



Evaluación de Impacto para un Programa de Extensión Tecnológica aplicando Análisis Factorial Múltiple

Jhohann Andrés Salazar Correa

Universidad del Valle
Facultad de Ingeniería, Escuela de Estadística
Santiago de Cali, Colombia

Evaluación de Impacto para un Programa de Extensión Tecnológica aplicando Análisis Factorial Múltiple

Jhohann Andrés Salazar Correa

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Estadístico(a)

Director(a):
Ph.D Victor González

Universidad del Valle
Facultad de Ingeniería, Escuela de Estadística
Santiago de Cali, Colombia
2017

Dedicatoria o un lema

Le dedico mi trabajo a mis sobrinos Tayron
Andrés y Amelia, mis dos nuevos componentes
principales.

Agradecimientos

El terminar este trabajo significa cerrar una etapa muy importante en mi vida, en donde a través de este tiempo transcurrido, las dificultades se convirtieron en oportunidades para aprender y reconocer con mucha gratitud el interés de las personas que me acompañaron en el proceso siempre con una voz de aliento.

Primeramente, le doy muchas gracias a Dios por que en los momentos en los que pensé claudicar, Él coloco personas muy especiales a mi lado para darme ese aliento de ánimo y fortaleza para seguir adelante y poder culminar este trabajo: mis familiares, compañeros y amigos

Después de Dios, estoy agradecido inmensamente con las cuatro personas que más amo en esta vida, mi padre, mi madre y mis dos hermanas quienes me han acompañado, apoyado y fortalecido siempre. Mi Padre con su inmensa sabiduría y amplia generosidad, aconsejándome siempre y ayúdame en todo lo que necesité a lo largo de mi carrera; mi hermosa Madre siempre con nobleza y sus palabras de aliento; y mis dos hermanas conâbueno siempre estuvieron ahí conmigo.

Agradezco también de manera muy especial a mi profesor y director de tesis, Víctor González, el cual con sus enseñanzas, exigencia y labor académica me dieron las bases para desarrollar este trabajo.

Contenido

Lista de Figuras	ix
Lista de Tablas	1
1. Introducción	3
1.1. Planteamiento del Problema	6
1.2. Antecedentes	7
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo General	9
2.2. Objetivos Específicos	9
3. Marco Teórico	10
3.1. Los programas de extensionismo tecnológico	10
3.1.1. Medición de Impacto	10
3.1.2. Productividad en MiPYME	11
3.2. Análisis factorial múltiple	11
3.3. Notación	12
3.4. Coeficiente Rv y Lg	18
4. Metodología	20
4.1. Población objeto de estudio	20
4.2. Obtención de datos	20
4.3. Estructura de la base de datos	20
4.4. Depuración de la base de datos	21
4.5. Variables de estudio	22
4.6. Análisis estadístico	25
4.7. Análisis de la interestructura	26
4.8. Análisis de la trayectoria de los individuos	26
4.9. Herramienta computacional	26

5. Resultados	27
5.1. AFM-0 con todas los periodos como grupos activos	27
5.2. AFM-1 con los periodos de los años 2014 y 2015 como grupos activos	29
5.2.1. Análisis Interestructural	30
5.2.2. Análisis Intraestructural	31
5.2.3. Análisis de trayectoria de individuos	37
6. Conclusiones y trabajos futuros	41
6.1. Conclusiones	41
6.2. Trabajos futuros	41
A. Gráficos Descriptivos	43
B. Anexo: Indicadores de AFM por individuos	48
C. Códigos	51
Bibliografía	54

Lista de Figuras

3-1. Diagrama de impacto	11
3-2. Matriz X conformada por la yuxtaposición de tablas	13
4-1. Ejemplo estructura base de datos	21
4-2. Ejemplo estructura base de datos	21
5-1. Representación de los grupos activos y suplementario en el primer plano factorial	28
5-2. Diagrama de barra de los valores propio del análisis global del AFM con las tablas del 2013 como suplementaria	30
5-3. Representación de los grupos activos y suplementario en el primer plano factorial	32
5-4. Circulo de correlaciones del primer plano factorial	36
5-5. Representación de los individuos en el primer plano factorial	37
5-6. Representación de las trayectorias en el primer plano factorial	38
5-7. Comportamiento de las ventas netas para la empresa 38	40
A-1. Boxplot de variables de estudios	43
A-2. Boxplot de variables de estudios	44
A-3. Boxplot de variables de estudios	45
A-4. Boxplot de variables de estudios	46
A-5. Boxplot de variables de estudios	47

Lista de Tablas

4-1. Variables evaluadas	22
5-1. Coordenadas e indicadores de ayuda para todos los grupos activos	28
5-2. Inercia por componente del análisis global del AFM-1 con las tablas del 2013 como suplementaria	29
5-3. Coeficiente R_v	31
5-4. Coordenadas e indicadores de ayuda para los grupos activos	31
5-5. Indicadores de AFM por variables	33
5-6. Indicadores de AFM por variables	34
5-7. Indicadores de AFM por variables	35
5-8. Tabulación de las trayectorias en el primer plano factorial	38
B-1. Indicadores de AFM por individuos	48
B-2. Indicadores de AFM por individuos	49
B-3. Indicadores de AFM por individuos	50

Declaración

Nos permitimos afirmar que hemos realizado el presente Trabajo de Grado de manera autónoma y con la única ayuda de los medios permitidos y no diferentes a los mencionados en el propio trabajo. Todos los pasajes que se han tomado de manera textual o figurativa de textos publicados y no publicados, los hemos reconocido. Ninguna parte del presente trabajo se ha empleado en ningún otro tipo de Tesis o Trabajo de Grado.

Igualmente declaramos que los datos utilizados en este trabajo están protegidos por las correspondientes cláusulas de confidencialidad.

Santiago de Cali, 04.07.2017

(Jhohann Andrés Salazar Correa)

1. Introducción

En los últimos años, las empresas han enfrentado grandes cambios por la dinámica de los mercados debido a factores como la creciente globalización y una mayor presión de la competencia entre las empresas a nivel regional, nacional e internacional (Becerra & Puerto 2010). Por ello todas las compañías del mundo se han enfocado en lograr una ventaja competitiva sostenible, lo que ha hecho necesario la búsqueda de metodologías que permitan a las empresas implementar herramientas que sean capaces de elevar la eficiencia y eficacia de las actividades de sus empresas (Becerra & Puerto 2010).

En Colombia hay un sector en particular que aunque genera gran parte del empleo del país, tiene mayores obstáculos para enfrentar la dinámica de los mercados y lograr su crecimiento: las Micro y pequeñas empresas. Estas MiPymes representan el 96.4 % del total de las empresas Colombianas y se han convertido en grandes protagonistas en la evolución de indicadores macroeconómicos del país y son fundamentales para el sistema productivo colombiano; estas generan alrededor de 67 % del empleo y aportan 28 % del Producto Interno Bruto (PIB), según cifras del DANE (2017).

Una de las muchas limitaciones que presenta dicho sector empresarial en Colombia es la poca esquematización de los procesos y sus estrategias, dado que gran parte de estos empresarios no cuentan con las bases académicas que les permitan guiar de manera eficiente la gestión de sus negocios y que les permita ser más competitivos; con la finalidad de disminuir muchas de estas limitantes que tienen las MiPymes, el sector público interviene en estas empresas a través del Programa de Extensiónismo Tecnológico, el cual busca incorporar una serie de prácticas empresariales encaminadas a fortalecer la competitividad, el crecimiento y la sustentabilidad en el tiempo de dichas compañías. Todo esto, encaminado indirectamente a fortalecer la economía nacional en términos de incremento de oferta laboral, satisfacción de los empleados, aumento en productividad, entre otros.

El programa piloto de Extensión Tecnológica se desarrolla desde el año 2013 y la metodología aplicada en este proyecto se divide en tres fases: la primera fase consistió en el entendimiento

de la compañía, la realización del diagnóstico del estado de cada una de las empresas, la realización del plan de mejora y el levantamiento de los indicadores iniciales para el seguimiento; la segunda fase se basó en la planeación, implantación, control y seguimiento del plan de mejora suscrito para cada MiPyme; y la tercer fase consiste en el escalamiento del programa, donde se busca implementar un programa de ET a nivel nacional. Antes de iniciar esta última fase, se hace necesario monitorear y evaluar los resultados de las dos primeras fases e identificar desde este piloto, si realmente el proyecto logra mejorar el desempeño de las empresas y es esto, el enfoque de este trabajo.

Para el desarrollo del programa de Extensionismo Tecnológico y con la finalidad de evaluar su impacto, se selecciona una muestra de MiPymes ubicadas principalmente en Bogotá, Antioquia, Cundinamarca y Valle; las cuales son pertenecientes al sector autopartes, entre ellas productoras de autopartes y proveedoras de las empresas autopartes. Para pertenecer a este grupo objetivo del programa piloto, las empresas debían cumplir con ciertas características como: Ser MiPymes, parte micro con más potencial, lejanas de la frontera tecnológica nacional y empresas cuya necesidades se concentran en área de catch-up y mejoras de procesos productivos (Departamento Nacional de Planeación 2017)

De la muestra de empresas descritas anteriormente, se seleccionaron el 75 % como beneficiarias de la intervención del programa (modalidad individual), cuyo enfoque consistió en ejecutar un acompañamiento hecho a la medida de cada una de las organizaciones y se basaba en desarrollar un diagnóstico exhaustivo de la compañía, un plan de mejora e implementación del mismo; el 25 % de las empresas restantes fueron pertenecientes al grupo a inspeccionar sin intervención directa (modalidad control), lo cual consistió en realizar únicamente un diagnóstico inicial; no se suministra plan de mejora ni implementación.

Durante el desarrollo del piloto, se recolectó la información mensual sobre las variables operativas y productivas de cada una de las empresas intervenidas, tanto en la modalidad de Individual y control.

Por lo anterior, tomando como base la información de las variables recolectadas, con este trabajo se pretende evaluar mediante el análisis factorial múltiple (AFM), el impacto que ha tenido el Programa de Extensión Tecnológica en la evolución de las variables operativas y productivas de las MiPymes del sector Autopartes y motopartes intervenidas. Se hace necesario conocer el impacto de los resultados del programa en este sector, dado que es un elemento de gran beneficio para soportar la toma de decisiones de escalonamiento de las

prácticas en todos los sectores nivel nacional en Colombia.

El siguiente trabajo de grado está conformado por: los objetivos (capítulo 2), el marco conceptual y teórico (capítulo 3), la metodología y los resultados y un ultimo capitulo de conclusiones.

1.1. Planteamiento del Problema

Hoy más que nunca, en una economía globalizada, y en medio de un resurgimiento de las teorías económicas neoliberales, es sumamente forzoso que cualquier empresa, sea comercial, industrial o de servicios, asuma el papel que juega para ella ser productivos y mantener el margen de productividad que se requiere; debido a que toda organización debe estar preparada para luchar con todos los recursos y herramientas si desea situar sus productos y/o servicios en un buen puesto dentro del mercado (Hidalgo 1998).

Teniendo en cuenta lo anterior, en los últimos años las entidades públicas han mostrado un fuerte interés por las MiPymes (?); dado que son un segmento importante para reducir la pobreza e inequidad del país por ser fuentes de ingresos y empleo para miles de personas. Por ello, en las últimas décadas se han creado políticas que den estímulo a este grupo de entidades y es por ello que surge el Programa de Extensionismo Tecnológico.

A lo largo de este proyecto, se contó con un personal capacitado para cada una de las áreas de las empresas y quienes se encargaban de la recolección de las Variables operativas y productivas de desempeño. Mensualmente se recolecto para cada una de las empresas intervenidas; la siguiente información: Inventario Promedio, unidades disponibles, producción buena, velocidad nomina, tiempo total pagado, producción defectuosa, producción total, horas hombre, horas máquina, flujos de materias primas, costo de energía, ventas netas, costos, gastos administrativos, gastos de ventas, horas de ausentismo y total horas hombre.

