

Remesas e inclusión financiera en municipios del Noreste de México: Un análisis espacio - temporal bayesiano

Remittances and financial inclusion in municipalities of Northeast
Mexico: A Bayesian spatio-temporal analysis

—
Gerardo Núñez Medina¹
gnunez@colef.mx

César R. Pérez Marcial²
cesar.marcial@gmail.com

Jorge López Arévalo³
jalachis@hotmail.com

1 COLEGIO DE LA FRONTERA NORTE COLEF-SEDE PIEDRAS NEGRAS,
COAHUILA. MÉXICO

2 UNIVERSIDAD REGIONAL DEL NORTE, CAMPUS CHIHUAHUA,
CHIHUAHUA. MÉXICO

3 FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS. CHIAPAS. MÉXICO

Para citar este artículo:

Núñez Medina, G., Pérez Marcial, C. R., & López Arévalo, J. Remesas e inclusión financiera en municipios del Noreste de México: Un análisis espacio - temporal bayesiano. *Espacio I+D, Innovación más Desarrollo*, 12(34). <https://doi.org/10.31644/IMASD.34.2023.a05>

RESUMEN

Este trabajo tiene por objetivo analizar la distribución espacio-temporal de las remesas en los municipios del noreste de México derivada del efecto de los servicios financieros, y por tanto, se enfoca en estudiar la relación entre el flujo de remesas y la inclusión financiera, considerando la infraestructura y red existente de servicios bancarios en los municipios de la región, al tiempo que se argumenta que la inclusión financiera puede apoyar la acumulación de recursos a través del ahorro y permitir el acceso a créditos, seguros y otro tipo de productos financieros. Los resultados muestran que la concentración de recursos en instituciones y municipios con mayor presencia de instituciones bancarias puede, evidentemente, llevar a la expansión de pequeños negocios, a la generación de ingresos derivados del desarrollo de micronegocios y a la inversión productiva especialmente en segmentos de bajos recursos y que esto se encuentra asociado a la recepción de remesas, asimismo se busca destacar la importancia de comprender las complejas interacciones entre la migración internacional, las remesas y la economía.

Palabras clave:

Inclusión financiera; modelos log-lineales aditivos, remesas.

— *Abstract*—

This paper aims to analyze the spatio-temporal distribution of remittances in the municipalities of northeastern Mexico given the effect of financial services and therefore focuses on studying the relationship between the flow of remittances and financial inclusion, considering the existing infrastructure and network of banking services in the municipalities of the region, while arguing that financial inclusion can support the accumulation of resources through savings and allow access to credit, insurance and other types of financial products. The results show that the concentration of resources in institutions and municipalities with a greater presence of banking institutions can evidently lead to the expansion of small businesses, the generation of income derived from the development of micro-businesses and productive investment, especially in low-income segments, and that this is associated with the receipt of remittances, as well as highlighting the importance of understanding the complex interactions between international migration, remittances and the economy.

Keywords:

Financial inclusion; additive log-linear models; remittances.

Este trabajo, de cohorte longitudinal, tiene por objetivo analizar la distribución espacial de las remesas en los municipios del noreste de México condicionado a partir del efecto de los niveles de inclusión financiera observados. Las remesas fueron cuantificadas por el Banco de México en la balanza de pagos a partir de la distribución municipal de los ingresos por remesas familiares en series trimestrales estimadas en millones de dólares. La inclusión financiera se cuantificó a partir del total de sucursales bancarias reportadas por el Sistema de Información Económica del Banco de México dentro del módulo de información operativa de la banca comercial para los municipios de noreste de México región conformada por Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila. El período de análisis comprende los años 2015 a 2020.

Se analizó, por tanto, la relación existente entre los flujos de remesas y la inclusión financiera, considerando la infraestructura y red económica presente en los municipios de la región noreste de México. Se trata, por lo tanto, de un análisis de los flujos económicos y de los medios por los que transitan dichos recursos financieros, recursos provenientes del trabajo de migrantes y que son enviados a sus lugares de origen, donde pudieran tener una relación familiar y/o de consumo en México. Las remesas pueden entenderse como un instrumento más que apoya la inclusión financiera de las familias receptoras de remesas. La integración al sistema bancario o financiero de una parte de los circuitos migratorios provoca la concentración de recursos en instituciones y municipios, donde se concentran tanto la recepción de remesas, como las sucursales bancarias, con la disminución de los efectos dispersores de recursos en los municipios con menor presencia del sistema bancario.

La inclusión financiera posibilita en principio, la oportunidad de acumular recursos vía ahorro y de manera secundaria permite realizar pagos o recibirlos con un colateral, lo que eventualmente desembocaría en la posibilidad de acceder a créditos, seguros y productos financieros de mayor complejidad (Buchenau, 2010). La experiencia y estudios realizados muestran la correlación entre el acceso a servicios financieros y la obtención de créditos, asociados a la expansión de pequeños negocios, a la generación de otros ingresos y a la inversión productiva en segmentos de bajos recursos (Dittus y Klein, 2011).

ANTECEDENTES

El reconocer las relaciones complejas entre migración internacional y su contraparte económica, la emisión de remesas, conlleva al análisis del comportamiento que describen las remesas en las dimensiones espacial y temporal. Si bien, el comportamiento de las remesas a cualquier escala es similar, por supuesto con variaciones, una interpretación de las remesas es darles un

papel como agente de dependencia y motivador para la migración internacional; a partir de la explicación del desempeño cíclico de la economía, en el caso de concreto del circuito México-EUA, el flujo de remesas tiene un comportamiento dinámico, dominado por ciclos definidos, lo que implica cierta vulnerabilidad; esto en concordancia a lo expresado en los últimos años por las cifras del Banco de México.

La conexión entre migración y servicios financieros está determinada mayormente por las remesas y por la posibilidad de acceder a estos recursos en un mercado seguro y con condiciones convenientes para los que envían y para quienes reciben. El flujo de remesas se identifica como un factor de arranque, dentro de una visión particular del desarrollo local, capaz de impulsar el desarrollo de proyectos productivos y de conexión directa con el consumo e indirecta con los sectores productivos y comerciales. Particularmente se han identificado a las remesas como una palanca de apoyo para la disminución de la pobreza y a la migración como un medio de ocupación de mano de obra excedente.

Existen innumerables ejemplos de acciones emprendidas como el programa Tres por uno (3X1 para migrantes) y la inversión en negocios familiares; en cierto grado las remesas colectivas (intermitentes y poco atendidas) se conectan a problemas en la planeación y en complicaciones en su uso; a nivel familiar es donde aspectos sutiles como la bancarización y la educación financiera (aspectos iniciales de la inclusión financiera) juegan un papel en la administración de negocios locales.

El acceso a remesas, desde una visión amplia y teórica, disminuiría la vulnerabilidad y en el largo plazo la dependencia de recursos externos, sin embargo, las condiciones del mercado y la baja integración con el sector financiero provoca problemas más complejos para la gestión y aprovechamiento de los envíos. Una de las características de la Inclusión Financiera (IF) es la de su uso desde la teoría económica y por supuesto en políticas públicas, donde instituciones específicas de gobiernos nacionales buscan integrar a migrantes y a sus familias al manejo de instrumentos financieros, propiamente al acceso, conocimiento, y manejo de tecnologías asociadas a la bancarización, (telefonía celular, aplicaciones institucionales entre otras).

