

Las capacidades de las firmas argentinas: una aproximación con análisis de cluster

2 de agosto de 2018

Resumen

Las capacidades de las empresas son un input importante a la hora de pensar el desempeño innovativo, productivo y exportador de las mismas. Utilizamos la ENDEI que provee información acerca de distintas dimensiones de las capacidades de las empresas industriales en Argentina para el período 2010-2012. Mediante la aplicación del análisis de cluster para agrupar las firmas argentinas en función de sus capacidades, buscamos relacionar las capacidades con otros resultados del desempeño empresarial. Identificamos la existencia de dos clusters: uno mayoritario de bajas capacidades relativas (64 % de la muestra) y otro minoritario de altas capacidades relativas. Encontramos que las empresas de mayores capacidades son de mayor tamaño y en este grupo tienen un mayor peso relativo las empresas farmacéuticas y de otros productos químicos, productos de caucho y plástico. Asimismo, gastan una mayor proporción de las ventas en actividades de innovación y en I+D, tienen una mayor probabilidad de innovar, de exportar, exportan a una mayor cantidad de destinos y una mayor productividad del trabajo. Estos hallazgos alertan sobre las potencialidades de crecimiento de gran parte de las firmas industriales argentinas.

Códigos JEL:

Palabras clave: capacidades, prácticas de gestión, análisis de cluster.

1. Introducción

La innovación y la mejora tecnológica de las firmas son de los principales motores del crecimiento de la productividad de las firmas (impulsa proceso de destrucción creativa Schumpeteriana) que contribuye a la mejora de la productividad agregada ([Aghion y Howitt, 1992](#); [Aghion et al., 2014](#); [Grossman y Helpman, 1991](#); [Romer, 1990](#))¹.

Tradicionalmente, se ha puesto el foco en la investigación y desarrollo (I+D) como driver de la innovación. Sin embargo, la evidencia sugiere que la mayoría de la innovación ocurre sin actividades

¹ [Geroski et al. \(2009\)](#) genera evidencia de que la innovación es el más importante driver de los cambios en la productividad en firmas de Reino Unido. Además, la innovación suele estar asociada positivamente a la productividad (ver, por ejemplo, [Hall, 2011](#); [Mohnen y Hall, 2013](#)).

formales de I+D² (Cirera y Maloney, 2017; Barletta et al., 2016). Esto es particularmente importante en los países de bajos y medianos ingresos donde la imitación y la adopción/asimilación son las formas más preponderantes de innovación.

En consecuencia, en los últimos años, ha tomado peso la idea de que otros factores son relevantes y complementarios para entender la dinámica innovativa de las empresas. Específicamente, las capacidades de gestión y organizativas parecen ser un input importante y complementario de la I+D (especialmente en los países en desarrollo). Estas se relacionan con un conjunto general de prácticas empresariales utilizadas para lograr mejores resultados como *lean manufacturing*, monitoreo del desempeño, supervisión de la calidad, set de objetivos, incentivos, etc./y van de capacidades organizacionales básicas hasta plan de rutinas y sistemas de gestión de los recursos humanos/aspectos multidimensionales asociados a las cuestiones productivas, tecnológicas y organizacionales³. Las altas capacidades permiten a las firmas identificar nuevas oportunidades tecnológicas, desarrollar un plan para explotarlas y reunir los recursos humanos necesarios para llevarlo a cabo. De esta forma, son claves para desarrollar nuevos productos, procesos y tecnologías (Maloney, 2017; Barletta et al., 2016).

De hecho, aunque limitada debido a la escasez de datos, la evidencia reciente muestra que las practicas organizativas y de gestión están estrechamente relacionadas con la intensidad de I+D y otros inputs de la innovación (Barletta et al., 2016; Bloom et al., 2017; Cirera y Maloney, 2017) así también como con outputs de la innovación (controlando por I+D) (Bartz et al., 2016; Bloom et al., 2017; Cirera y Maloney, 2017; Rammer et al., 2009) Adicionalmente, la I+D y las buenas prácticas empresariales se complementan/interactúan en el proceso innovativo: la inversión en gastos de I+D tiene un mayor impacto en la innovación en las firmas mejor gestionadas que el mismo esfuerzo en empresas pobremente gestionadas (Maloney, 2017).

Además del efecto indirecto de las buenas prácticas de management sobre la productividad al afectar la innovación de las firmas, estas prácticas también afectan directamente la productividad posibilitando un uso más eficiente de los recursos⁴. Focalizándose en las prácticas de managent, Bloom et al. (2013) encuentran un efecto causal importante sobre la productividad total de los factores (PTF) de estas prácticas mediante un experimento de campo en empresas textiles en India⁵. En México, Bruhn et al. (2018) mediante un experimento controlado en pequeñas y medianas empresas (pymes) muestran que el acceso a sevicios asesoramiento en gestión durante un año tiene un impacto positivo y grande sobre la TFP, el empleo y la masa salarial⁶. Por último, también existen trabajos que la relacionan

² Utilizando datos de las World Bank Enterprise Surveys, Cirera y Maloney (2017) muestran que menos de la mitad de las empresas (en la mayoría de los países menos de un 30 %) que realizaron una innovación de producto o procesos realizan algún tipo de I+D formal.

³ La literatura de capacidades se remonta al trabajo seminal de Penrose y Penrose (2009). La teoría de la organización, management y la literatura de la innovación han estudiado con detalle el concepto de capacidades de las firmas aunque naturalmente con diferencias (Freeman, 1974; Cohen y Levinthal, 1990; Rosenberg, 1982; Jacovides y Winter, 2005; (rutinas) Nelson y Winter, 1982; (capacidades dinámicas) Teece y Pisano, 1994; Nelson, 1991). Recientemente, se le dio más importancia desde la literatura más mainstream (por ejemplo, Sutton, 2005, 2012; Maloney, 2017; Bloom et al., 2016, 2017)

⁴ Bartz et al. (2016) encuentran que el efecto de las management practices y la innovación sobre la productividad difiere según el grado de desarrollo del país: en los países de bajos ingresos el efecto de las prácticas es más fuerte que el de introducir una innovación de producto o proceso.

⁵ Bloom et al. (2018) muestran que las prácticas adoptadas por estas mismas empresas persisten en el tiempo.

⁶ McKenzie y Woodruff (2016) encuentran que las prácticas empresariales predicen mayores tasas de supervivencia y rápido crecimiento de las ventas. McKenzie y Woodruff (2014) realizaron un meta análisis encontrando que en la mayoría de los casos las firmas beneficiarias incorporaron nuevas prácticas y lograron incursionar en nuevos negocios luego de las

directamente con el desempeño exportador (Hallak, 2006; Artopoulos, Friel y Hallak, 2013).