En este trabajo se considera la eficacia del uso de la técnica Análisis Factorial Múltiple AFM para el estudio, pues la medición de las variable productivas de cada MiPymes en un periodo se considera como una tabla y en donde en este estudio hay un total de 6 periodos (cada semetres entre 2013-2015) correspondiente cada uno a una tabla y es así como esta técnica factorial permitirá el análisis de múltiples tablas para identificar la trayectoria de las empresas con lo cual se puede determinar si el programa de extensión tecnológica tuvo o no impacto sobre las empresas participantes. Por otro lado dichas trayectoria ayudará a definir qué proceso (producción, logística, finanzas y gestión humana) presenta mayores cambios o impactos en las empresas.

1.2. Antecedentes

En la siguiente sección se muestra algunos trabajos que consideran pertinentes para el desarrollo de presente trabajo de grado.

- **Fernández et al. (2004)** El objetivo de este artículo es realizar un análisis comparativo entre las comunidades de España, y describir su evolución (trayectorias) hacia los votos obtenidos de determinadas formas políticas, tomando los datos longitudinales de los años 1997 hasta 2014 para 6 opciones políticas en España con una dimensión común que son las filas. Como metodología estadística, se hizo uso del AFM, tomando como grupo de variables cada uno de los años en los que se tomaron las mediciones. El trabajo manifiesta la idoneidad de AFM para estudiar las múltiples tablas para realizar análisis exploratorios de la evolución de trayectorias temporales a través de distintas encuestas, proporcionando una amplia y clara visión gráfica y numérica de los cambios producidos y de las trayectorias, pudiendo deducir en qué grupos el cambio ha sido más o menos importante. En este estudio se han obtenido numerosos resultados de gran interés, tanto numéricos como gráficos, que han permitido medir e ilustrar las similitudes y diferencias entre las 9 tablas analizadas. El estudio detallado de estas trayectorias permite concluir, entre otros, qué regiones han tenido las mayores variaciones relativas en la distribución de su voto, a lo largo del tiempo.
- **Torres et al. (2008)**. En este artículo presentan un modelo estadístico para medir el impacto en la transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. Como metodología para medir este impacto, hacen uso del Análisis de Componentes Principales (ACP) y conglomerados y utilizan la estadística inferencial para los análisis y resultados. Se presenta un caso de estudio acerca de la medición del impacto de los cambios productivos y económicos que ocurren durante el proceso de transferencia de tecnología de Bancos de Biomasa de *Pennisetum purpureum* vc Cuba CT-115, como estrategia para la seca, en ocho unidades lecheras de la provincia La Habana. Los resultados obtenidos demuestran que el modelo matemático utilizado permitió evaluar los resultados que se obtuvieron durante el proceso de transferencia tecnológica. El modelo permitió determinar los elementos que varían de una unidad a otra, en dependencia de los diferentes factores que caracterizan a cada finca, entre los que se pueden señalar el nivel de introducción de la tecnología del banco de biomasa y las variables productivas y económicas.
- **González et al. (2009)**. A partir de los datos socioocupacionales obtenidos en el estudio de Movilidad Biográfica en el Área Metropolitana de Bogotá en 1993

(MBAMB-93). En este trabajo estudian o compararon los espacios de representación obtenidos entre las técnicas STATIS y AFM. en el contexto de múltiples tablas. Los autores concluyen que el AFM es más rico en el sentido que permite identificar factores comunes a los grupos en conjunto o parcialmente.

- **Faridah & Yuserrie (2015)** estudian la relación entre las capacidades de innovación tecnológica (TIC), la ventaja competitiva y el rendimiento de la empresa en la industria automotriz en Malasia. Proponen el uso de modelos de Mínimos Cuadrados Parciales (PLS), debido su flexibilidad entre el número de variables que conforman el proceso de TIC y el número de individuos o empresas de la industria automotriz que fueron medidos.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Evaluar el impacto de un programa de extensión tecnológica en empresas MiPyMe con base en análisis conjunto de múltiple tablas, usando Análisis Factorial Múltiple (AFM).

2.2. Objetivos Específicos

- Observar por medio de AFM el comportamiento de las empresas en el programa de extensión tecnológica.
- Comparar los grupos de intervención con los no intervenidos para discernir el efecto del programa de extensión tecnológica
- Estudiar las trayectoria de algunas empresas MiPyMe en el plano factorial según el tipo de intervención

3. Marco Teórico

3.1. Los programas de extensionismo tecnológico

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2017) los programas de extensionismo tecnológico (PET) consisten primordialmente en ofrecer a las empresas servicios de orientación y asesoría para la gestión, identificación y adopción de tecnologías existentes en el mercado. Algunos ejemplos concretos de estos servicios son la exploración de tecnologías, la intermediación con proveedores tecnológicos, el diagnóstico y evaluación comparativa, asesoría en procesos productivos, gestión y comercialización, cumplimiento de estándares, capacitación, misiones y pasantías tecnológicas, entre otros. Un programa de extensión tecnológica tiene como objetivo principal dejar las capacidades instaladas en las empresas que representen un valor agregado verificable tanto en beneficios cuantitativos como cualitativos.

3.1.1. Medición de Impacto

El impacto está compuesto por los efectos a mediano y largo plazo que tiene un proyecto o programa para la población objetivo y para el entorno, sean estos efectos o consecuencias deseadas (planificadas) o sean no deseadas. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe 2017)

La evaluación de impacto tiene por objeto determinar si el programa produjo los efectos deseados en las personas, hogares o instituciones y si esos efectos son atribuibles a la intervención del programa evaluación de impacto. También permite examinar consecuencias no previstas en los beneficiarios, ya sean positivas o negativas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe 2017).

La medición del impacto debe corroborar que, en efecto y debido a las acciones de formación ejecutadas, los participantes en el programa experimentaron los cambios en las condiciones que se habían establecido como objetivos (Oficina Internacional del Trabajo 2017).

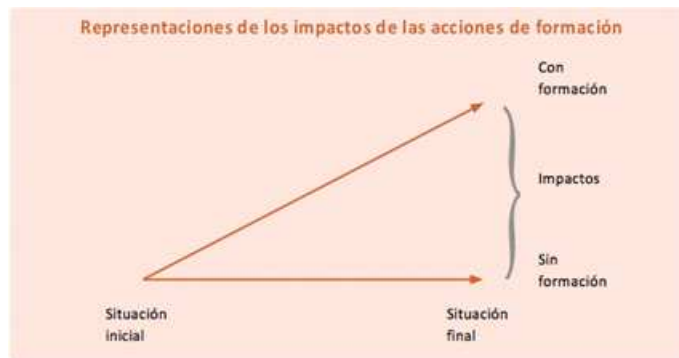


Figura 3-1.: Diagrama de impacto

Dentro de las evaluaciones de impacto con métodos cuantitativos, se dispone de tres tipos de diseño que pueden combinarse para construir una evaluación más eficiente en función de las características de cada caso. Los diseños más usuales son el experimental, el semi-experimental y el no experimental (Oficina Internacional del Trabajo 2017).

3.1.2. Productividad en MiPYME

La productividad se refiere a la capacidad que una empresa tiene de producir a menor costo que sus competidores, pero no por ello más clientes contratarán sus servicios.

3.2. Análisis factorial múltiple

El análisis factorial múltiple desarrollado por Escofier & Pagès (1992), es un método factorial adaptado al tratamiento de tablas de datos en las que un mismo conjunto de individuos se describe a través de varios grupos de variables.

Las técnicas factoriales se enmarcan dentro de las técnicas reductoras de la dimensionalidad inicial de la información existente. Con el Análisis Factorial Múltiple (AFM), se pretende explicar el comportamiento de los individuos en función de los datos que cada uno de ellos posee sobre un gran conjunto de variables.

Esta metodología de análisis como la describe Escofier & Pagès (1992), se caracteriza porque la información se presenta en forma de una tabla de datos donde un conjunto de individuos están descritos por un conjunto de variables agrupadas en diferentes subtablas (grupos). La única limitación radica en no mezclar en un mismo grupo, variables de diferente naturaleza.

Se pueden formar grupos de variables cuantitativas o cualitativas pero de ninguna forma se puede configurar un grupo activo de variables entremezclando ambos tipos. Esta importancia, sin embargo, no es imprescindible si el grupo de variables a formar no actúa en la formación de los factores sino sólo como descriptoras de la situación. En este sentido, ilustran el análisis y se les denomina conjuntamente grupo ilustrativo.

3.3. Notación

El siguiente sección del marco teórico es extraído de Becerra (2010). La matriz de datos, denotada por $\mathbf{Y}$, se considera estructurada en tres subtablas: $\mathbf{Y}_c$ para las variables cuantitativas, $\mathbf{Y}_q$ para las variables nominales y $\mathbf{Y}_o$ para las variables ordinales; la estructura de matriz $\mathbf{Y}$ es:

$$\mathbf{Y} = [\mathbf{Y}_c \ \mathbf{Y}_q \ \mathbf{Y}_o]$$

Si se requiere considerar grupos de variables en cada una de las subtablas, se induce una estructura de grupos. Es decir: $\mathbf{Y}_c = [\mathbf{Y}_{c1}, \dots, \mathbf{Y}_{cJ_c}]$ conjunto de variables cuantitativas; $\mathbf{Y}_q = [\mathbf{Y}_{q1}, \dots, \mathbf{Y}_{qJ_q}]$ conjunto de variables nominales y $\mathbf{Y}_o = [\mathbf{Y}_{o1}, \dots, \mathbf{Y}_{oJ_o}]$ conjunto de variables ordinales.

A partir de la matriz $\mathbf{Y}$ se construye la matriz $\mathbf{X}$ cuya estructura es:

$$\mathbf{X} = [\mathbf{X}_c \ \mathbf{X}_q \ \mathbf{X}_o],$$

donde

- $\mathbf{X}_c$ es la matriz que contiene las estandarizaciones de las variables cuantitativas de la matriz $\mathbf{Y}_c$, el término general de la matriz $\mathbf{X}_c$ es:

$$X_j = \frac{Y_j - \bar{Y}_j}{\sigma_{Y_j}}, \quad (3-1)$$

para $j = 1, 2, \dots, J_c$

- $\mathbf{Z}_q$ es la matriz en la forma de una tabla disyuntiva completa (TDC), la cual representa la codificación de variables cualitativas, en este caso variables nominales. El término general de esta matriz indicadora es $z_{ikj} = 1$ en presencia de la categoría y 0 en ausencia, los términos i, k, j indican:

- J número y conjuntos de variables, donde $J = J_c + J_q + J_o$, o bien $J = J_c \cup J_q \cup J_o$ los símbolos $I, J, J_c, J_q, J_o, K, K_j$, hacen referencia tanto al conjunto como al cardinal del conjunto, ver Bécue & Pagès (2008).
- K_j es el número total de categorías en un conjunto j , con Q_j variables en el conjunto.
- $I \times K_j$ es la tabla asociada a un conjunto j . $K = \sum_{j \in J} K_j$ número total de columnas de todos los J conjuntos.
- Las J tablas forman una tabla o conjunto global de tamaño $I \times K$.
- Para los J_c grupos o conjuntos de variables cuantitativas, los K_j son tanto el número de columnas como el número de variables.
- Para un grupo j con Q_j variables cualitativas (nominales u ordinales) el número total de columnas K_j representa el número total de categorías (modalidades) asumidas a través de las Q_j variables.
- Cruzando una fila i con una columna k en la tabla j tenemos:
 - Si j es un conjunto de variables cuantitativas, x_{ikj} es el valor asumido por el i -ésimo individuo, en la variable k .
 - Si j es un conjunto de variables cualitativas (nominales u ordinales), $z_{ikj} = 1$, si el i -ésimo individuo selecciona la modalidad k y 0 si no la selecciona.

El método AFM desarrollado por Escofier & Pages (1992), es un análisis en componentes principales (ACP) ponderado, que busca representar una nube de puntos en un espacio de menor dimensión, donde se conserven "lo mejor posible" las distancias entre individuos. Este objetivo es equivalente a buscar menor dispersión o variabilidad en el espacio donde se proyecta la nube.

