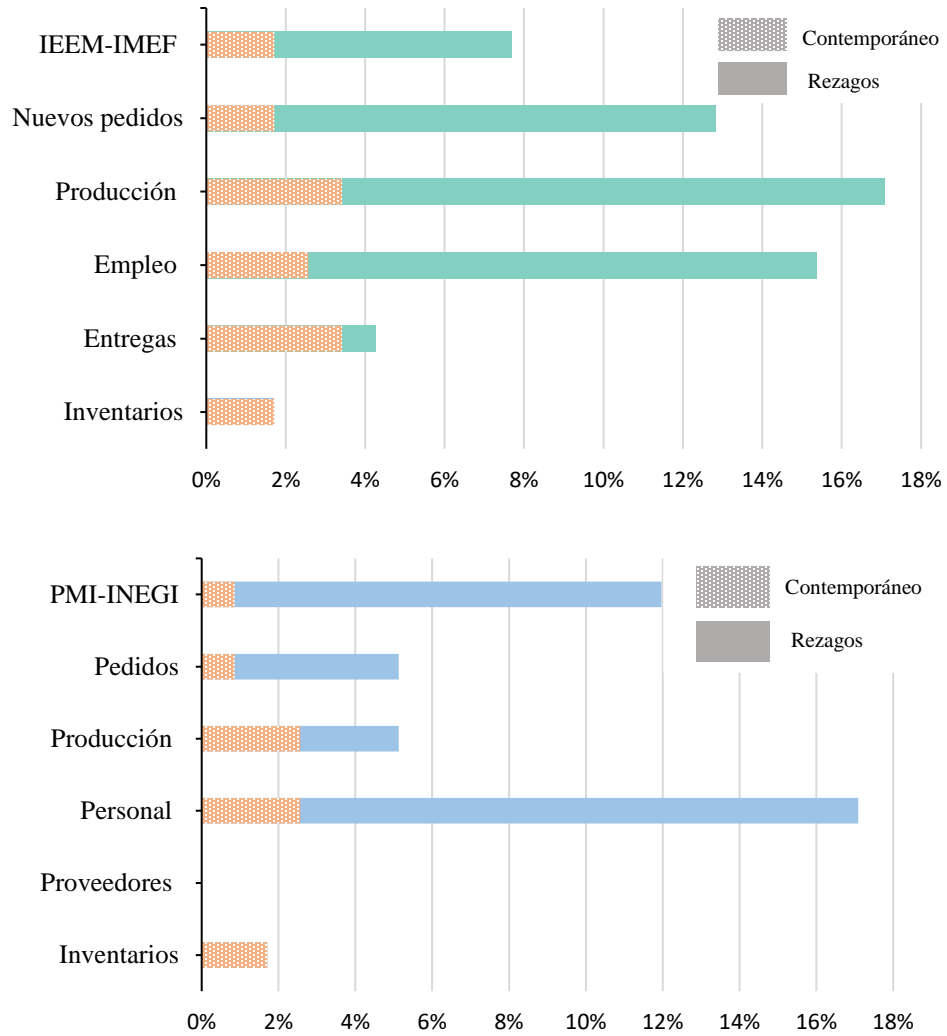
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

Segundo, existen partes específicas de estas expectativas (componentes) más relevantes que otras. Al igual que Peláez (2003), este trabajo encuentra que los componentes de índices de difusión están íntimamente relacionados y sostienen distintos niveles de correlación con la actividad económica. Esto implica que algunos componentes contienen más información sobre la actividad que otros y, por lo tanto, tendrán un mejor desempeño para los pronósticos. En promedio el error de pronóstico de los modelos que usan estos componentes son 20% más bajos que los modelos que solo usan los indicadores agregados.

Utilizando los métodos estadísticos y de *machine learning* para determinarlos, los componentes con más información son: pedidos, producción y empleo del Indicador IMEF y personal del IPM-INEGI. Este resultado es derivado del análisis de la frecuencia de elección de los componentes para la estimación de modelos. En las Figura 7 son presentados los porcentajes de elección de los componentes utilizados en todos los modelos dividido por su forma en rezagos o contemporánea. Esto quiere decir que, por ejemplo, el componente de personal del PMI-INEGI fue utilizado aproximadamente un 2% contemporáneamente y 11% en rezagos en la selección para todos los modelos. En general, los componentes pertenecientes al Indicador IMEF son los que poseen los porcentajes más altos de elección, en específico, producción y empleo. Por el lado del IPM-INEGI, el componente más relevante resulta ser personal.