Los sistemas financieros inclusivos consideran al usuario o potencial usuario como un conocedor de operaciones y de la lógica de las transacciones financieras. Consideran al usuario un actor central que intuye que el acercamiento a las instituciones financieras y a sus servicios puede serle de beneficio. Por otro lado, se encuentran los operadores o intermediarios financieros, que no se detienen a observar al cliente, ni su condición o situación, su objetivo es captar la atención por medio de eficiencia en el uso de productos y servicio, mientras los sistemas bancarios tradicionales actúan en función de intereses corporativos por lo que evitan el trato con

estratos sociales específicos, estratos que se integran a nuevos modelos del mercado global, a través de actores financieros públicos o privados que para consolidarse ofrecen productos y servicios financieros eficientes, baratos, inmediatos y seguros.

A pesar de ser un componente demográfico extendido en gran parte del territorio nacional, la migración es selectiva por cuestiones económicas (definición estratégica) y familiares, y a su vez, la respuesta económica que es el contra flujo de recursos se da por medios de transferencias dentro de los sistemas financieros. Con información de Banco de México, ahora a nivel municipal se reconoce geográficamente a qué municipios llegan las remesas. Independiente al monto, los datos desagregados, son una fuente de información directa y frecuente del lugar “a donde llegan las remesas” las referencias anteriores fueron “hogares que declararon recibir remesas” para el 2000 y 2010 del Índice de Intensidad Migratoria (IIM-CONAPO) y las distintas encuestas sobre ingreso en los hogares de INEGI. Por lo tanto, la oportunidad de referencia bajo otra fuente y que se contraponga a lo establecido por fuentes iniciales proporciona una mayor capacidad de interpretación, permitiendo detallar el circuito que siguen las remesas en el país y por su puesto el medio, a los niveles de inclusión financiera de los espacios asociados al contra flujo que, junto al monto, frecuencia y secuencia de la información, permitirá un mayor análisis del impacto. A pesar de lo anterior es reconocido por distintos estudios que, el papel de éstas es el consumo y en menor medida la inversión (Canales, E. 2006).

En el renglón de consumo es importante destacar que se genera en su mayoría en el mismo lugar de recepción de las remesas, por lo que la medición de ese impacto económico se concentra y va disminuyendo por distancia y tiempo a partir de estos puntos, pero sin distinguir la salida o no de la demarcación municipal. De manera concreta la recepción se da en localidades medianas a mayores donde se encuentran los servicios financieros (bancos, remesadoras, casas de cambio entre otras más) que son las elegidas por los usuarios para contar con ese servicio (Pérez C., 2015).

Las tecnologías de comunicación-información en este ámbito, por medio de la telefonía celular, ha tomado dos caminos, su uso como un elemento del potencial económico para el sector financiero tradicional y sobre todo para las características del sistema financiero y social inclusivo (BID, 2009). Además de ser una plataforma tecnológica, es instrumento operativo del mercado y la red por donde fluyen volúmenes monetarios. Banco Mundial identificó las dimensiones en América Latina donde 98% del territorio cuenta con recepción de señal de celulares, y 84% de los hogares cuenta con el servicio de telefonía móvil (Consultative Group to Assist the Poor, The World Bank Group, 2010).

Otros elementos existentes para la inclusión financiera (IF) se definen por la apertura política de los gobiernos para reforzar políticas públicas incluyentes; integrando organismos internacionales especializados y un debate académico, teórico, práctico y metodológico de este tema en distintos foros públicos y privados que adquiere realce. Se intenta que la IF tenga matices estratégicos en economías nacionales en tiempos de los servicios digitales (Alfaro, 2010).

La distribución de la población en áreas rurales y o remotas incrementan las dificultades de traslado para transacciones financieras sencillas, como recibir pagos o subsidios. Reportes muestran que el acceso a Servicios Financieros (SF) es un factor crítico para incrementar la calidad de vida, ya que superan barreras de contacto entre personas o microempresas, fortalecen su condición disminuyendo su vulnerabilidad y de manera directa el acceso reduce costos para tramites, suma la seguridad y disminuye tiempos de manejo de efectivo, facilitan la recepción de remesas y transferencias (BID, 2010b).

En algunos países de Latinoamérica se emprendieron programas que fomentaron la inclusión financiera de manera obligada, que incluyeron acciones en tres niveles: a) Cambiar los marcos normativos b) Adquirir recursos para la oferta de SF que incluyan productos alternativos a los tradicionales, adaptables a las necesidades de poblaciones menos favorecidas y c) Apoyar y asesorar para la sustentabilidad de empresas financieras. Esto significa la aplicación de subsidios destinados a compensar los costos por la oferta de SF. Se trata de integrar a las nuevas tecnologías que, en forma de canales y herramientas, permitan soportar y proveer servicios eficientes, rápidos y de bajo costo.

Un sistema financiero desarrollado es crucial para el crecimiento económico, los costos de transacción además de las debilidades institucionales restringen la integración, actuación y funcionalidad de las finanzas de los hogares de muy bajos ingresos, del sector microempresarial y de las economías en el sector rural (Central Bank of Brazil, 2010). El acceso a servicios financieros dinamiza las actividades en economías locales, genera nuevas capacidades que optimizan recursos, eleva los ingresos e integra a un número mayor de actores, al eliminar imperfecciones de los mercados, desde el nivel local hasta el nacional.

Lo anterior, marcado por la correlación positiva entre acceso a servicios financieros y el crecimiento económico (Levine, Loayza, y Beck, 2000). Para finales del 2010, el G-20 impulso la Alianza Mundial para la Inclusión Financiera¹ con la conformación de un grupo para la IF y un subgrupo para

1 Visión histórica: los ahorros informales y grupos de crédito tienen antecedentes en el siglo XV. En Alemania por 1800 surge un modelo de finanzas vía cooperativa, con adaptaciones se replica en siglo XX en zonas rurales de América Latina. Para incrementar el acceso a un crédito agrícola se crean insti-

la Innovación. Ante el consenso sobre la importancia de la IF, se habla de “bancarizar a los no-bancarizados”. Asmundson (2011) menciona que los SF comprenden componentes significativos como: la transacción para obtener un bien financiero, con variaciones en transacciones (inmobiliarias, de consumo, seguros y bancarios), y la intermediación que los servicios financieros hacen para el uso del dinero de una manera productiva.

La IF conecta elementos como marcos regulatorios, oferta de productos ajustados (pagos, ahorros, créditos, seguros), capacidad de cobertura, acceso a canales amplios (tradicionales y modernos), servicios de calidad a precios razonables, potencial de seguridad y eficiencia, además de la promoción de educación y cultura financieras, junto con formatos de transparencia de información (Pérez C., 2015).

La relación entre la cultura financiera y la exclusión tecnológica son dos factores importantes, dado que la presencia y distribución de las instituciones bancarias formales en las regiones involucradas con los SF y en concreto con el pago de remesas toma realce, en un mercado con baja regulación, en contraparte, una alta oferta de SF incrementa la vulnerabilidad de los demandantes, debido a que la normatividad que es fundamental en la actuación de instituciones financieras pequeñas o informales, incrementa los riesgos en la protección, ejecución de garantías o cargas impositivas que distorsionan el control de las tasas de interés y préstamos dirigidos (Gardev y Rhyne, 2011).

La carencia de marcos regulatorios que prevengan el riesgo de lavado de activos, conocido como “know your customer”², limita especialmente el acceso a SF por parte de la población de bajos ingresos, y también de quienes ejercen actividades productivas informales, ya que carecen de documentos que acrediten su actividad o su persona para abrir una cuenta. Otra complicación asociada a lo anterior es la razonable y justa integración de costos a la prestación de servicios a los usuarios.