Lamentablemente, la World Management Survey recientemente introducida por Bloom y Van Reenen (2007, 2010)⁷ muestra que las prácticas de gestión están muy ausentes en los países de bajos y medianos ingresos: sus empresas están muy atrasadas en las capacidades de objetivos de largo plazo, organización de los recursos humanos y monitoreo del desempeño. Sin embargo, la evidencia sobre cómo se distribuyen las capacidades al interior de un país es todavía muy escasa⁸.

En este trabajo proponemos aprovechar el análisis de cluster para ahondar en la caracterización las capacidades empresariales de las firmas argentinas. Específicamente, utilizando la ENDEI queremos explorar la existencia de grupos de empresas (y su magnitud) que cuentan con capacidades similares dentro del grupo pero distintas a las de otros grupos. La ENDEI recaba información necesaria para este análisis para el período 2010-2012: no solo indaga sobre las capacidades tecnológicas de las empresas (I+D formal, recursos humanos calificados, etc.) sino sobre otro conjunto de prácticas de organización y gestión como los procesos de mejora continua, trazabilidad, calidad, participación del personal en la toma de decisiones, incentivos, entre otros. Estas múltiples dimensiones de las capacidades son utilizadas por el análisis de cluster para identificar potencialmente grupos de empresas que son esencialmente diferentes de los otros.

La caracterización de los grupos deviene de analizar ex-post las variables relevantes de cada uno de ellos. Una vez encontrados los cluster, vemos si estos grupos definidos en función de inputs están asociados a ciertos outputs/ resultados del desempeño innovativo y de mercado como también a variables estructurales de las empresas (tamaño, capital internacional, etc.).

Los resultados sugieren la existencia de dos cluster esencialmente diferentes: uno mayoritario de bajas capacidades (64 % de la muestra) y otro minoritario de altas capacidades. Encontramos que las empresas de mayores capacidades relativas son de mayor tamaño y en este grupo tienen un mayor peso relativo las empresas farmacéuticas y de otros productos químicos, productos de caucho y plástico y un menor peso las de confecciones, madera, edición y muebles. Asimismo, presentan una mayor dinámica innovativa: gastan una mayor proporción de las ventas en actividades de innovación y en I+D y tienen una mayor probabilidad de innovar. Adicionalmente, tienen más posibilidades de exportar, exportan a una mayor cantidad de destinos y de mayores ingresos y tienen una mayor productividad del trabajo.

Este trabajo contribuye a la literatura existente de diversas formas. En primer lugar, proponemos una metodología novedosa (análisis de cluster y sus últimos desarrollos) para caracterizar las capacidades de las empresas. Es una aplicación de las novedosas técnicas de machine learning en el campo de la economía. En segundo lugar, hasta donde sabemos, este es el primer trabajo que caracteriza de forma lo más exhaustiva posible las capacidades de las empresas industriales argentinas⁹. En tercer lugar, contribuye a la creciente y relevante literatura de las prácticas empresariales y su relación con la

intervenciones. Cravo y Piza (2016) revisan cuarenta evaluaciones rigurosas de apoyo empresarial a pymes en países de bajos ingresos y encontraron que estas ayudan a mejorar el desempeño de las empresas y crear empleos.

⁷ Bloom y Van Reenen (2007) diseñan una encuesta con prácticas identificadas por expertos como claves para explicar el desempeño a nivel de la firma. Estas están relacionadas con tres dimensiones: (1) monitoreo del desempeño (*lean manufacturing*, mejora continua, indicadores para medir desempeño, etc.), (2) fijación de objetivos adecuados y actuar cuando surgen problemas, y (3) uso de incentivos para atraer y retener personal talentos/people management.

⁸ La referencia a los países suele ser con la distribución de un promedio estandarizado de las dimensiones de las prácticas de gestión.

⁹ Barletta et al. (2016) miran correlaciones entre capacidades y perfiles de I+D(formal e informal).

dinámica innovativa de la empresa y el desempeño en el mercado brindando evidencia para Argentina.

En cuanto a las implicancias de política, sirve para comprender mejor cuáles son las características/potencialidades de las empresas argentinas/hacer un diagnóstico de las capacidades de las empresas argentinas y, de esta forma, analizar las potencialidades de estas empresas para el desarrollo. Al mismo tiempo, pone de manifiesto la necesidad de actuar sobre este grupo de empresas con la política pública mejorando las capacidades de organización y de gestión básicas de las empresas.

2. Datos y estadísticas descriptivas

Los datos utilizados para el análisis de cluster provienen de la Encuesta Nacional de Innovación (ENDEI), realizada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MINCyT) y el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). La encuesta abarca el período 2010-2012 y es representativa de las firmas de la industria manufacturera argentina con al menos diez empleados. Contiene características relevantes básicas tales como localidad, rama de actividad, tamaño, inserción externa, etc. Asimismo, brinda información detallada de las actividades y resultados de innovación y variables asociadas al desempeño económico de las empresas (empleo, valor agregado, ventas, etc.).

Además, de suma importancia a los fines de este trabajo, la encuesta contiene variables relacionadas con distintas dimensiones las capacidades de las firmas. En particular, consideramos **seis dimensiones que dan cuenta de las habilidades empresariales**: (i) monitoreo del desempeño productivo; (ii) organización del trabajo; (iii) absorción acumuladas; (iv) absorción potencial/capacidades potenciales; (v) incentivos; y (vi) vinculaciones¹⁰.

Para la dimensión del **desempeño productivo**, tenemos un conjunto de indicadores que dan cuenta de actividades y herramientas en lo que hace al monitoreo del desempeño en la producción (especificación de materias primas e insumos críticos, especificación de características críticas del proceso productivo, trazabilidad, equipos para mejora de procesos, herramientas de mejora continua, implementación de normas de calidad, etc.).

La dimensión de la **organización del trabajo** se relaciona con las capacidades asociadas a mecanismos sistemáticos de **generación y circulación de conocimiento en la organización**. Así, contemplamos la existencia de la existencia de esquemas **rotación** planificada entre puestos de trabajo y el grado de **participación del personal** en los procesos de evaluación y planificación de mejoras.

Las **capacidades de absorción** (Levinthal, 1990) del **conocimiento externo** para incorporarlo en la generación de nuevo conocimiento (transferencia tecnológica) pueden dividirse en **acumuladas** y **potenciales**. Las capacidades de absorción **acumuladas** las medimos con el **stock de recursos humanos calificados** (porcentaje de profesionales y con calificación técnica en el total de empleados) y la presencia de un **departamento formal de I+D**. Por otra parte, las capacidades de absorción **potencial** las aproximamos con la **capacitación de los trabajadores** (cantidad de aspectos atendidos por el área

¹⁰ Cabe aclarar que la elección de las variables es en algún punto arbitraria (depende tanto de cuestiones prácticas como conceptuales). Muchas de las dimensiones consideradas son similares a las de Barletta et al. (2016) quienes trabajan construyendo variables de capacidades también con la ENDEI y justifican desde la literatura evolucionista las dimensiones identificadas. Adicionalmente, modificamos algunas dimensiones o variables y construimos otras basadas en los trabajos de Bloom y Van Reenen (2007, 2010). De todas formas, la clasificación en dimensiones es puramente descriptiva ya que la técnica de clustering no utiliza ninguna clasificación inicial de las variables.

responsable de **organizar actividades de capacitación**, el porcentaje de personas que recibieron **cursos** a nivel jerárquico y no jerárquico, y la cantidad de temáticas abarcadas por estos cursos).

