

Recibido: 02 de abril de 2020

Aprobado: 13 de octubre de 2020

**estudios  
sociológicos**  
de El Colegio de México

Primero en línea: 03 de mayo de 2021

2021, 39(116), mayo-agosto, 495-533

## *Artículo*

# **La política agrícola en México: evaluación a partir de una tipología de productores**

## ***Agricultural Policy in Mexico: An Evaluation Based on a Typology of Producers***

**Antonio Yúnez Naude**

**Centro de Estudios Económicos El Colegio de México**

Ciudad de México, México

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2152-7325>

[ayunez@colmex.mx](mailto:ayunez@colmex.mx)

**Jhair López López**

Becario del Sistema Nacional de Investigadores, México

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9204-2344>

[jhair.lopez@colmex.mx](mailto:jhair.lopez@colmex.mx)

**Resumen:** El artículo contiene resultados de un estudio sobre la estructura de la producción de cultivos básicos en la dieta mexicana y sobre cuáles y cuántos de sus productores lo hacen en pequeña y mediana escala para



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.  
Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.

evaluar la reorientación hacia los últimos en el diseño de las políticas de seguridad alimentaria del presidente López Obrador. Elaboramos una tipología de productores de cuatro cultivos y con ella cuantificamos la población objetivo de dos programas emblemáticos del gobierno federal: Precios de Garantía (PG) y Producción para el Bienestar (PB) y calculamos los costos que implicaría subsidiar a tal población según los lineamientos de estos programas. Al comparar nuestras estimaciones con el presupuesto correspondiente para 2019, resultó que el asignado a PG tendría que haber sido al menos 3.5 veces mayor, mientras que el presupuesto del PB habría sobrepasado 38 por ciento.

**Palabras clave:** tipología; políticas; análisis multivariado.

**Abstract:** *The paper contains the results of a study on the production structure of basic crops in the Mexican diet and which and how many small and medium-sized farmers produce them to evaluate the orientation towards the latter in President Lopez Obrador's food security policy design. We constructed a typology of producers of four major food crops and used it to estimate the target population of two flagship federal government programs: Guaranteed Prices (GP) and Production for Wellbeing (PW) and estimated the cost of subsidizing this population according to the guidelines of these programs. When we compared our estimates with the 2019 Budget, we found that the amount assigned to GP should have been at least 3.5 times higher, while the PW budget was 38% higher than required.*

**Keywords:** *typology; policies; multivariate analysis.*

E

l artículo contiene los resultados de un estudio que consistió en elaborar una tipología de productores de los cuatro cultivos alimenticios más importantes de México y en su uso para evaluar el diseño de la política agrícola contemporánea del país. Si bien nuestra investigación es empírica, tiene como fundamento la teoría del comportamiento de los hogares rurales agrícolas.

Uno de los propósitos emblemáticos de la política agrícola de la recientemente creada Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural o SADER es promover la producción de maíz, frijol, trigo y arroz en pequeña y mediana escala a partir, principalmente, de dos programas: Precios de Garantía y Producción para el Bienestar. Requisito mínimo para su diseño es conocer la cantidad y características de los agricultores dentro de esta población. Debido a que el gobierno del presidente López Obrador no ha atendido íntegramente tal exigencia y dado que en la literatura no hay estudios recientes al respecto, nos pareció pertinente elaborar una tipología de los productores que cultivan los alimentos básicos mencionados y así calcular el presupuesto público necesario para cubrir la población objetivo de los dos programas que la SADER empezó a aplicar en 2019 y compararlo con el presupuesto aprobado para tal año.

Hay una tipología de unidades de producción rural y pesquera o Unidad Económica Rural (UER) elaborada por la extinta Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación o Sagarpa y la FAO (siglas en inglés de la Organización para la Alimentación y Agricultura de la Organización de Naciones Unidas). Las instituciones hicieron dicha estratificación a partir de “la base de datos generada por la muestra obtenida para realizar la Línea de Base 2008 de los Programas de Sagarpa. Esta base de datos está compuesta por una muestra representativa de las Unidades Económicas Rurales del Sector Rural y Pesquero de México” (Sagarpa, & FAO, 2012, p. 98). La estratificación sirvió para determinar la población objetivo de la Sagarpa durante la década de 2010. Además de que los datos tienen más de diez años, la Línea de Base 2008 (LB 2008 en adelante) es sólo representativa de la población objetivo de cinco programas aplicados en 2008, que la Sagarpa modificó frecuentemente. O sea que la LB 2008, y en consecuencia, la estratificación excluye a la población potencial de tales programas, es decir, a la población objetivo más los productores rurales y pesqueros excluidos de los apoyos de la secretaría.<sup>1</sup>

A estas características de la LB 2008 se le suman otras que limitan su pertinencia para tipificar a los productores rurales del país, y en

<sup>1</sup> Lo expuesto parte de la respuesta de la Sagarpa a nuestra solicitud al Instituto Federal de Acceso a la Información para conocer la metodología aplicada en la elaboración de la LB 2008 (Oficio 2010.02.2013-021, 16 de mayo de 2013.). Obtuvimos los metadatos de la LB 2008 directamente de la FAO-Sagarpa.

particular a los agropecuarios que producen en pequeña escala. Hay celdas con el código NA, que puede significar que no aplica para la UER correspondiente y también si él o la informante no sabía la respuesta, no la quiso responder o si la respuesta fue eliminada en la validación de la encuesta por no tener sentido. Al respecto y para las UER pequeñas la LB 2008 tiene dos problemas: NA está en una considerable cantidad de variables y es elevada la proporción de NA cuyo significado no está documentado.

Un caso relevante a la presente investigación y a las políticas que evaluamos son los datos sobre el tipo de trabajo usado en la producción rural en pequeña escala, es decir, el familiar y el asalariado (véase más adelante sección 2). Hay una gran cantidad de celdas con NA en los datos de la LB 2008 sobre uso de trabajo familiar de los estratos 1 y 2 usados en el citado diagnóstico de la FAO-Sagarpa. Nos referimos a los estratos E1: Familiar de subsistencia sin vinculación al mercado y E2: Familiar de subsistencia con vinculación al mercado. En las celdas correspondientes a la respuesta de la pregunta Número de jornales familiares utilizados, el E1 cuenta con 4 934 observaciones, de las cuales hay 759 con datos, 1 378 con NA justificado y 2 797 con NA sin justificación que representan 57% del total de observaciones. Por su parte, para el E2 y la misma pregunta, la proporción de NA no justificada es mucho mayor ya que alcanza 73% del total de observaciones.<sup>2</sup>

En conclusión, el uso de los datos de la LB 2008 limita el cumplimiento del propósito de “contar con una estratificación de las unidades de producción rural que otorgue elementos de focalización para el diseño e implementación de estas acciones de política pública en el ámbito agropecuario y pesquero, al identificar las características y necesidades de estas unidades” (Sagarpa, & FAO, 2014). A diferencia de esta base de datos y de la estratificación de la FAO-Sagarpa, la tipología que elaboramos es representativa de todas las UP que cultivaron en 2017 los principales alimentos de México; además de tener un sustento estadístico, las agrupaciones que hicimos de los productores de maíz,

---

<sup>2</sup> Aunque las proporciones de NA sin justificación son menores, se obtienen resultados similares para el resto de las preguntas relacionadas con el uso de mano de obra familiar. Por ejemplo, para “Cuántos familiares ayudaron” el resultado es 21% para el E1, y 32% para el E2. Detectamos los problemas sobre uso de mano de obra familiar y de las ventas de las UER de la LB 2008 a partir de un estudio sobre la agricultura familiar en México (Yúnez-Naude; Cisneros, & Meza, 2014).

frijol, trigo y arroz tienen fundamentos teóricos e incluyen aspectos de la estructura agraria mexicana, tales como tamaño, acceso al agua, rendimiento, destino de la producción y tipo de mano de obra usada. Entre otros, ello podría facilitar la selección de productores a subsidiar por la SADER ante las limitaciones en los recursos públicos para cubrir a todos los pequeños y medianos agricultores que componen la población objetivo de sus programas.

En la formación de grupos de productores estadísticamente diferenciados aplicamos los análisis de componentes principales y de conglomerados o *clusters* usando los datos proporcionados por una encuesta representativa en el ámbito nacional de las unidades de producción agrícola que cultivan los alimentos estudiados. Nos referimos a la Encuesta Nacional Agropecuaria o ENA del INEGI con datos para 2017 (ENA 2017 en adelante) proporcionados por el Laboratorio de Microdatos de dicha institución (INEGI, 2019).

Usamos la tipología para conocer la cantidad de productores que formarían la población objetivo de los dos programas mencionados, cuyos apoyos se enfocan en pequeños y medianos productores según sus lineamientos para 2019 publicados por la SADER. A partir de estas directrices también calculamos el gasto público requerido para atender a dicha población y lo comparamos con el Presupuesto de Egresos de la Federación sobre lo que se destinaría durante ese año a cada uno de los dos programas.

Con el estudio esperamos contribuir al conocimiento de la estructura de la producción de los cultivos más importantes en la dieta en México, así como a la evaluación del diseño de dos programas fundamentales para cumplir con el propósito del gobierno en funciones de promover la seguridad alimentaria a partir de la reorientación de sus apoyos hacia pequeños y medianos productores de cultivos básicos.

Incluyendo estos primeros párrafos, el artículo consta de seis secciones. En la siguiente presentamos el marco teórico y una síntesis de las metodologías aplicadas para tipificar la producción de los cultivos estudiados. En la tercera describimos la base de datos que usamos. Dedicamos la cuarta sección a presentar las características de las unidades de producción tipificadas, y la quinta, a evaluar el diseño de los programas Precios de Garantía y Producción para el Bienestar con base en la tipología y los lineamientos y presupuesto de la SADER para estos programas.

