

Tipo de artículo: artículo de investigación

<https://doi.org/10.47460/uct.v28i125.864>

Análisis multivariante de factores socioeconómicos en PYMES: modelos de regresión machine learning

Kelly Gardenia Matute Castro
<https://orcid.org/0000-0002-3344-8640>
matutekelly1995@gmail.com
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

Emanuel Guillermo Muñoz Muñoz
<https://orcid.org/0000-0002-0997-0578>
emanuel.munoz@utm.edu.ec
Universidad Técnica de Manabí
Portoviejo, Ecuador

*Autor de correspondencia: matutekelly1995@gmail.com

Recibido (21/05/2024), Aceptado (11/09/2024)

Resumen: La aplicación del análisis multivariante en diversos sectores sociales y económicos permite implementar y denotar las virtudes que este método estadístico posee y la relevancia que se genera en la presentación de resultados para la toma de decisiones necesarias en el desarrollo de las Pymes, permitiendo indicar los diversos factores que conllevan a su crecimiento y afianzamiento en el mercado. En este trabajo, se analizan los factores que repercuten significativamente a este tipo de empresas, mediante la aplicación de técnicas multivariantes como análisis factorial, componentes principales, clúster y modelos de clasificación que a su vez han permitido una reducción de 211 a 32 variables latentes que enfocan la información inicial, obteniendo que las oportunidades y capacidades, entorno físico y salud y la satisfacción laboral que constituyen las Pymes son los factores que mayor influencia tienen en su consolidación.

Palabras clave: pymes, análisis factorial, componentes principales, clúster, modelos de clasificación.

Multivariate analysis of socioeconomic factors in SMEs: regression models machine learning

Abstract.- The application of multivariate analysis in various social and economic sectors allows the implementation and denoting of the virtues that this statistical method has and the relevance that is generated in the presentation of results for the decision-making necessary in the development of SMEs, allowing to indicate the various factors that lead to their growth and consolidation in the market. The factors that have a significant impact on these types of companies are analyzed, through the application of multivariate techniques such as Factor Analysis, Principal Components, Cluster, and Classification Models that in turn have allowed a reduction from 211 variables to 32 latent variables that focus the initial information, obtaining that the opportunities and capabilities, physical environment and health and job satisfaction that constitute SMEs are the factors that have the greatest influence have in their consolidation.

Keywords: SMEs, factor analysis, principal components, cluster, classification models.



I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha observado un gran impulso por parte del administrativo de varios países a nivel mundial, en busca de incentivos para emprendimiento de sectores sociales y económicos en aras de mejorar la economía, sin embargo, es indispensable iniciar desde los cimientos, creando una cultura de emprendimiento, donde intervenga el ahorro e inversión frecuente; lo que conlleva al surgimiento de empresas de pequeño, mediano o gran tamaño que sean capaces de generar un aporte al sustento y fortalecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) en cada país. Se estima que América Latina representa el 99% del entramado empresarial, emplean a más del 60% de los trabajadores y sus operaciones equivalen a más del 25% del PIB [1]. Dicho valor varía de acuerdo con el país en que se ubique, en el caso de la economía ecuatoriana se estima que genera 7 de cada 10 empleos [2], de forma directa e indirecta, permitiendo mejorar la competitividad y calidad de producción y distribución, contando con el apoyo de los Estados que por su parte independientemente del mandatario busca potenciar los sectores. Ecuador no es la excepción, muchos gobiernos han tratado de impulsar las pymes desde diferentes ámbitos, por ejemplo en el año 2018 se creó el plan económico sustentado en pilares de consolidación fiscal y estabilidad monetaria; generación de igualdad de oportunidades y protección social; empleo y reactivación productiva; y manejo eficiente y transparente de los recursos de todos los ecuatorianos [3], dando paso a una economía que permitió en cierta parte la implantación de nuevos emprendimientos.

En el año 2022 se crearon 13.179 nuevas empresas, un 23% más que en 2021, adjudicando este incremento positivo a la reducción de trámites y de manera online, permitiendo que los costos en la constitución de las pymes sean abaratados, sin embargo, también se cuestiona que detrás de las cifras auspiciosas, se esconde una estructura empresarial frágil y asimétrica. En este sentido, es importante distinguir el emprendimiento de supervivencia del emprendimiento dinámico [4]. En la actualidad, se mantienen créditos estatales y condonaciones de deudas para pequeños empresarios, sosteniendo que un emprendimiento que no está estructurado administrativa y económicamente se convierte en un negocio ocasional de subsistencia mas no en un verdadero emprendimiento que satisfaga la necesidad empresarial a largo plazo.

Específicamente, en la provincia de Manabí-Ecuador, las PYMES responden a las necesidades del sector en cuanto a sus recursos y demanda. Pese a ello es conocido que en un emprendimiento existen diversos factores que afectan o potencian el mismo e influyen en el sostenimiento [5], los emprendimientos que presentan limitaciones estructurales, deben minimizar la exposición a situaciones de riesgo, como altos niveles de endeudamiento que se traducen en costos financieros excesivos, lo que afecta la productividad del sector [5].