En la dimensión de **incentivos**, analizamos si la firma aplica algún sistema de evaluación de desempeño para el personal. Por último, las vinculaciones son las capacidades asociadas al *networking* y la circulación de la información. Tomamos la vinculación con otras empresas y universidades.

Una descripción más detallada de las variables puede encontrarse en el Apéndice A.

La muestra final contiene 3.240 empresas¹¹. La Tabla 1 presenta estadísticas descriptivas básicas de las variables utilizadas en el análisis de cluster para la muestra considerada. Por ejemplo, un 68 % de la muestra realiza especificaciones de los insumos críticos y/o características críticas del proceso/producto. El 52 % de las empresas implementa normas de calidad, sectoriales y/o de productos. En promedio, del total de empleados de la firma más de un 7 % son profesionales y un 8 % son técnicos. Las firmas en las que hay una rotación planificada del personal son el 32 %. Un 38 % tiene incentivos para el personal. Aproximadamente un 30 % tiene vinculaciones con empresas y con el sector público.

Tabla 1: Estadísticas descriptivas

	Media	Mediana	SD	N
Especificaciones	0.683	1	0.465	3,240
Trazabilidad	0.646	1	0.478	3,240
Equipos para solucionar problemas	0.523	1	0.500	3,240
Mejora continua	0.378	0	0.485	3,240
Gestión de proyecto y diseño	0.326	0	0.469	3,240
Normas	0.521	1	0.500	3,240
Rotación del personal	0.327	0	0.469	3,240
Grado participación del personal	0.633	0	0.901	3,240
Departamento formal I+D	0.294	0	0.456	3,240
Profesionales sobre total empleo (%)	7.170	3.966	10.646	3,240
Técnicos sobre total empleo (%)	8.375	4.169	12.586	3,240
Área para actividades capacitación	0.452	0	0.498	3,240
Personal capacitado a nivel jerárquico (%)	20.202	0	33.472	3,240
Personal capacitado a nivel no jerárquico (%)	24.622	0	38.723	3,240
Incentivos al personal	0.377	0	0.485	3,240
Vinculaciones con firmas	0.351	0	0.477	3,240
Vinculaciones con sector público	0.287	0	0.452	3,240

Nota: La tabla presenta estadísticas de la muestra utilizada en base a la ENDEI(2010-2012). Una descripción detallada de las variables se encuentra en el Apéndice A.

¹¹ Se eliminan *outliers* recomendados en las recomendaciones de uso de la encuesta así también como las observaciones sin información en alguna de las variables utilizadas en el presente trabajo.

3. Análisis de cluster

La estrategia empírica consiste en caracterizar el entramado industrial argentino identificando grupos de empresas similares entre si y distintas a las de los otros grupos en base a las prácticas de negocios y capacidades de las empresas.

Un método apropiado es el análisis de cluster ya que particiona la base de datos en K clusters mutuamente excluyentes. El método resuelve el trade-off de la similitud dentro/entre: asigna las observaciones a grupos de forma tal que estas son cercanas a las del mismo grupo y lejanas a aquellas de los otros grupos. En otras palabras, divide a las observaciones entre grupos homogéneos (baja varianza dentro del cluster) mientras que los grupos son muy distintos entre sí (alta varianza entre clusters).

Sea una matriz X de $N \times P$, donde las filas se corresponden con N observaciones y las columnas a P variables, las cuales representan conjuntamente las multidimensionales capacidades. Cada fila es un punto de p dimensiones y un cluster es una colección/grupo de estos puntos. El mecanismo de clusters está caracterizado por una función o “encoder” $C(i) : (1, \dots, N) \rightarrow (1, \dots, K)$ que, para K clusters, asigna cada punto a un solo cluster. El objetivo es dividir los puntos en clusters de modo que los puntos dentro de un cluster sean similares y a su vez distintos a los de cualquier otro cluster (Caruso et al., 2015).

Así, la noción de similitud es de suma relevancia. Sea $d(x_i, x_j)$ una función de distancia entre dos puntos x_i y x_j de la matriz X . Consideremos el siguiente problema:

$$\min_C W(C) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^K \left[\sum_{i,j/C(i)=C(j)=k} d(x_i, x_j) \right] \quad (1)$$

Los aglortimos de cluster resuelven este problema, es decir, minimizan la función de pérdida $W(C)$ (la cual agrega las similitudes *dentro* de cada cluster) definida sobre el conjunto de todos los *encoders* posibles. Es interesante notar que minimizar $W(C)$ es equivalente a maximizar la agregación de las distancias *entre* clusters ($B(C)$). Una posibilidad es minimizar $W(C)$ chequeando todas las posibles clusterizaciones pero es computacionalmente impracticable. El algoritmo de K-medias resuelve este problema de una forma simple encontrando un mínimo local. La función de distancia más comúnmente utilizada es el cuadrado de la distancia euclidiana¹² $d(x_i, x_j) = \|x_i - x_j\|^2$. El algoritmo de K-medias comienza asignando aleatoriamente las observaciones a clusters iniciales, computa el vector de medias de las p variables para las observaciones del cluster k , reasigna las observaciones al cluster más cercano de acuerdo a las medias computadas e itera este proceso hasta que no haya más reasignaciones. Definiciones alternativas de la función de distancia como de los *centroides* (las medias en el caso anterior) determinan distintos resultados.

De esta forma, los métodos de cluster son sensibles a la función de distancia, la estandarización y la clusterización inicial, lo que requiere tomar decisiones previo al análisis de cluster¹³. En primer lugar, como nuestra base de datos cuenta con variables categóricas/cuantitativas discretas y continuas

¹² En este caso: $W(C) = \sum_{k=1}^K N_k \left[\sum_{i/C(i)=k} \|x_i - \bar{x}_k\|^2 \right]$, donde N_k es el número de observaciones del cluster k y \bar{x}_k es el vector de medias del cluster k .

¹³ Dada la naturaleza similar de los datos, en lo que sigue tomamos como referencia a Caruso et al. (2015).

(proporciones) con distintos rangos es necesario estandarizar las variables para evitar efectos de escala. A cada observación x_{il} de la variable l se le resta el mínimo de la variable y es dividida por su rango, obteniendo su versión estandarizada z_{il} :

$$z_{il} = \frac{x_{il} - \min_l(x_{il})}{\max_l(x_{il}) - \min_l(x_{il})} \quad (2)$$

Mientras que las variables binarias y proporciones toman los mismos valores, las categóricas si se modifican. Todas las variables quedan con un un rango $[0, 1]$.