Este resultado puede estar dado por el método de estimación de los índices de actividad económica ya que el PIB, y por lo tanto el IGAE, es mediante la oferta. Dado que los componentes resultantes pueden interpretarse como la demanda, oferta y nivel de empleo del sector manufacturero, respectivamente, era de esperarse obtener el componente de producción como uno de los más útiles. Tercero, los componentes de los indicadores, además de resolver el problema de latencia, están adelantados a la actividad económica. Rezagos de los componentes tienen una alta correlación con el IGAE como el de producción en los rezagos 5 y 8. En otras palabras, el componente de Producción está aproximadamente adelantado 5 meses a la actividad económica. Dado que los componentes poseen estas características el uso de estos resultaría útil para el pronóstico de la actividad económica. Esto es posible observarlo en las siguientes gráficas, donde una gran porción de las variables seleccionadas está rezagada.

Figura 7. Porcentajes de frecuencia de uso de los componentes en pronósticos por forma (contemporánea o rezagada).



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

6. Conclusiones

El presente trabajo demuestra la relevancia de las expectativas y perspectivas de directivos para pronosticar la actividad económica de México. Este resultado era de esperarse ya que, en varios estudios se ha demostrado la estrecha relación que tienen los índices de difusión del sector manufacturero con indicadores de actividad económica como el PIB estadounidense (Koenig, 2009) y el IGAE mexicano (Leyva y Paéz, 2018). Para el caso de México existen principalmente dos índices de difusión sobre la actividad económica: el Indicador de Pedidos Manufactureros del INEGI y el Indicador IMEF. Bajo diferentes análisis es demostrado que estos indicadores están íntimamente relacionados con la actividad económica, tanto los índices en conjunto, como sus componentes individuales aun en situaciones de estrés.

A su vez, existen partes de estas expectativas (componentes) más relevantes que otros y están relacionados con la cadena de valor, como Producción y Empleo de ambos indicadores. A diferencia de Peláez (2003), Producción resulta ser uno de los componentes más relevantes para este análisis de la actividad económica del caso mexicano. Este puede ser explicado por el método de estimación del IGAE (calculado mediante la oferta). El componente de Inventarios de ambos indicadores sigue siendo irrelevante durante todo el análisis al ser de los menos utilizados en estimaciones. No obstante, Proveedores resulta ser el componente más irrelevante ya que en ningún modelo es utilizado. Por último, los componentes están adelantados a la actividad económica. El quinto rezago de varios componentes es de las variables más utilizadas en las estimaciones del IGAE.

Referencias

- Bondt, G. J. D. (2019). A PMI-based real GDP tracker for the euro area. *Journal of Business Cycle Research*, 15, 147–170.
- Castle, J. L., Fawcett, N., y Hendry, D. (2009). Nowcasting is not just contemporaneous forecasting. *National Institute Economic Review*, 210(1), 71–89.
- Chien, Y., y Morris, P. (2016). *PMI and GDP: Do they correlate for the United States? for China?* (Reporte No. 6). Federal Reserve Bank of St. Louis.
- D'Agostino, A., y Schnatz, B. (2012). *Survey-based nowcasting of US growth: A real-time forecast comparison over more than 40 years* (Working Paper Series No. 1455). European Central Bank.
- Harris, M., Owens, R. E., y Sarte, P.-D. G. (2004). *Using manufacturing surveys to assess economic conditions* (Economic Quarterly No. 90/4). Federal Reserve Bank of Richmond.
- Heath, J. (2012). *Lo que indican los indicadores*. INEGI.
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística. (2019). *Encuesta Mensual de Opinión Empresarial 2019*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/emoe/2004/>
- Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. (2020). *Marco conceptual y Metodológico del Indicador IMEF*. Recuperado de <https://www.indicadorimef.org.mx/home/faq>
- Koenig, E. (2002). *Using the purchasing managers' index to assess the economy's strength and the likely direction of monetary policy* (Economic and Financial Policy Review No. 1). Federal Reserve Bank of Dallas.
- Lahiri, K., y Monokroussos, G. (2013). Nowcasting US GDP: The role of ISM business surveys. *International Journal of Forecasting*, 29(4), 644–658.
- Leyva, G., y Páez, O. (2019). Eficiencia de los indicadores tipo PMI publicados por INEGI e IMEF. *Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 10(2), 4–25.
- Noticias del Congreso. (2021, 9 de marzo). *DOF publica decreto por el que se reforma la Ley de la Industria Eléctrica*. Canal del Congreso. https://www.canaldelcongreso.gob.mx/noticias/14022/DOF_publica_decreto_por_el_que_se_reforma_la_Ley_de_la_Industria_Elctrica
- Noticias del Congreso (2021, 30 de julio) *Cámaras del Congreso avalan en periodo extraordinario ampliar plazo en materia de subcontratación laboral*. Canal del

Congreso.