El AFM, es uno de los métodos estadísticos multivariados con el que se puede analizar tablas de datos la cual contiene, J_c grupos o tablas de variables cuantitativas, J_q grupos o tablas de variables cualitativas (nominales) y los J_o grupos o tablas de variables cualitativas (ordinales), como la tabla de la figura **3-2**. El método AFM se desarrolla en dos etapas:

1. Análisis separados

Realizar ACP para cada uno de los J_c grupos o tablas de variables cuantitativas, y realizar un análisis de correspondencias múltiples (ACM) para cada uno de los J_q grupos o tablas de variables cualitativas (nominales) y los J_o variables cualitativas (ordinales). En el método AFM el tratamiento para los grupos o conjuntos de variables nominales y ordinales es el mismo.

En esta etapa se retiene en cada uno de los análisis, el mayor valor propio (llamado primer valor propio) denotado por λ_1^j (Escofier & Pagès 1992).

2. Análisis global

Es un **ACP**(**X**, **M**, **D**) donde las matrices **X**, **M** y **D** se estructuran así:

- **X**, es la matriz de datos transformados:

$$\mathbf{X} = [\mathbf{X}_c \ \mathbf{X}_q \ \mathbf{X}_o],$$

- **M**, es la matriz de métrica (ver Escofier & Pages (1982)):

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}^{J_c} & 0 & 0 \\ 0 & \mathbf{M}^{J_q} & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{M}^{J_o} \end{bmatrix} \quad (3-2)$$

donde $\mathbf{M}^{J_c}$ es la matriz de métrica para los conjuntos de variables cuantitativas conformada por J_c bloques, la matriz $\mathbf{M}^{J_c}$ tiene la siguiente forma:

$$\mathbf{M}^{J_c} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \ddots & & 0 \\ \vdots & & \mathbf{M}_j & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \mathbf{M}_c \end{bmatrix} \quad (3-3)$$

cada matriz $\mathbf{M}_j = \frac{1}{\lambda_1^j} \mathbf{I}_{K_j}$, donde $\mathbf{I}_{K_j}$ la matriz idéntica de orden $K_j \times K_j$ con $j \in J_c$.

$\mathbf{M}^{J_q}$ es la matriz de métrica para los conjuntos de variables nominales definida por J_q bloques, la matriz $\mathbf{M}^{J_q}$ tiene la forma:

$$\mathbf{M}^{J_q} = \begin{bmatrix} \mathbf{M}_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \ddots & & 0 \\ \vdots & & \mathbf{M}_j & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & \mathbf{M}_q \end{bmatrix} \quad (3-4)$$

cada matriz es de la forma $\mathbf{M}_j = \frac{1}{\lambda_1^j} \text{diag} \left(\frac{I_k}{IQ_j} \right)$, donde I_k es el número de individuos que seleccionan la categoría k , I es el número de individuos y Q_j es el número de variables cualitativas (nominales) en el grupo j .

La definición de la matriz de métrica $\mathbf{M}^{J_q}$, para los conjuntos de variables cualitativas (ordinales) definida por J_o bloques, es similar a la definida para las variables nominales.

- y $\mathbf{D}$ es la matriz de pesos:

$$\mathbf{D} = \frac{1}{I} \mathbf{I}_I$$

donde $\mathbf{I}_I$ es la matriz idéntica de tamaño $I \times I$, ver Escofier & Pagès (1992) y Lebart et al. (1995).

Del análisis global expresado como un ACP ponderado, la matriz de métrica $\mathbf{M}$, la matriz de pesos $\mathbf{D}$ y las coordenadas del individuo i sobre el primer eje factorial, se obtienen los valores de la primera componente principal, que expresada como una suma ponderada es:

$$F_1 = \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} \sum_{j \in J_c} \frac{1}{\lambda_1^j} \left[\sum_{k \in K_j} x_{ikj} G_1(kj) \right] + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} \sum_{j \in J_q} \frac{1}{\lambda_1^j Q_j} \left[\sum_{k \in K_j} z_{ikj} G_1(kj) \right] \\ + \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} \sum_{j \in J_o} \frac{1}{\lambda_1^j Q_j} \left[\sum_{k \in K_j} z_{ikj} G_1(kj) \right],$$

donde:

- λ_1^j es el primer valor propio del análisis del grupo j .

- λ_1 es el primer valor propio del análisis global.
- $G_1(kj)$ son las coordenadas factoriales de las variables para kj que representa la variable k perteneciente al grupo j .

La suma ponderada o combinación lineal ?? se puede reescribir de la siguiente forma:

$$F_1 = \sum_{j \in J_c} \sum_{k \in K_j} \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} \frac{1}{\lambda_1^j} [x_{ikj} G_1(kj)] + \sum_{j \in J_q} \sum_{k \in K_j} \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} \frac{1}{\lambda_1^j Q_j} [z_{ikj} G_1(kj)] \\ + \sum_{j \in J_o} \sum_{k \in K_j} \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} \frac{1}{\lambda_1^j Q_j} [z_{ikj} G_1(kj)]$$

De manera general, la primera componente principal del método AFM es:

$$F_1 = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K_j} m_{kj} u_{kj} x_{ikj} \quad (3-5)$$

donde m_{kj} es la métrica en la nube de individuos:

$$m_{kj} = \begin{cases} \frac{1}{\lambda_1^j}, & \text{si } j \in J_c \\ \frac{I_K}{\lambda_1^j Q_j}, & \text{si } j \in J_q \text{ o } j \in J_o \end{cases} \quad (3-6)$$

u_{kj} es el primer vector propio asociado a la solución $\mathbf{X}'\mathbf{D}\mathbf{X}\mathbf{M}u_{kj} = \lambda_1 u_{kj}$ en la nube de individuos:

$$u_{kj} = \frac{1}{\sqrt{\lambda_1}} G_1(kj) \quad (3-7)$$

x_{ikj} es el término general de la matrix $\mathbf{X}$:

$$x_{ikj} = \begin{cases} \frac{y_{ikj} - \bar{y}_{kj}}{\sigma_{kj}} & \text{o } y_{ikj} - \bar{y}_{kj}, \text{ si } j \in J_c \\ \frac{I_{z_{ikj}}}{I_k} & \text{si } j \in J_q \text{ o } j \in J_o \end{cases} \quad (3-8)$$

La suma ponderada o combinación lineal, también se escribe como:

$$F_1(i) = \sum_{j \in J} \sum_{k \in K_j} a_{kj} x_{ikl}, \quad (3-9)$$

donde,

$$a_{kj} = m_{kj}u_{kj} \quad (3-10)$$

Esta suma ponderada o combinación lineal es la primera componente principal obtenida con el método AFM, cuando esta componente representa un factor tamaño (consultar Escofier & Pages (1982))

El AFM proporciona, además de los resultados clásicos del ACP, medidas globales de relación entre los grupos, basados en los coeficientes RV y Lg, que permiten cuantificar la semejanza global existente entre grupos de indicadores parciales (Abdi 2007). El coeficiente RV (Abdi 2007) puede ser utilizado como medida de similitud entre dos configuraciones; se define como el producto escalar entre pares de matrices (el producto de Hilbert-Schmidt); este producto escalar induce una norma y, por lo tanto, una distancia.

Si la correlación vectorial entre dos matrices es igual a la unidad, eso significa que ambas matrices son equivalentes en el sentido de que ambas estructuras son congruentes; cuanto más próximo a uno, más similares las estructuras. Mientras que, si es igual a cero significa que no existe relación entre las variables de los dos grupos considerados.

Esta medida es completada con los coeficientes Lg (Escofier & Pagès 1992) que pueden ordenarse en una matriz de orden $K \times K$ y miden la dimensionalidad (número de factores de inercia considerable) de cada grupo.

Estos coeficientes toman el valor cero cuando no existe relación entre los grupos y no tienen cota superior; es decir, son más grandes cuanto más multidimensionales sean las tablas analizadas y presenten mayor cantidad de dimensiones comunes y próximas a las direcciones de inercia más importante de cada tabla.

3.4. Coeficiente Rv y Lg

Medidas globales de relación entre los grupos, basadas en el coeficiente RV de Escoufier (Abdi 2007). Este coeficiente se obtiene a partir de los coeficientes de correlación lineal entre dos variables cualesquiera. Su valor está comprendido entre 0 (no existe relación entre las variables de los dos grupos considerados) y 1 (las nubes que representan a los grupos son homotéticas). Para dos grupos cualesquiera j y h se tiene:

$$Rv = \frac{< W_j D, W_h D >}{||W_j D|| ||W_h D||} = \frac{\text{traza}(W_j D W_h D)}{||W_j D|| ||W_h D||} \quad (3-11)$$

Siendo $W_j D = X_j X_j' D$ donde X_j es la matriz asociada al grupo j de variables, D una matriz diagonal que recoge los pesos de los individuos. La norma de $W_j D$ se expresa como $||W_j D|| = \sqrt{\sum (\lambda_s^j)^2}$ donde λ_s^j es el j -ésimo valor propio del análisis de la tabla j . El numerador representa los productos escalares entre los representantes de los grupos.

Esta medida es completada con los coeficientes Lg (Escofier & Pagès 1992).

$$Lg(W_j D, W_h D) = < W_j D, W_h D > \quad (3-12)$$

El producto escalar se interpreta como una medida de la relación entre los grupos. Del estudio de estos coeficientes se puede deducir o rechazar la estabilidad de los resultados obtenidos.

4. Metodología

En esta sección se describe los pasos que se consideran pertinentes destacar para alcanzar los objetivos trazados en el presente trabajo de grado.

4.1. Población objeto de estudio

La población objeto de estudio son empresas MiPyMe del sector de autopartes y motopartes de cuatro departamentos de Colombia (Antioquia, Valle, Cundinamarca y Eje Cafetero) que se encuentran ligados al proyecto de extensión tecnológica.

4.2. Obtención de datos

La información de las variables de los procesos productivos y operativos de las empresas ligadas a un proyecto de extensión tecnológica, se ha recolectado a través de personal experto en cada uno de los procesos con las que trabajan las empresas vinculadas al proyecto, (Finanzas, Logística, Producción y Gestión Humana) en donde cada experto revisa los registros para generar una base de datos de toda la información de dichas variables de estudio con las que se harán los análisis respectivos de este trabajo.

4.3. Estructura de la base de datos

La base de datos para las variables que miden la operación y productividad de las empresas está presenta la siguiente forma:

Se tienen tres años (2013, 2014, 2015) divididos en periodos de seis meses, en donde se registra la información de 71 empresas en 19 variables cuantitativas longitudinalmente para cada uno de los semestres en donde se recolecto la información, divididas en 5 procesos productivos: Finanzas, Producción, Logística, Gestión Humana y Mercadeo, y una variable

cualitativa que caracteriza la empresa según su tipo de intervención. (Individual o Control).