Es importante involucrar la estadística como parte funcional y básica en el desarrollo de las pymes. En el presente documento se plantean métodos estadísticos que permiten a los microempresarios definir ideas de lo que se debe mejorar o potenciar al aplicar el análisis estadístico multivariante que seleccionen los factores socioeconómicos intervinientes del sector. Para este estudio específicamente se destacan las técnicas de análisis de componentes principales, factorial y clúster que permiten seleccionar de un conjunto de factores, aquellos que presentan mayor significancia en su consolidación.

Este trabajo tiene como objetivo analizar mediante las técnicas de componentes principales, factorial y clúster una muestra de 200 datos de pequeñas y medianas empresas de la provincia de Manabí – Ecuador que aportan información procesada en 211 variables, validando la teoría de las relaciones causales de los factores socioeconómicos que inciden en su consolidación. Se aplica un modelo no supervisado que permite ubicar una empresa dentro de un grupo establecido por sus similitudes y con ello analizar los factores que repercuten en su crecimiento de manera específica.

II. DESARROLLO

Considerando que las PYMES se encuentran en proceso de crecimiento, se puede decir que las empresas pequeñas tienden a ser medianas y aspirar a ser grandes [6]. Las PYMES comparten por lo general características muy similares las cuales varían en función del sector en que se desarrollen y el país en que se encuentren, en estadística se interpretan como variables que influyen de manera significativa dentro del desarrollo, estas variables pueden ser identificadas a la hora de evaluar el carácter benigno o perjudicial del entorno que rodea a la nueva empresa en el momento de la creación [7], de ello depende su rentabilidad, siendo una necesidad el conocer aquellas variables que más afectan al negocio y trabajar en función a ellas.

En los últimos años, Ecuador registra un índice de actividad emprendedora temprana de 31,8%, es decir, aproximadamente 1 de cada 3 adultos ha gestionado la creación de un negocio o ya posee uno, manteniéndose como uno de los más altos de América Latina [8]. Es decir, alrededor de 3.6 millones de habitantes han estado involucrados en la puesta en marcha de un negocio. Lo que permite tener una visión de emprendimiento de forma empírica[9]. un emprendedor que no tenga práctica en el negocio, pero sí experiencia en el manejo de datos, técnicas de investigación, operativos de campo, procesos de validación, depuración, imputación, procesamiento, análisis, publicación de resultados y manejo de equipos, pueden servir para el estudio de mercado y estimación de oferta y demanda, dando un pronóstico de éxito en el mercado competitivo [10]. En el caso particular de este trabajo la aplicación de estas técnicas multivariantes permite crear grupos de variables que responden a los datos de cada PYMES o también llamadas Clúster y así determinar los factores que más repercuten en su funcionamiento. El objetivo de la técnica multivariante es lograr reducir de manera significativa el número de dimensiones que operan bajo la lógica de la reducción, tratando de descubrir un número menor de factores subyacentes, no observables, que representen al conjunto de variables original con la menor pérdida de información posible [11], dicha pérdida es un gran atributo de la técnica puesto que el propósito de manejar datos y analizarlos se cumple al emplear y discernir la relevancia de ellos.

La técnica posee virtudes y herramientas para resumir una gran cantidad de variables en un grupo determinado, que representen de manera significativa o en esencial que permiten al investigador tomar decisiones adecuadas [12]. De igual forma, permite aplicar diferentes análisis, como el análisis factorial, análisis de regresión y componentes principales, obteniendo resultados que con las técnicas univariantes y bivariantes no se obtendrían, tales como el estudio de manera simultánea de los factores y cuáles de ellos prevalecen sobre los demás [13]. Siendo estos solo una parte de los que se pueden emplear. Para el caso particular de las PYMES de Manabí con la base de datos obtenida se aplican los siguientes análisis detallados a continuación:

A. Análisis de correlaciones

El análisis de correlaciones logra verificar si dos o más variables guardan relación entre sí, que puede ser una relación negativa o positiva, así como la fuerza que mantiene al correlacionarse. Para dicha observación se analiza su coeficiente de correlación considerando que $r > 0$ indica una relación positiva y un valor de $r < 0$ es negativa, mientras que $r = 0$ indica que no hay relación. Cuanto más cerca estén los coeficientes de +1,0 y -1,0, mayor será la fuerza de la relación entre las variables [14]. Debido a que la base de datos empleada en la investigación posee 200 variables, es de gran importancia analizar si estas tienen semejanzas entre sí, para ello se aplica el análisis de correlaciones, representando una técnica bivariada en donde se observan representaciones de la información, que permitan establecer similitudes o disimilitudes entre las variables e individuos, para hacer evidente la variabilidad conjunta y por tanto tipificar lo que sucede con los datos [15].

B. Análisis factorial

Es una técnica empleada en la reducción de datos en variables latentes agrupadas de manera que se correlacionen entre sí o conformen un grupo homogéneo entre sus características. En caso de economía es común que al recopilar información referente a un tema en específico oscilen en la base de datos una gran cantidad de variables para dar respuesta o una dimensión adecuada de la problemática estudiada o indagada. Estableciendo que la recolección de datos se realiza de manera simultánea y que todos los ítems guarden relación entre los grupos de preguntas, es posible hallar grupos dados que guarden una estrecha relación en sus características y principios, dichos grupos son capaces de explicar y representar cada una de las variables que los conforma, llamados estos grupos variables latentes [16]. Con base en ello, se generan decisiones para continuar con el tratamiento de la información, una vez cumplido su propósito de generar una disminución de la dimensionalidad que presentan los datos. La asignación de indicadores específicos a dimensiones concretas es una de las mayores aportaciones de la perspectiva confirmatoria. Los modelos de AFC permiten contrastar la validez ajustando un modelo que la asuma y diagnosticando su bondad de ajuste [16].