Concluimos con una síntesis de los hallazgos y discutimos los retos que el Estado mexicano enfrenta para diseñar políticas agrícolas eficaces y eficientes enfocadas a promover la producción de alimentos en pequeña y mediana escala.

## Marco teórico y metodología

La sección está dividida en dos: en la primera exponemos brevemente los fundamentos teóricos que usamos para tipificar las unidades productoras de los cultivos estudiados y para la discusión de las principales políticas agrícolas de la actual administración federal, y en la segunda detallamos la metodología que usamos para dicha tipificación.

### *Los modelos de hogares rurales productores*

La elaboración de la tipología de productores agrícolas de cultivos básicos y la evaluación de los dos programas emblemáticos de la SADER parten de la teoría del comportamiento de los hogares rurales productores de alimentos. El planteamiento se originó en la segunda década del siglo xx con la teoría de la unidad económica campesina de Chayanov (1974) que ha sido referencia en el desarrollo posterior de los modelos de los hogares rurales agrícolas.

Estos modelos se empezaron a desarrollar a raíz de una situación inesperada en Japón, cuando una política de precios de apoyo o garantía a sus productores de arroz no provocó el esperado aumento sustancial en las ventas del cultivo. La búsqueda de una explicación a este resultado contraintuitivo se inició con el estudio de Kuroda, & Yotopoulos (1978) y condujo a la elaboración de un modelo en el que se considera que el campesinado es parte de una unidad de decisión más amplia: el hogar rural, en la que parte de su producción de alimentos la destina al consumo familiar y otra parte al mercado, es decir, el excedente comerciable (producción menos autoconsumo), lo que significa que las decisiones de producción y consumo de un hogar que cultiva alimentos están vinculadas de la siguiente manera: como productor selecciona la asignación de su trabajo, tierra y otros insumos para el cultivo de alimentos, y como

consumidor selecciona el uso de su ingreso monetario para la compra de bienes y servicios --este ingreso proviene de las ganancias que obtiene de su excedente y el ingreso salarial de los miembros del hogar que trabajan fuera de la unidad (Singh; Squire, & Strauss, 1986).

Con base en este modelo teórico y su formulación matemática se concluye que un aumento en el precio del cultivo alimenticio que produce y consume un hogar rural puede provocar que, contrario a lo esperado, crezca su demanda de dicho alimento y que aumente poco, mantenga o hasta reduzca el excedente comerciable de lo que cultiva.

La diferencia básica entre el modelo de hogar rural productor y el de un consumidor "puro" de la teoría microeconómica convencional es que en el último se supone que el presupuesto del hogar es fijo, mientras que en el primero es endógeno pues depende de las decisiones de producción del hogar, las cuales son parte de su ingreso originado por las ganancias obtenidas por la venta de su cultivo.<sup>3</sup>

En la literatura sobre la economía de los hogares rurales se propone que su producción de alimentos para el autoconsumo y su uso de trabajo familiar no se deben a un comportamiento irracional en su toma de decisiones, sino que se explican por la ausencia de los mercados relevantes o por la presencia de elevados costos de transacción que limitan la participación de estos agentes en ellos. El caso extremo es el del modelo de Chayanov, en el que considera que el campesinado está completamente aislado de los mercados. En este modelo la unidad campesina es autárquica y sus decisiones de producción se basan en precios subjetivos o sombra y no los de mercado; es decir, los precios son endógenos. En el medio rural contemporáneo de países en desarrollo una porción considerable de los hogares rurales productores en pequeña escala se encuentra en una situación intermedia, capturada por los modelos de hogar rural (De Janvry; Fafchamps, & Sadoulet, 1991; Key; Sadoulet, & De Janvry, 2000).

Desde finales del siglo xx se ha avanzado en el estudio de la economía rural de países en desarrollo a partir del hecho de que un hogar

<sup>3</sup> A partir de encuestas sobre la economía de los hogares rurales en localidades de distintos países, el modelo teórico del hogar rural ha sido la base de estudios empíricos para calcular el signo y la magnitud de los efectos de cambios en precios en la producción y excedente comerciable de tales unidades de producción y consumo. Sus resultados muestran la pertinencia de este tipo de modelos para estudiar efectos de políticas de precios agrícolas (Taylor, & Adelman, 2003).

rural típico diversifica sus actividades y fuentes de ingreso, y no sólo se dedica a la producción agrícola. Asimismo, estos hogares tienen otras fuentes de ingreso provenientes, por ejemplo, de apoyos gubernamentales o de las remesas de los miembros que emigran. Esta complejidad de la vida económica en el campo es capturada por los modelos microeconómicos multisectoriales en los que se incorporan las relaciones económicas dentro y fuera de localidades rurales y el modelo de hogar rural. Los modelos de hogar y micro y multisectoriales se han aplicado a México. En el caso de los segundos los resultados de uno de ellos con el que se simula un aumento en el precio del maíz indica que el cambio reduce la producción del grano de los hogares con predios menores a las 2 has o de “subsistencia” y aumenta la de los de mayor tamaño o comerciales (Taylor, & Dyer, 2011). Además, con base en un modelo micro y multisectorial similar, se concluye que son insignificantes los efectos positivos en la producción de maíz de los hogares rurales de México causados por programas de transferencias directas de ingreso a ellos (nos referimos a PROCAMPO-PROAGRO, Yúnez-Naude; Dyer; Rivera, & Stabridis, 2015).

## Metodología

A partir de los microdatos de la ENA 2017 agrupamos a las unidades de producción (UP) de los cultivos estudiados según sus principales características aplicando el Análisis de Conglomerados o *Cluster* (AC en adelante). Usamos tres métodos: jerárquico y *kmeans* y una composición de éstos, denominada método combinado. Además, previo a la implementación de los AC, empleamos el Análisis de Componentes Principales o ACP, procedimiento usado con frecuencia en estudios de este tipo para mejorar la calidad (*performance*) de los resultados del AC.<sup>4</sup>

Con el AC se asignan objetos a *clusters* de tal manera que elementos de un mismo conglomerado o grupo sean altamente similares y muy diferentes a los de otros grupos. Las similitudes se basan en los atributos (variables) que describen los objetos analizados. En otros términos, el AC

<sup>4</sup> O sea que el ACP que llevamos a cabo dio mayor certeza sobre la pertinencia de los conglomerados resultantes (Ding, & He, 2004; Prabhu, 2011). En el anexo presentamos las principales características del ACP y la manera en que usamos sus resultados.



permite observar patrones en la información, agrupándola en términos de sus similitudes (Kaushik y Mathur, 2014; Řezanková, 2009).

### *Cluster jerárquico*

El método jerárquico (MJ) es una de las formas de hacer AC. Con éste se desagregan o agregan escalonadamente las observaciones en grupos disjuntos, de tal manera que el número de ellos se determina *a posteriori*.<sup>5</sup> La aplicación del MJ arroja un dendrograma, que *grosso modo* contiene la esquematización de la forma en que se llevó a cabo el proceso de desagregación o agregación escalonada de las agrupaciones resultantes. Aunque la literatura no provee reglas precisas para seleccionar el número adecuado de grupos, el dendrograma es una manera adecuada de hacerlo (Castel *et al.*, 2010). La estrategia que seguimos fue seleccionar por cultivo estudiado el número de grupos  $k$ , tal que la reducción en disimilitud (*height*) al pasar de  $k-1$  grupos a  $k$  grupos fuera mucho mayor que pasar de  $k$  grupos a  $k+1$  (Alvarez *et al.*, 2014).

### *Cluster kmeans*

El método kmeans (MK) es alternativo al MJ: la diferencia es que con el primero se fija *a priori* el número de grupos  $k$ . A partir de ello, las observaciones se separan en  $k$  grupos disjuntos de acuerdo con una medida de similitud.<sup>6</sup>

A partir de los componentes retenidos por el ACP, calculamos 14 tipificaciones asociadas a  $k+1$  grupos, considerando como medida de similitud su distancia euclidiana, y seleccionamos el número de grupos más adecuado a partir de comparar los resultados de acuerdo con el estadístico Pseudo-F de Calinsky-Harabasz. El índice contiene el cociente

<sup>5</sup> Para aplicar el MJ usamos el programa estadístico *R* y la función *hclust()* del paquete *stats*; en específico, para la agrupación se utilizó el método de Ward, con el que se minimiza la pérdida de información que resulta de unir dos grupos, tomando como criterio de proximidad entre éstos el incremento en la suma de cuadrados del error al unirlos (Santos; Zúñiga; Leos, & Álvarez, 2014).

<sup>6</sup> El procedimiento lo hace un método con ejecución más simple y rápida, lo que explica su frecuente uso en la literatura (Kaushik y Mathur, 2014).

de la varianza entre los grupos respecto a la varianza dentro de cada grupo: valores elevados de dicha medida indican la existencia de grupos compactos y separados. En consecuencia, la regla de decisión que adoptamos fue seleccionar a los  $k$  grupos con el valor Pseudo-F más alto (Wilkinson; Engelman; Corter, & Coward, 1999).

Los métodos jerárquicos y kmeans tienen virtudes y limitaciones que exponemos de manera resumida en el cuadro 1.

**Cuadro 1: Fortalezas y debilidades de los métodos jerárquico y kmeans**

|            | <i>Ventajas</i>  | <i>Desventajas</i>   |
|------------|--|--|
| Jerárquico | <ul style="list-style-type: none"> <li>* No se requiere especificar <i>a priori</i> el número de grupos.</li> <li>* Provee una representación gráfica como dendrograma.</li> <li>* Capacidad para detectar grupos de diferentes formas y tamaños.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Alta complejidad.</li> <li>* Lento en computar.</li> <li>* Una vez que los grupos se han formado no hay manera de ajustarlos.</li> <li>* Posibles dificultades para seleccionar el número de grupos a partir del dendrograma.</li> <li>* Las agrupaciones dependen de la métrica de distancia usada.</li> </ul>                           |
| Kmeans     | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Baja complejidad.</li> <li>* Computacionalmente rápido.</li> <li>* Adecuado para aplicar a bases de datos de gran tamaño.</li> <li>* Pueden ajustarse los elementos de los grupos.</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>* El número de grupos debe especificarse de antemano.</li> <li>* Sensible a datos atípicos.</li> <li>* Imposibilidad de lidiar con grupos no convexos de tamaño y densidad variante.</li> <li>* Sensible a las unidades de medida de la información.</li> <li>* Distintos centroides iniciales producen resultados que difieren.</li> </ul> |

Fuente:  
Tomado de  
Goven-  
der, &  
Sivakumar  
(2020).