La elección de la función de distancia también es un aspecto relevante del análisis de cluster. Para variables continuas una decisión usual es trabajar con el cuadrado de la euclidiana (como se comentó anteriormente en el algoritmo tradicional de K-medias). Sin embargo, dada la combinación de variables categóricas (binarias y cuantitativas discretas) y continuas, una mejor opción es trabajar con una medida aditiva como la distancia de Manhattan¹⁴. Para dos observaciones z_i y z_j , esta se define como:

$$d_{ij} = \sum_{l=1}^P |z_{il} - z_{jl}| \quad (3)$$

Cabe notar que para el caso de las variables binarias la distancia mide el número de variables en las que las observaciones toman el mismo valor (al igual que el índice de Jaccard).

Como mencionamos, las condiciones iniciales del algoritmo pueden afectar los resultados (el algoritmo encuentra un óptimo local en vez de uno global). Por ello, consideramos 50 inicializaciones y tomamos la de menor suma de cuadrados intra-cluster.

Una de las decisiones más importantes a tomar es la cantidad de clusters. Es importante remarcar que nada garantiza la existencia efectiva de clusters (menos de un número determinado de ellos). Por ello, por un lado, utilizamos el índice de Calinski-Harabasz, ampliamente utilizado en la literatura, para encontrar el número óptimo de clusters. Por otro lado, ante la presencia de una multiplicidad de métodos para tomar esta decisión, calculamos 30 índices que sostienen la elección de un dado K y elegimos el número de clusters óptimo en base a la regla de la mayoría¹⁵.

Por último, los clusters encontrados pueden ser simplemente el resultado de agrupar “ruido” y no representar verdaderos subgrupos. Por ello, analizamos si puede decirse que en nuestros datos existe una tendencia al agrupamiento que justifique un análisis de cluster.

4. Resultados

4.1. Identificando los clusters

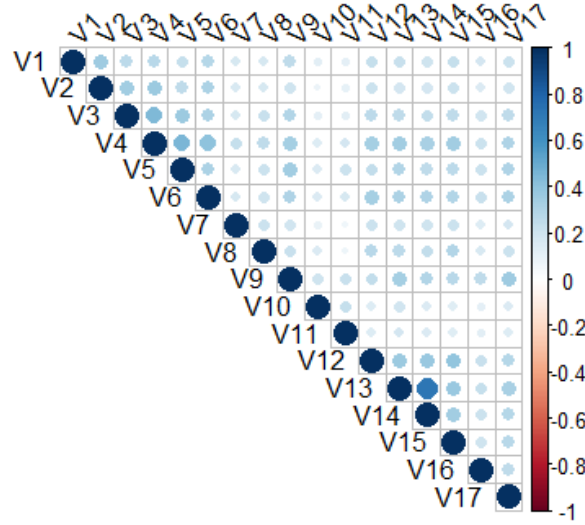
Las variables incluídas en el análisis de clusters esperamos que capten distintas dimensiones de las capacidades de las empresas. La Figura 1 ilustra las correlaciones entre las variables utilizadas.

¹⁴ Además, esta medida se ve menos afectada por la presencia de *outliers*.

¹⁵ Utilizamos la función *NbClust* implementada en R.

Observamos que no existe una correlación excesivamente alta entre ellas¹⁶ lo que aporta evidencia sobre la característica multidimensional de las capacidades. En el Apéndice B presentamos la matriz de correlaciones.

Figura 1: Correlaciones



Nota: Los nombres se corresponden con el orden de las variables del Apéndice A. Ver en Apéndice B la matriz de correlaciones.

La elección del número óptimo de grupos es un paso crucial en el algoritmo de k-medias. La Tabla 2 muestra que el índice de Calinski-Harabasz decrece monótonicamente con un máximo en $K = 2$. Por otro lado, la Figura 2 presenta la frecuencia de los resultados de 30 índices para determinar el número de clusters: por regla de la mayoría (11 métodos), el número óptimo es dos¹⁷.

Grupos (K)	Índice CH
1	
2	1019.29
3	678.95
4	539.42
5	459.94
6	401.71
7	360.94
8	330.64

Tabla 2: Índice Calinski-Harabasz

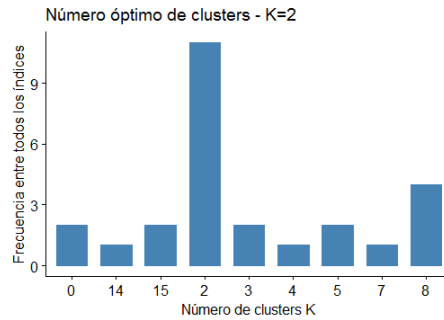


Figura 2: Frecuencia K óptimo

Es importante remarcar que el número de clusters no se define *a priori*, de otro modo, cualquier número es necesariamente arbitrario. De hecho, podría ser el caso en que efectivamente no existan grupos y que las prácticas se distribuyan uniformemente en un solo conjunto de empresas. Cobra

¹⁶ La mayor correlación se da naturalmente entre el porcentaje del personal capacitado a nivel jerárquico y no jerárquico.

¹⁷ El método de silhouette, otro de los más conocidos, también da dos.

relevancia en este marco intentar definir la cantidad de grupos con algún criterio de objetividad. Haber encontrado dos grupos de empresas implica que hacer más particiones no agrega suficiente información.

Complementariamente, analizamos si efectivamente existe una tendencia al agrupamiento (si los datos son efectivamente agrupables). En primer lugar, calculamos el estadístico de Hopkins el cual evalúa la tendencia de *clustering* mediante el cálculo de la probabilidad de que los datos procedan de una distribución uniforme (es decir, testea la aleatoriedad espacial de los datos). El valor del indicador se encuentra cerca de cero (0,25) lo que sugiere que la estructura de los datos contiene algún tipo de agrupación¹⁸. Asimismo, evaluamos la tendencia visualmente con el método VAT¹⁹ (*Visual Assessment of cluster Tendency*). La Figura C1 en el Apéndice C confirma que en nuestro set de datos sí hay una estructura de grupos. Por otro lado, los resultados para el test de Hotelling para las diferencias de medias muestran claramente diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos ($p = 0,000$). Esto es esperable: el algoritmo de k-medias maximiza la diferencia entre los grupos. Por último, analizamos si la elección del método de k-means y el número de clusters es pertinente. En la Tabla C1 del Apéndice C mostramos los resultados de la evaluación de los métodos de k-means y clustering jerárquico con distintas medidas de validación internas (conectividad, silhouette, Dunn y estabilidad). La mayoría de índices coinciden en que el mejor método es k-means (jerárquico no resulta óptimo en ninguna de las medidas) y, además, en casi todas las medidas el número óptimo de grupos es dos. Estos hallazgos parecen corroborar la elección de dos grupos.