C. Prueba de esfericidad de Bartlett

Previo al inicio del análisis multivariante, es idóneo ejecutar una prueba de esfericidad de Bartlett que compara una matriz de correlación observada con la matriz de identidad. Básicamente, comprueba si existe cierta redundancia entre las variables que podemos resumir con unos pocos factores [17]. Posterior a este resultado, considerando que su P valor sea más bajo que el valor de significancia elegido con un valor cercano a cero, se considera que los datos son adecuados para la aplicación de una técnica de reducción de datos. Así mismo, conociendo que el estadístico Káiser-Meyer-Olkin (KMO) de adecuación de muestreo indica la proporción de varianza en las variables que pueden ser causadas por factores subyacentes. Los valores altos (1,0) generalmente indican que un análisis factorial puede ser útil, menor que 0,50 probablemente no lo será [18].

III. METODOLOGÍA

Se utiliza una metodología de tipo retrospectiva aplicada a una base de datos de 200 observaciones distribuidas en tres ciudades principales de la provincia de Manabí (Portoviejo, Sucre, Rocafuerte), donde se pudieron obtener 211 variables para ser analizadas a través de la técnica multivariante que permite reducir el número de factores o variables a fin de dar mayor comprensión de los resultados obtenidos. Se realiza una investigación satisfactoria a través de técnicas de recolección de datos directa como es la encuesta a diversos emprendimientos de sector.

Se realizó el análisis en Google Colab, considerando directamente las 200 empresas vinculadas en la investigación, que permite la obtención de 211 variables para ser sintetizadas según lo establezca la técnica multivariante empleada. Es importante mantener un determinado orden de procesamiento de la información, dando inicio al tratamiento de la base de datos mediante una limpieza para posteriormente aplicar un análisis de correlaciones múltiples a fin de obtener un enfoque que evidencie la existencia de una o varias relaciones entre las variables que conforman la base de datos mediante un correlograma de la paquetería ggcorrplot. Este coeficiente de correlación está denotado en la expresión (1), que el programa aplica para la obtención de los resultados.

$$R_{1.23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2 r_{12} r_{13} r_{23}}{1 - r_{23}^2}} \quad (1)$$

Una vez observada esta relación se aplica el análisis de componentes principales (ACP) ejecutando las pruebas de Bartlett, KMO, Modelos de máxima verosimilitud, mínimo residuo, donde se elige una variable respuesta en la base de datos para medir la existencia de correlación entre la variable independiente y las variables dependientes tomadas para el estudio. En la figura 1 se puede identificar el proceso a seguir al desarrollar el tratamiento de la data iniciando con la limpieza de los datos y la aplicación del análisis factorial para obtener una reducción de factores o variables latentes que resuman o contengan la información necesaria de la base de datos, y posteriormente su agrupamiento en Clústers mediante la aplicación de la técnica.

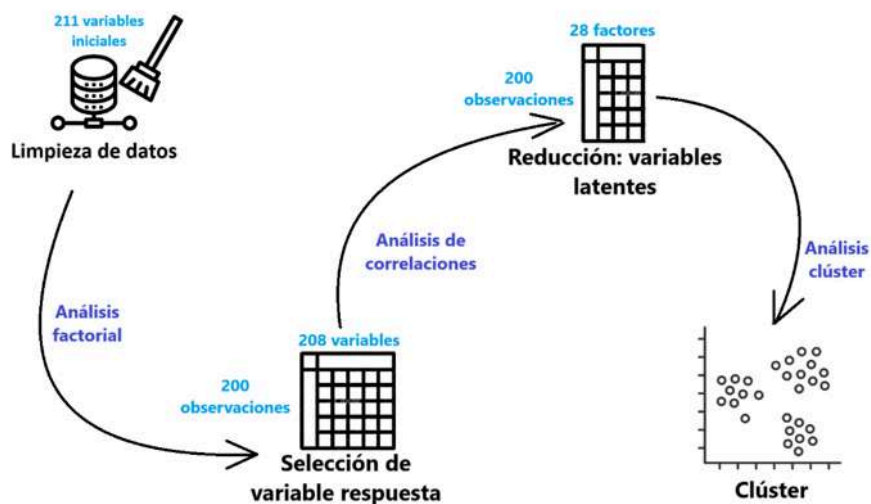


Fig. 1. Estructura del proceso de análisis realizado en el tratamiento de la información para la obtención de resultados óptimos a ser interpretados.

Con esta nueva base de datos obtenida, ya clasificada de acorde a la relación en cada clúster se ejecutan procesos de análisis en el programa estadístico R, debido a las virtudes que permite su lenguaje de programación en cuanto a la gráfica de resultados y a su vez se continúa con el análisis de la información por medio de un Random Forest para la evaluación del modelo.