### *Método combinado*

Con el enfoque combinado se incorporan las fortalezas de los AC jerárquico y kmeans. Consiste en tomar los resultados del dendograma arrojado por la aplicación del MJ y con esta base seleccionar el número adecuado de grupos  $k$ , a los que se les aplica el MK con el que se estiman los centros de los  $k$  grupos identificados (Govender, & Sivakumar, 2020).

### **Los datos**

Nuestro estudio es para las UP de maíz, frijol, trigo y arroz, los cultivos que la actual administración ha seleccionado como fundamentales para cumplir con su propósito de promover la seguridad alimentaria en México.

Los datos de la ENA 2017 que usamos para elaborar la tipología son públicos, pero por razones de confidencialidad y por las características de nuestro estudio, los cálculos fueron procesados en el Laboratorio de Microdatos del INEGI a partir de nuestras solicitudes correspondientes.

Entre otras, la ENA 2017 contiene información de las UP por cultivo, incluyendo su tamaño, el volumen producido y su destino, el tipo de acceso al agua (riego o temporal) y el uso de insumos. En la encuesta se define a una UP agrícola como la unidad económica conformada por uno o más terrenos ubicados en un mismo municipio, en donde al menos en alguno de ellos se realizan actividades agrícolas bajo el control de una misma administración (INEGI, 2018 y 2020). La ENA 2017 es representativa en el ámbito nacional de 17 productos agrícolas anuales, incluyendo al maíz, frijol, trigo y arroz.

La encuesta contiene algunos datos atípicos sobre estos cultivos que pueden ser erróneos, por ejemplo, hay UP de maíz con rendimiento muy superior a las 15 toneladas por hectárea (ton/ha), mientras que según la Sagarpa el rendimiento promedio nacional no alcanzan las 4 ton/ha (recuperado en febrero de 2020 de [http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/Siacon\\_datos\\_Abiertos.php](http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/Siacon_datos_Abiertos.php)).

Por lo expuesto y como era de esperarse, al aplicar el AC con todos los datos de la ENA 2017 por cultivo usando el método jerárquico, se formaron grupos con cantidades de UP muy reducidas y, en consecuencia, potencialmente atípicos. Frente a ello, la estrategia general que seguimos

fue filtrar las bases de datos originales eliminando los extremos superiores. Por cultivo, los datos filtrados de la ENA 2017 que usamos para tipificar a sus productores fueron los que siguen:

- *UP de maíz*: con rendimiento menor a 15 ton/ha, superficie sembrada menor a mil ha. e intensidad en el uso de mano de obra menor a 500 jornales por ha.
- *UP de frijol*: con superficie sembrada menor a las 50 ha, con rendimiento no mayor a 5 ton/ha, e intensidad en el uso de mano de obra menor a 5 000 jornales por ha.
- *UP de trigo*: con superficie sembrada menores a 1 500 ha e intensidad en el uso de mano de obra menor a 50 jornales por ha.
- *UP de arroz*: con superficie sembrada menor a las 50 ha y con intensidad en el uso de mano de obra menor a 100 jornales por ha.

Evidenciamos que estos límites no afectan la evaluación expuesta en la sección 5 del artículo, ya que ésta se refiere a la población objetivo de los programas evaluados, compuesta por pequeños y medianos productores de los cultivos estudiados.

### **Tipología de las unidades de producción de cultivos básicos**

En la sección exponemos la tipología resultante de las UP que cultivan maíz, frijol, trigo y arroz con base en la aplicación de los Análisis de Conglomerados. Como exponemos en la sección 2 y en el anexo, estos análisis partieron de lo que arrojó el ACP.

Para tipificar a las UP de los cultivos estudiados es necesario seleccionar las variables que capturen la heterogeneidad de tales unidades, especialmente los elementos clave que distinguen a la agricultura campesina o de los hogares rurales (Álvarez, Paas; Descheemaeker; Tittonell, & Groot, 2014). Hicimos la selección a partir de la estructura de las UP estudiadas con base en el conocimiento de los rasgos que caracterizan la estructura agraria de México, así como en los resultados de una serie de ejercicios

previos aplicando el ACP y de conglomerados. Los microdatos de la ENA 2017 que usamos fueron régimen hídrico (usando la variable dicotómica régimen = 1 para riego), rendimiento (ton/ha), superficie sembrada (ha); intensidad en el uso de mano de obra (número de trabajadores por ha), fracción de la producción vendida y la dedicada a la alimentación del ganado y proporción de la mano de obra familiar utilizada.<sup>7</sup>

### *Maíz*

Para tipificar a las UP que cultivan el grano, seleccionamos cinco grupos de los arrojados por el método jerárquico (MJ) y en el caso del kmeans (MK) hicimos la selección a partir del de los grupos con el mayor valor Pseudo F de Calinsky-Harabasz, resultando que éste se alcanza cuando las UP se particionan en 5 grupos (cuadro 2, paneles A y B respectivamente).<sup>8</sup>

Al examinar los resultados de los dos métodos usados, se observa que las características (centros) de los grupos formados son similares y también las participaciones en el total de la producción y UP maiceras. Asimismo, al comparar los elementos de cada grupo arrojados por el MJ con los del MK, resulta que los del grupo 1 se conservan en un 98%; que la proporción fue de 77% para el grupo 2, de 92% para el 4 y de 90% para el 5. En contraste, la correspondencia para el grupo 3 fue pequeña, de 28%. Como es muy bajo el peso de este grupo en la producción total de maíz y en la cantidad UP que lo cultivan (filas correspondientes y dos últimas columnas del cuadro 2), decidimos excluirlo de la tipología que sigue:<sup>9</sup>

- *UP comerciales grandes* (grupo 1): compuesto por las UP de mayor tamaño (más de 24 ha de superficie sembrada) y que venden más de 96%

<sup>7</sup> Para el arroz y el frijol excluimos la fracción destinada a la alimentación del ganado ya que ello no aplica a estos cultivos. Hay que agregar que la base de datos del frijol y arroz no cumplió con el Criterio de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) aplicado en el ACP para el caso de la variable intensidad de mano de obra, por lo cual la excluimos en el AC correspondiente. Los hallazgos abajo expuestos para el trigo se circunscriben a los del análisis combinado ya que el enfoque produjo resultados altamente compatibles a los que arrojó el análisis jerárquico y kmeans, y algo similar sucedió con el arroz. Las o los interesados en conocer los detalles pueden solicitárnoslos.

<sup>8</sup> En este cuadro y en los tres que siguen incluimos la cantidad de UP.

<sup>9</sup> En la tipología que sigue (y en la que corresponde al resto de los cultivos) reportamos los promedios de cada grupo, que equivalen a sus centros estimados.



Cuadro 2 (continuación)

| Panel B) Centros de Gravedad: método kmeans |                      |                            |                                      |                        |                                    |                           |           |                     |               |
|---|----------------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------|---------------------|---------------|
| Grupo                                       | Centros              | Participaciones en totales | Número de UP                         |                        |                                    |                           |           |                     |               |
|   | Rendimiento (ton/ha) | Superficie sembrada (ha)   | Intensidad en el uso de mano de obra | Producción vendida (%) | Producción destinada al ganado (%) | Mano de obra familiar (%) | Riego (%) | Producción nacional | UP nacionales |
| 1   | 9.35                 | 24.32                      | 1.92                                 | 96.64                  | 1.81                               | 20.22                     | 93.48     | 63.89               | 108 284       |
| 2   | 3.31                 | 4.09                       | 7.15                                 | 67.47                  | 6.43                               | 24.46                     | 33.82     | 14.61               | 350 698       |
| 3   | 3.43                 | 0.49                       | 138.52                               | 13.54                  | 18.05                              | 36.24                     | 18.66     | 0.04                | 10 591        |
| 4   | 1.1                  | 1.81                       | 5.98                                 | 8.14                   | 11.35                              | 69.5                      | 4.26      | 3.28                | 790 971       |
| 5   | 2.93                 | 5.25                       | 4.38                                 | 2.66                   | 83.33                              | 25.05                     | 15.59     | 18.24               | 382 624       |

Fuente: Estimaciones propias con base en microdatos de la ENA 2017 (lo mismo aplica a los cuadros 3 a 5).

de su producción. Son además las que tienen el mayor rendimiento (alrededor de 9.4 ton/ha); son menos intensivas en el uso de mano de obra (menos de 2 trabajadores por ha) y la mayor parte de ellas cuentan con riego (entre 96 y 93%). El elevado rendimiento de este tipo de unidad explica en parte su considerable peso en la producción nacional de maíz (alrededor de 60%) respecto a su participación en el total de UP maiceras (entre 6 y 6.3%).

- *UP semi comerciales medianas* (grupo 2): con más de 4 ha de superficie sembrada y venden más de 63% del maíz que producen. Se diferencian de las UP comerciales grandes en que su rendimiento es menor (alrededor de 3.2 ton/ha); utilizan más intensivamente mano de obra; la proporción de unidades con riego es 1/3 menor (aunque mayor que el resto de los grupos); su peso en la producción nacional es menor al que tienen las UP del grupo 1 (entre 15 y 17%), pero mayor el que corresponde a la cantidad de UP (alrededor de 21%).