La Tabla 3 presenta las medias de los dos grupos que surgen del análisis de cluster. Encontramos, por un lado, un grupo de altas capacidades (relativas) compuesto por el 38 % de la muestra y, por el otro, un grupo de bajas capacidades (relativas) con el 62 % restante²⁰. En concreto, el primer grupo exhibe medias en todas dimensiones de las capacidades significativamente mayores a las del segundo. Por ejemplo, en la dimensión productiva, más de un 90 % del grupo de altas capacidades realiza las especificaciones y trazabilidad contra aproximadamente un 50 % en el grupo de bajas. Además, un 80 % de las empresas del primer grupo utiliza herramientas de mejora continua mientras que menos de un 15 % lo hace en el segundo grupo. La implementación de normas de calidad, sectoriales o de producto también es una característica común a la mayoría de las empresas de altas capacidades: un 90 % de las firmas este grupo tiene estas normas contra un 30 % del grupo de bajas.

En lo que refiere a la dimensión de organización del trabajo, más de un 50 % de las empresas identificadas como de altas capacidades implementan rotaciones planificadas del personal y un 20 % del otro grupo lo hace. Adicionalmente, el grado de participación del personal en el desarrollo de actividades también es sustancialmente mayor en el primer grupo.

Por otro lado, el grupo de altas capacidades se destaca en la dimensión de capacidades de absorción

¹⁸ Lo calculamos con la función *get_clust_tendency()* del paquete *factoextra* de R. El estadístico es computado como $1 - H$, donde $H = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{\sum_{i=1}^N x_i + \sum_{i=1}^N y_i}$ con x_i la distancia del punto i a su vecino más cercano y y_i la distancia de del punto i de una distribución uniforme simulada a su vecino más cercano de los datos originales. Valores cercanos a cero sugieren datos clustereables

¹⁹ Representa gráficamente la matriz de distancias ordenada (observaciones similares situadas cerca unas de otras) empleando un gradiente de color para el valor de las distancias.

²⁰ El hecho de encontrar dos grupos estadísticamente diferentes no necesariamente implica que uno tiene que tener capacidades relativas más altas que el otro.

acumulada. Un 60 % tiene un departamento formal de I+D (contra un 12 % del otro grupo) y el porcentaje de de profesionales y técnicos sobre el total de empleo es 10 % en ambos casos mientras que en el grupo de bajas capacidades este porcentaje es despreciable. También se observan importantes diferencias entre los grupos en la capacidad de abosrorción potencial: el personal capacitado a nivel jerárquico y no jerárquico es una porción relevante del personal en las empresas de altas capacidades mientras quue es despreciable en el grupo de bajas capacidades.

Los incentivos al personal se dan en un 70 % de las empresas del primer grupo y solo en un 18 % de las del segundo. Por último, las redes de vinculaciones también son más fuerte en el grupo de mayores capacidades: mientras que cerca de un 60 % tiene vinculaciones con el sector público y con otras empresas en el de altas, solo un 11 % y un 23 % lo hace en el de bajas, respectivamente.

En resumen, estos resultados muestran que los grupos resultantes del análisis de cluster son económica y significativamente diferentes. La porción mayoritaria (68 %) de las empresas industriales argentinas está compuesta por firmas con escasas capacidades y tienen prácticas de gestión rudimentarias mientras que el resto muestra mejores capacidades relativas. Estos resultados alertan sobre las potencialidades de crecimiento de las empresas argentinas.

Tabla 3: Composición de los clusters

	Altas	Bajas
Especificaciones	0.925	0.547
Trazabilidad	0.911	0.497
Equipos para solucionar problemas	0.857	0.336
Mejora continua	0.792	0.146
Gestión de proyecto y diseño	0.651	0.143
Normas	0.889	0.314
Rotación del personal	0.523	0.216
Grado participación del personal	0.350	0.133
Departamento formal I+D	0.603	0.120
Profesionales sobre total empleo (%)	0.103	0.054
Técnicos sobre total empleo (%)	0.125	0.061
Área para actividades capacitación	0.799	0.257
Personal capacitado a nivel jerárquico (%)	0.445	0.066
Personal capacitado a nivel no jerárquico (%)	0.514	0.096
Incentivos al personal	0.714	0.188
Vinculaciones con firmas	0.563	0.232
Vinculaciones con sector público	0.593	0.115
N	1,166	2,074

Nota: Medias de las variables resultantes del análisis de cluster.

4.2. Capacidades, características y desempeño de las empresas

Las capacidades pueden estar asociadas a diversas características de las empresas, tanto estructurales como indicadores del desempeño de las firmas. En esta sección analizamos si aquellos grupos clasificados únicamente en función de las capacidades y prácticas empresariales tienen un correlato en otras variables relevantes.

La Tabla 4 muestra la distribución de distintas características de las empresas (tamaño²¹, antigüedad, origen del capital y rama de actividad) para cada uno de los grupos resultantes (frecuencias relativas condicionadas por columna). Encontramos que las empresas con mejores prácticas de gestión y organizativas son, en promedio, de mayor tamaño, de mayor edad y tienen una mayor proporción de capitales extranjeros. Esto último va en línea con lo hallado por [Bloom y Van Reenen \(2010\)](#) de que las multinacionales tienen buenas prácticas de gerenciamiento en todos los países. En cuanto a la rama de actividad²², se destacan diferencias en el peso relativo de determinados sectores. En particular, las empresas de altas capacidades relativas tienen mayor peso en las ramas de farmacéuticas y otros productos químicos y productos de caucho y plástico y menor peso relativo en las de confecciones, madera, edición y muebles.

²¹ La ENDEI utiliza el número de empleados para clasificar a las firmas por tamaño: las pequeñas son las que tienen entre 10 y 25 empleados, las medianas entre 26 y 99 empleados y las grandes con 100 o más.

²² La desagregación en la ENDEI por rama de actividad es a dos dígitos del CIIU Rev.3, y una apertura a cuatro dígitos en algunos sectores de especial interés (Alimentos y bebidas, Químicos, Maquinaria y equipo y Automotores).

Tabla 4: Características estructurales de los clusters

	Altas	Bajas
Tamaño		
Pequeña	22.5 %	53.3 %
Mediana	36.7 %	37.8 %
Grande	40.8 %	8.9 %
Edad		
Menos de 10 años	18.5 %	30.0 %
Más de 10 años	81.5 %	70.0 %
Oirgen capital		
Capital nacional	82.4 %	96.8 %
Capital internacional	17.6 %	3.2 %
Rama de actividad		
Confecciones	1.5 %	5.4 %
Madera	1.5 %	4.3 %
Edición	1.8 %	4.6 %
Productos químicos	8.0 %	3.4 %
Productos de caucho y plástico	7.1 %	4.2 %
Muebles	2.1 %	4.6 %
Farmacéuticas	7.5 %	1.6 %

Nota: Composición de variables estructurales para los clusters de la Tabla 3. En la rama de actividad, por simplicidad solo se presentan aquellas en donde existen diferencias relevantes en el peso relativo entre clusters. En el Apéndice B se presentan la desagregación completa.