IV. RESULTADOS

Considerando las 200 observaciones que permitieron establecer 211 variables en la base de datos, el objetivo se enfocó en una reducción considerable de las variables o factores, sin perder la esencia y veracidad de la información. Inicialmente se redujeron 3 variables debido a inconsistencias en su contenido quedando 208 variables, posteriormente se aplicó el análisis de correlaciones de cada uno de los grupos seccionados para verificar la similitud entre ellos. Permitiendo observar a través de la gráfica de la matriz (fig. 2), el análisis realizado a cada grupo seccionado de la base de datos ya procesada. Como lo explica su leyenda, a mayor correlación se intensifica el tono y su color depende de si es positiva (naranja) y negativa (azul). De esta manera pueden ser los datos usados en los análisis posteriores.

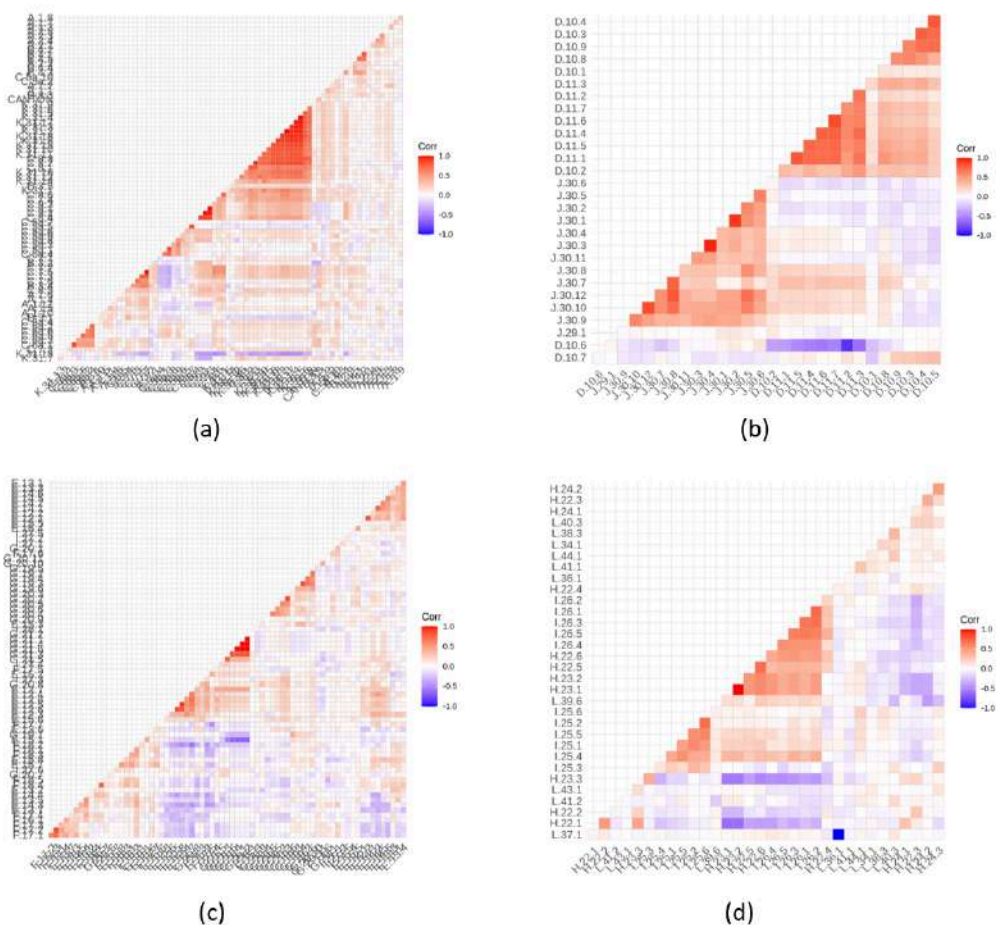
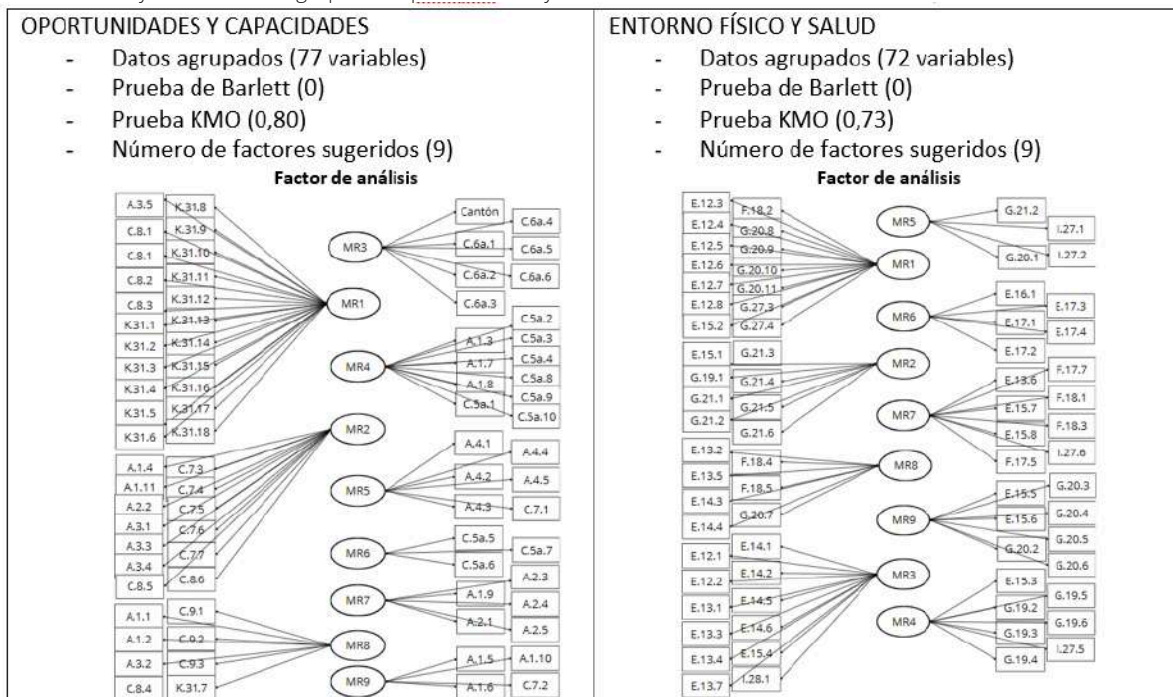