Empresa	2013-1				...	2015-2			
	V1	V2	...	V17		V1	V2	...	V17
E1	X _{1.1.1}	X _{1.2.1}	...	X _{1.17.1}	...	X _{1.1.6}	X _{1.2.6}	...	X _{1.17.6}
E2	X _{2.1.1}	X _{2.2.1}	...	X _{2.17.1}	...	X _{2.1.6}	X _{2.2.6}	...	X _{2.17.6}
E3	X _{3.1.1}	X _{3.2.1}	...	X _{3.17.1}	...	X _{3.1.6}	X _{3.2.1}	...	X _{3.17.6}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	...	⋮	⋮	⋮	⋮
E71	X _{71.1.1}	X _{71.2.1}	...	X _{71.17.1}	...	X _{71.1.6}	X _{71.2.6}	...	X _{71.17.6}

Figura 4-1.: Ejemplo estructura base de datos

En la figura 4-1 y 4-2 se presenta la estructura que tiene la base de datos para los 6 semestres de estudio:

EMP	INT	2013-1				2013-2				...	2015-2			
		INV.PRO	UNL.DISP	PD.BUE	VEL.NON	INV.PRO	UNL.DISP	PD.BUE	VEL.NON		INV.PRO	UNL.DISP	PD.BUE	VEL.NON
78	INDIVIDUAL	77.5	271.2	164.8	1.6	162.5	343	178.2	1.8	...	48.1	0	59.3	2.2
80	INDIVIDUAL	59.8	36049	36048.8	6.1	59.4	41620.7	43794.3	6.1		61.2	19023.5	38557.3	5.3
83	INDIVIDUAL	0	0	7189.3	86	0	0	9662.8	86		201.1	0	13684.8	123.8
89	INDIVIDUAL	670.3	115.8	110411.8	20.6	673	110.7	149970.2	20.6		658.6	128749.7	96348.5	824
91	INDIVIDUAL	71.2	200000	273685	110.7	78.8	200000	269943.5	110.7		159.4	34452.2	185466.5	10.5
93	INDIVIDUAL	9	450.7	4239.8	31.5	6	357.2	4983.5	31.5		0	0	6089.9	63
95	INDIVIDUAL	0	0	8.5	0.1	0	0	3.7	0.1		0	0	0.8	0
104	INDIVIDUAL	474.7	1424781.3	695021	240.3	397	1271933	1316750.8	302.7		477.1	1514573.5	1798828.8	1785.3
112	INDIVIDUAL	0	0	34.2	0	0	0	47.6	0		0	0	0	0
115	INDIVIDUAL	934.6	6122114.9	1700695.7	402	950.8	5916521.7	1813649.3	402		737.7	5620971.9	1777064.7	447.5
116	INDIVIDUAL	0	0	35.7	0	0	0	41.7	0		0	0	33.8	0
124	INDIVIDUAL	162.2	99701.8	99701.8	672	154.1	109577.2	109577.4	672		0	0	71509.2	643.6
126	INDIVIDUAL	23.8	0	1709.3	40	30.6	0	1867.2	40		0	0	2508.3	50
132	INDIVIDUAL	5	20	18.8	0.4	5	20	13.3	0.4		17	212.8	29.2	0.4
134	INDIVIDUAL	0	29392.3	21391.8	208.3	0	18833.3	46330.2	208.3		0	0	74838.5	208
136	INDIVIDUAL	78.4	78.4	143302.7	3720	82.9	82.9	134356.8	3720		79.6	217.4	81415	3720
149	INDIVIDUAL	0	27.4	5936.5	2	0	45.7	6475	2		1547.3	0	53.3	0
165	INDIVIDUAL	136	23900	14783.3	180	174	131616.7	11533.3	180		69.7	188897.2	9545.7	120
171	INDIVIDUAL	1800.5	1689.2	15440.8	0	1783.5	1689.2	14263.8	0		1710.2	1791.1	13896	156
178	INDIVIDUAL	194.4	194.4	1223.8	15.7	202.5	202.5	1231.6	15.7		229.3	229.3	496.7	6.6

Figura 4-2.: Ejemplo estructura base de datos

4.4. Depuración de la base de datos

Inicialmente se tiene una base de datos conformadas por 137 empresas del sector MiPyMe (Micro, Pequeña y Medianas empresas). En una etapa inicial se excluyen las empresas que no registraron de forma completa y correcta las variables con las cuales se realizó la medición (ver tabla 4-1) y empresas que registraron inicialmente sus mediciones, pero que en el segundo periodo no continuaron con el proyecto o dejaron de suministrar información. Finalmente, y

después del proceso de depuración, se obtiene un registro total de 71 empresas con las cuáles se hará todo el trabajo respectivo de medir el impacto del proyecto.

4.5. Variables de estudio

Aunque este trabajo es de tipo descriptivo, no se puede hacer uso de herramientas de la estadística descriptiva como medidas de tendencia central o de posición puesto que las empresas involucradas en la base de datos son altamente heterogéneas debido a que se involucran empresas pequeñas, medianas y grandes, pero se usa un análisis factorial para estudiar el comportamiento de las empresas. Las variables que se desean evaluar pertenecen a cuatro procesos diferentes los cuales son: Producción, Logística, Finanzas y Gestión Humana. Dentro de cada proceso se evalúa las siguientes variables.

Tabla 4-1.: Variables evaluadas

PROCESO	VARIABLE	ETIQUETA
Producción	Producción buena	PD.BUE
	Velocidad Nominal	VEL.NON
	tiempo total pagado (OEE)	T.T.P_1
	Producción Defectuosa	PD.DEF
	Producción Total Mensual	PD.T.M
	Horas Hombre	H.H
	Horas Maqui	H.M
	Flujo de Materias Primas, insumos intermedios	F.M.P
	Costo de energía	ENER
Logística	Inventario promedio	INV.PRO
	Unidades disponibles	UNI.DISP
Finanzas	Ventas netas.	V.N
	Costos	Costos
	Gastos de Administración	G.A
	Gastos de Ventas	G.V
Gestión Humana	No. Horas de Ausentismo	H.AU
	Total Horas Hombre	T.H.H

En la tabla 4-1 se muestra las variables involucradas que se evaluarán, en donde son un

total de 17, variables que son de forma cuantitativa.

Para el desarrollo del proyecto se definieron una serie de variables críticas de cada uno de los procesos productivos de las compañías, los cuales serán utilizados como base para medir el impacto generado por el programa de ET, a continuación, se describen las variables definidas:

Ventas netas

Corresponde a los ingresos mensuales que perciben las empresas por el desarrollo de sus actividades ordinarias. Surge de la deducción de los descuentos y rebajas al precio de venta al público de los bienes y/o servicios ofrecidos.

Costos

Es el importe económico consumido para la fabricación del bien y/o servicio producido por las empresas, el cual sirve como base para la determinación del precio de venta. Los costos incluyen los precios de las materias primas, la mano de obra directa e indirecta utilizada para la fabricación del producto y los costos de depreciación de la maquinaria.

Gasto de Administración

Es referente al conjunto de desembolsos en lo que han incurrido las empresas para la ejecución de la dirección y control de las mismas; es decir para el desenvolvimiento administrativos de las entidades y comprenden: impuestos, honorarios, gastos de personal, entre otros.

Gasto de Ventas

Corresponde a todas las erogaciones incurridas por las empresas para la promoción, realización y desarrollo de las operaciones de venta; entre ellas se incluyen sueldos del personal de ventas, fletes de la mercancía vendida, comisiones de los agentes, etc.

Horas de ausentismo

Indican las horas de faltas o ausencias de los empleados en el trabajo; estas faltas pueden ser originadas por motivos personales, problemas económicos, poca motivación y/o poca supervisión. Esta variable resulta importante su análisis dado que es un fenómeno costoso en el que deben incurrir las empresas y que finalmente afecta su productividad y su utilidad neta.

Total Horas Hombre

Son la cantidad de horas utilizadas en el periodo para la ejecución de la totalidad de las operaciones de la empresa.

Producción Buena

Corresponde la cantidad total de productos en buen estado o de buena calidad, dependiendo de los estándares estipulados por la empresa, resultantes de una línea de producción de determinado proceso.

Velocidad nomina

Tiempo en el que se incurre, a lo largo de la línea de producción, para la elaboración de un bien.

Producción Defectuosa

hace referencia a los productos de determinada maquina o línea de producción, que salen con imperfectos que afectan la calidad del producto y que no son posibles de corregir, o que siendo posible por su costo no resulta práctico ni conveniente.

Producción Total Mensual

Es el total que ha producido la empresa en determinado producto, según su maquinaria o línea de producción, en este total están incluidas la producción buena y la producción defectuosa.

Horas Hombre

En el trabajo, una hora-hombre o una hora-persona es una unidad de estimación del esfuerzo necesario para realizar una tarea cuya unidad equivale a una hora de trabajo ininterrumpido de un trabajador medio.

Flujos de materias prima

El análisis del flujo de materiales es un inventario sistemático de la forma en que un elemento químico, compuesto o material está transitando a través de su ciclo de vida natural o económico. Usualmente el análisis del flujo de materiales está basado en los principios de balance físico.

Inventario Promedio

Significa las veces que rota la mercancía que tiene la empresa que se encuentra en stock. Con este método lo que se hace es determinar un promedio, sumando los valores existentes en el inventario con los valores de las nuevas compras, para luego dividirlo entre el número de unidades existentes en el inventario incluyendo tanto los inicialmente existentes, como los de la nueva compra.

Unidades disponibles

Hace referencia a las unidades que tiene la empresa de determinado producto en bodega (stock).

4.6. Análisis estadístico

Dichas variables fueron monitoreadas durante 6 semestres; 2013-I (primer semestre del 2013) hasta 2015-II (segundo semestre del 2015), en donde se hace uso del análisis factorial múltiple (escofier) en el cual se organiza la base datos en 6 tablas, donde cada tabla corresponde a un semestre y en ella contiene las 17 variables que se menciona en la tabla 4-1. Cada fila de la base corresponde a una empresa, la cual va entre 1 a 71 empresas.

Se contempla una variable indicadora llamada "*Intervencion*" que define un grupo de empresas a las cuales se le realizó un tipo de intervención individual, el cual consistió en un acompañamiento directo a 43 empresas en cada uno de los procesos que manejan; el otro grupo conformado por 28 empresas a las cuales no se les realizó ningún tipo de intervención o acompañamiento, el cual se le denomina grupo control.

$$Intervencion = \begin{cases} 1 & SI \text{ se realiza intervencion(individual)} \\ 0 & NO \text{ se realiza intervencion(Control)} \end{cases} \quad (4-1)$$

Inicialmente con el AFM se hace un Análisis de Componentes Principales (ACP) para cada semestre por separado, es decir, que se realiza un total de 6 ACP's, los cuales se denominan análisis parciales y de los cuales se destacan los valores propios que tiene un papel importante en la ponderación de cada tabla para una fase del análisis simultaneo de los 6 grupo activos y se introduce la variable indicadora *Intervencion* como variable suplementaria, denominando esta fase como el análisis global.

4.7. Análisis de la interestructura

Por medio del análisis de la interestructura se puede analizar de forma comparativa los periodos que se consideran, analizando en conjunto los grupos de variables correspondientes a cada semestre para identificar cuales presentan semejanzas en sus estructuras y cuales presentan discrepancias. Lo interesante de este análisis en el ámbito longitudinal es que, de acuerdo a la trayectoria trazada por los grupos, se puede evaluar la pertinencia del programa en las empresas.

4.8. Análisis de la trayectoria de los individuos

Por medio de las trayectorias de las empresas entre las dimensiones, se puede evaluar el comportamiento o evolución de estas en el periodo de estudio. Es así que, para identificar si el proyecto tuvo o no impacto, se toman empresas pertenecientes a la modalidad individual, que son las empresas a las cuales se intervinieron, y se compara con empresas de la modalidad control que coincidan con características similares en su actividad económica, ventas, productos, etc., y observar si se evidencia una movilidad positiva de acuerdo a las variables operativas y productivas del estudio.

4.9. Herramienta computacional

Este Análisis Factorial Múltiple fue ejecutado utilizando el programa estadístico R (Team 2000) usando la librería FactoMineR (Lê et al. 2008).

5. Resultados

En el siguiente capítulo se presentará la aplicación del análisis Factorial Múltiple con el cual se pretende evaluar, en donde el programa de extensionismo tecnológico

Al ser este trabajo de tipo descriptivo, como se mencionaba en la metodología en el punto 3.4, utilizar herramientas de tendencia central no sería conveniente dado a la heterogeneidad de los datos, en actividad, tamaño ingresos entre otras variables.

En los anexos A se muestran los diagramas de caja de la distribución de las variables que se consideran en este trabajo. En estos gráficos se muestra la alta heterogeneidad de las variables consideradas y fuerte asimetría positiva, lo cual indica que en la muestra hay una gran concentración de empresas pequeñas.