[https://www.canaldelcongreso.gob.mx/noticias/14440/Cmaras del Congreso avalan en periodo extraordinario ampliar plazo en materia de subcontratacin laboral](https://www.canaldelcongreso.gob.mx/noticias/14440/Cmaras_del_Congreso_avalan_en_periodo_extraordinario_ampliar_plazo_en_materia_de_subcontratacin_laboral)

Peláez, R. F. (2003). A reassessment of the purchasing manager's index. *Business Economics*, 34(4), 35–41.

Schiller, T., y Trebing, M. (2003). Taking the measure of manufacturing. *Business Review*, 24-37.

Stekler, H. O. (1967). Data Revisions and Economic Forecasting. *Journal of the American Statistical Association*, 62(318), 470-483.

Tapia, Edwin (2021). *Corselect: a naïve but powerful method to subsetting covariates and optimal regression*. Mimeo.

Torda, Theodore S. (1985). Purchasing Management Index Provides Early Clue on Turning Points. *Business America*. U.S. Department of Commerce. 11-13.

Bases de datos

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Pedidos manufactureros y sus componentes, series desestacionalizadas. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.html?nc=100100040>

Instituto Mexicano de Ejecutivos de Finanzas. Indicador IMEF. Recuperado de: <https://www.indicadorimef.org.mx/archivos/InformacionEstadistica.xls>

Anexos

1. Revisión de literatura

Tabla 5. Revisión de literatura

Autor	Método	Resultados	Aportaciones
Chien y Morris, (2016)	Correlaciones	El PMI parece un buen indicador de la actividad económica de un país, aunque indican diferentes tasas de crecimiento.	-
D'Agostin y Schnatz, (2012)	<i>Fully-fledged real-time out-of-sample assessment</i>	El SPF y PMI son buenos para estimar actividad económica en tiempo real de Estados Unidos de América y combinados mejoran la precisión del pronóstico. Por un lado, el SPF es mejor para pronosticar PIB. Por otro lado, el PMI pronostica mejor la producción industrial.	Primer artículo que realiza un análisis riguroso, según ellos. Proponen buscar modelo no-lineal.
De Bondt, (2018)	OLS/ME/MAE/RMSE/Análisis de tiempo real	Utilizando únicamente el PMI es posible rastrear de una manera precisa el PIB de Europa y no registra inestabilidad para pronosticar (excluyendo la crisis del 2008-09)	Realiza un análisis riguroso sobre los errores del pronóstico del GDP para robustez. Compara entre pronósticos de la primera y última publicación del GDP. Siete implicaciones de sus resultados.
Harris, Owens y Sarte, (2004)	Correlaciones/ MSE	Los indicadores del ISM ayudan al pronóstico del PIB aun cuando se tienen rezagos, en tiempo real. Indicadores como el de la FED junto al <i>Richmond Survey</i> son buenos para pronosticar el PMI.	Evalúa y compara otros indicadores similares al PMI.
Koenig, (2002)	OLS	El PMI es un buen indicador del crecimiento del sector manufacturero y toda la economía. Este índice contiene más información sobre el	Su modelo es base/parteaguas para otros artículos y toma en