Fig. 2. Correlograma de la gráfica de matriz para el análisis de las correlaciones entre cada grupo de datos (a) oportunidades y capacidades, (b) financiación, (c) entorno físico y salud y (d) satisfacción laboral, usados para el análisis.

En el proceso de este análisis se seccionó la base de datos en 4 partes para una mejor obtención de resultados, se observa que en la figura 2 existen grupos con mayor nivel de correlación que otros, sin embargo, existe suficiente correlación positiva entre las variables de cada uno de los grupos, permitiendo continuar el análisis. En secuencia al análisis se verifican los grupos correspondientes a las variables referentes, considerando las oportunidades y capacidades y aquellas que responden al entorno físico y salud de los empleados dependientes de cada una de las pymes consideradas en el estudio, donde se hacen reducciones significativas al ser estos los grupos más grandes de factores o variables.

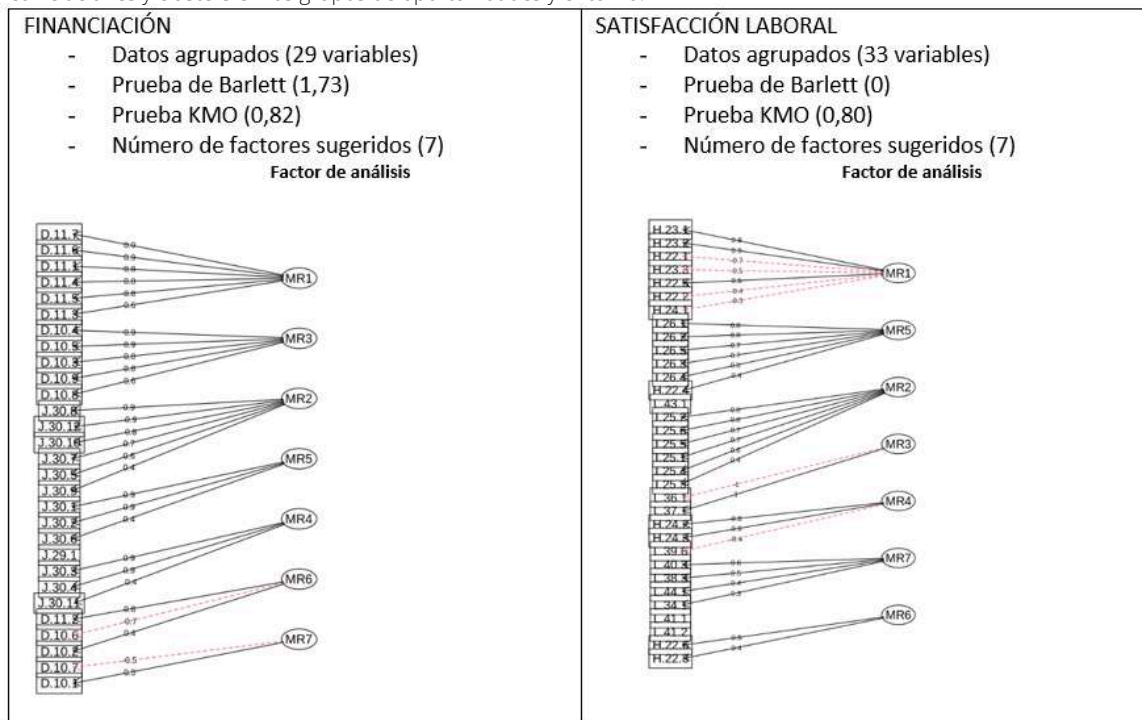
La tabla 1, agrupa 77 variables de oportunidades y capacidades representadas en 9 factores sugeridos; y de 72 variables en el entorno físico y salud se sugieren 9 factores. Obteniendo ambos grupos valores positivos en las pruebas de Barlett y KMO que representan la idoneidad de los datos sujetos a la técnica de análisis factorial. Así mismo, para los grupos de financiación y satisfacción laboral es necesario reducir la cantidad de variables manteniendo su significancia y representatividad.

Tabla 1. Análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de las técnicas multivariantes de Análisis factorial, correlaciones y clústers en los grupos de oportunidades y entorno.