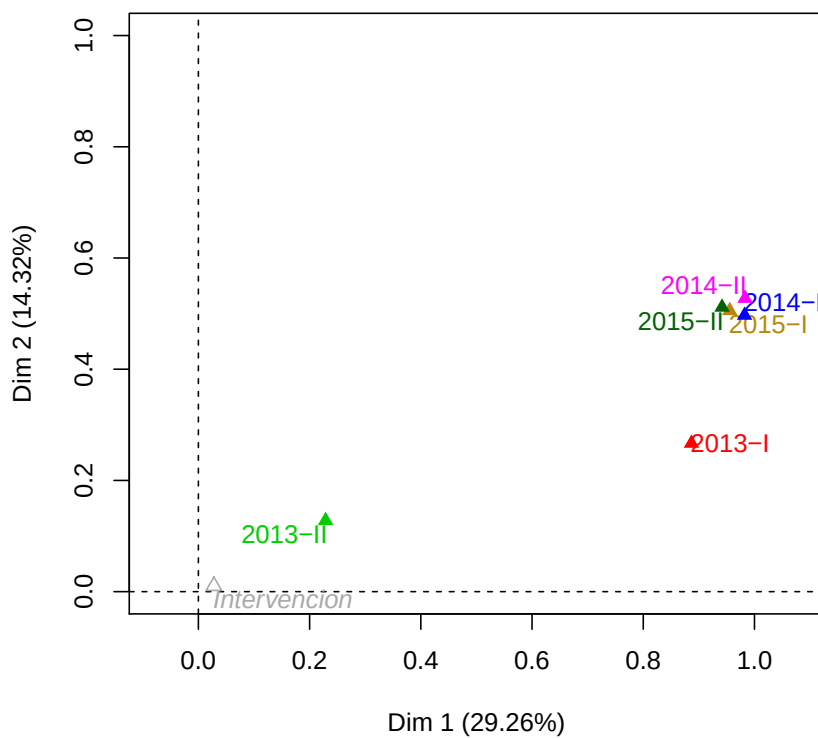
5.1. AFM-0 con todas los periodos como grupos activos

Inicialmente se contemplan todos los 6 periodos (2013-I, 2013-II, 2014-I, 2014-II, 2015-I, 2015-II) en los que se realizó el diagnóstico y el seguimiento al grupo de empresas del sector MiPyMe (Micro, Pequeña y Medianas empresas), en donde cada periodo es considerado como una tabla con 17 variables que miden la productividad de las empresas.

En el gráfico **A-5** se muestra la representación de las tablas de variables, en donde se incluye la variable indicadora *Intervención* como grupo suplementaria, con el fin de que este no participe en la conformación de los ejes factoriales. En la tabla **5-1** se muestra algunos indicadores que soportan la interpretación del análisis de interestructura

Tabla 5-1.: Coordenadas e indicadores de ayuda para todos los grupos activos

	Coordenadas			Contribuciones			Coseno2		
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3
2013-I	0,89	0,27	0,32	17,81	10,95	24,58	0,50	0,05	0,07
2013-II	0,23	0,13	0,02	4,59	5,25	1,60	0,05	0,01	0,00
2014-I	0,98	0,50	0,29	19,73	20,40	22,18	0,64	0,16	0,06
2014-II	0,98	0,53	0,21	19,75	21,65	15,74	0,63	0,18	0,03
2015-I	0,96	0,51	0,23	19,20	20,75	17,90	0,59	0,16	0,04
2015-II	0,94	0,51	0,23	18,92	21,00	18,00	0,54	0,16	0,03

**Figura 5-1.:** Representación de los grupos activos y suplementario en el primer plano factorial

En una primera aproximación se tiene que los dos primeros ejes factoriales acumulan el 43.6 % de la inercia total. En el primer plano factorial (gráfico **A-5**) se destaca que la variable suplementaria *Intervencion* se encuentra ubicada muy cercana al origen, lo cual indica que esta variable no es representativa en estas componentes y por la cual no se puede evaluar el impacto de la intervención en el seguimiento de las empresas.

Como la variable *Intervencion* no es representativa de las componente principales que se considera, entonces no se puede asociar esta variable a ninguno de los periodos de seguimiento y mucho menos se podría describir la relación entre esta variable y las variables operativas y productivas de las empresas. Por tal motivo se excluye del análisis.

Otro aspecto importante de resaltar en esta primera aproximación es la cercanía de las mediciones del segundo semestre del 2013 (2013-II) al origen y a su vez alejado del cluster conformado por los demás periodos. Esto se debe a que en la etapa inicial del proyecto que fue en el 2013, donde algunas empresas no llevaban una cultura de medición exacta de las variables de los procesos productivo y operativos de la empresa, por tal motivo se genera una variabilidad o una mayor inercia ficticia. Para no afectar el análisis se decide tomar los dos semestres del año 2013 (2013-I, 2013-II) como grupos o tablas suplementarias, en tal caso se tendría únicamente los años 2014 y 2015 como grupos activos.

5.2. AFM-1 con los periodos de los años 2014 y 2015 como grupos activos

Tabla 5-2.: Inercia por componente del análisis global del AFM-1 con las tablas del 2013 como suplementaria

	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6	Dim.7
Varianza	3,921	2,037	1,019	0,716	0,6	0,555	0,459
% de Var.	31,638	16,432	8,225	5,779	4,845	4,478	3,707
% de Var. Acumulado	31,638	48,07	56,295	62,074	66,919	71,396	75,104

En el grafico **5-2** se observa el diagrama de barra de los valores propio del análisis global del AFM-1 con las tablas del año 2013 como suplementaria, en el cual se puede observar que los tres primeros valores propios son mayores al valor 1. Por otro lado en la tabla **5-2** se muestra de nuevo los valores propios, la proporción de varianza explicada por cada eje factorial y la

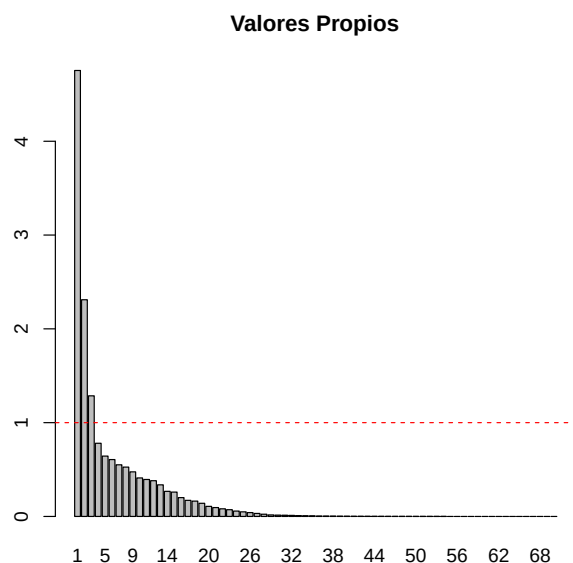


Figura 5-2.: Diagrama de barra de los valores propio del análisis global del AFM con las tablas del 2013 como suplementaria

proporción de varianza explicada acumulada en cada eje factorial. Donde se resalta que el primer componente principal acumula el 31 %, el segundo 15 % y el tercero 8 %. Es así como se toman los tres primeros ejes factoriales con los cuales se logra capturar un 54,6 % de la inercia total.

5.2.1. Análisis Interestructural

Por medio del análisis interestructural se desea monitoriar el comportamiento del grupo de variables de los procesos de las empresas de forma longitudinal.

Inicialmente se había decidido tomar el segundo semestre del 2013 como grupo suplementario, pues este presenta un comportamiento singular que se aleja de la trayectoria del resto de semestres evaluados. En cuanto a los valores del coeficiente RV (ver **5-3**) se observa que periodos o semestres cercanos, presentan alta correlación y esta decrece a medida aumenta la distancia entre los semestres evaluados. El Semestre 2 del 2013 presenta baja correlación con los otros semestres, por ejemplo, la correlación más altas con respecto a 2013-II son 2013-I, 2014-I y 2014-II con de 0.29, 0.24 y 0.22 respectivamente. Por tal motivo dicho

Tabla 5-3.: Coeficiente Rv

	Intervención	2013-I	2013-II	2014-I	2014-II	2015-I	2015-II	MFA
Intervención	1	0,077	0,024	0,059	0,052	0,041	0,043	0,06
2013-I	0,077	1	0,29	0,762	0,687	0,624	0,587	0,799
2013-II	0,024	0,29	1	0,244	0,222	0,19	0,176	0,244
2014-I	0,059	0,762	0,244	1	0,938	0,848	0,823	0,953
2014-II	0,052	0,687	0,222	0,938	1	0,879	0,865	0,953
2015-I	0,041	0,624	0,19	0,848	0,879	1	0,98	0,946
2015-II	0,043	0,587	0,176	0,823	0,865	0,98	1	0,93
MFA	0,06	0,799	0,244	0,953	0,953	0,946	0,93	1

periodo no aportará mayor información al análisis factorial, dado que para el año 2013 inicia el proyecto sobre las empresas por tal motivo muchas empresas no presentan la cultura de los datos que presentan después de la intervencion de las empresas.

Tabla 5-4.: Coordenadas e indicadores de ayuda para los grupos activos

	Coordenadas			Contribuciones			Coseno2		
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3
2014-I	0,98	0,5	0,29	20,61	21,5	22,57	0,64	0,16	0,06
2014-II	0,99	0,53	0,21	20,73	22,87	16,06	0,64	0,18	0,03
2015-I	0,97	0,51	0,24	20,3	21,85	18,25	0,6	0,16	0,04
2015-II	0,95	0,51	0,24	20,06	22,22	18,31	0,56	0,16	0,03

5.2.2. Análisis Intraestructural

En la tabla 5-4 se muestra las coordenadas, las contribuciones y los cosenos cuadrado de de las primeras tres componentes principales de las variables activas, donde se resalta que todos los grupos contribuyen casi por igual a la conformación del primer eje factorial, estas contribuciones van entre 20.1 % (semestre 2015-II) a 20.7 % (semestre 2014-II).

El segundo eje factorial también es conformado equitativamente por todos los grupos de variables. Se observa en la representación gráfica (figura 5-3) que la variable intervención y el grupo 2013-II que son grupos suplementarios, se encuentran ubicadas en el centro del

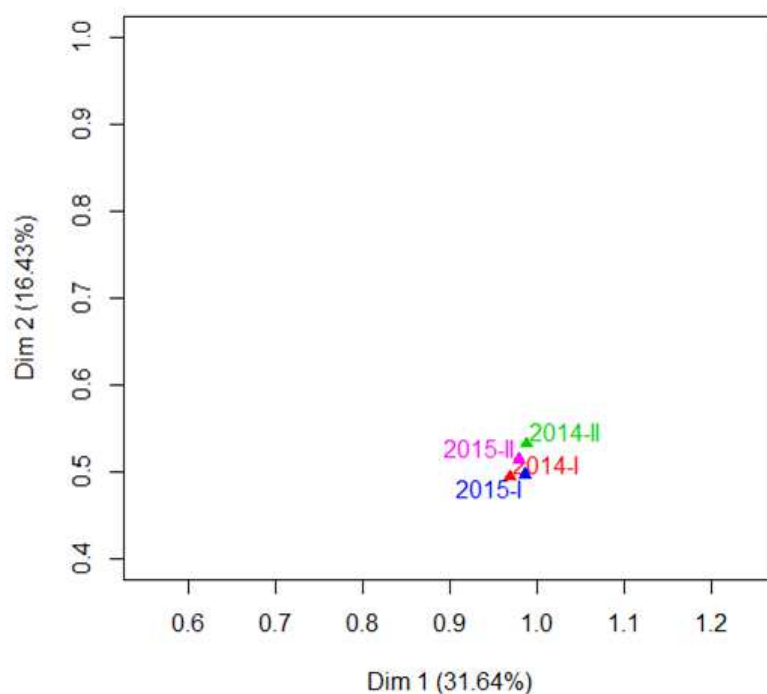


Figura 5-3.: Representación de los grupos activos y suplementario en el primer plano factorial

primer plano factorial, lo cual indica por parte del grupo de semestre 2013-II que es la línea de comparación la evolución encuaneto al manejo y disposición de la información desde que se implementa el programa. Se aprecia también en el plano factorial un cluster de los grupos de semestres 2014-I, 2014-II, 2015-I y 2015-II. Lo cual quiere decir que no existe cambio sustanciales en la evolución empresas en cuanto a las variables de los procesos productivo y operativos en el grupo de empresas dentro de esos años.