La IF vista como política pública que tiene como objetivo conformar un sistema financiero inclusivo que ponga al alcance de personas de bajos ingresos servicios financieros (transacciones, remesas, ahorro, microcrédito, tarjeta de crédito, crédito vivienda y seguros) lo que implica cambiar la

tuciones estatales, (con pérdidas por subsidio y baja recuperación). Para 1970 se crea el “microcrédito” y la integración de pequeñas asociaciones de mujeres, para los 80 con mayor capacidad metodológica se dan nuevos modelos con sostenibilidad y para los 90 el concepto de microcrédito cambia a microfinanzas. Se transita a modelos multi producto, aprovechando el mercado sin regulación, reduciendo costos y ampliando hacia el pago de remesas, captación de ahorro. Se dio la distribución geográfica y diversificación de riesgos, así se atendió a un grupo de fuertes potenciales, incrementando el número de clientes (rurales y urbanos) existieron innovaciones y el inicio de la regulación. La transición a sistemas financieros inclusivos se debe a la necesidad de acceso, a instrumentos de calidad, y costos justos, lo que redujo aspectos negativos.

2 Conocer a su cliente.

visión y manejo de las instituciones financieras, reguladores, supervisores y operadores, se trata de “re-estructurar” la idea del mercado de servicios financieros hacia modelos sencillos en condiciones tecnológicas de amplio soporte, desarrollar instituciones que permitan la fiscalización y revisión de los actores, generando niveles de información confiable y actualizada, así con marcos normativos abiertos que permitan la conexión de instrumentos y actores para mejorar e incrementar la competencia (Mas y Siedek 2008).

El mercado objetivo de la IF debiera ser la población de menores recursos o ingresos, la base de la pirámide social, a la cual se le busca un camino para incorporarla a los beneficios del crecimiento económico por medio del acceso a servicios básicos, pagos y remesas. Una política pública de IF debe buscar la llegada de más usuarios e instrumentos a los sistemas financieros, disminuir sus costos y limitaciones para hogares, personas y empresas (Siedek, 2007, 2007b). Por otro lado, las remesas según Pérez (2015), constituyen la expresión de las redes económicas contemporáneas internacionales y de sus relaciones sociales, que se establecen entre los lugares de origen y destino de la migración. Su dinámica se asocia a: el objetivo de la migración inicial, la cantidad de personas; temporalidad del proceso; y a la dispersión espacial de los migrantes en los sectores laborales y en el consumo familiar, entre otros elementos.

A escala nacional y para la contabilidad de ingresos en el sector bancario se muestra un crecimiento significativo de las remesas, lo que le otorga un peso sobresaliente, por su manejo en lo local o regional tiende a suponerse que inciden en las economías de los países receptores, que existe un impacto generalizado, pero esto sólo ocurre en la escala de los hogares receptores. En general, el envío de recursos a comunidades de migrantes constituye un fondo salarial de transferencias familiar, por lo que su contribución al crecimiento y desarrollo económico nacional suele ser marginal.

La lógica del envío de remesas no corresponde a la de un fondo de inversión o ahorro, sino a un ingreso familiar, que suele destinarse, en su mayor parte, a la satisfacción de las necesidades básicas, que contribuye a disminuir la vulnerabilidad social, a generar apoyos durante situaciones críticas.

La circulación y uso de las remesas ha constituido un circuito financiero, parte del cual está inmerso en un contexto rural, con elevados índices de deterioro social y del tejido productivo, mientras por otro lado, existe una economía que demanda mano de obra con condiciones salariales superiores aún en condiciones de informalidad y/o irregulares. Es común que, al tratarse de economías campesinas, las remesas impacten en la producción destinada al autoconsumo y en el mercado local que tiene una racionalidad diferente, que por la inyección exógena de ingresos genera nuevas escalas de polarización que trascienden la dimensión espacio-temporal. Por lo

que el ámbito territorial y la escala geográfica son elementos diferenciadores del uso y del impacto de las remesas.

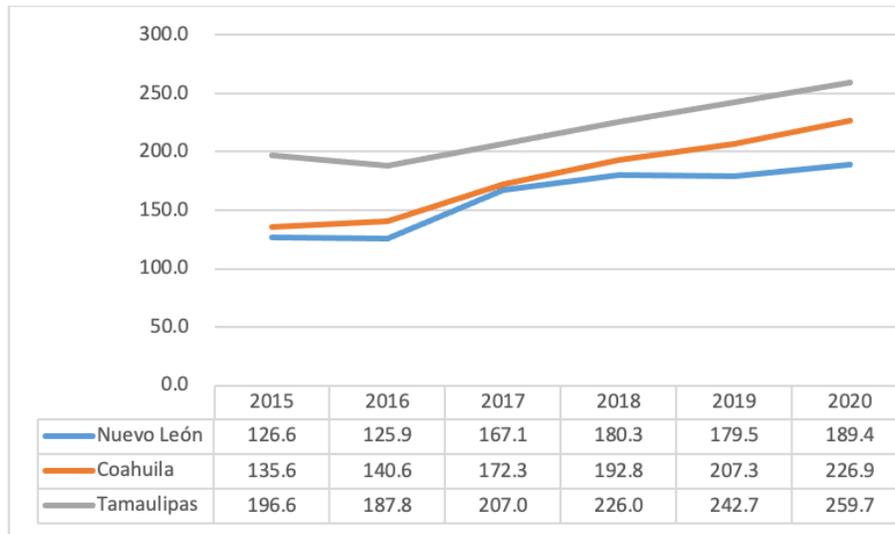
Otro rasgo diferenciador, de las remesas, es la magnitud e impacto que ejercen en comunidades dispersas donde este ingreso, así como su circulación son fundamentales para su sobrevivencia. Es importante señalar que las remesas tienen una función sociocultural para mantener y reforzar prácticas y valores tradicionales, que fortalecen la cohesión social, cultura y la identidad de los pueblos en que se insertan en los circuitos migratorios (remesas colectivas).

Fuentes de información

Los datos utilizados para el desarrollo de esta investigación fueron obtenidos de los tabulados del Sistema de Información Económica, publicados por el Banco de México y se encuentran disponibles en <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/> En particular se procesaron las variables relativas a los ingresos por remesas familiares y el total de sucursales bancarias, en ambos casos las variables se encuentran desagregadas a nivel municipal.

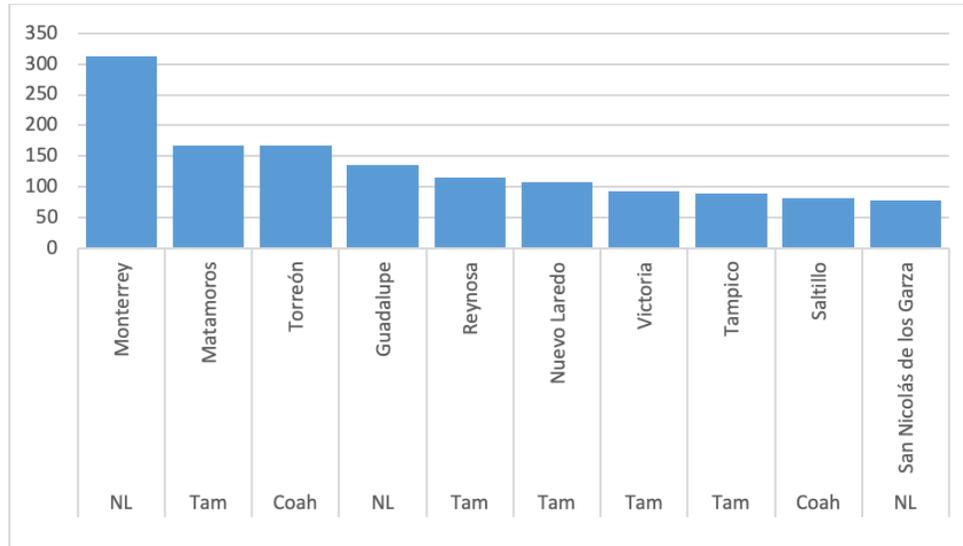
REMESA E INCLUSIÓN FINANCIERA EN MÉXICO

De acuerdo con el Banco Mundial, el flujo global de remesas en 2010 fue de 440 mil millones de dólares, México ocupó el tercer lugar, superado sólo por la India y China. En los últimos años, Banco de México ha registrado dos tendencias importantes en el flujo de remesas, una entre 2004 y 2007, donde el volumen anual de remesas aumentó junto con el número de transacciones, sin embargo, a partir de 2008, estos parámetros descendieron a niveles normales. La segunda tendencia inicia después de 2014 cuando se observa un crecimiento sostenido de las remesas hasta el año 2020, con un crecimiento anual de 11.4%, marcando durante a 5 años consecutivos un crecimiento récord, su monto para ese último año equivale a más de 875 mil millones de pesos, que es superior al presupuesto federal de México aprobado para 2021 de las Secretarías de Educación Pública, Salud, Trabajo y Previsión Social, Bienestar y Cultura en su conjunto. Según estimaciones de la banca, 0.7% de las remesas llegan en efectivo o especie mientras que otro 77.1% se cobran en instituciones no bancarias (BBVA, 2021).