La tabla 2, presenta resultados obtenidos en cada uno de los grupos restantes, seccionando la base de datos para las pruebas de Barlett y KMO luego de obtener el número de factores sugeridos por la técnica multivariante de análisis factorial, correlaciones y clúster. Del grupo de variables correspondientes a la financiación de las pymes que contienen 29 variables, se obtiene como valor sugerido una reducción de 7 al igual que en las variables de satisfacción laboral y datos generales que se reducen de 33 a 7. Al igual que los grupos de la tabla 2 también obtienen valores idóneos en las pruebas aplicadas.

Tabla 2. Análisis de los resultados obtenidos en la aplicación de las técnicas multivariantes de Análisis factorial, correlaciones y clústers en los grupos de oportunidades y entorno.



Para cada uno de los grupos en los que se segmentó previamente la base de datos en concordancia con la relación guardada entre la información de las variables, en los análisis de componentes principales, análisis factorial y Clústers por medio de la Prueba de Barlett, Prueba KMO y los números de factores elegidos, considerando que en cada una existe un parámetro de aceptación para la continuidad del análisis, en todos los casos se obtiene que en base a dichos resultados es posible continuar con el análisis de la base de datos por medio de las técnicas multivariantes.

Para la prueba de Bartlett tres de los cuatro grupos se presentan valores inferiores a 0,05 considerado como el límite máximo para la aceptación, en el caso particular del grupo de financiación es observable que este valor triplica el máximo establecido, sin embargo, se considera como parte del proceso de análisis y se continúa con las demás pruebas. Para la prueba KMO, se analiza con base en que los valores cercanos a 1 guardan una correlación alta, en ellos se conoce que oscilan entre los 0,73 y 0,82 tomando todos como aceptables para la investigación. Posteriormente se asume la recomendación del análisis factorial para cada grupo de la base de datos un número de factores sugeridos tomando como referencia la cantidad de variables que cada uno contiene, donde se establecen nuevos grupos de variables latentes.

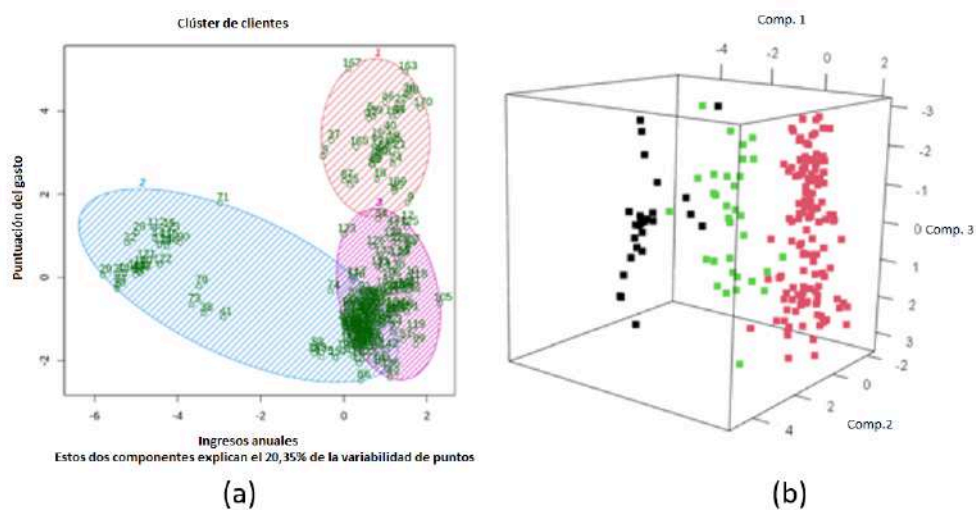


Fig. 3. Clústeres de los grupos (a) 2 dimensiones y (b) 3 dimensiones.

Para un mejor análisis de los clústeres, se ejecuta el gráfico (a) bidimensional que muestra de forma plana las empresas agrupadas de acuerdo a sus características y un gráfico tridimensional (b) (fig. 3) que permite observar fácilmente la separación de los grupos. Dichos resultados clasifican 27 pymes en el componente uno, 140 pymes en el componente dos y 33 en el componente tres. Esta clasificación dada por los clústeres clasifica a las pymes de acuerdo a los datos proporcionados en las variables como su financiamiento, oportunidades, ingresos que generan, entre otros. Una vez observados los clústeres se aplicó la Técnica Kmeans Clustering validando cada componente o dimensión, para dar sentido a los grupos y buscar la variable que los diferencie.

En función a estos resultados, se observa en la fig. 4, que se generan 500 árboles al aplicar el Random Forest.

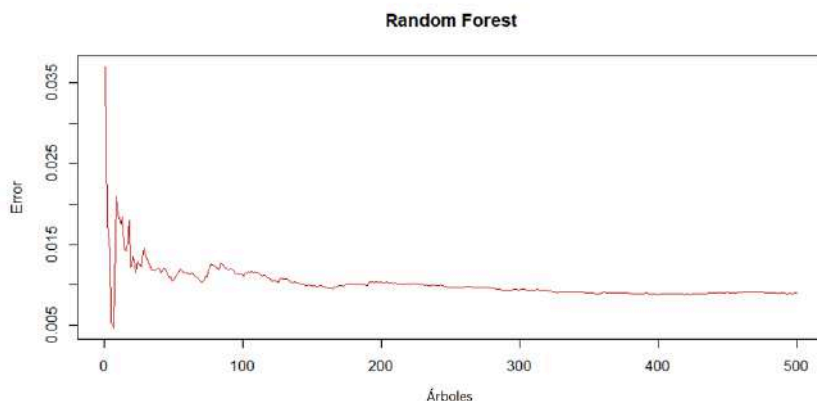


Fig. 4. Árboles de decisión generados por la Técnica Random Forest.