En cuanto al desempeño de las variables en cada eje factorial, en las tablas 5-5, 5-6 y 5-7 se muestra las coordenadas, las contribuciones y las correlaciones de las variables evaluadas. De acuerdo al primer componente se tiene que las variables: Ventas Netas se encuentra entre las más contribuyen a este eje con Venta neta en el periodo 2015-II con 3.3 %, en el periodo 2015-I con 3,3 %. Otra variable que contribuye a la conformación del primer eje factorial es el costo en los periodos 2015-I, 2015-II, 2014-II y 2014-I con contribuciones respectivas de

Tabla 5-5.: Indicadores de AFM por variables

¹	Coordenadas			Contribucion			Correlaci	
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2
INV.PRO.2	0,599	-0,472	-0,096	1,573	1,882	0,155	0,599	-0,472
UNI.DISP.2	0,514	0,612	0,063	1,158	3,161	0,067	0,514	0,612
PD.BUE.2	0,61	0,749	-0,055	1,629	4,728	0,05	0,61	0,749
VEL.NON.2	0,064	0,326	-0,572	0,018	0,895	5,51	0,064	0,326
T.T.P_1.2	0,313	0,006	0,512	0,43	0	4,423	0,313	0,006
PD.DEF.2	0,495	0,598	0,062	1,073	3,02	0,064	0,495	0,598
PD.T.M.2	0,651	0,677	-0,106	1,856	3,869	0,188	0,651	0,677
H.H.2	0,001	0,083	0,64	0	0,058	6,905	0,001	0,083
H.M.2	0,131	0,08	0,536	0,075	0,054	4,849	0,131	0,08
F.M.P.2	0,293	-0,053	0,225	0,376	0,024	0,853	0,293	-0,053
ENER.2	0,066	0,016	-0,117	0,019	0,002	0,231	0,066	0,016
V.N.2	0,844	-0,46	-0,06	3,124	1,786	0,06	0,844	-0,46
Costos.2	0,849	-0,445	-0,04	3,162	1,668	0,027	0,849	-0,445
G.A.2	0,772	-0,219	-0,204	2,608	0,404	0,702	0,772	-0,219
G.V.2	0,7	-0,526	-0,149	2,146	2,334	0,375	0,7	-0,526
H.AU.2	0,768	0,05	0,195	2,587	0,021	0,641	0,768	0,05
T.H.H.2	0,808	-0,207	0,173	2,861	0,361	0,502	0,808	-0,207
INV.PRO.3	0,642	-0,476	-0,096	1,846	1,951	0,16	0,642	-0,476
UNI.DISP.3	0,53	0,616	0,069	1,258	3,274	0,083	0,53	0,616
PD.BUE.3	0,589	0,777	-0,065	1,554	5,202	0,072	0,589	0,777
VEL.NON.3	0,061	0,325	-0,573	0,017	0,913	5,651	0,061	0,325
T.T.P_1.3	-0,007	0,027	0,342	0	0,006	2,017	-0,007	0,027
PD.DEF.3	0,483	0,62	0,061	1,045	3,313	0,065	0,483	0,62
PD.T.M.3	0,637	0,71	-0,122	1,816	4,35	0,255	0,637	0,71
H.H.3	0,019	0,072	0,656	0,002	0,044	7,407	0,019	0,072
.2	corresponde a 2014-I							
.3	corresponde a 2014-II							
.4	corresponde a 2015-I							
.5	corresponde a 2014-II							

Tabla 5-6.: Indicadores de AFM por variables

	Coordenadas			Contribucion			Correlacion		
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3
H.M.3	0,045	-0,033	0,203	0,009	0,009	0,711	0,045	-0,033	0,203
F.M.P.3	0,259	-0,058	0,246	0,301	0,029	1,043	0,259	-0,058	0,246
ENER.3	0,076	0,026	-0,117	0,026	0,006	0,237	0,076	0,026	-0,117
V.N.3	0,857	-0,453	-0,059	3,291	1,767	0,06	0,857	-0,453	-0,059
Costos.3	0,861	-0,445	-0,028	3,322	1,709	0,013	0,861	-0,445	-0,028
G.A.3	0,765	-0,26	-0,234	2,624	0,585	0,945	0,765	-0,26	-0,234
G.V.3	0,734	-0,542	-0,161	2,413	2,533	0,448	0,734	-0,542	-0,161
H.AU.3	0,744	0,094	0,25	2,48	0,076	1,076	0,744	0,094	0,25
T.H.H.3	0,843	-0,204	0,217	3,184	0,359	0,815	0,843	-0,204	0,217
INV.PRO.4	-0,072	0,046	-0,19	0,024	0,019	0,651	-0,072	0,046	-0,19
UNI.DISP.4	0,465	0,625	0,093	1,018	3,546	0,158	0,465	0,625	0,093
PD.BUE.4	0,606	0,768	-0,034	1,732	5,345	0,021	0,606	0,768	-0,034
VEL.NON.4	0,068	0,316	-0,585	0,022	0,907	6,201	0,068	0,316	-0,585
T.T.P.1.4	-0,056	0,041	0,286	0,015	0,015	1,48	-0,056	0,041	0,286
PD.DEF.4	0,49	0,671	0,068	1,13	4,084	0,083	0,49	0,671	0,068
PD.T.M.4	0,647	0,723	-0,083	1,97	4,744	0,125	0,647	0,723	-0,083
H.H.4	-0,004	0,057	0,587	0	0,03	6,243	-0,004	0,057	0,587
H.M.4	0,149	0,09	0,563	0,104	0,074	5,751	0,149	0,09	0,563
F.M.P.4	0,103	-0,071	0,303	0,05	0,046	1,661	0,103	-0,071	0,303
ENER.4	-0,006	-0,035	0,28	0	0,011	1,424	-0,006	-0,035	0,28
V.N.4	0,888	-0,385	-0,044	3,715	1,342	0,035	0,888	-0,385	-0,044
Costos.4	0,883	-0,39	-0,02	3,673	1,382	0,007	0,883	-0,39	-0,02
G.A.4	0,829	-0,264	-0,188	3,235	0,632	0,641	0,829	-0,264	-0,188
G.V.4	0,751	-0,457	-0,168	2,656	1,898	0,51	0,751	-0,457	-0,168
H.AU.4	0,724	0,079	0,142	2,47	0,057	0,364	0,724	0,079	0,142

Tabla 5-7.: Indicadores de AFM por variables

	Coordenadas			Contribucion			Correlacion		
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3
T.H.H.4	0,842	-0,163	0,2	3,34	0,242	0,728	0,842	-0,163	0,2
INV.PRO.5	-0,073	0,047	-0,189	0,027	0,021	0,691	-0,073	0,047	-0,189
UNI.DISP.5	0,478	0,641	0,107	1,147	3,975	0,222	0,478	0,641	0,107
PD.BUE.5	0,603	0,756	-0,075	1,827	5,521	0,107	0,603	0,756	-0,075
VEL.NON.5	0,066	0,313	-0,585	0,022	0,944	6,613	0,066	0,313	-0,585
T.T.P.1.5	-0,057	0,038	0,29	0,016	0,014	1,628	-0,057	0,038	0,29
PD.DEF.5	0,475	0,616	0,09	1,132	3,672	0,158	0,475	0,616	0,09
PD.T.M.5	0,643	0,706	-0,116	2,073	4,815	0,261	0,643	0,706	-0,116
H.H.5	-0,016	0,042	0,505	0,001	0,017	4,924	-0,016	0,042	0,505
H.M.5	0,143	0,072	0,571	0,103	0,051	6,29	0,143	0,072	0,571
F.M.P.5	0,112	-0,074	0,328	0,063	0,054	2,077	0,112	-0,074	0,328
ENER.5	-0,004	-0,039	0,287	0	0,015	1,588	-0,004	-0,039	0,287
V.N.5	0,867	-0,414	-0,035	3,772	1,654	0,024	0,867	-0,414	-0,035
Costos.5	0,852	-0,404	-0,009	3,647	1,579	0,002	0,852	-0,404	-0,009
G.A.5	0,769	-0,23	-0,21	2,971	0,513	0,851	0,769	-0,23	-0,21
G.V.5	0,748	-0,46	-0,172	2,806	2,044	0,574	0,748	-0,46	-0,172
H.AU.5	0,646	-0,012	0,145	2,096	0,001	0,407	0,646	-0,012	0,145
T.H.H.5	0,805	-0,188	0,209	3,255	0,343	0,842	0,805	-0,188	0,209

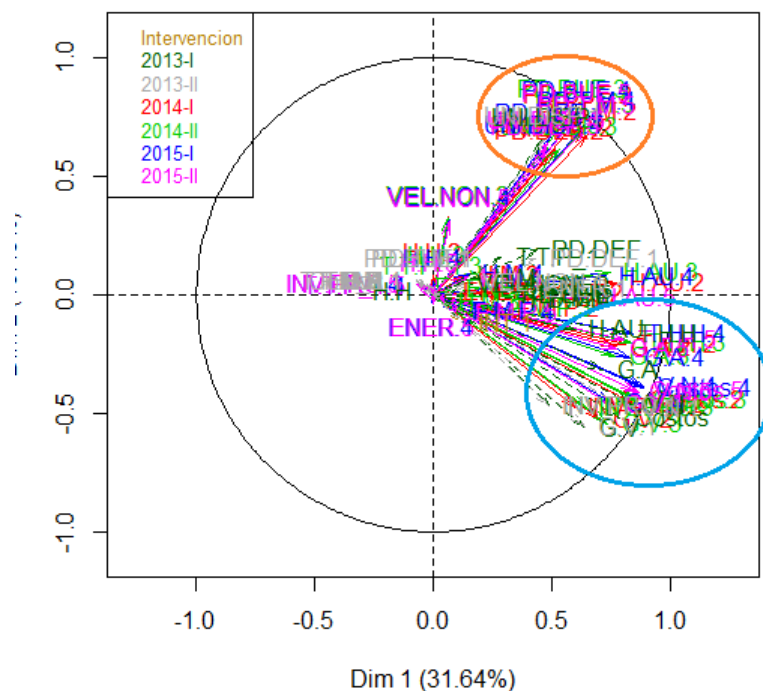


Figura 5-4.: Circulo de correlaciones del primer plano factorial

3.24, 3.22, 2.99 y 2.88 % respectivamente. Lo que quiere decir que la primera componente principal es explicada principalmente por variables financieras

El eje factorial 2 es contribuido o conformado principalmente por la variable Producción Buena (PD.BUE) de los periodos 2015-II, 2015-I, 2014-II y 2013-I con contribuciones de 5.52, 5.34, 5.2 y 4.73 %, respectivamente otras variables que contribuyen a la conformación de este eje factorial es la Producción Total Mensual con contribuciones de 4.8 % (2015-II), 4.7 % (2015-I), 4.4 % (2014-II) y 3.9 % (2014-I). Por lo cual se puede concluir que la segunda componente principal la describe las variables de producción.

En el tabla de ANEXO B se muestra la representación del compromiso de los individuos, es decir, el punto medio de cada individuo entre las multiples tablas. donde se resalta que los individuos 12, 55, 53, 42, 71 y 38 se encuentran alejados del cluster conformados por los demás individuos, es decir, estos individuos presentan características particulares o alta variabilidad en sus trayectorias.