		crecimiento del PIB que otros reportes del gobierno y la reserva federal, como producción industrial o empleo. A su vez, este es un buen predictor en cambios de política monetaria en cuanto <i>rate target policies</i> .	cuenta al uno de los sectores interesados <i>policymakers</i> .
Lahiri y Monokroussos, (2013)	Modelo dinámico de factores	Ambos indicadores del ISM (manufactureros y no-manufactureros) ayudan a mejorar el pronóstico del crecimiento del PIB en tiempo presente con un modelo con más predictores.	No busca obtener un modelo parsimonioso y explora la utilidad de índices no-manufactureros
Leyva y Páez, (2018)	Correlaciones/ Logit	El PMI e IMEF-AT son eficientes indicadores para anticipar variaciones del IGAE y tienen resultados parecidos. Ambos tienen diferencias muy pequeñas entre ellas, pero para tener un pronóstico un poco más preciso se preferirá uno sobre otro. PMI para anticipar variaciones negativas. IMEF para obtener un óptimo comportamiento global del indicador.	En lugar de tomar el GDP, utilizan el IGAE. Utilizar un modelo Logit para ver la probabilidad de que el PMI indique tasa de crecimiento positiva del PIB cuando está por encima del 50 (expansión).
Schiller y Trebing, (2003)	Correlaciones/ RMSE/MAE	ISM-IP: Explica hasta un 30% de la producción y agrega información al modelo inclusive si tenemos rezagos del IP. FED-IP: resultados parecidos al ISM y el índice ponderado brinda menos información que el índice sin ponderar. Pronósticos fuera de la muestra: el modelo es bueno, pero no capta toda la volatilidad y, tomando en cuenta errores, FED es mejor que ISM.	Realiza un análisis de pronóstico fuera de la muestra del modelo.

Fuente: Elaboración propia a partir de la bibliografía.

2. Variables utilizadas

Tabla 6. Variables utilizadas por modelo.

Modelo	Tasa anual	Tasa mensual
ARMAX	IEEM-IMEF: Producción (contemporánea, rezagos 1, 5 y 8), Empleo (contemporánea), Entrega (contemporánea, rezago 4). PMI-INEGI: Producción (contemporánea, rezagos 1 y 4), Personal (contemporánea, rezagos 4 y 9).	IEEM-IMEF: Producción (contemporánea), Entrega (contemporánea), Pedidos (rezago 2). PMI-INEGI: Producción (contemporánea).
PCA s/r	Todos los indicadores agregados y sus componentes, excepto Proveedores del PMI-INEGI.	Todos los indicadores agregados y sus componentes, excepto Proveedores del PMI-INEGI.
PCA c/r	IEEM-IMEF: Agregado (rezagos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) Nuevos (rezagos 5, 6, 7, 8, 9 y 10), Producción (rezagos 5, 6, 7, 8, 9 y 10), Empleo (rezagos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) PMI-INEGI: Agregado (rezagos 4, 5, 6, 7, 8 y 9), Pedidos (rezago 6), Personal (rezagos 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9)	IEEM-IMEF: Nuevos (rezagos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10), Producción (rezagos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10), Empleo (rezagos 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10) PMI-INEGI: Agregado (rezagos 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9), Pedidos (rezago 4, 5, 6), Producción (rezago 6), Personal (rezagos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

3. Tablas de pronósticos y MSE por modelo

Tabla 7. Resultados de pronósticos por modelo.

Modelo	Tasa anual		Tasa mensual	
	Nov-20	Dic-20	Nov-20	Dic-20
ARMAX	-0.018	-0.014	-0.003	-0.001
VAR	-0.014	-0.007	0.000	-0.002
ARMA	-0.024	-0.028	-0.002	-0.004
PCA s/r	-0.005	-0.011	0.000	-0.001
PCA c/r	-0.013	-0.007	-0.008	0.002
RW	1.016	1.016	0.101	0.101
INEGI	-0.018	-0.018	0.003	0

Nota: Las tasas de crecimiento del INEGI son calculados a partir de los datos publicados.
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.

Tabla 8. Resultados de pronósticos fuera de la muestra por modelo.

MSE	Tasa anual					
	ARMAX	VAR	ARMA	RW	PCA s/r	PCA c/r
2017	3.06E-05	2.15E-05	3.61E-05	2.79E-04	1.56E-04	4.50E-01
2018	2.86E-05	2.09E-05	3.36E-05	2.41E-01	1.42E-04	4.06E-01
2019	2.72E-05	2.60E-05	3.25E-05	2.80E-01	1.40E-04	3.70E-01
2020	8.62E-05	1.04E-04	1.50E-04	3.21E-01	2.90E-04	3.40E-01

MSE	Tasa mensual					
	ARMAX	VAR	ARMA	RW	PCA s/r	PCA c/r
2017	9.05E-06	1.11E-05	1.30E-05	1.87E-03	1.00E-05	1.17E-02
2018	8.96E-06	1.08E-05	1.27E-05	2.15E-03	9.81E-06	1.07E-02
2019	8.38E-06	1.01E-05	1.19E-05	2.45E-03	9.07E-06	9.78E-03
2020	6.42E-05	9.07E-05	7.48E-05	2.68E-03	5.77E-05	9.09E-03

Nota: $mse = (\Delta\hat{y} - \Delta y)^2$

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI e IMEF.