La Tabla 5 muestra cual es el la actividad innovadora de las empresas en cada uno de los grupos identificados. Podemos ver que prácticamente la totalidad de las empresas del grupo de altas capacidades realizan gastos en actividades de innovación (AI) mientras que aproximadamente la mitad del otro grupo lo hace. Específicamente en I+D, aproximadamente un 50 % del primer grupo realiza este tipo de gastos contra menos de un 17 % en el segundo. En lo que refiere a la intensidad de los gastos en AI y en I+D los resultados van en la misma dirección: las empresas con mejores prácticas de gestión y organizativas gastan una proporción de las ventas en AI y en I+D que es más del doble y triple de la que gastan las de bajas, respectivamente. Por último, estos mayores gastos en AI y I+D parecen traducirse en resultados de innovación: un 73 % de las empresas de mayores capacidades lograron innovaciones en productos o procesos en el período contra un 34 % del otro grupo. Estas correlaciones son consistentes con la evidencia presentada por [Cirera y Maloney \(2017\)](#) y [Bloom et al. \(2017\)](#)²³.

²³ [Bloom et al. \(2017\)](#) dividen a las empresas en quintiles según el score en las prácticas y muestran que aquellas con

Tabla 5: Indicadores de innovación y clusters

	Altas	Bajas
Gasta en AI (=1 si gasta)	0.90	0.51
Gasta en I+D (=1 si gasta)	0.49	0.17
AI /ventas (%)	3.13	1.47
I+D/ventas (%)	0.63	0.21
Innovó (=1 si innovó en producto o proceso)	0.73	0.34

Nota: Medias de las variables de insumos y resultados de innovación para cada cluster obtenido (Tabla 3). Las variables binarias se construyeron en función de si en el período 2010-2012 se dio el evento mientras que los niveles son promedios del mismo período.

La Tabla 6 se concentra en algunos indicadores del desempeño de las empresas (*outputs*). Encontramos que empresas de altas capacidades relativas son a su vez las que no solo tienen mayor empleo sino también una mayor productividad laboral (valor agregado por trabajador). Asimismo, este grupo más reducido de empresas presenta un mejor desempeño exportador: más de un 60 % exporta contra un 26 % del grupo de bajas capacidades. Al considerar solo las empresas exportadoras, la cantidad de destinos²⁴ y la proporción de empresas que exportan a destinos de altos ingresos es en ambos casos mayor en las empresas mejor gestionadas y con mayores capacidades²⁵.

Tabla 6: Performance productiva y clusters

	Altas	Bajas
Empleo	246.09	48.30
Valor agregado por trabajador (USD)	63,923.73	47,829.84
Exporta	0.61	0.26
Cantidad de destinos (si exporta=1)	2.60	1.92
Exporta destinos de altos ingresos (si exporta=1)	0.38	0.25

Nota: Medias de las variables para cluster obtenido (Tabla 3). Consideramos destinos de altos de altos ingresos son Europa, Estados Unidos y Canadá.

En síntesis, encontramos que los clusters encontrados en función de las capacidades están asociados a diversas características tanto estructurales de las firmas como a su desempeño innovativo y productivo. El grupo minoritario de mejores prácticas de gestión, organizativas y de gestión también presenta mejores resultados en la dinámica de innovación, productiva y exportadora mientras que el grupo

mejores prácticas de gestión son las que tienen mayor intensidad de I+D y registran más patententes por trabajador.

²⁴ la ENDEI considera seis destinos: MERCOSUR, otros países de América Latina, Estados Unidos y Canadá, Europa, Asia y África y Oceanía.

²⁵ Con una reciente encuesta y análisis de regresión, Bloom et al. (2017) encuentran resultados similares en la relación más específica de desempeño y prácticas de gestión: los establecimientos utilizando mejores prácticas tienen mayor productividad, rentabilidad, innovación (medidas como gastos de I+D y la intensidad de patentamiento) y crecimiento.

mayoritario presenta resultado más pobres. Si bien no puede atribuirse causalidad en las correlaciones encontradas, al menos sugiere que la información de las capacidades puede ser muy relevantes para analizar las potencialidades de desarrollo de las firmas²⁶.

5. Conclusiones

Este trabajo presentó evidencia acerca del estado de las múltiples dimensiones de las capacidades de las firmas industriales en Argentina. Para ello, hicimos uso del análisis de cluster a los fines de caracterizar estas facultades en función de grupos de empresas con prácticas de gestión, organizativas y capacidades de absorción similares dentro de un grupo pero significativamente distintas a las de otro grupo.

Los resultados utilizando la ENDEI sugieren la existencia de dos grupos de empresas esencialmente diferentes. Por un lado, un grupo mayoritario (64% de la muestra) con bajas capacidades en todas las dimensiones consideradas. Por el otro, un grupo menor compuesto por las firmas restantes que presenta altas capacidades (relativas). Asimismo, las capacidades parecen estar asociadas a características estructurales y el desempeño innovativo, productivo y exportador de las firmas. Específicamente, encontramos que las empresas de mayores capacidades son de mayor tamaño, gastan una mayor proporción de las ventas en actividades de innovación y en I+D, tienen una mayor probabilidad de innovar, de exportar, exportan a una mayor cantidad de destinos y destinos de altos ingresos y una mayor productividad laboral.

Dada la asociación entre las capacidades y el desempeño, los resultados de este trabajo alertan sobre las potencialidades de desarrollo de gran parte de las firmas del país: la mayoría de las empresas industriales argentinas presenta capacidades muy rudimentarias. El hecho de que solo hayan resultado dos grupos del análisis de cluster puede estar sugiriendo la complementariedad entre las múltiples dimensiones de las capacidades donde todas las variables juegan un rol importante para caracterizar a las firmas. Como la acumulación de capacidades es un proceso acumulativo y local, la información diferencial puede jugar un rol muy importante para explicar por qué las empresas quedan rezagadas en sus capacidades²⁷. Como discutimos en la introducción, las capacidades tienen efectos directos e indirectos (a través del gasto en actividades de innovación) sobre la productividad. Por esta razón, desarrollarlas es de suma importancia para la política de innovación, sobre todo para países como Argentina que están lejos de la frontera tecnológica, como para la política de desarrollo en general.

Como agenda de trabajo futuro, buscaremos ampliar el trabajo para varios países de Latinoamérica a los fines de tener una visión comparativa entre países sobre las capacidades. Adicionalmente, implementaremos otros algoritmos de clusters, como *fuzzy clustering*, para analizar aquellas empresas que parecen estar en la frontera entre los clusters de bajas y altas capacidades. Estas podrían ser un grupo interesante para la intervención pública.