- *UP pequeñas de autoconsumo familiar* (grupo 4): Son las de menor tamaño (la superficie sembrada no alcanza las 1.9 ha) y más de 80% de su producción de maíz la destinan al consumo familiar. También son las que producen con el menor rendimiento (menos de 3 ton/ha), y las más intensivas en el uso de trabajo y de mano de obra familiar; la mayor parte de ellas cultivan en condiciones de temporal y son las mayoritarias en cuanto a su peso en total de UP (alrededor de 45%), aunque su peso en la oferta nacional del maíz es muy bajo (menos de 4%).

- *UP medianas de autoconsumo ganadero* (grupo 5): ocupan el segundo lugar en tamaño (5.2 ha sembradas) y destinan más de 83% del maíz que cultivan para alimentar a los animales que crían. Respecto a las UP de autoconsumo familiar, producen con un rendimiento más alto (5.2 ton/ha), usan menos intensivamente mano de obra y trabajo familiar, cuentan con una mayor proporción de UP con riego (15.5%), su peso en la producción de maíz es mayor (más del 18%) y ocupan el segundo lugar en cuanto al total de UP (alrededor de 2% frente a más de 45% de las UP de autoconsumo familiar).



La tipología da cuenta de la gran heterogeneidad en la producción del cultivo más importante de México y muestra lo insuficiente que es distinguir a los productores de maíz sólo con base en su tamaño y forma de acceso al agua, que es lo que se acostumbra en la literatura y en el diseño de algunas políticas.

### *Frijol*

A partir de los resultados del ACP, en la tipología de las UP que cultivan frijol incluimos a unidades con menos de 50 has. Usando las variables: régimen (dicotómica, riego = 1), rendimiento, superficie sembrada e intensidad en el uso de mano de obra. Con base en la regla de decisión para el *cluster* jerárquico seleccionamos cuatro grupos de UP de la leguminosa como los adecuados para tipificarlas. Por su parte, el MK, arrojó nueve grupos con el mayor valor Pseudo F de Calinsky-Harabasz. La manera en que tratamos la gran diferencia en el número de grupos formados entre los dos métodos fue a partir de la aplicación del análisis combinado. Para ello usamos al número de grupos arrojados por el MJ ( $k=4$ ) y estimamos los centros con base en el MK. En el cuadro 3 presentamos los resultados.

Del análisis combinado se desprende que los elementos de cada uno de los cuatro grupos se conservan en proporciones elevadas. En efecto, tomando como referencia al análisis jerárquico respecto al *kmeans*, los elementos del grupo 1 se conservan en 85%, los del 2 en 90%, los del 3 en 86% y los del 4 en 98% (antepenúltima columna del Cuadro 3). En consecuencia, hay fundamentos estadísticos para tipificar a las UP que cultivan frijol de la manera siguiente:

- *UP comerciales medianas con riego* (grupo 1): son de tamaño intermedio (9.6 ha sembradas) y venden más de 93% de su producción. Respecto al resto de UP son las que exhiben mayor rendimiento (1.84 ton/ha), recurren poco al trabajo familiar, producen la mayor parte del frijol nacional (61.5%) y forman más de la cuarta parte de las UP que cultivan la leguminosa (26%).

• *UP comerciales grandes y de temporal* (grupo 2): son las de mayor tamaño (22.54 ha) y venden casi 90% de su producción. En relación con las UP del grupo 1: tienen menor rendimiento (0.65 ton/ha), usan una proporción similar de mano de obra familiar (17.5%) y la mayoría son de temporal (95%). Estas unidades contribuyen en 25% a la oferta nacional de la leguminosa y forman 12% de las UP que la cultivan.

• *UP comerciales pequeñas* (grupo 3). La superficie sembrada es de 4.5 ha y al igual que las UP medianas y grandes, venden la mayor parte de su producción (72.24%); la diferencia es que recurren más a la mano de obra familiar (35.5%). Si bien la mayor parte de estas UP son de temporal, una proporción más elevada que las UP del grupo 2 cuenta con riego (13.7% vs. 4.3% respectivamente), aunque obtienen un rendimiento similar (0.78 ton/ha). Lo anterior no obstante que su peso en el total de UP que cultivan frijol es más de dos veces mayor al de las UP comerciales grandes (29.5%) y su contribución a la oferta nacional de la leguminosa es la mitad (12.25%).

**Cuadro 3: Tipificación de los grupos de productores de frijol a partir del análisis combinado**

| <i>Grupo</i> | <i>Centros</i>   |   |   |  |                            | <i>Con-</i><br><i>cor-</i><br><i>dan-</i><br><i>cias</i><br><i>(%)</i> | <i>Participación</i><br><i>en total</i>  | <i>Número</i><br><i>de UP</i>                            |        |
|--------------|--|---|---|--|----------------------------|--|--|--|--------|
|              | <i>Ren-</i><br><i>di-</i><br><i>mien-</i><br><i>to</i><br><i>(ton/</i><br><i>ha)</i> | <i>Su-</i><br><i>per-</i><br><i>ficie</i><br><i>sem-</i><br><i>brada</i><br><i>(ha)</i> | <i>Pro-</i><br><i>duc-</i><br><i>ción</i><br><i>vendi-</i><br><i>da (%)</i> | <i>MO</i><br><i>fami-</i><br><i>liar</i><br><i>(%)</i> | <i>Riego</i><br><i>(%)</i> |  | <i>Pro-</i><br><i>duc-</i><br><i>ción</i><br><i>na-</i><br><i>cional</i><br><i>(%)</i> | <i>UP</i><br><i>nacio-</i><br><i>nales</i><br><i>(%)</i> |        |
| 1            | 1.84   | 9.64  | 93.33   | 16.6   | 92.36                      | 85   | 61.47  | 25.94  | 40 450 |
| 2            | 0.65   | 22.54   | 89.73   | 17.49  | 4.26                       | 90   | 24.59  | 12.06  | 18 807 |
| 3            | 0.78   | 4.5   | 72.24   | 35.51  | 13.65                      | 86   | 12.21  | 29.46  | 45 940 |
| 4            | 0.24   | 2.56  | 7.15  | 66.59  | 2.57                       | 98   | 1.72   | 32.54  | 50 739 |

- *UP pequeñas de autoconsumo familiar* (grupo 4). Las unidades de este tipo se asemejan a las UP que cultivan maíz para el autoconsumo familiar (cuadro 2, grupo 4), ya que son pequeñas (2.6 ha) y más de 92% de su producción tiene ese destino; son además, las que producen con el menor rendimiento (0.24 ton/ha), intensivas en el uso de mano de obra familiar (67%) y prácticamente en todas ellas se cultiva el frijol en condiciones de temporal (97.4%). Asimismo, son las UP de mayor peso en el total (33%) y las que contribuyen menos a la oferta nacional de la leguminosa (1.72%).

Como en el caso del maíz, la tipología de los productores de frijol muestra que la diversidad en la manera de producirlo va más allá del tamaño de las UP y del régimen hídrico.

### *Trigo*

Las variables seleccionadas para tipificar las UP que cultivan trigo fueron las mismas que para el maíz y también aplicamos las metodologías jerárquicas y *kmeans* para tipificarlas. La primera arrojó cuatro grupos y la segunda dos. Como la formación de 4 grupos arroja mayor detalle para tipificar la producción de trigo, tomamos a estos grupos y aplicamos el análisis combinado con base en el *kmeans*. La concordancia resultante fue de 89, 92, 94 y 100%, por lo que usamos los centros arrojados por el enfoque combinado para tipificar a los productores del grano (cuadro 4).

- *UP comerciales medianas con riego* (grupo 1): con 39.4 ha sembradas que venden prácticamente toda su producción (98.3%). Casi la totalidad son de riego (99.5%), obtienen un rendimiento de 5.8 ton/ha, es baja su intensidad en el uso de mano de obra, incluyendo la familiar, y, frente al resto de las UP en las que se cultiva trigo, son las de mayor peso en términos de su producción (60%) y número (40%).
- *UP comerciales grandes y de riego* (grupo 2): son por mucho las de mayor tamaño (463.9 ha) y similares a las UP del grupo 1 en cuanto a producción vendida, rendimiento y acceso a riego; la diferencia es que estas unidades son, aún menos intensivas en mano de obra y es bajo

**Cuadro 4: Tipificación de los grupos de productores de trigo a partir del análisis combinado**

| Grupo | Centros              |                          |         |                        |                                    |                           |           | Concordancias (%) | Participaciones en totales |                   | Número de UP |
|-------|----------------------|--------------------------|---------|------------------------|------------------------------------|---------------------------|-----------|-------------------|----------------------------|-------------------|--------------|
|       | Rendimiento (ton/ha) | Superficie sembrada (ha) | Int-mo* | Producción vendida (%) | Producción destinada al ganado (%) | Mano de obra familiar (%) | Riego (%) |                   | Producción nacional (%)    | UP nacionales (%) |              |
| 1     | 5.77                 | 39.35                    | 1.08    | 98.33                  | 0.32                               | 11.24                     | 99.5      | 89                | 59.81                      | 39.88             | 9 738        |
| 2     | 5.78                 | 463.86                   | 0.13    | 97.07                  | 0.79                               | 2.98                      | 96.48     | 92                | 34.15                      | 1.96              | 478          |
| 3     | 2.99                 | 11.45                    | 2.99    | 89.2                   | 1.14                               | 49.63                     | 47.79     | 94                | 5.08                       | 24.61             | 6 008        |
| 4     | 0.96                 | 3.22                     | 5.6     | 3.65                   | 36.63                              | 62.77                     | 6.29      | 100               | 0.96                       | 33.56             | 8 194        |

\*Intensidad en el uso de mano de obra.

su peso en el total de las UP trigueras (2%), aunque su participación en la oferta total del grano es elevada (34%).