Estos 500 árboles de decisión generados por la técnica forman un bosque que permitió una correcta distribución al clasificar las nuevas empresas. En la fig. 5, se muestra la relevancia de cada uno de los factores en el desarrollo y sostenibilidad de las pymes.

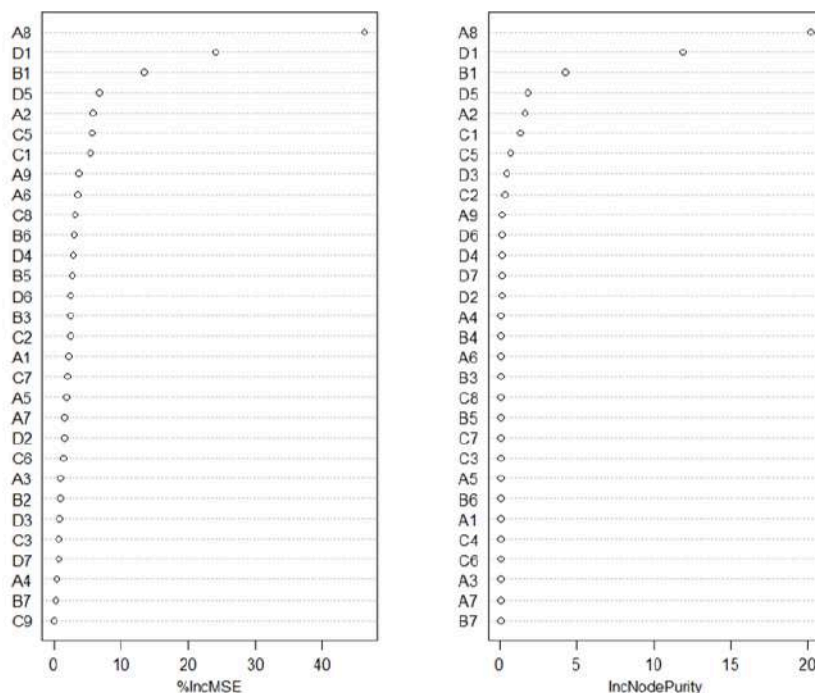


Fig. 5. Importancia de las variables latentes o factores más relevantes en el desempeño de una PYMES.

De estos análisis se obtienen las variables más representativas que forman parte de los grupos A, D y B que corresponden a ejes de oportunidades y capacidades, satisfacción laboral y entorno físico y salud respectivamente. Este modelo es evaluado a través de una matriz cruzada de Random Forest, en donde se tiene un 50% en la precisión de la predicción para el conjunto de validación final. Al ingresar los datos de obtenidos en las pymes, es posible clasificar el Clúster correcto de acuerdo a sus factores destacados y en función a ello, determinar el tipo de ganancia que podría obtener, así como, el tipo de factor que requiere su especial atención.

Por lo que se estima que los principales factores sociales que repercuten en las pequeñas y medianas empresas son identificados mediante técnicas multivariantes y estos se ajustan a la realidad de los sectores. Al presentar estas publicaciones de referencia corroboramos que las cualidades y bondades que brindan las técnicas de análisis multivariante permiten obtener una pauta para el desarrollo de las PYMES en la provincia de Manabí. Conociendo que la manera más óptima en el tratamiento de la base de datos fue la agrupación de los datos en tres clústers organizados con base en las similitudes presentadas entre las variables latentes, se obtiene una base de datos ya clasificada y que permite al ingresar una nueva variable adjudicándola al grupo en donde sus factores son más representativos.

Enfocándose en este análisis similar en metodología al presentado en una población distinta tanto en su composición u oportunidad económica como en su cultura y mercado, se analiza la parte económica de manera diferenciada, pues al ir al trasfondo de lo que permite o no el nivel de ingresos que pueda manejar cada una crea una brecha a los empresarios en tomar los pertinentes correctivos para potenciar sus empresas.

CONCLUSIONES

Los resultados permiten afirmar que el enfoque en la relevancia sobre los factores que influyen en las pymes consideradas en la investigación, va mucho más allá del tema financiero, pues la estructura correcta desde los cimientos logra resultados a largo plazo que son observados mediante los resultados económicos que generen, independientemente de la manera en cómo se haya generado el financiamiento inicial.

Mediante la cultura de capacitación permanente, salud y bienestar laboral se logra que el uso de la financiación sea efectiva a largo plazo, empleando los recursos de manera eficiente y efectiva en un mercado cada vez más demandante. Así mismo, el amplio conjunto de variables y números de registros tomados como referencia permite la obtención de resultados mucho más efectivos y satisfactorios, pues se establece que los factores más relevantes corresponden a los que representan oportunidades y capacidades, entorno físico y salud, y satisfacción laboral como aquellos que permiten el progreso de las empresas consideradas en el análisis en los sectores de Manabí, que a su vez contribuyen con la economía local. La aplicación de técnicas multivariantes en análisis de carácter social y económico permite reconocer y auscultar de manera eficaz los datos obtenidos mediante un muestreo o una base de datos previamente recopilados y en este caso en particular resumir la información sin perder la esencia de esta.