²⁶ Otros trabajos ya mencionados como Bloom et al. (2013) aportan evidencia causal que apoya los resultados de este trabajo.

²⁷ En cuanto a las prácticas de gestión y organizativas, Bloom et al. (2013) y Bloom et al. (2017) encuentran que muchas veces las empresas no están al tanto de cuáles son las mejores prácticas (no saben cómo se comparan las suyas con las mejores) o piensan que no son relevantes

Referencias

- Aghion, P., Akcigit, U., y Howitt, P. (2014). What do we learn from schumpeterian growth theory? In *Handbook of economic growth*, volume 2, pages 515–563. Elsevier.
- Aghion, P. y Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2):323–51.
- Barletta, M. F., Pereira, M., Suárez, D., y Yoguel, G. (2016). Construcción de capacidades en las firmas argentinas. más allá de los laboratorios de i+ d. *Pymes, Innovación y Desarrollo*, 4(3):39–56.
- Bartz, W., Mohnen, P., y Schweiger, H. (2016). The role of innovation and management practices in determining firm productivity in developing economies. MERIT Working Papers 034, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).
- Bloom, N., Brynjolfsson, E., Foster, L., Jarmin, R. S., Patnaik, M., Saporta-Eksten, I., y Van Reenen, J. (2017). What drives differences in management? Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Bloom, N., Eifert, B., Mahajan, A., McKenzie, D., y Roberts, J. (2013). Does management matter? evidence from india. *The Quarterly Journal of Economics*, 128(1):1–51.
- Bloom, N., Mahajan, A., Mckenzie, D. J., y Roberts, J. (2018). Do management interventions last ? evidence from India. Policy research working paper series, The World Bank.
- Bloom, N., Sadun, R., y Van Reenen, J. (2016). Management as a technology? Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Bloom, N. y Van Reenen, J. (2007). Measuring and explaining management practices across firms and countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 122(4):1351–1408.
- Bloom, N. y Van Reenen, J. (2010). Why do management practices differ across firms and countries? *Journal of economic perspectives*, 24(1):203–24.
- Bruhn, M., Karlan, D., y Schoar, A. (2018). The impact of consulting services on small and medium enterprises: Evidence from a randomized trial in mexico. *Journal of Political Economy*, 126(2):635–687.
- Caruso, G., Sosa-Escudero, W., y Svarc, M. (2015). Deprivation and the dimensionality of welfare: a variable-selection cluster-analysis approach. *Review of Income and Wealth*, 61(4):702–722.
- Cirera, X. y Maloney, W. F. (2017). *The innovation paradox: Developing-country capabilities and the unrealized promise of technological catch-up*. The World Bank.
- Geroski, P., Kretschmer, T., y Walters, C. (2009). Corporate productivity growth: champions, leaders, and laggards. *Economic Inquiry*, 47(1):1–17.

- Grossman, G. M. y Helpman, E. (1991). Quality ladders in the theory of growth. *The Review of Economic Studies*, 58(1):43–61.
- Hall, B. H. (2011). Innovation and productivity. Technical report, National bureau of economic research.
- Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation wesley m. cohen. *Administrative Science Quarterly*, 35:128–152.
- Maloney, W. F. (2017). *Revisiting the national innovation system in developing countries*. The World Bank.
- Mohnen, P. y Hall, B. H. (2013). Innovation and productivity: An update. *Eurasian Business Review*, 3(1):47–65.
- Penrose, E. y Penrose, E. T. (2009). *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford university press.
- Rammer, C., Czarnitzki, D., y Spielkamp, A. (2009). Innovation success of non-r&d-performers: substituting technology by management in smes. *Small Business Economics*, 33(1):35–58.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2):S71–S102.
- Sutton, J. (2005). Competing in capabilities: an informal overview. *London: London School of Economics*.
- Sutton, J. (2012). *Competing in capabilities: the globalization process*. Oxford University Press.

Apéndice A

Dimensión productiva/prácticas empresariales/monitoreo del desempeño productivo

1. Realiza especificaciones de las materias primas e insumos críticos y/o de las características críticas del proceso y/o producto. Variable binaria
2. Realiza trazabilidad (seguimiento del producto durante el proceso productivo). Variable binaria.
3. Existen equipos para solucionar problemas o lograr mejoras en el proceso. Variable binaria.
4. Utiliza herramientas internas de mejora continua. Variable binaria.
5. Utiliza herramientas específicas de gestión de proyecto y diseño. Variable binaria.
6. Implementa normas ISO de calidad, sectoriales o de producto. Variable binaria.

Dimensión de organización del trabajo

7. Implementa una rotación planificada del personal. Variable binaria.
8. Grado de participación del personal para el desarrollo de actividades (participación nula; evaluación de eficiencia; evaluación y plan de mejoras; evaluación, planificación e implementación del plan de mejoras). Variable de números enteros de 0 a 3.

Dimensión de absorción acumulada

9. Tiene departamento formal de I+D. Variable binaria.
10. Porcentaje de profesionales en el personal total. Variable continua de 0 a 100.
11. Porcentaje de personal con calificación técnica en el personal total. Variable continua de 0 a 100.

Dimensión de absorción potencial/capacidades potenciales — módulo “Capacidad de gestión del empleo y política de capacitación”

12. Tiene un área responsable de organizar las actividades de capacitación. Variable binaria.
13. Porcentaje de personas de la empresa que recibieron cursos de formación a nivel jerárquico durante el año 2012. Variable continua de 0 a 100.
14. Porcentaje de personas de la empresa que recibieron cursos de formación a nivel no jerárquico durante el año 2012. Variable continua de 0 a 100.

Incentivos

15. Aplica algún sistema de evaluación de desempeño para el personal (directivo, nivel medio o no jerárquico). Variable binaria.

Vinculaciones

16. Tiene vinculaciones con otras firmas (estos pueden ser para: capacitación de RRHH; I+D; intercambio tecnológico; pruebas y ensayos; desarrollo o mejoras de productos/ procesos; gestión y/o certificación de calidad; cambios organizacionales; y actividades de diseño industrial y/o ingeniería). Variable binaria.
17. Tiene vinculaciones con el sector público (estos pueden ser para: capacitación de RRHH; I+D; intercambio tecnológico; pruebas y ensayos; desarrollo o mejoras de productos/ procesos; gestión y/o certificación de calidad; cambios organizacionales; y actividades de diseño industrial y/o ingeniería). Variable binaria.