Gráfica 1. Evolución de las remesas per cápita en el noreste de México, 2015 a 2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de BANXICO. Remesas per cápita en dólares anuales

Cabe destacar que el promedio de dólares por operación tuvo un comportamiento similar durante los años analizados. En México la distribución por entidad federativa muestra patrones regionales desiguales, donde solo 9 estados concentran más del 60% de las remesas, tendencia que se repite al interior de las entidades federativas debido a las condiciones de infraestructura y conexión con los circuitos migratorios. Para el caso de la región noreste del país y sólo para los años 2019 y 2020 se presentan un incremento en el monto recibido en Nuevo León de 6.7% (al pasar de 960 a 1,024 millones de dólares), Tamaulipas con un incremento de 8.2% (pasó de 873 a 945) así como Coahuila quien presentó un crecimiento de 11.1% (pasó de 640 a 711 millones de dólares) (BBVA, 2021).



Gráfica 2. Remesas municipales región noreste de México en 2020. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de BANXICO y los Censos de Población y Vivienda, INEGI. Remesas per cápita en dólares

La gráfica 1 muestra la evolución temporal de los montos de las remesas per cápita a nivel estatal. Las cifras nos permiten tener una idea de la dispersión del fenómeno entre las entidades del noreste de México, donde resulta evidente que a lo largo del periodo 2015-2020, las remesas se incrementaron de manera sostenida, pasando de un promedio regional de 149 dólares año-persona a un promedio de 220 dólares año-persona. Este incremento en el monto de las remesas también se reflejó en el número de municipios receptores, mientras en 2015 un total de 23 municipios de los 132 que integran la región, no recibieron remesas, para el 2020, sólo un municipio, San Nicolás en Tamaulipas no recibió remesas, municipio en el que no hay ni remesadoras, ni cajeros, y mucho menos sucursales bancarias donde pueda hacerse efectivo el cobro de remesas, por lo que suponemos que se dirigen a los municipios aledaños (base de datos de Banxico, consultada el 20/02/2020).

En relación con el flujo neto de remesas a nivel municipal, durante el 2020, se observa que los municipios más importantes de la región son quienes reciben una mayor cantidad de remesas, lo que puede ser un indicador de la existencia de una mayor proporción de su población laborando en Estados Unidos. Así, los municipios de Monterrey, Matamoros, Torreón, Guadalupe y Reynosa son quienes mayores montos de remesas reciben (ver gráfica 2); por ejemplo, Monterrey recibió 312 millones de dólares durante 2020, el promedio de la región fue de 20.2 millones de dólares por municipio para el mismo año. Si bien, las remesas llegan a prácticamente todos los municipios, como puede verse en el mapa 1, existen grandes diferencias en la distribución

espacial y temporal de las remesas entre los municipios de la región, aunque no puede distinguirse un patrón espacial en la distribución de estas.

ANÁLISIS ESPACIAL BAYESIANO

La modelación espacio-temporal de las remesas municipales se realiza a través del ajuste de una serie de modelos gaussianos latentes que incluyen la aplicación de modelos paramétricos, no paramétricos y modelos de interacción espacio-temporal. El predictor lineal del modelo gaussiano latente se define a partir de una función de enlace:

$$\eta = g(E(Y | \eta))$$

donde η representa el predictor lineal, g es una función de enlace y Y representa una sucesión indexada de la forma:

$$Y(i, t) = \{y(i, t) | (i, t) \in \mathcal{R}^2 \times \mathcal{R}\}$$

definida como un proceso estocástico, donde cada $y(i, t)$ representa las remesas captadas por el municipio $i = 1, \dots, 2456$, al año $t = 1, \dots, 6$ (Blangiardo & Cameletti, 2015: 235), las cuales son modeladas por una distribución gaussiana, $Y_{it} \sim N(\eta_{it}, \sigma^2)$ donde η_{it} representa el valor esperado de remesas en el municipio i al año t y σ^2 la varianza.

Bajo estos criterios, el modelo bayesiano se define por: una capa de hiperparámetros, un campo gaussiano latente y una función de verosimilitud que captura la distribución marginal definida a través de una familia exponencial. La formulación de los modelos espacio-temporales comprenden: un modelo paramétrico clásico, un modelo dinámico no paramétrico y cuatro variaciones del modelo de interacción espacio-temporal con efectos estructurados y no estructurados. La formulación paramétrica clásica de los modelos espacio-temporales, define al predictor lineal η_{it} como:

$$\eta_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + (\beta + \delta_i)t \quad [1]$$

El modelo dinámico no paramétrico utiliza una formulación que le permite manipular las tendencias temporales a través parámetros que controlan de forma independiente los efectos temporales estructurados ρt y no estructurados φt (Bivand, Gómez-Rubio & Rue, 2015), con lo que su predictor lineal esta dado por:

$$\eta_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + \rho_t + \varphi_t \quad [2]$$

Los modelos de interacción espacio-temporal expanden los modelos paramétrico y no paramétrico al introducir un término γ_{it} , capaz de capturar la interacción entre espacio y tiempo, con lo que su predictor lineal toma la forma:

$$y_{it} = \eta_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + \rho_t + \varphi_t + \gamma_{it} \quad [3]$$

En los modelos (1) a (3) β_0 representa el nivel medio de remesas recibido en los municipios del noreste de México, u_i representa los efectos aleatorios espacialmente estructurados y el parámetro v_i el efecto espacialmente no estructurado.

En el modelo (1) cada unidad espacial tiene un intercepto espacial dado por $(\beta_0 + u_i + v_i)$ y una pendiente $(\beta + \delta_s)$ que representan la tendencia temporal (Blangiardo & Cameletti, 2015), mientras que en el modelo (2) la tendencia temporal estructurada ρ_t se modela como una caminata aleatoria (rw(1)) distribuida como:

$$\rho_t | \rho_{t-1} \sim N(\rho_{t-1}, \sigma^2)$$

Mientras que la tendencia temporal no estructurada φ_t sigue una distribución gaussiana intercambiable previa $N(0, 1/\tau\varphi)$ (Schrödle & Held, 2011). Finalmente, en la ecuación (3) el término de interacción espacio-temporal γ_{st} sigue una distribución gaussiana dada por $\gamma_{it} \sim Normal(0, 1/\tau_\gamma)$, con matriz de precisión dada por $\tau_\gamma R_\gamma$.