Finalmente, se puede resaltar la importancia del uso de técnicas multivariantes por las PYMES en cualquier sector del país, puesto que unido a la ayuda gubernamental y a los propios esfuerzos personales, permite sobrellevar las empresas, sosteniéndolas en el tiempo de forma satisfactoria a pesar de las otras múltiples dificultades que enfrentan por varias causas del entorno donde se desarrollan.

REFERENCIAS

- [1] R. Valls, «El largo confinamiento de las pymes latinoamericanas,» Revista Líderes, 3 Febrero 2021.
- [2] Revista Líderes, «Las pymes esperan bajar costos al reducirse aranceles en el país,» El Comercio, 14 10 2019.
- [3] Gobierno del Ecuador, «Gobierno del Ecuador,» 10 01 2019. [En línea]. Available: <https://www.finanzas.gob.ec/gobierno-invita-a-emprendedores-a-invertir-por-el-pais-y-a-beneficiarse-de-los-incentivos-de-la-ley-de-fomento-productivo/>.
- [4] F. Jaramillo, «Muchas empresas, pero poco emprendimiento,» PRIMICIAS, p. 1, 18 09 2022.
- [5] C. Bravo, «Análisis de competitividad en las PYMES de la industria gastronómica en las localidades de Chapinero, Barrios Unidos, Teusaquillo y Usaquén de Bogotá, Colombia,» Universidad de la Sabana, Colombia, 2019.

- [6] M. Peña y N. Vega, «Estructura de las PYMES en la economía ecuatoriana.» Revista Académica Investigativa de la Facultad Jurídica, Social y Administrativa., 2019.
- [7] M. Belso, «Discriminación de género y fomento de nuevas empresas: Conclusiones a partir de un análisis multivariante sobre las pymes valencianas de reciente creación.» Revista del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Economía y Sociología., vol. 41, pp. 15-38, 2011.
- [8] C. Zamora, «La importancia del emprendimiento en la economía: el caso de Ecuador.» Revista Espacios, vol. 39, nº 07, p. 15, 2018.
- [9] V. Lasio, A. Amaya, J. Zambrano y X. Ordeñana, «Emprendimiento en Ecuador,» Global Entrepreneurship Monitor Ecuador 2019/2020, vol. 2, pp. 18-23, 2022.
- [10] G. López y J. Rivera, «De la teoría a la práctica: el emprendimiento en Ecuador en época de COVID 19.» Investigación y desarrollo, vol. 12, nº 1, pp. 75-84, 2022.
- [11] M. López y L. Gutiérrez, «Cómo realidar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS,» REIRE (Revista d' Innovació i Recerca en Educació), vol. 12, nº 2, pp. 1-14, 2019.
- [12] H. Closas, A. Arriola, C. Kuc, M. Amarilla y E. Jovanovich, «Análisis multivariante, conceptos y aplicaciones en Psicología Educativa y Psicometría.» Revista Enfoques., vol. 25, nº 1, pp. 65-92, 2020.
- [13] F. Macías y L. Useche, «Herramientas estadísticas multivariantes aplicadas en el estudio del Burnout en docente: Una revisión de la literatura.» Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YUCHASUN, vol. 6, nº 10, 2022.
- [14] Exportable.com, «Exportable. Think outside the box,» 2 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://explorable.com/es/la-correlacion-estadistica>. [Último acceso: 06 02 2023].
- [15] M. Mondragón, «Uso de la correlación de spearman en un estudio de intervención en fisioterapia,» Movimiento científico, vol. 8, pp. 98-104, 30 11 2014.
- [16] S. Lloret, A. Ferreres, A. Hernández y B. Tomás, «El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada.» Canales de psicología, vol. 30, nº 3, 2021.
- [17] L. Benites, «Stalogs,» 20 01 2023. [En línea]. Available: <https://statologos.com/prueba-de-bartletts-de-esfericidad/>.
- [18] IBM Corporation, «IBM,» 13 09 2022. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/29.0.0?topic=detection-kmo-bartletts-test>.

LOS AUTORES



Kelly Gardenia Matute Castro, ecuatoriana. Licenciada en Ciencias de la Educación con mención en Física y Matemática en la Universidad Técnica de Manabí. Culminando Maestría en Estadística aplicada en la Universidad Técnica de Manabí. Investigadora en nuevos métodos de enseñanzas basados en matemática para el uso de la tecnología.



Emanuel Muñoz, Ecuatoriano. Graduado en Ingeniería de Sistemas Informáticos por la Universidad Técnica de Manabí (UTM). Magister en Estadística Aplicada por la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Candidato a doctorado en la Universidad de Córdoba, España (UCO). Vicedecano de la carrera de Estadística y docente auxiliar en el Departamento de Matemáticas y Estadística de la UTM. Investigador independiente en métodos estadísticos, minería de datos, diseño experimental, inteligencia artificial y educación.