• *UP comerciales pequeñas* (grupo 3). Tienen un tamaño promedio de 11.5 ha y, como las UP de los dos grupos previos, venden la mayor parte del trigo que cultivan (89%). Las diferencias son que producen con rendimiento más bajo (3 ton/ha), usan más intensivamente mano de obra, un poco menos de la mitad tiene riego (48 %) y su peso en el total de la producción de trigo es bajo (5.1%), aunque su participación en el total de UP es relativamente elevada (24.6%).

• *UP pequeñas de tipo familiar* (grupo 4); son unidades muy pequeñas (tienen 3.2 ha) y venden una escasa proporción del trigo que cultivan (menos de 5%) ya que lo dedican a alimentar a sus animales (37%)

o a otros usos no comerciales. Además, producen con muy bajo rendimiento (1 ton/ha), son intensivas en mano de obra familiar y el peso de lo que producen en la oferta nacional del grano es muy bajo (1%), aunque elevado el que corresponde al total de las UP (34%).

De lo anterior se desprende que, a diferencia del maíz y frijol, la heterogeneidad con la que se cultiva y destina el trigo se circunscribe a la que hay entre las UP pequeñas de corte familiar y el resto.

### *Arroz*

La cantidad de grupos resultante de la aplicación del MJ es menor respecto al MK: 4 vs. 8 respectivamente. Procedimos entonces a aplicar el método combinado tomando, como en el caso del trigo, el número de grupos arrojados por medio del jerárquico y estimando los centros a partir del kmeans. A diferencia de los resultados para el trigo, la concordancia entre los dos métodos fue baja para dos de los cuatro grupos: 42% para el 1 y 63% para el 3. En contraste, tal correspondencia fue de 91% para el grupo 2, y de 100% para el 4 (antepenúltima columna del cuadro 5). Lo anterior puede ser consecuencia de que la estructura de la producción del arroz difiere marcadamente de la de los otros tres cultivos estudiados; por ejemplo, es cultivado en tierras irrigadas o de buen temporal en regiones específicas del país. O sea que es posible que haya aspectos de la estructura de la producción de arroz no consideradas en el presente estudio.

De todas maneras, decidimos incluir los resultados del AC combinado para este cultivo (cuadro 5) porque son similares a los arrojados por el MJ y en consecuencia, son una aproximación al conocimiento de la estructura diferenciada del cultivo del arroz. Además, porque proporcionan elementos para la evaluación de las políticas agrícolas estudiadas en la siguiente sección.

Sugerimos la siguiente tipificación de los productores de arroz:

- *UP comerciales grandes y de riego* (grupo 1): tienen una superficie sembrada de 26.79 ha, venden casi la totalidad de su producción (96.7%) y un bajo porcentaje de su mano de obra es familiar (5.38%).

**Cuadro 5: Tipificación de los grupos de productores de arroz a partir del análisis combinado**

| Grupo | Centros      |              |             |              |              | Con- | Participación |               | Nú-  |
|-------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|------|---------------|---------------|------|
|       |              |              |             |              |              | cor- | en total      |               | mero |
|       |              |              |             |              |              | dan- |               |               | de   |
|       |              |              |             |              |              | cias |               |               | UP   |
|       |              |              |             |              |              | (%)  |               |               |      |
|       | <i>Ren-</i>  | <i>Su-</i>   | <i>Pro-</i> | <i>MO</i>    | <i>Riego</i> |      | <i>Pro-</i>   | <i>UP</i>     |      |
|       | <i>di-</i>   | <i>per-</i>  | <i>duc-</i> | <i>fami-</i> | <i>(%)</i>   |      | <i>duc-</i>   | <i>nacio-</i> |      |
|       | <i>mien-</i> | <i>ficie</i> | <i>ción</i> | <i>liar</i>  |              |      | <i>ción</i>   | <i>nales</i>  |      |
|       | <i>to</i>    | <i>sem-</i>  | <i>ven-</i> | <i>(%)</i>   |              |      | <i>na-</i>    | <i>(%)</i>    |      |
|       | <i>(ton/</i> | <i>brada</i> | <i>dida</i> |              |              |      | <i>cional</i> |               |      |
|       | <i>ha)</i>   | <i>(ha)</i>  | <i>(%)</i>  |              |              |      | <i>(%)</i>    |               |      |
| 1     | 6.35         | 26.79        | 96.7        | 5.38         | 72.18        | 42   | 29.85         | 6.94          | 136  |
| 2     | 7.85         | 4.34         | 97          | 13.29        | 98.81        | 91   | 56.22         | 67.56         | 1    |
|       |              |              |             |              |              |      |               |               | 322  |
| 3     | 5.05         | 5.65         | 93.36       | 30.8         | 23.87        | 63   | 12.97         | 17.25         | 337  |
| 4     | 4.44         | 1.39         | 4.64        | 34.12        | 0            | 100  | 0.97          | 8.25          | 161  |

• *UP comerciales medianas con riego* (grupo 2): la superficie sembrada es de 4.3 ha y, como las del grupo 1, venden prácticamente toda su producción (97%), pero tienen más acceso al riego (98.81% vs. 72.12%) y hacen un mayor uso de mano de obra familiar (13.3% vs. 5.4%). Además, son las UP con mayor peso en cuanto a su producción (56.22%) y número de UP (67.56%).

• *UP comerciales medianas con escaso riego* (grupo 3): su tamaño es un poco mayor a las UP del grupo 2 (5.7 ha), y como las UP de los grupos 1 y 2, venden la mayor parte del arroz que cultivan (93.36%). La diferencia es que producen con rendimiento más bajo (5.05 ton/ha), usan más intensivamente mano de obra, sólo un poco menos de un cuarto de ellas tiene riego (23.87 %) y su peso en la producción nacional de arroz es mucho menor (13%), aunque es mayor la cantidad de UP respecto a las comerciales grandes (17.3% vs. 6.9%).

- *UP pequeñas de tipo familiar* (grupo 4); cultivan arroz en predios muy pequeños, de 1.39 ha y, prácticamente no venden el arroz que cultivan (menos de 5%). Producen en condiciones de temporal y su rendimiento no difiere mucho del obtenido por las del grupo 3 (4.4 vs. 5.1 ton/ha). Son las UP con la menor participación en la oferta nacional de arroz (menor de 1%), aunque su peso en la cantidad de UP es mayor que el del grupo 1 (8.3% vs. 6.9%).

De la tipología elaborada podemos concluir que no obstante las diferencias en la estructura de la producción y destino de los cultivos estudiados, subsiste la heterogeneidad en todos ellos ya que hay una gran cantidad de UP pequeñas en las que se cultiva maíz, frijol, trigo y arroz, cuya producción se destina al autoconsumo y tiene un bajo peso en la producción nacional por cultivo.

### **Aplicación de la tipología en la evaluación de la política agrícola**

Además de contribuir al conocimiento de la estructura de la producción de los principales cultivos alimenticios de México, la tipología que hemos construido puede aportar elementos para evaluar la política agrícola del México contemporáneo y mejorar su diseño. En la sección presentamos los resultados de un ejercicio al respecto que consistió en relacionar la tipología expuesta con la población objetivo (PO) y presupuesto de dos de los principales programas agrícolas de la actual administración federal enfocados a impulsar la producción de alimentos en pequeña y mediana escala. Nos referimos a Precios de Garantía y Producción para el Bienestar (PG y PB en adelante).

#### *Cobertura de PG y PB de los grupos de UP según su tipología*

En los cuadros 6 y 7 presentamos la PO y los montos de los apoyos de los dos programas estudiados según sus lineamientos publicados en el Diario Oficial de la Federación en enero y marzo de 2019.

**Cuadro 6:** Precios de garantía: Incentivos y montos máximos

| <i>Producto</i>   | <i>Superficie (Ha)</i>                  | <i>Ciclo produc-<br/>tivo</i> | <i>Precio de<br/>garantía<br/>(\$/Ton)</i> | <i>Volumen<br/>máximo por<br/>productor</i> |
|-------------------|---|-------------------------------|--|---|
| Maíz blanco       | Hasta 5 de temporal                     | P.V. 2019                     | 5 610                                      | 20 ton                                      |
| Frijol            | Hasta 20 de temporal y hasta 5 de riego | P.V. 2019                     | 14 500                                     | 15 ton                                      |
| Arroz             |   | O.I. 2018-2019 y P.V. 2019    | 6 120                                      | 120 ton                                     |
| Trigo panificable |   | O.I. 2018-2019 y P.V. 2019    | 5 790                                      | 100 ton                                     |
| Leche             |   | DIARIO                        | \$8.20/litro                               | 15 lts por vaca                             |

Fuente: Diario Oficial de la Federación (DOF, 2019a, pp. 3-4).

**Cuadro 7: Lineamientos: Producción Para el Bienestar\***

| <i>Estratos PROAGRO<br/>Productivo</i> | <i>Superficie objeto del incentivo</i> |                           | <i>Cuota por hectárea</i> |
|--|--|---------------------------|---------------------------|
|  | <i>Régimen hídrico</i>                 |                           |                           |
|  | <i>Temporal</i>                        | <i>Riego</i>              |                           |
| Pequeño productor                      | Hasta 5 ha                             | Hasta 0.2 ha              | \$1 600.00                |
| Mediano productor                      | Mayor de 5 y hasta 20 ha               | Mayor de 0.2 y hasta 5 ha | \$1 000.00                |

\*El programa añade a pequeños productores de maíz y frijol en localidades indígenas de alta y muy alta marginación, no incluido en el cuadro.

Fuente: Diario Oficial de la Federación (DOF, 2019b, p. 4).