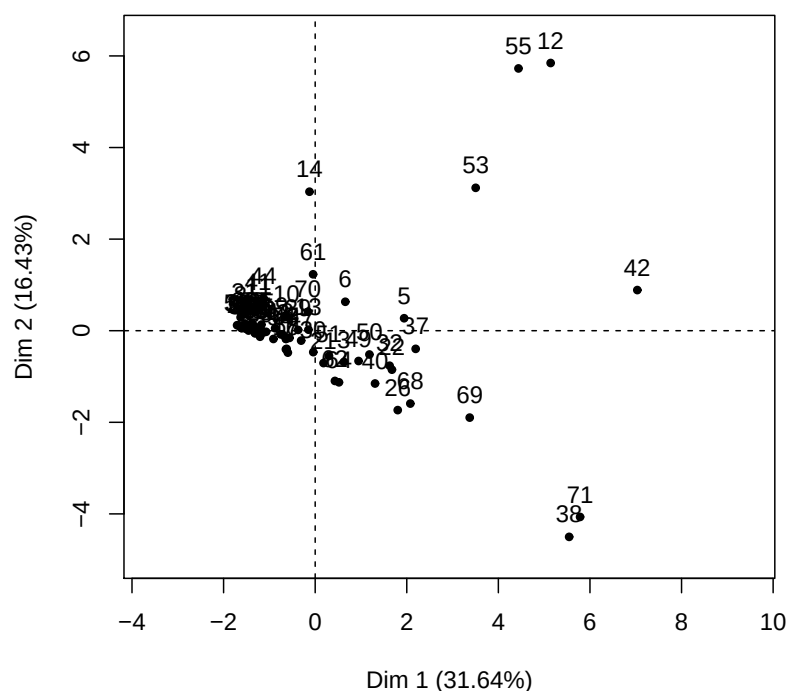


Figura 5-5.: Representación de los individuos en el primer plano factorial

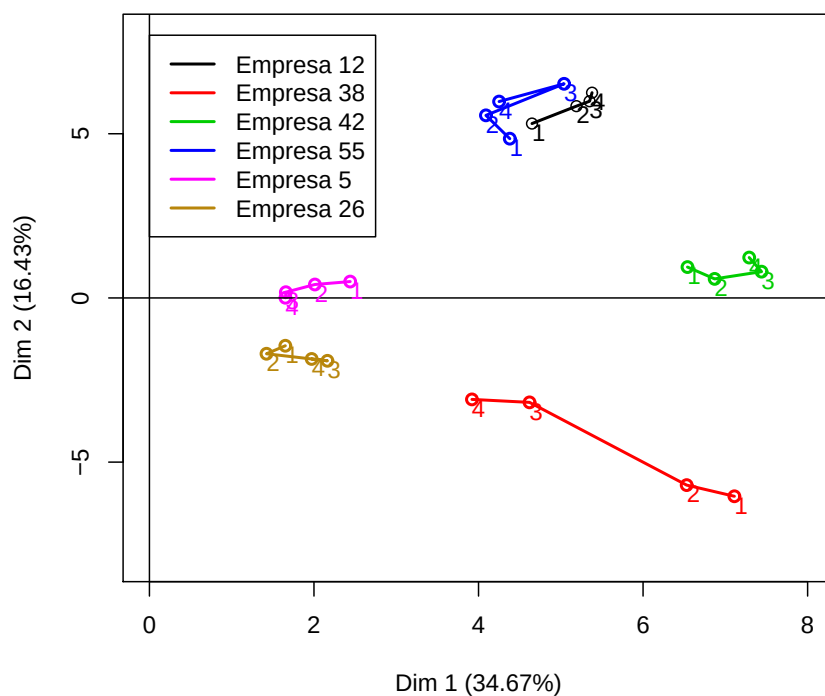
5.2.3. Análisis de trayectoria de individuos

Se puede estudiar la trayectoria de las empresas, con mayor contribución a los dos primeros ejes, que representan los procesos de producción y financieros, como lo son las empresas 38, 42 y 55 que pertenecen a la modalidad individual y las empresas 5, 26 y 12 pertenecientes a la modalidad control (ver contribuciones en ANEXO B).

En la tabla 5-8 se encuentran las coordenadas de las empresas en el primer plano factorial (X y Y), donde el eje X o primer componente es caracterizado por variables financieras y el eje Y o segundo eje factorial es caracterizado por variables de producción, esto es, si una trayectoria va en dirección contrario al origen indicara que un comportamiento o tendencia creciente en cuanto a las variables que caracteriza dichos ejes, en otro caso, las trayectorias que va en dirección al origen, indica que las empresas presenta un decrecimiento en las variables características de los dos ejes.

Tabla 5-8.: Tabulación de las trayectorias en el primer plano factorial

Periodo	Empresa 12		Empresa 38		Empresa 42		Empresa 55		Empresa 5		Empresa 26	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
2014-I	4,65	5,31	7,11	-6,04	6,54	0,94	4,38	4,85	2,45	0,50	1,65	-1,45
2014-II	5,19	5,84	6,53	-5,7	6,87	0,58	4,09	5,56	2,45	0,50	1,65	-1,45
2015-I	5,35	5,99	4,62	-3,18	7,44	0,8	5,04	6,52	2,45	0,50	1,65	-1,45
2015-II	5,38	6,25	3,92	-3,09	7,29	1,23	4,25	5,98	2,45	0,50	1,65	-1,45

**Figura 5-6.:** Representación de las trayectorias en el primer plano factorial

Entre las trayectorias que se tiene se puede resaltar las trayectoria de la empresa 38², perteneciente a la modalidad individual y al sector metalmecánico. Esta empresa tiene una dirección hacia el origen del plano factorial, esto quiere decir que, en cuanto a las variables financieras esta empresa ha tenido un decrecimiento, para ilustrar esto, en el gráfico 5-7 se

²Pertenece al sector Metalmecánico

muestra el comportamiento de las ventas netas de la empresa 38. Donde se evidencia que existe una tendencia decreciente en la ventas en los 6 periodos.

Se puede evidenciar que las empresas del grupo individual, que fueron intervenidas (38, 42¹, 55³), no presentan una evolución significativa; se observa evoluciones pequeñas entre los periodos 2014-I y 2015-I, pero se enquista o no hay evolución entre el periodo 2015-I y 2015-II. Este comportamiento es muy similar en las empresas del grupo control (5¹, 26¹, 12²).

empresas que fueron intervenidas (modalidad Individual) no se observó un movimiento significativo positivo en las empresas, antes por el contrario, como el caso de la empresa 55, se evidencio un decrecimiento en la medición de sus variables y se corrobora graficando la evolución de la variable ventas, en donde se ve claramente el decrecimiento de esta variable.

Como conclusión general, se puede evidenciar que estadísticamente el proyecto de extensión tecnológica aplicado a empresas MiPyMe del Valle, Cundinamarca, Antioquia y Eje Cafetero, no presento un impacto positivo en las empresas, puesto que observando las trayectorias de las empresas que fueron intervenidas (modalidad Individual) no se observó un movimiento significativo positivo en las empresas, antes por el contrario, como el caso de la empresa 55, se evidencio un decrecimiento en la medición de sus variables y se corrobora graficando la evolución de la variable ventas, en donde se ve claramente el decrecimiento de esta variable.

³Pertenecie al sector caucho y plástico

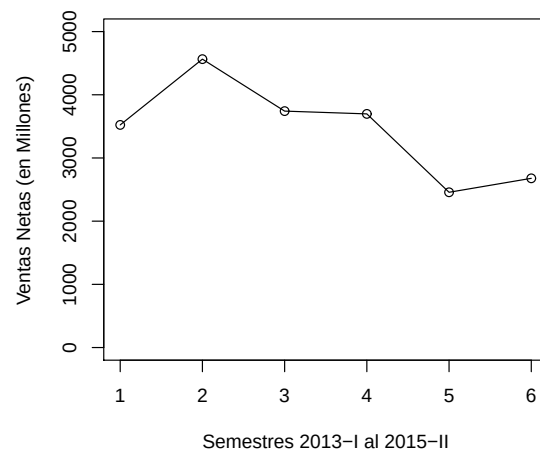


Figura 5-7.: Comportamiento de las ventas netas para la empresa 38

6. Conclusiones y trabajos futuros

6.1. Conclusiones

Por medio del Análisis Factorial Múltiple no se pudo evidenciar el impacto en la intervención individual realizada a las 43 empresas, pues dicha variable no fue caracterizada por los ejes factoriales que se consideraron y por tal motivo no se pudo describir el relación que esta tiene en cuanto las variables de los procesos operativos y productivos de las empresas.

Otro aspecto importante de resaltar en esta primera aproximación es la cercanía de las mediciones del segundo semestre del 2013 (2013-II) al origen y a su vez alejado del cluster conformado por los demás periodos. Esto se debe a que en la etapa inicial del proyecto que fue en el 2013, donde algunas empresas no llevaban una cultura de medición exacta de las variables de los procesos productivo y operativos de la empresa, por tal motivo se genera una variabilidad o una mayor inercia ficticia.

A partir de las trayectorias de los grupos o semestres analizados, se muestra que los periodos de los años 2014 y 2015 no hay una trayectoria marcada que sugiera que el programa de extensión tecnológica tenga algún impacto en las empresas MiPyMe, claro que se requeriría más periodos de mediciones para que los resultados del programa sean más concluyente.

Este trabajo se puede complementar incluyendo variables exógenas a las empresas, por ejemplo, las fluctuaciones del precio del dolar puede tener un impacto principalmente en el proceso financiero de las empresas.

6.2. Trabajos futuros

Con base en el anterior trabajo de grado, se generan algunas dudas que pueden ser usadas como nuevos trabajos de investigación:

El análisis de las múltiples tablas y más en el marco de tablas longitudinales se puede abordar desde la técnica multivariada STATI, el cual puede dar resultados semejantes a los dados por el AFM.

Por otro lado y como ya se había mencionado se debe de realizar las mediciones de las variables operativas y de producción por más periodos para una mejor evaluación del impacto del programa de extensión tecnológico.

Las técnicas factoriales aparte de ser de gran utilidad en el análisis conjunto de muchas variables, se pueden emplear para la construcción de indicadores, en este caso se puede contruir un indicador sintético que mida el impacto del programa tecnol³*gicosobre las empresas*.