En el modelo (3), el término γ_{it} especifica la interacción entre efectos espaciales y temporales, estructurados y no estructurados con lo que se definen los modelos de interacción tipo I a IV. La interacción tipo I controla el efecto espacial y temporal no estructurado, v_i y ρ_t , la interacción tipo II define la variación entre el efecto espacial no estructurado v_i y el efecto temporal estructurado ρ_t , la llamada tipo III la interacción entre el efecto espacial estructurado u_i y el efecto temporal no estructurado ρ_t y finalmente, la interacción tipo IV controla la variación entre el efecto espacial estructurado u_i y el efecto temporal estructurado ρ_t .

MODELOS DE INTERACCIÓN ESPACIO-TEMPORAL

Los seis modelos en competencia fueron evaluados a partir de un criterio de selección estadístico conocido como Akaike. La selección del modelo, dentro del conjunto de modelos alternativos, se realizó con base en la implementación de algoritmos que permiten discriminar entre modelos. De esta manera, el criterio de información de Akaike (AIC) proporcionó una medida de bondad de ajuste del modelo al tiempo que penalizó el grado de complejidad del modelo (Akaike, 1974). El criterio de selección AIC consistió en elegir de entre los modelos alternativos, al modelo que

alcance el AIC más pequeño, lo que se estima en términos de la función de verosimilitud y del número de parámetros estimados por el modelo.

De entre el conjunto de los seis modelos alternativos ajustados, se estimó el criterio Akaike para cada uno de ellos, los resultados se presentan en la tabla 1 y muestran que el mínimo AIC fue alcanzado por el modelo de interacción espacio-temporal tipo II, con una ventaja de más de mil puntos respecto de su competidor más cercano el modelo clásico paramétrico, con lo que el modelo tipo II resultó ser la mejor opción para modelar la evolución espacio-temporal de las remesas per cápita de los municipios del noreste de México.

Tabla 1
Criterios de información Akaike modelos estimados

	Modelo	AIC
PAR	$y_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + (\beta + \delta_i)t$	2,780.18
NOP	$y_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + \rho_t + \varphi_t$	3,224.90
Tipo I	$y_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + \rho_t + \varphi_t + \gamma_{it}$	3,018.47
Tipo II	$y_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + \rho_t + \varphi_t + \gamma_{it}$	1,724.09
Tipo III	$y_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + \rho_t + \varphi_t + \gamma_{it}$	3,221.36
Tipo IV	$y_{it} = \beta_0 + u_i + v_i + \rho_t + \varphi_t + \gamma_{it}$	3,226.32

Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de R-INLA

La tabla 2 presenta las estimaciones posteriores del modelo de interacción espacio-temporal tipo II para los efectos fijos y efectos aleatorios, donde, se observa que, el efecto fijo $\alpha=1.59$ estima el promedio del logaritmo de las remesas per cápita recibidas por los municipios del noreste de México, mismas que alcanzaron un monto observado medio de 200 dólares por persona al año, a lo largo de todo el periodo analizado (ver tabla 2), razón por la que α subestima de manera importante la media de remesas per cápita municipales. Este efecto de subestimación puede atribuirse a la ponderación espacial realizada para ajustar los efectos espacio-temporales observados entre municipios con altos y bajos niveles de recepción de remesas, lo que se asocia a que el modelo toma información prestada de los municipios vecinos para disminuir la varianza y mejorar la estimación de un municipio en específico (ver mapa 2), mientras que el efecto del parámetro β muestra la existencia de una relación positiva entre las remesas per cápita recibidas

y la inclusión financiera municipal, el valor estimado de β muestra que el incremento en un punto en la inclusión financiera municipal implicaría un crecimiento de 0.22 puntos en las remesas per cápita municipales.

En relación con los efectos aleatorios estimados para el modelo de interacción tipo II, la media de la densidad posterior del efecto espacial estructurado u_i resultó ser 60% más grande que la media estimada del efecto espacial no estructurado v_i , lo que muestra que el efecto de la dispersión espacial de las remesas per cápita entre municipios depende de manera importante de la estructura espacial y de la distancia entre municipios. En cuanto al valor medio estimado de los efectos temporales, por el modelo de interacción espacio-temporal tipo II, se observa en la tabla 2 que, el efecto temporal no estructurado alcanza un valor muy superior al presentado por el resto de los efectos estimados, tanto temporales como espaciales, lo que indica que la evolución temporal de las remesas tiene una importancia relativa mayor a la presentada por las variaciones espaciales y que estas siguen un patrón temporal no sujeto a las variaciones del calendario.

Tabla 2

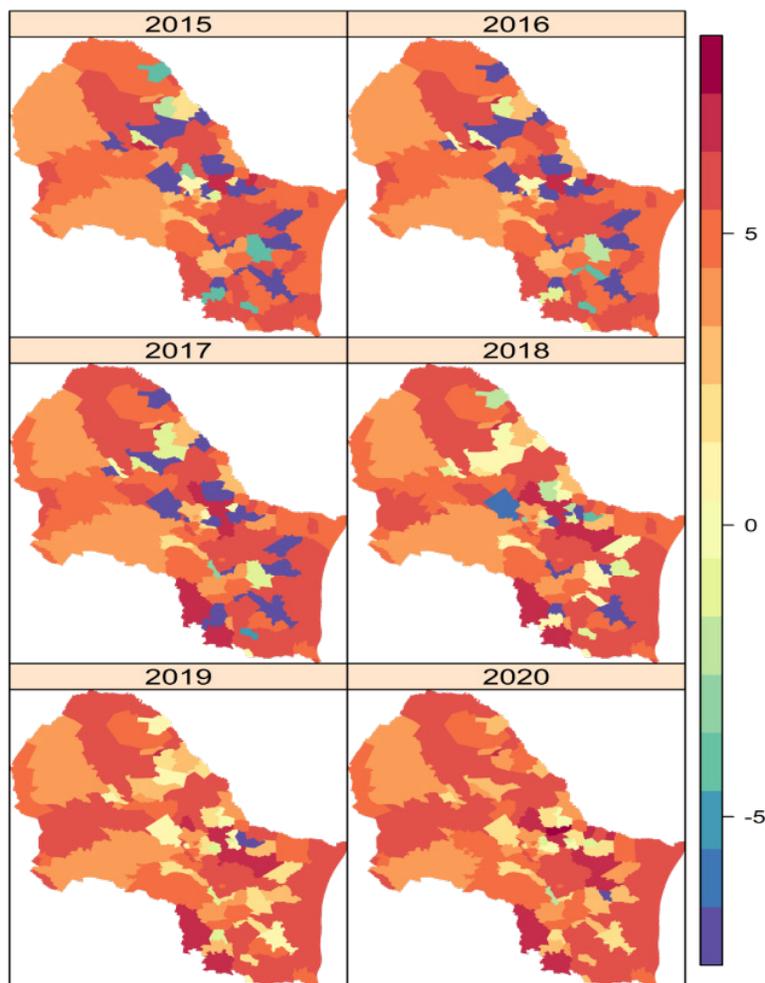
Estimaciones posteriores, modelo de interacción espacio-temporal tipo II

Efectos fijos	mean	sd	Q1	Q2	Q3
α	1.598	0.197	1.211	1.598	1.985
β	0.288	0.197	-0.098	0.288	0.675
Efectos aleatorios	mean	sd	Q1	Q2	Q3
Efecto espacial estructurado	2274.63	2285.92	209.51	1606.61	8295.67
Efecto espacial no estructurado	1857.59	1835.37	128.37	1316.22	6707.52
Efecto temporal estructurado	7.46	4.65	1.83	6.40	19.44
Efecto temporal no estructurado	21157.93	21330.11	1690.21	14889.58	78121.28
Efecto int. espacio-temporal	0.65	0.07	0.52	0.65	0.79

Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de R-INLA

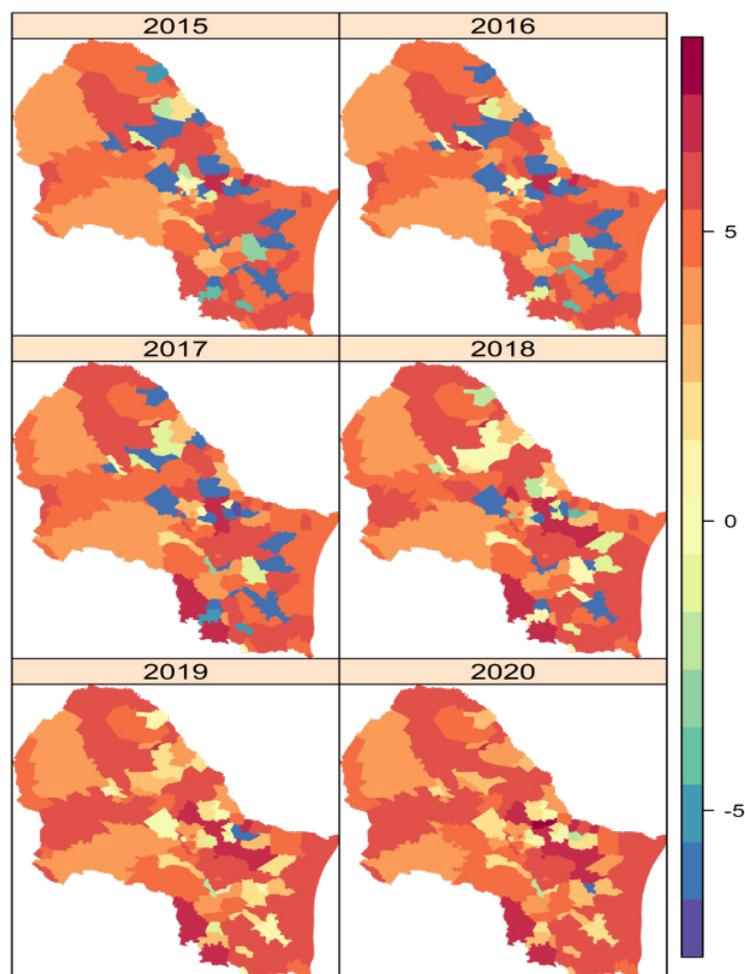
La distribución espacio-temporal de las remesas per cápita recibidas por los municipios del noreste de México, durante los años 2015 a 2020, se presentan en el mapa 1, mientras que las estimaciones, obtenidas por el modelo de interacción espacio-temporal tipo II, para las remesas municipales per cápita pueden verse en el mapa 2. Los mapas 1 y 2 presentan el contraste entre las remesas per cápita observadas y estimadas, ambas en escala logarítmica. El mapa 2 presenta las estimaciones del predictor lineal posterior de las remesas per cápita realizadas por el modelo de interacción espacio-temporal tipo II,

dado el nivel observado de inclusión financiera municipal presente en los municipios del noreste de México durante el periodo estudiado, en el mismo mapa es posible observar el efecto del suavizado realizado por el modelo.



Mapa 1. Remesas municipales observadas, región noreste de México 2015 a 2020. Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de R-INLA. Remesas en escala logarítmica

La dispersión espacial del logaritmo natural de las remesas per cápita observadas en los municipios del noreste de México, a lo largo del periodo estudiado, muestra un incremento sostenido en el número de municipios que recibieron remesas entre los años 2015 a 2020. Mientras en 2015 el total de municipios que recibieron remesas alcanzó a 109 de los 132 existentes, para el 2020 la cantidad ascendió a 131. El crecimiento en el número de municipios receptores de remesas en la región noreste aumentó a la par que el número de sucursales bancarias y el monto promedio per cápita de las remesas recibidas por los municipios (ver gráfica 1).

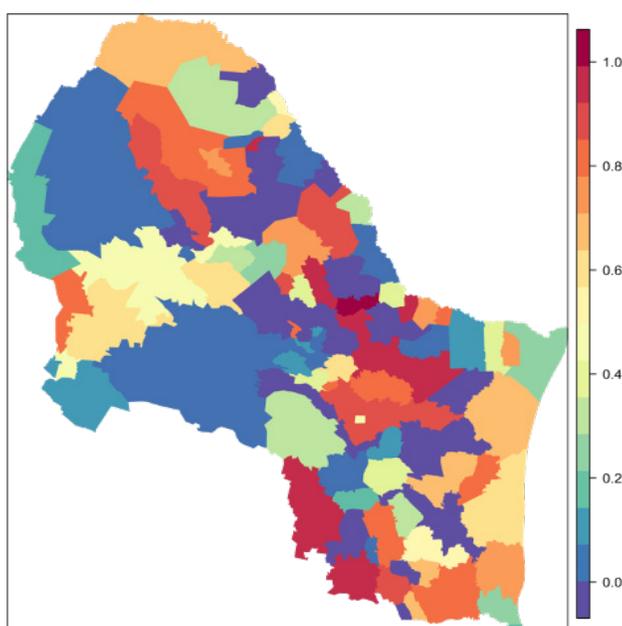


Mapa 2. Estimación media posterior de remesas per cápita municipales, según modelo de interacción tipo II.
Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de R-INLA. Remesas en escala logarítmica

En términos generales no puede distinguirse un patrón espacial de concentración o dispersión de remesas entre los municipios analizados (ver mapas 1 y 2), situación que revela una democratización en la recepción de remesas para la región noreste de país, salvo quizás una pequeña región, de baja recepción conformada por los municipios de Dr. Coss, Los Aldama, General Treviño y Melchor Ocampo (localizados en Nuevo León), la cual parece consolidarse a lo largo del periodo analizado. En cualquier caso, se trata de un conjunto de municipios básicamente rurales y con baja densidad poblacional, situación que pudiera explicar de alguna manera el comportamiento de las remesas.

El modelo de interacción espacio-temporal tipo II genera la distribución posterior de las remesas per cápita municipales para el periodo analizado, dados los niveles de inclusión financiera observados, de manera que es

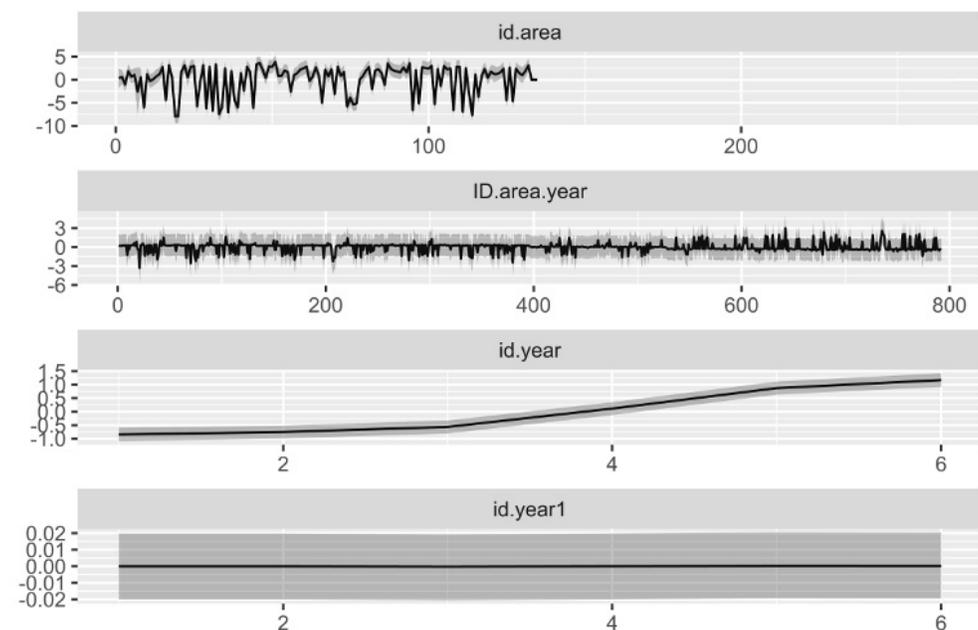
posible crear un mapa de probabilidad en términos del riesgo asociado a la recepción de un nivel de remesas per cápita, definido a partir de un umbral dado. El mapa 3 presentan la probabilidad condicional posterior de que un municipio reciba un nivel de remesas per cápita superior al promedio regional. Los municipios en tonos rojos a naranja muestran una alta probabilidad de recibir remesas por arriba del promedio de la región, mientras que los municipios en tonos azules a verdes presentan una baja probabilidad de obtener remesas por encima del promedio regional, lo que dibuja un patrón espacial. En general, los municipios en color azul se encuentran ubicados en zonas rurales de difícil acceso, mientras que los municipios en color rojo, en general, corresponden a áreas urbanas.