A la fecha (marzo 2020), la SADER no ha publicado información más precisa a la expuesta en los cuadros 6 y 7 sobre la PO de los dos programas aplicados en 2019, y tampoco sobre la población atendida en ese año. En consecuencia, no está de más calcular la PO de PG y de PB a partir de nuestra tipología, usando la información oficial expuesta en los cuadros mencionados. Con ella estimamos el monto total de los apoyos necesarios para cubrir la PO según nuestra tipología y los comparamos con las cifras destinadas a estos dos programas según el Presupuesto de Egresos de la Federación o PEF, 2019.

La distribución de la PO del maíz y frijol según los lineamientos de los dos programas estudiados y a partir de la tipología está en el cuadro 8. Los resultados reflejan el acierto del enfoque en pequeños y medianos productores de los programas PG y PB de la actual administración federal. Por ejemplo, menos de 1% de los productores comerciales grandes de maíz (grupo 1) son parte de la PO de PG, mientras que es de más de 91% la proporción de las pequeñas UP de autoconsumo familiar (grupo 4) las que entrarían dentro de la PO del programa. Asimismo, estas proporciones son similares a la PO de pequeños productores de PB (cuadros 2 y 8, panel A); conclusiones similares se obtienen para el caso del frijol (cuadros 3 y 8, panel B).

En cuanto al trigo y arroz y para PG los resultados difieren respecto a los otros dos cultivos básicos. Ello porque en los lineamientos de este programa la PO de los primeros dos alimentos no se establecen límite al tamaño de las UP; sólo se establece la cantidad máxima del cultivo que pueden vender a dicho precio (cuadro 6) y, según nuestra tipología, en promedio todas las UP podrían beneficiarse de este tipo de apoyo. Por tal razón en el cuadro 9 sólo presentamos la PO de PB de las UP de trigo y arroz por grupo.

De manera similar al maíz y frijol, nuestros resultados para el trigo y arroz indican que el enfoque en pequeños productores según los lineamientos de PB de la SADER es atinado. Ello debido a que son éstas UP las que pudieron ser proporcionalmente las más apoyadas a partir de dicho programa (comparar cifras del cuadro 9 con las de los cuadros 4 y 5).

**Cuadro 8: Maíz y frijol: participación de la PO de PG y PB a partir de la tipología**

| <b>Panel A) Maíz</b>   |                            |                                     |                             |                             |
|------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <i>Grupo</i>           | <i>Precios de garantía</i> | <i>Producción para el bienestar</i> |                             |                             |
|                        |                            | <i>Total</i>                        | <i>Pequeños productores</i> | <i>Medianos productores</i> |
| 1                      | 0.92%                      | 11.50%                              | 0.92%                       | 10.58%                      |
| 2                      | 51.41%                     | 67.03%                              | 52.37%                      | 14.67%                      |
| 3                      | 81.34%                     | 88.72%                              | 88.72%                      | 0.00%                       |
| 4                      | 91.48%                     | 95.79%                              | 91.61%                      | 4.18%                       |
| 5                      | 62.20%                     | 83.85%                              | 62.22%                      | 21.63%                      |
| <b>Panel B) Frijol</b> |                            |                                     |                             |                             |
| <i>Grupo</i>           | <i>Precios de garantía</i> | <i>Producción para el bienestar</i> |                             |                             |
|                        |                            | <i>Total</i>                        | <i>Pequeños productores</i> | <i>Medianos productores</i> |
| 1                      | 7.26%                      | 17.93%                              | 5.54%                       | 12.39%                      |
| 2                      | 55.81%                     | 55.81%                              | 0.22%                       | 55.59%                      |
| 3                      | 86.11%                     | 88.50%                              | 59.32%                      | 29.19%                      |
| 4                      | 97.24%                     | 97.58%                              | 86.50%                      | 11.08%                      |

Fuente: Estimaciones propias a partir de los cuadros 2, 3, 6 y 7.

**Cuadro 9: Trigo y arroz: participación de la PO de PB a partir de la tipología**

| <b>Panel A) Trigo</b> |              |                                   |                                 |
|-----------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| <i>Grupo</i>          | <i>Total</i> | <i>Pequeños produc-<br/>tores</i> | <i>Medianos<br/>productores</i> |
| 1                     | 7.23%        | 0.29%                             | 6.94%                           |
| 2                     | 0.00%        | 0.00%                             | 0.00%                           |
| 3                     | 52.11%       | 32.37%                            | 19.74%                          |
| 4                     | 92.72%       | 87.65%                            | 5.06%                           |
| <b>Panel B) Arroz</b> |              |                                   |                                 |
| <i>Grupo</i>          | <i>Total</i> | <i>Pequeños produc-<br/>tores</i> | <i>Medianos<br/>productores</i> |
| 1                     | 15.00%       | 0.00%                             | 15.00%                          |
| 2                     | 7.74%        | 0.82%                             | 6.92%                           |
| 3                     | 75.62%       | 41.47%                            | 34.15%                          |
| 4                     | 98.92%       | 92.89%                            | 6.03%                           |

Fuente: Estimaciones propias a partir de los cuadros 4, 5 y 7.

### *Costo estimado de PG y PB para cubrir a la PO según la tipología*

Nuestra estimación de los costos a los que habría tenido que incurrir el programa PG para cubrir a su población objetivo (PO) partió de la generación de una variable dicotómica igual a la unidad para identificar a las UP por cultivo que cumplen con sus requisitos. Una vez determinada la PO, estimamos los costos multiplicando el precio de garantía por la producción física de las UP; acotamos esta última al límite de toneladas establecido por el programa para cada cultivo (por ejemplo, hasta 20 toneladas para el maíz, cuadro 6).

Para el programa PB también generamos una variable dicotómica con el propósito de identificar a las UP beneficiarias del mismo (véase cuadro 7). Con base en su PO, el costo del programa lo obtuvimos al multiplicar el tamaño de las UP en ha por el monto de apoyo asentado en cuadro 7. En cuadros 8 y 9, están las proporciones de UP que forman parte de la PO de los cultivos analizados.

En lo que sigue presentamos nuestras estimaciones del costo gubernamental que habría sido necesario para beneficiar la PO por cultivo según nuestra tipología y lo comparamos con el Presupuesto de Egresos de la Federación correspondiente al año 2019.

### *Precios de garantía*

El gasto que la SADER tendría que haber hecho para beneficiar a la PO de los productores de maíz, frijol, trigo y arroz que calculamos a partir de la tipología alcanza un monto de \$28.453 mil millones, que excede por más de \$22 mil millones a los \$6 mil millones presupuestados en 2019 para el programa (cuadro 10, panel A, columna 2a). Si sólo consideramos como PO a los productores que venden su cultivo, el déficit se reduciría a \$8.602 mil millones, cifra que, sin embargo, es casi 1.5 veces mayor a lo presupuestado (columna 2b).

Nuestros cálculos son aproximados. Por un lado, sobrestimamos el presupuesto para la PO de los PG a los productores de trigo ya que en nuestra tipología consideramos a todos ellos, mientras que la cobertura del programa se circunscribe a los de trigo panificable. Por otro lado, subestimamos los costos de PG al ignorar los canalizados a los productores de leche (última columna del cuadro 6).

No obstante, al eliminar los montos de los PG a la PO de los productores de trigo, los costos estimados para PG siguen siendo muy superiores a lo presupuestado por el gobierno federal para el 2019: de \$17.4 mil millones cuando se considera al resto de PO y de \$3.7 mil millones cuando sólo incluimos a los productores de maíz, frijol y arroz que los venden. Hay que recordar que estamos excluyendo a los PG de la leche y que en los lineamientos de los PG no se especifica si la PO está compuesta por sólo la porción de los cultivos que se vende.

### *Producción para el bienestar*

Los resultados al comparar nuestros cálculos con el presupuesto de 2019 para este programa difieren notoriamente de los que obtuvimos para PG. En efecto, el presupuesto de 2019 para PB fue de \$9 mil millones mientras

**Cuadro 10: Comparativos entre el costo de PG y PB  
y el Presupuesto Federal de 2019**

| Cultivo                                   | PANEL A) Precios de Garantía                            |   |   |   | Panel B)<br>Producción<br>para el<br>Bienestar                |
|---|---|---|---|---|---|
|   | <i>Todas las UP (las que venden<br/>y autoconsumen)</i> |   | <i>UP que sólo venden</i>                           |   | <i>UP elegibles</i>   |
|   | <i>(1a)<br/>Producción<br/>tipología<br/>(tons)</i>     | <i>(2a) Monto del<br/>apoyo a la PO<br/>(millones de<br/>pesos)</i> | <i>(1b)<br/>Producción<br/>tipología<br/>(tons)</i> | <i>(2b) Monto<br/>del apoyo a<br/>la PO (millones de pesos)</i> | <i>3) Monto del<br/>apoyo a la<br/>PO (millones de pesos)</i> |
| Maíz                                      | 3 489 209   | 19 574.46   | 1 162 012   | 6 518.89  | 4 997.02  |
| Frijol                                    | 250 644   | 3 634.34  | 210 210   | 3 048.04  | 567.58  |
| Trigo<br>tempo-<br>ral*                   | 79 320  | 459.26  | 57 966  | 335.62  |   |
| Trigo<br>riego*                           | 795 202   | 4 604.22  | 781 606   | 4,525.50  | 42.12   |
| Arroz<br>tempo-<br>ral                    | 5 687   | 34.8  | 5 040   | 30.85   |   |
| Arroz<br>riego                            | 23 819  | 145.77  | 23 454  | 143.54  | 2.87  |
| Total<br>tipolo-<br>gía*                  | 4 643<br>881.17   | 28 452.86   | 2 240<br>287.26                                     | 14 602.43   | 5 609.59  |
| Total<br>PEF<br>2019                      |   | 6 000.00  |   | 6 000.00  | 9 000.00  |
| <b>Dife-<br/>rencia</b>                   |   | <b>-22 452.86</b>   |   | <b>-8 602.43</b>  | <b>3 390.41</b>   |
| Total<br>tipología<br>sin trigo           | 5 359 764   | 23 389  |   | 9 741   |   |
| <b>Dife-<br/>rencia<br/>sin<br/>trigo</b> |   | <b>-17 389.38</b>   |   | <b>-3 741.31</b>  |   |

\* Incluye a todas las UP de trigo y excluye a los precios de garantía a productores de leche.