Apéndice B

Tabla B1: Matriz de correlaciones

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
V1	1.00	0.35	0.26	0.28	0.24	0.28	0.17	0.18	0.26	0.13	0.11	0.23	0.22	0.21	0.24	0.18	0.22
V2	0.35	1.00	0.34	0.36	0.25	0.31	0.16	0.18	0.21	0.09	0.10	0.21	0.19	0.19	0.21	0.16	0.20
V3	0.26	0.34	1.00	0.44	0.36	0.32	0.17	0.22	0.30	0.11	0.13	0.26	0.26	0.25	0.25	0.20	0.25
V4	0.28	0.36	0.44	1.00	0.45	0.41	0.23	0.26	0.34	0.15	0.18	0.34	0.34	0.33	0.35	0.21	0.30
V5	0.24	0.25	0.36	0.45	1.00	0.32	0.17	0.21	0.35	0.15	0.22	0.24	0.30	0.25	0.27	0.21	0.30
V6	0.28	0.31	0.32	0.41	0.32	1.00	0.18	0.20	0.31	0.15	0.18	0.33	0.32	0.30	0.30	0.22	0.31
V7	0.17	0.16	0.17	0.23	0.17	0.18	1.00	0.22	0.19	0.10	0.07	0.21	0.20	0.20	0.22	0.15	0.19
V8	0.18	0.18	0.22	0.26	0.21	0.20	0.22	1.00	0.22	0.16	0.08	0.27	0.26	0.24	0.29	0.16	0.21
V9	0.26	0.21	0.30	0.34	0.35	0.31	0.19	0.22	1.00	0.21	0.22	0.25	0.34	0.30	0.28	0.25	0.35
V10	0.13	0.09	0.11	0.15	0.15	0.15	0.10	0.16	0.21	1.00	0.23	0.15	0.19	0.15	0.14	0.11	0.15
V11	0.11	0.10	0.13	0.18	0.22	0.18	0.07	0.08	0.22	0.23	1.00	0.15	0.19	0.15	0.14	0.13	0.14
V12	0.23	0.21	0.26	0.34	0.24	0.33	0.21	0.27	0.25	0.15	0.15	1.00	0.37	0.38	0.40	0.22	0.29
V13	0.22	0.19	0.26	0.34	0.30	0.32	0.20	0.26	0.34	0.19	0.19	0.37	1.00	0.73	0.38	0.23	0.32
V14	0.21	0.19	0.25	0.33	0.25	0.30	0.20	0.24	0.30	0.15	0.15	0.38	0.73	1.00	0.35	0.21	0.28
V15	0.24	0.21	0.25	0.35	0.27	0.30	0.22	0.29	0.28	0.14	0.14	0.40	0.38	0.35	1.00	0.21	0.28
V16	0.18	0.16	0.20	0.21	0.21	0.22	0.15	0.16	0.25	0.11	0.13	0.22	0.23	0.21	0.21	1.00	0.26
V17	0.22	0.20	0.25	0.30	0.30	0.31	0.19	0.21	0.35	0.15	0.14	0.29	0.32	0.28	0.28	0.26	1.00

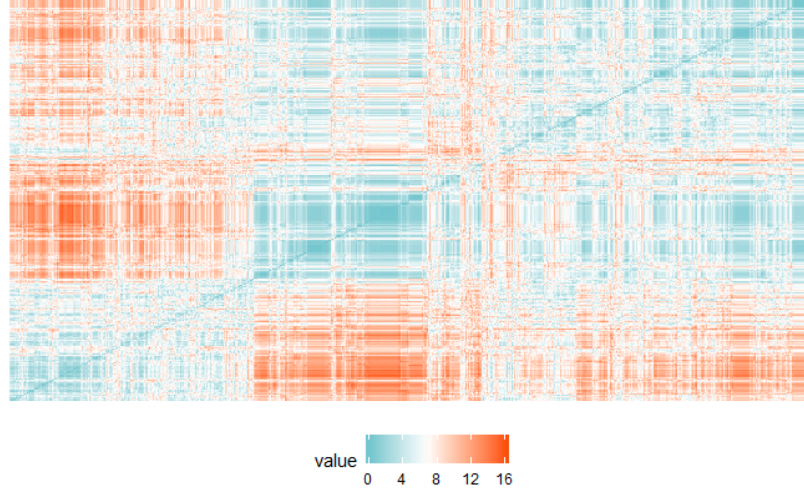
Nota: Coeficientes de correlación de Pearson. Las variables siguen el orden del Apéndice A.

Tabla B2: Distribución clusters por rama de actividad

Rama de actividad	Altas	Bajas
Alimentos	7.89 %	9.55 %
Productos textiles	4.29 %	5.83 %
Confecciones	1.54 %	5.35 %
Cuero	2.23 %	4.48 %
Madera	1.54 %	4.34 %
Papel	2.83 %	4.24 %
Edición	1.80 %	4.58 %
Productos químicos	7.98 %	3.38 %
Productos de caucho y plástico	7.12 %	4.19 %
Otros minerales no metálicos	2.74 %	4.29 %
Metales comunes	3.26 %	3.28 %
Otros productos de metal	6.52 %	6.12 %
Maquinaria y equipo	3.86 %	3.28 %
Instrumentos médicos	3.00 %	1.59 %
Otros equipo de transporte	1.54 %	1.83 %
Muebles	2.06 %	4.58 %
Maquina herramienta en general	3.60 %	3.47 %
Frigoríficos	3.43 %	5.54 %
Productos lácteos	2.74 %	3.57 %
Vinos y otras bebidas fermentadas	2.92 %	2.46 %
Farmacéuticas	7.46 %	1.59 %
Maquinaria Agropecuaria y Forestal	1.29 %	2.41 %
Aparatos de uso doméstico	2.14 %	2.17 %
Material eléctrico, radio, televisión	4.80 %	3.23 %
Carrocerías, remolques y semirremolques	1.97 %	0.58 %
Autopartes	5.32 %	2.94 %
Otras	4.12 %	1.11 %
Total	100 %	100 %

Apéndice C

Figura C1: Evaluación visual de la tendencia de *clustering*



Nota: Representa gráficamente la matriz de distancias ordenada empleando un gradiente de color para el valor de las distancias. VAT realizado con función *fviz_dist* con matriz de distancias calculada con la distancia de *manhattan*.

Tabla C1: Evaluación métodos de clustering: *Scores* óptimos

	Score	Method	Clusters
APN	0.05	kmeans	2
AD	4.60	kmeans	10
ADM	0.08	kmeans	2
FOM	0.36	kmeans	10
Connectivity	554.79	kmeans	2
Dunn	0.04	kmeans	2
Silhouette	0.37	kmeans	2

Nota: Evaluación de los métodos de clustering comparando, de forma simultánea, múltiples algoritmos (K-means y hierarchical), empleando medidas de validación internas (conectividad, silhouette, Dunn y estabilidad). La tabla muestra los *scores* óptimos con el respectivo método y número de clusters. La mayoría coincide en k-means con $k = 2$. Realizado con el paquete *clValid* en R.