Mapa 3. Probabilidad. Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de R-INLA

La gráfica 3 presenta las estimaciones de los efectos aleatorios espaciales y temporales estructurados y no estructurados de las remesas per cápita municipales para el periodo analizado, para el modelo de interacción tipo II. La gráfica 3.a muestra las variaciones de los efectos espaciales estructurados que modelan la dependencia espacial asociada al nivel de remesas recibidas por los 132 municipios que integran la región noreste. En la gráfica 3.b puede verse el efecto espacial no estructurado, se trata de un efecto aleatorio intercambiabile (no estructurado) que modela el ruido no correlacionado entre áreas geográficas, es decir, modela las variaciones aleatorias no capturadas por la estructura espacial, para los 132 municipios a lo largo de los 6 años analizados (i.e. 792 estimaciones).

La gráfica 3.c presenta el efecto temporal estructurado para los seis años analizados, mientras que en la gráfica 3.d puede verse el efecto temporal no estructurado, mismo que captura las variaciones temporales aleatorias que no pueden ser modeladas por el calendario. El incremento observado en la gráfica 3.c captura el crecimiento temporal del valor medio de las remesas, mientras que el valor del parámetro estimado de los efectos temporales no estructurados refleja la incapacidad del modelo para capturar dichos efectos.



Gráfica 3. Efectos aleatorios espaciales y temporales del modelo de interacción tipo II. Fuente: Elaboración propia con base en estimaciones de R-INLA

La reducción alcanzada en el AIC por el modelo de interacción tipo II, implica que el parámetro γ_{it} captura eficientemente la interacción entre los efectos espaciales y temporales (Schrödle & Held, 2011). Cuando las variaciones entre efectos espaciales y entre efectos temporales son relativamente grandes (i.e. al interior de cada uno de ellos), en comparación con la variación estimada entre los efectos espaciales y temporales (ver tabla 2), la estimación del término de interacción γ_{it} resulta de menor magnitud (Martins *et al.*, 2012) que la alcanzada por los efectos temporales y espaciales, por lo que, el término de interacción es capaz de modelar la adecuadamente la dependencia espacio-temporal.

DISCUSIÓN

La contribución de este trabajo gira en torno al análisis de la evolución espacio-temporal de las remesas municipales de los estados del noreste mexicano, y en una aportación cuantitativa para determinar la importancia de la inclusión financiera en la dispersión territorial de remesas. El análisis realizado a través del modelo expuesto permite reconocer una conducta específica en la transmisión de los recursos producto de la migración en ese periodo de tiempo, es trascendente reconocer la capacidad en el análisis del pasado y poder reconocer condiciones propias del mercado de las remesas de la región, así como los elementos por considerar del valor de la información que ahora banco de México está sistematizando ante la relevancia del proceso migratorio en general y de manera específica del mercado de las transferencias desde el extranjero.

La presencia de las sucursales bancarias y de instituciones financieras, denominadas también como “dispersadoras” en los distintos municipios tendrán entonces una repercusión en los receptores de remesas de municipios sin sucursales, así como en un potencial incremento de remesas en su total regional. La inclusión financiera como política nacional responde a una necesidad provocada por la migración (también creada por carencias estructurales) para lo cual reproduce y utiliza las condiciones establecidas por el mercado de concentración en ciudades con baja inversión para nuevas sucursales y genera un traspaso de costos por el uso y manejo de ciertas tecnologías asociadas.

El proceso integro de inclusión también requiere de un desarrollo mayor en infraestructura de comunicación, (vías digitales), una expansión de las tecnologías de telecomunicación y un manejo funcional para los usuarios que se traduce en una sección de la educación financiera que no es un tema presente en la mayor parte de la población usuaria de algunos niveles de servicios financieros, aunque puede inferirse un manejo superficial de una mayoría de usuarios.

El modelo muestra los niveles de concentración de los montos en las instituciones asociadas al sistema financiero, adelgazando las remesas de otras vías como las de bolsillo, se deberá considerar que paralelamente existe un mercado no registrado de tránsito de recursos que pueden ser temporales y otros en especie, los primeros asociados a gastos colectivos o sociales, para el financiamiento a obra pública o festividades en las localidades migrantes, al que no define como gasto corriente y las segundas son los obsequios que se entregan directamente a las familias que pueden incluir electrodomésticos, herramientas, automóviles, entre otros objetos, sin registro económico de importación, así como pago de impuestos.

CONCLUSIONES

La estimación de los modelos espacio-temporales fue posible gracias al uso de la aproximación anidada integrada de Laplace implementada en el paquete INLA y disponible en lenguaje R. El uso de INLA aporta importantes ventajas computacionales respecto de otros paquetes basados en algoritmos como la cadena de Markov de Monte Carlo (MCMC) que redundan en una importante reducción del tiempo de procesamiento.

El trabajo interdisciplinario entre matemáticas y ciencias sociales, en concreto entre la estadística junto a la geo demografía permite reconocer la oportunidad, potencial del análisis más allá del resultado numérico del modelo y de la expresión espacial, ya que resulto indispensable la asociación como la asimilación de términos de y en ambas áreas para poder coordinar las interpretaciones, por lo que resulto directo el ajuste del proceso para el análisis matemático en variables accesibles, que expresen con cercanía los elementos conceptuales seleccionados, esto como parte del reconocimiento de un gran contexto resultado de la pobreza y desigualdad económica en el país.

El modelo conforma una base robusta para establecer una serie de comportamientos directos de la infraestructura de servicios financieros asociados a las transferencias originadas en otro país y producto de la migración. El tránsito de remesas por estas instituciones, ha ocasionado la concentración de estos servicios financieros en ciudades y en el sector bancario al reducir su paso por otras vías que no sean traspasos a cuentas de la banca comercial, esta concentración en ciudades y en instituciones se da a pesar de contar con segmentos poblacionales amplios a atender, sobre todo de bajos recursos y en contextos no urbanos como lo postula la inclusión financiera, el sector bancario requiere de múltiples elementos para la instalación, y continuidad de las sucursales en ciudades medianas o pequeñas, por lo que la instalación de nuevas sucursales es un ejercicio que no responde a la inclusión financiera de los grupos mencionados sino a una visión de mercado de los demandantes de estos servicios financieros.

A pesar de la concentración de recepción de remesas el incremento que han manifestado no responde completamente a elementos de inclusión o expansión de los servicios financieros, la dinámica de estas responde más a un mercado de trabajo en el destino de la migración y al comportamiento económico familiar en los lugares de origen (consumo). La demanda de servicios financieros asociados a la remesas como cuentas bancarias han desarrollado innovaciones y flexibilizaciones, para lograr posicionarse en el segmento de familias con migrantes se ha permitido la integración de nuevos actores bancarios e intermediarios que en conexión con remesadoras y por medio de servicios financieros bancarios logran hacer llegar estos recursos en tiempos cortos y ventajas dentro del mercado de las transferencias.