Fuentes: Estimaciones propias a partir de los cuadros 6 a 9 y DOF (2018).

que el costo del apoyo a la PO del mismo según nuestra tipología habría sido de \$5.6 mil millones o sea que lo presupuestado excede lo que estimamos para cubrir a toda la PO de PB por un monto de casi \$3.4 mil millones (cuadro 10, columna 3 del panel B).

De los hallazgos resultantes de la comparación de los presupuestos para los programas PG y PB de 2019 con lo que habría costado apoyar a la PO de los productores de cultivos básicos según nuestra tipología, surgen dos interrogantes. Si beneficiar a la PO de PG excede por mucho lo presupuestado, ¿cómo eligieron en la SADER a la población que atendió en 2019? La pregunta es pertinente porque a la fecha no están los datos del llamado Censo para el Bienestar de la actual administración federal, ni los hay sobre los beneficiarios de los PG. En cuanto al PB y de haber habido excedente ¿se usó para apoyar a una parte de la PO del programa no considerado en nuestro estudio? Nos referimos a los pequeños productores de maíz y frijol en localidades indígenas de alta y muy alta marginación con UP menores a las 3 ha (véase nota al cuadro 7).

## **Conclusiones**

Contar con tipologías actualizadas y detalladas de agricultores es requisito indispensable para conocer la estructura agraria contemporánea de países con un sector agrícola muy heterogéneo, así como para el diseño de políticas agroalimentarias. Hacerla para México tiene limitaciones ya que desde 2007 no hay un Censo Agropecuario; el gobierno federal tampoco ha concluido o publicado los datos del llamado Censo para el Bienestar cuyo levantamiento se inició hace más de un año; y es obsoleta y deficiente la estratificación de productores agrícola-rurales que se elaboró con datos de la llamada Línea de Base 2008. Frente a ello, llevamos a cabo el estudio a partir de los datos de cobertura nacional más recientes proporcionados por la ENA 2017.

De los resultados de la tipología podemos concluir que después de más de tres décadas de reformas y 25 años de vigencia del Tratado Norteamericano de Libre Comercio o TLCAN, persiste la gran heterogeneidad que ha caracterizado a la producción de cultivos básicos en México. Además, con la tipología mostramos que, para comprender tal diversidad es insuficiente agrupar a los productores sólo a partir del tamaño de sus

unidades y de su régimen hídrico como se hace en los lineamientos de la SADER para los dos programas estudiados. Por ejemplo, de la tipología resulta que hay dos grupos de productores de maíz prácticamente sin acceso al riego y que no venden el cultivo: sus diferencias son no sólo en cuanto al tamaño de sus UP (unas muy pequeñas y las otras medianas), sino en cuanto al destino del maíz que cultivan: los primeros lo usan para el consumo familiar y los segundos lo usan para alimentar su ganado. Hay además otro grupo de unidades medianas, pero que venden la mayor parte del maíz que cultivan (cuadro 2).<sup>10</sup>

En cuanto a la política agrícola actual, de la tipología se desprende que sus programas Precios de Garantía (PG) y Producción para el Bienestar (PB) cumplen con el propósito de focalizar sus apoyos hacia pequeños y medianos productores de cultivos básicos (cuadros 8 y 9), lo cual significa un cambio sustancial respecto a la política de los gobiernos previos que canalizaron gran parte de sus subsidios hacia agricultores comerciales grandes. No obstante, nuestro estudio también muestra que hace falta que la SADER precise su población objetivo (PO) y que con esta base determine el presupuesto correspondiente y la población que podría atender con el mismo.

En el caso de PG, nuestras estimaciones indican que el presupuesto de egresos de 2019 fue mucho menor al monto que se habría requerido para cubrir la PO de los cultivos apoyados. El resultado se mantiene aun cuando dicha población se circunscribiera a los productores que venden en el mercado lo que cultivan (cuadro 10). Hay controversia respecto a lo último. Hemos argumentado que no se puede esperar que los productores de autoconsumo –y de maíz en particular– se conviertan en vendedores sólo a partir de PG, es decir, de un precio más elevado. Funcionarios de la SADER con los que hemos tenido oportunidad de dialogar sobre el asunto han desestimado los fundamentos de nuestro razonamiento. Destacamos dos de ellos: 1) los elevados costos de transacción que enfrentan los pequeños productores para vender el maíz que producen (por ejemplo, los que lo cultivan en lugares de difícil acceso), y 2) la muy elevada valoración

<sup>10</sup> La heterogeneidad prevalencia en el cultivo y destino del maíz es contraria a lo previsto a raíz de la liberalización económica y del TLCAN. La diferencia entre los hechos y lo esperado se explica porque en las previsiones se hizo un supuesto irreal: que la reducción esperada del precio del grano a cusa del TLCAN afectaría directamente a sus pequeños y medianos productores (Robinson, Burfisher; Hinojosa-Ojeda y Thierfelder 1993).

que le dan al grano los hogares rurales que lo cultivan en pequeña escala y para el sustento familiar (Hernández-Solano; Avila-Foucat, & Dyer, 2020).<sup>11</sup> Dichos funcionarios sostienen que hay pequeños productores que venden el maíz que cultivan. Los datos oficiales de la ENA 2017 y nuestros resultados muestran que, aunque los hay, no llegan a 10% las UP pequeñas que comercializan el grano (cuadro 2).

Aun cuando el PG fuera superior al valor que le dan los campesinos a su maíz (es decir que el PG los incentive a venderlo al gobierno), será muy costoso apoyarlos de esta manera. A lo anterior hay que añadir el reto que tiene la actual administración federal para crear la infraestructura física y administrativa necesaria para comprar, transportar y vender maíz, lo cual aplica al resto de los cultivos con PG.

En cuanto a PB, el excedente entre lo presupuestado para el año 2019 y nuestra estimación de los gastos requeridos para cubrir a la PO del programa puede haber sido usado para apoyar a la población indígena productora de maíz y frijol en pequeña escala que no incluimos en nuestras estimaciones (véase nota al cuadro 7). Sabremos si esto fue así cuando se cuente con la información oficial sobre la operación del programa durante ese año. Cabe añadir que para determinar la PO de PB la SADER recurrió al padrón de beneficiarios de lo que fueron PROAGRO y PROCAMPO de las administraciones federales pasadas.<sup>12</sup> El problema es que dicho padrón es el de la población atendida por estos programas del pasado, a lo que se le suma la evidencia empírica de que ésta no incluyó, precisamente a un nutrido grupo de pequeños productores, destacando los

<sup>11</sup> La discusión sugiere que hay una concordancia implícita entre la actual administración federal y las que le precedieron; a saber: que como los agricultores comerciales, los que producen alimentos en pequeña escala para el consumo familiar reaccionan ante cambios en su precio (de garantía o de mercado), aumentando su producción cuando crece y viceversa. En contraste hay literatura teórica y evidencia empírica que parte del hecho de que pequeños productores agrícolas están formados por hogares que son unidades de producción y de autoconsumo, en parte porque enfrentan elevados costos de transacción. El rasgo puede llevar a que estos agentes disminuyan (aumenten) su producción ante un crecimiento (reducción) en el precio del alimento que cultivan (Dyer; Taylor, & Boucher (2006) y Taylor *et al.* (2005), respectivamente). Véase también referencias en la nota a pie de página 1.

<sup>12</sup> La diferencia entre PB respecto de PROAGRO (o su antecedente, PROCAMPO), es que el primero restringe sus apoyos a productores con predios menores a las 20 ha. A ella se le suma el propósito de la SADER por entregar el subsidio de PB antes del inicio del ciclo agrícola de los cultivos apoyados.



indígenas (Taylor, 2014), lo que da cuenta de la importancia de conocer la población de PB atendida en 2019.

Frente a las limitaciones causadas por la ausencia de un Censo Agropecuario reciente, la tipología elaborada puede ser la mejor aproximación para conocer la estructura de la producción de cultivos básicos en el México contemporáneo, así como para evaluar parte del diseño de la política agrícola actual. Esperamos que nuestro estudio muestre la urgencia de que el Estado mexicano invierta una mayor proporción de los recursos públicos para contar con las bases de datos que permitan conocer más la situación actual del sector agroalimenticio del país y con ello mejorar el diseño de políticas que promuevan la seguridad alimentaria de manera eficiente y eficaz.