En la región noreste es evidente el peso que tiene la zona metropolitana de Monterrey, las zonas urbanas mayores de Saltillo y Ciudad Victoria, siguiendo las fronterizas como Matamoros, Reynosa, Nuevo Laredo y Piedras Negras, además existe una tendencia que acompaña a las remesas juntos con las sucursales bancarias en zonas con perfiles rurales e industriales, donde puede ser motivo de siguientes ejercicios de investigación sobre su perfil poblacional y sobre todo migratorio.

Por último, este tipo de investigación y el manejo de las herramientas estadísticas y espaciales pueden permitir a los ofertantes de servicios financieros identificar segmentos no solo poblacionales o territoriales sin atender, sino perfiles específicos de los instrumentos demandados y la potencial conexión con otros intermediarios para conformar un servicio y costos en red y de oferta de productos cruzados como pueden ser seguros de salud, créditos, pagos a terceros y otros de ahorro.

REFERENCIAS

- Alfaro, N.** (2010). *Principios para el Diseño de un Sistema Financiero Inclusivo*. Banco Internacional de Desarrollo. Foro Soluciones de Financiamiento Inclusivo. Panamá.
- Asmundson I.** (2011). Back to Basics, what are Financial Services? *IMF Finance and Development Magazine*. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2011/03/basics.htm>
- Banco de México** (2020). *Sistema de Información Económica, Balanza de pagos; Ingresos por remesas, distribución por municipio - (CE166)*. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=1&accion=consultarCuadro&idCuadro=CE166&locale=es>
- (2020). *Sistema de Información Económica, Financiamiento e información financiera de intermediarios financieros, Información operativa de la banca comercial por entidad federativa y municipio - (CF660)*. <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?sector=19&accion=consultarCuadro&idCuadro=CF660&locale=es>
- Banco Interamericano de Desarrollo** (2009). *Cooperación Técnica: “Canal Alternativo de Distribución de Remesas para Pequeños Intermediarios Financieros Ecuatorianos”*. Quito.
- (2010). *Profundización de Servicios Financieros en zonas rurales*. Quito.
- BBV Research** (2021). Migración, México En 2020 crecieron las remesas 11.4%, pese a la crisis mundial por la pandemia. *Observatorio Migración México*. <https://www.bbvarsearch.com/publicaciones/mexico-en-2020-crecieron-las-remesas-114-pese-a-la-crisis-mundial-por-la-pandemia/?cid=eml:0em:oth:----48030--::lnkpubl:::20210202::oth:instant:>
- Bivand, Roger & Gómez Rubio, Virgilio & Rue, Håvard.** (2015). Spatial Data Analysis with R-INLA with Some Extensions. *Journal of statistical software*. 63.1-31.
- Blangiardo, M., Cameletti, M.** (2013). *Bayesian Spatio and Spatio-Temporal Models with R-INLA*. Wiley.
- Blangiardo, M., Cameletti, M., Baio, G., & Rue, H.** (2013). Spatial and spatio-temporal models with R-INLA. *Spatial and spatio-temporal epidemiology*, 4, 33–49. <https://doi.org/10.1016/j.sste.2012.12.001>
- Buchenau J.** (2010). Nuevas tecnologías y canales para la Inclusión Financiera. En *Inclusión Financiera y desarrollo social: nuevos caminos para poner los servicios bancarios al alcance mundial de todos*. <https://silo.tips/download/nuevas-tecnologias-y-canales-para-la-inclusion-financiera>
- Mendoza-Cota, J., & Calderón-Villarreal, C.** (2006). Impactos Regionales De Las Remesas En el crecimiento económico de México. *Papeles De Población*, 12(50). Consultado de <https://rppoblacion.uaemex.mx/article/view/8654>

- Central Bank of Brazil.** (2010). *Relatório de Inclusão Financeira*. Brasília: Central Bank of Brazil.
- Consultative Group to Assist the Poor,** World Bank Group. (2010). *Financial Access 2010: The state of financial Inclusion through the crisis*. Washington, EUA.
- Consejo Nacional de Población.** (2010). Monto de remesas familiares anuales, 1990-2006. *Índice de Intensidad Migratoria, Consejo Nacional de Población* (2010). http://www.conapo.gob.mx/mig_int/s2008/material/o8_01_01.xls.
- Dittus P Klein M.** (2011). On harnessing the potential of financial inclusion, *BIS Working Papers* (347). www.bis.org/publ/work347.html
- Fajury L. Gomez A.** (2009). *Corresponsales no bancarios, manual genérico y mejores prácticas*. Bogota, Colombia. USAID / Programa midas- Acción social.
- Fernández de lis S.** (2011). Visión del desarrollo del sector Financiero y sus principales retos en América Latina y el Caribe. *Diálogo Regional de Política de la Red de Regulación Bancaria*. BID, ASBA y FELABAN, Washington, EUA.
- Gardeva A., Rhyne E.** (2011). *Oportunidades y obstáculos para la inclusión financiera*. Centro para la Inclusión Financiera, Acción Internacional. (12). https://content.centerforfinancialinclusion.org/wp-content/uploads/sites/2/2018/08/opportunities-and-obstacles-to-financial-inclusion_spanish.pdf
- Levine, R., Loayza, N. Beck, T.** (2000). Financial Intermediation and growth: causality and causes. *Journal of Monetary Economics*, August 2000(16), 1: 31-77.
- Martino, S. and Rue, H.** (2009) Implementing Approximate Bayesian Inference Using Integrated Nested Laplace Approximation: *A Manual for the Inla Program*. Department of Mathematical Sciences. Norway. <http://www.math.ntnu.no/hrue/GMRFLib>
- Martins, T. G., Simpson, D., Lindgren, F., & Rue, H.** (2013). Bayesian computing with INLA: New features. *Computational Statistics & Data Analysis*, 67, 68-83. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2013.04.014>
- Mas, I. Siedek H.** (2008). *Banking through networks of retail agents*. Focus Note 47. Washington, D.C.: CGAP. <https://www.cgap.org/sites/default/files/CGAP-Focus-Note-Banking-Through-Networks-of-Retail-Agents-May-2008.pdf>
- Pérez C.** (2015). La inclusión financiera en las regiones migratorias de Hidalgo. En Hernández T, González A. estrada R. Moreno H. (Coord.) *Cambios e innovación: una visión estratégica para el desarrollo*. (2015). Universidad Autónoma de Tlaxcala, México.
- Pérez C.** (2014). Las remesas indígenas como complemento al ingreso y sus mecanismos de uso y recepción. en González J. Bernardino J. y Adán

- B. (Coords.) *Hitos Demográficos del Siglo XXI: Migración Internacional*. México, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Rue, H., Martino, S., Chopin, N.** (2009). Approximate Bayesian inference for latent Gaussian models by using integrated nested Laplace approximations. *Journal of the Royal Statistical Society Series B* 71(2), 1-35.
- Rue, H., Held, L.** (2005). *Gaussian Markov Random Fields. Theory and Applications*. Chapman & Hall.
- Schrödle, B., Held L.** (2011). Spatio-temporal disease mapping using INLA. *Environmetrics*, 22(6), 725-734.
- Siedek, H.** (2007). *Banking agents part III: Market reach*. http://www.cgap.org/gm/document-1.9.2115/agents_marketreach.pdf
- Siedek, H.** (2007b). *Banking agents to reach the unbanked*. <http://acri-mena.org/Files/Banking%20agents%20to%20reach%20the%20unbanked%20-%2007.pdf>
- Tobler, W. R.** (1970). A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234-240. <https://doi.org/10.2307/143141>