## Referencias

- Alvarez, Stephanie; Paas, Wim, Descheemaeker, Katrien; Tittonell, Pablo; Groot, Jeroen (2014). Constructing typologies, a way to deal with farm diversity: general guidelines for the Humidtropics. Reporte para Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) Research Program on Integrated Systems for the Humid Tropics. Plant Sciences Group. Países Bajos: Wageningen University.
- Castel, José María; Madry, Wieslaw; Gozdowski, Dariusz; Roszkowska-Madra, Barbara; Dabrowski, Maciej; Lupa, Wioletta, & Mena, Yolanda (2010). Family dairy farms in the Podlasie province, Poland: Farm Typology According to Farming System. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(4), pp. 946-961.
- Chayanov, Alexander (1974). *La organización de la unidad económica campesina*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Ding, Chris, & He, Xiaofeng (2004). K-means Clustering via Principal Component Analysis. En *Proceedings of the Twenty-first International Conference on Machine Learning*. New York, USA: Association for Computing Machinery. Recuperado de <https://doi.org/10.1145/1015330.1015408>
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2018). Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2019. Ciudad de

- México, México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5547479&fecha=28/12/2018](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5547479&fecha=28/12/2018)
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2019a). Acuerdo por el que se emiten los Lineamientos de Operación del Programa de Precios de Garantía a Productos Alimentarios Básicos a cargo Seguridad Alimentaria Mexicana, SEGALMEX, sectorizada en la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, para el ejercicio fiscal 2019. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5551718&fecha=01/03/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5551718&fecha=01/03/2019)
- Diario Oficial de la Federación (DOF) (2019b). Acuerdo por el que se emiten los lineamientos para la operación del programa producción para el bienestar para el ejercicio fiscal 2019. Ciudad de México, México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado en [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5548620&fecha=23/01/2019](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5548620&fecha=23/01/2019)
- Dyer, George; Taylor, Edward, & Boucher, Steve (2006). Subsistence Response to Market Shocks. *American Journal of Agricultural Economics*, 88(2), 279-291.
- Dyer, George, & Taylor Edward (2011). Impacts of the Corn Price Surge in Rural Mexico. *World Development*, 39(10), 1878-1887. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X11001021>
- Dyer, George; Taylor, Edward, & Yúnez-Naude, Antonio (2005). Disaggregated Rural Economy-Wide Models for Policy Analysis. *World Development*, 33(10), 1671-1688.
- Food and Agriculture Organization (FAO) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) (2012). *Diagnóstico del sector rural y pesquero: Identificación de la Problemática del Sector Agropecuario y Pesquero de México*. Ciudad de México, México: FAO y Sagarpa. Recuperado de [http://smye.info/cuestionario\\_final/diagnostico/menu\\_f.php](http://smye.info/cuestionario_final/diagnostico/menu_f.php)
- Govender, Paulene, & Sivakumar, Venkataraman (2020). Application of k-means and Hierarchical Clustering Techniques for Analysis of Air Pollution: A Review (1980-2019). *Atmospheric Pollution Research*, 11(1), 40-56. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.apr.2019.09.009>
- Hernández-Solano, Alan; Avila-Foucat, Sophie, & Dyer, George (2020).

- Estimating Shadow Prices in Economies with Multiple Market Failures*. Documento de trabajo. Ciudad de México, México.
- Instituto Nacional de Estadística, & Geografía (INEGI) (2018). *Encuesta Nacional Agropecuaria (2017): metodología*. Ciudad de México, México: INEGI. Recuperado de [http://internet.contenidos.Inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvInegi/productos/nueva\\_estruc/702825103576.pdf](http://internet.contenidos.Inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvInegi/productos/nueva_estruc/702825103576.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2017*. Ciudad de México, México: Laboratorio de microdatos Inegi. Metadatos en <https://www.Inegi.org.mx/programas/ena/2017/>
- De Janvry, Alain; Fafchamps, Marcel, & Sadoulet, Elisabeth (1991). Peasant Household Behavior with Missing Markets: Some Paradoxes Explained. *The Economic Journal*, 101(409), 1400-1417.
- Kaiser, Henry (1960). The Application of Electronic Computers to Factor Analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 141-151. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Kaushik, Manju, & Mathur, Bhawana (2014). Comparative Study of K-Means and Hierarchical Clustering Techniques. *International Journal of Software & Hardware Research in Engineering*, 2(6), 93. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/293061584\\_Comparative\\_Study\\_of\\_K-Means\\_and\\_Hierarchical\\_Clustering\\_Techniques](https://www.researchgate.net/publication/293061584_Comparative_Study_of_K-Means_and_Hierarchical_Clustering_Techniques)
- Key, Niegel; Sadoulet, Elisabeth, & de Janvry, Alain (2000). Transaction Costs and Agricultural Household Supply Response. *American Journal of Agricultural Economics* 82(2), 245-259.
- Kuroda, Yoshimi, & Yotopoulos, Pan (1978). A Microeconomic Analysis of Production Behavior of the Farm Household in Japan: A Profit Function Approach. *The Economic Review (Japan)*, 29(2), 115-129.
- Prabhu, Paulraj, & Anbazhagan, Neellamegan (2011). Improving the Performance of K-Means Clustering For High Dimensional Data Set. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3(6), 2317-2322.
- R (2019). R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de <http://softlibre.unizar.es/manuales/aplicaciones/r/fullrefman.pdf>
- Řezanková, Hana (2009). Cluster Analysis and Categorical Data. *STATIS-*

- TIKA, p. 89. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Hana\\_ezankova/publication/228758935\\_Cluster\\_analysis\\_and\\_categorical\\_data/links/5709146308aed09e916f90fb.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hana_ezankova/publication/228758935_Cluster_analysis_and_categorical_data/links/5709146308aed09e916f90fb.pdf)
- Robinson, Sherman; Burfisher, Mary; Hinojosa-Ojeda, Raúl, & Thierfelder, Karen (1993). Agricultural Policies and Migration in a US-Mexico Free Trade Area: A Computable General Equilibrium Analysis. *Journal of Policy Modeling*, 15(5-6), 673-701.
- Santos, Víctor; Zúñiga, Magín; Leos, Juan, & Álvarez, Adolfo (2014). Tipología de productores agropecuarios para la orientación de políticas públicas: Aproximación a partir de un estudio de caso en la región Texcoco, Estado de México, México. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*, 14(28), 47-69.
- Singh, Inderjit; Squire, Lyn, & Strauss, John (eds.) (1986). *Agricultural Household Models: Extensions, Applications, and Policy*. Baltimore: Johns Hopkins University.
- Taylor, Edward, & Adelman, Irma (2003). Agricultural Household Models: Genesis, Evolution and Extensions. *Review of Economics of the Household*, 1(1), 33-58.
- Taylor, Edward, & Filipski, Mateusz (2014). *Beyond Experiments in Development Economics: Local Economy-Wide Impact Evaluation*, Oxford University Press.
- Yúnez-Naude, Antonio; Dyer, George; Rivera, Fabiola, & Stabridis, Omar (2015). El programa de combate a la pobreza y las políticas de desarrollo rural en México: evaluación de impactos y opciones de políticas alternativas, en Higinio, Jorge; Moreno-Sánchez, Rocío del Pilar; Gómez, John y León, Viviana (eds.). *Protección, producción, promoción: explorando sinergias entre protección social y fomento productivo rural en América Latina*, Bogotá: Universidad de los Andes, pp. 181-235.
- Yúnez-Naude Antonio; Cisneros, Arturo, & Meza, Pablo (2014). La agricultura familiar en México. En Scheneider, S. (coord.), *La agricultura familiar en América Latina*, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) y Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP).
- Wilkinson, Leland; Engelman, Laszlo; Corter, James, & Coward, Mark (1999). Cluster analysis. In *SAS/STAT User's Guide, Version 8*, Cary: SAS Institute Incorporation, pp. 95-135.

## Anexo. Análisis de Componentes Principales (ACP)

El ACP es una técnica estadística multivariada no supervisada con la que se reduce el tamaño o dimensionalidad de un conjunto de variables en componentes a partir de combinaciones lineales ortogonales entre éstas. Con el ACP se reduce la variabilidad del conjunto de información, Cada componente explica una proporción de la variación total de los datos y es decreciente respecto al número de componentes (la mayor proporción explicada es la del primer componente).

Llevamos a cabo el ACP por cultivo estudiado a partir de los datos filtrada de la ENA 2017 usando el programa estadístico bR (2019) y su paquetería “dudi4”, y su función *dudi.mix()*, que permite aplicar el CPA a bases de datos mixtas, es decir, que cuentan con variables cuantitativas y categóricas (en el presente estudio es el caso de la agrupación dicotómica para distinguir la producción bajo riego de la de temporal, denominada régimen (riego=1)).

En la investigación estimamos primero los componentes principales por cultivo, ya que sus resultados son de utilidad para las decisiones que deben hacerse al análisis de *cluster*. Lo anterior debido al poder discriminativo entre UP del ACP (es decir, en conocer sus diferencias, Castel, 2010). Hay distintas reglas para retener componentes para proceder con el análisis de *cluster*. En el estudio seguimos el criterio de Kaiser (1960), el cual dicta que se deben conservar los componentes con eigenvalores mayores a uno. En nuestro caso incluimos a componentes con eigenvalores un poco menores a la unidad; a saber, cuyos eigenvalores son iguales a uno cuando se incluyen dos cifras decimales.

## Acerca de los autores

**Antonio Yúnez Naude** es doctor en economía por la Escuela de Economía y Ciencia Política, Londres; profesor-investigador del Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México; miembro de su Junta de Gobierno e investigador emérito del Sistema Nacional de Investigadores, México.

Sus temas de investigación son: desarrollo económico y sustentabilidad; recursos naturales, comercio internacional, seguridad alimentaria,

migración y economía campesina. En estudios recientes analiza el funcionamiento económico de los hogares rurales y elabora simulaciones para medir los efectos multisectoriales en la economía y sociedad mexicana de modificaciones en las políticas públicas, del cambio climático y de la covid-19.

Dos de sus trabajos más recientes son:

1. What is the relationship between U.S.-Mexico migration and trade in agriculture? Universidad de California, capítulo en prensa, y
2. La agricultura y el sector rural. En Hernández Trillo, & Campos Vázquez (eds.). Buen diagnóstico, buena solución. Los retos de la economía mexicana. Fondo de Cultura Económica, 2018.

**Jhair López López** es maestro en Economía por El Colegio de México e ingeniero en economía agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). A la fecha se desempeña como asistente de investigación del Dr. Yúnez Naude con beca del Sistema Nacional de Investigadores.

Sus publicaciones son:

1. Hacia la incorporación de los recursos naturales en estudios multisectoriales, documento de trabajo, 2019, Centro de Estudios Económicos, El Colegio de México.
2. Con Yúnez Naude, A., & Santana Sosa, M. S. El comercio agropecuario de México: implicaciones en el desarrollo sustentable y en la seguridad alimentaria, en proceso de publicación, Graizbord, B., & B. Torres (coords.), Agendas internacionales y política ambiental en México (título tentativo). El Colegio de México.