A. Gráficos Descriptivos

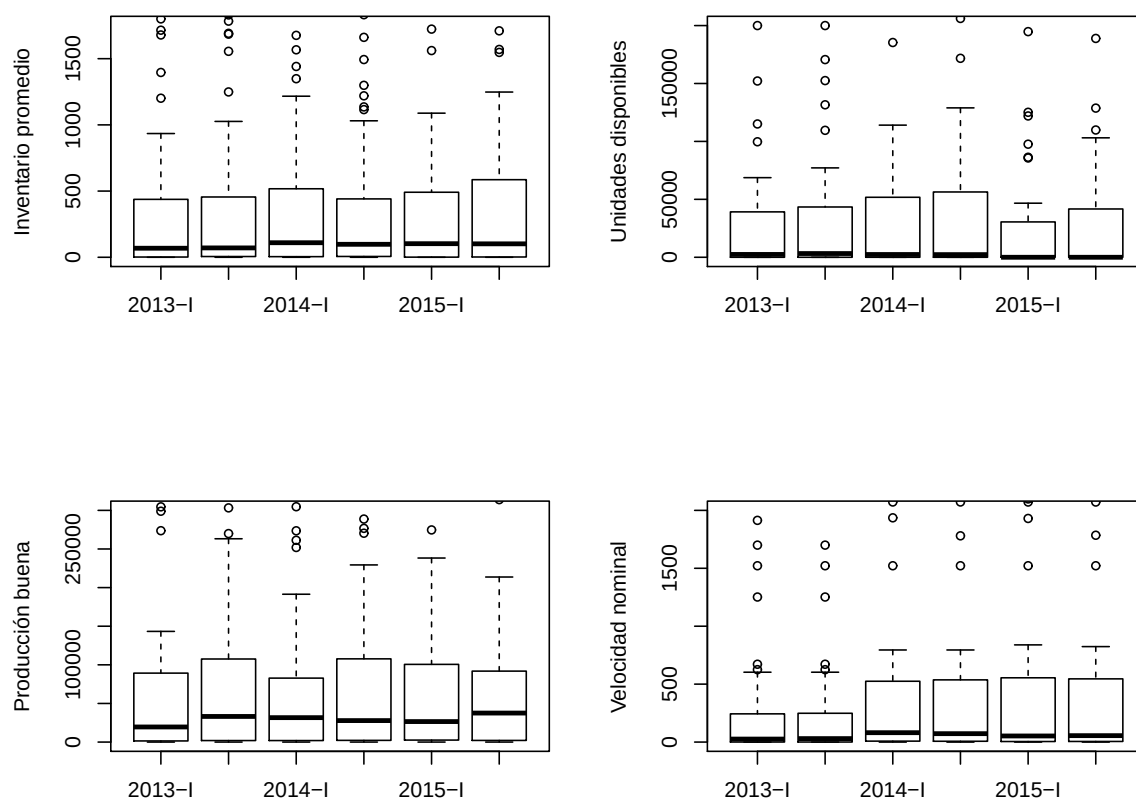


Figura A-1.: Boxplot de variables de estudios

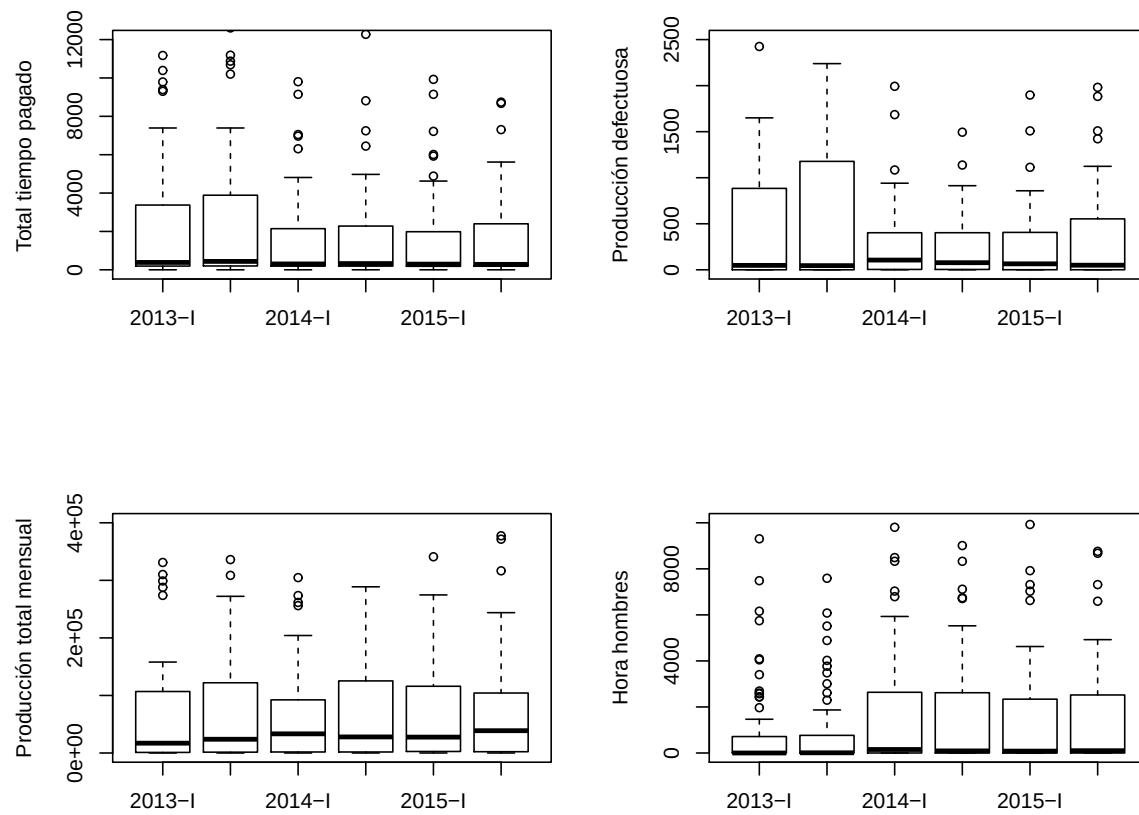


Figura A-2.: Boxplot de variables de estudios

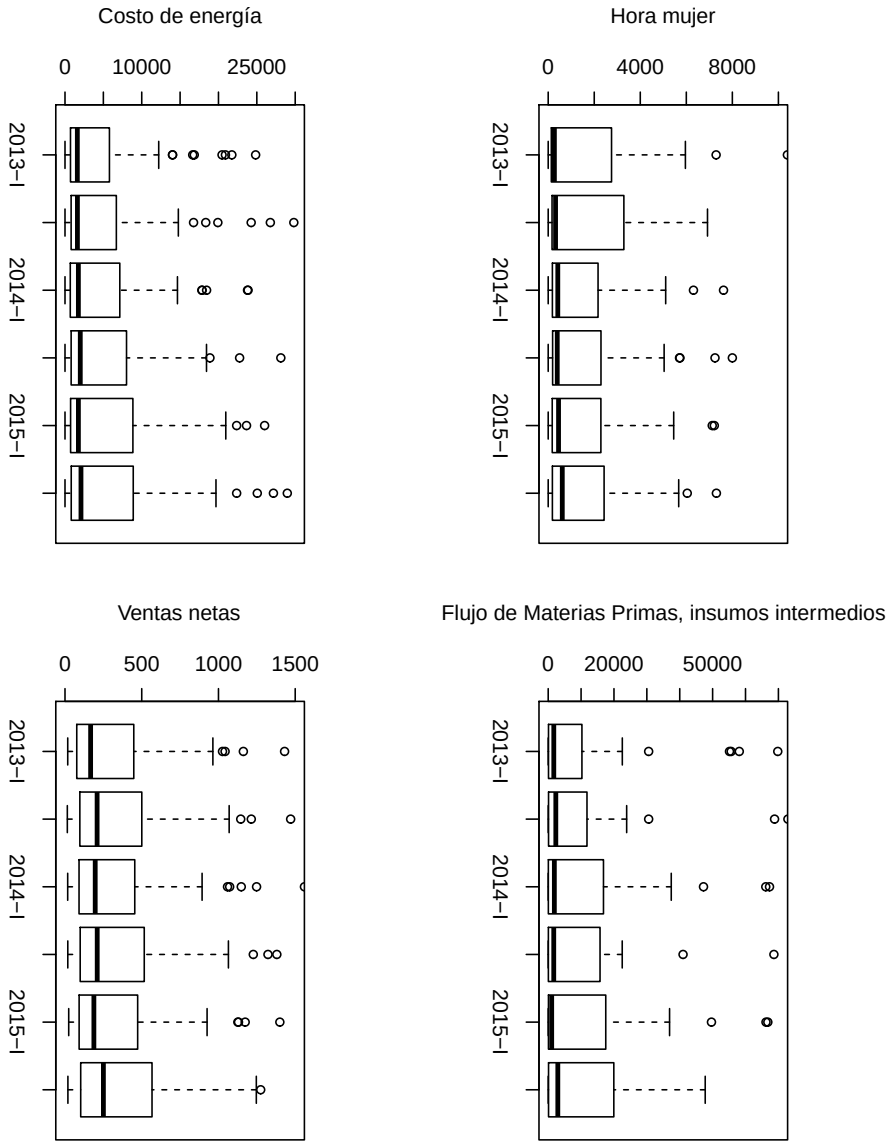


Figura A-3.: Boxplot de varibles de estudios

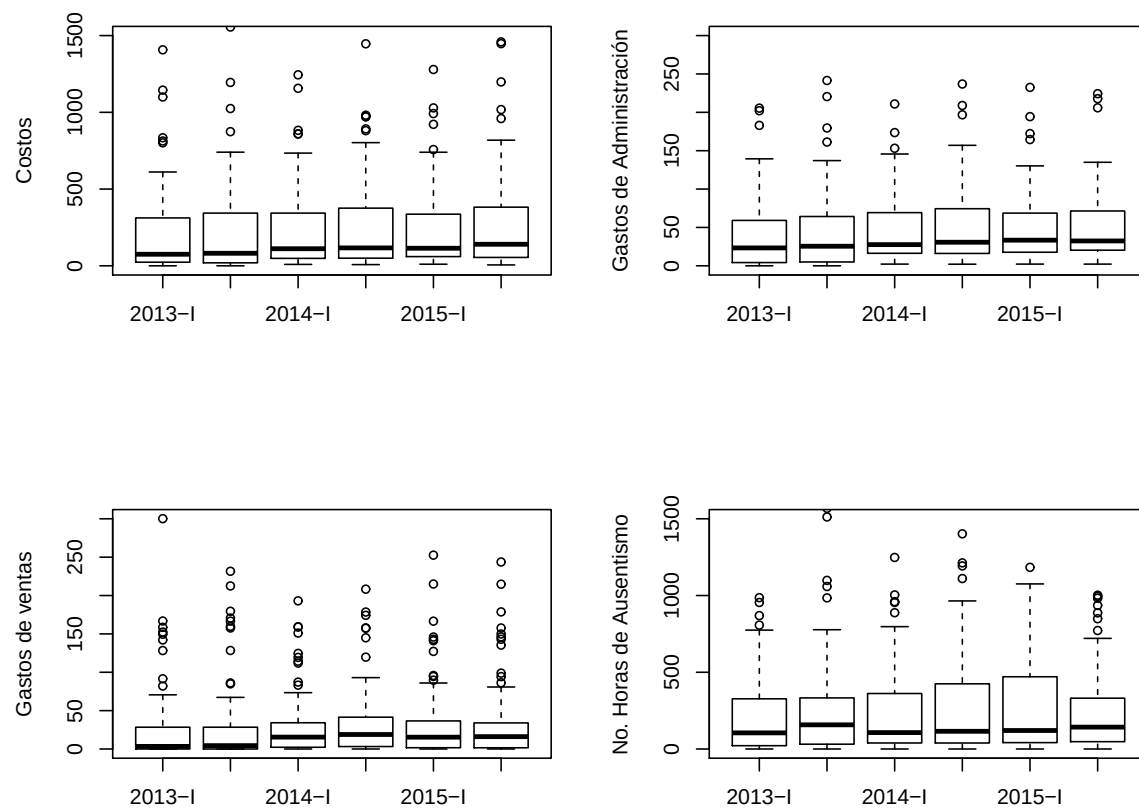


Figura A-4.: Boxplot de variables de estudios

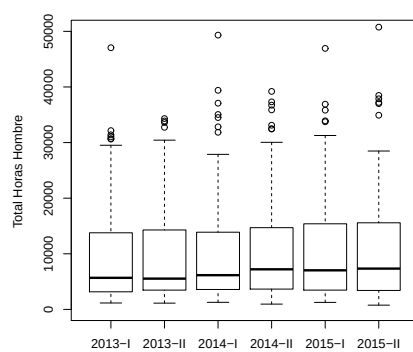


Figura A-5.: Boxplot de variables de estudios

B. Anexo: Indicadores de AFM por individuos

Tabla B-1.: Indicadores de AFM por individuos

	Coordenadas			Contribuciones			Cosenos2		
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3
1	-1,07	-0,02	0,62	0,41	0,00	0,54	0,53	0,00	0,18
2	-0,70	-0,09	0,52	0,18	0,01	0,37	0,38	0,01	0,21
3	0,63	-0,68	2,10	0,14	0,32	6,11	0,01	0,01	0,13
4	-0,56	-0,16	1,51	0,11	0,02	3,13	0,01	0,00	0,10
5	1,94	0,27	3,97	1,36	0,05	21,76	0,12	0,00	0,49
6	0,66	0,63	-0,73	0,16	0,28	0,74	0,11	0,10	0,13
7	-0,60	-0,48	0,18	0,13	0,16	0,04	0,18	0,12	0,02
8	-1,63	0,29	-0,36	0,95	0,06	0,18	0,83	0,03	0,04
9	-0,91	-0,18	-0,25	0,30	0,02	0,09	0,53	0,02	0,04
10	-0,62	0,32	-0,73	0,14	0,07	0,73	0,16	0,04	0,21
11	-1,23	0,48	-0,69	0,54	0,16	0,66	0,55	0,09	0,17
12	5,14	5,85	1,04	9,50	23,63	1,48	0,35	0,45	0,01
13	-0,15	0,02	1,92	0,01	0,00	5,11	0,00	0,00	0,13
14	-0,12	3,04	-3,79	0,01	6,37	19,84	0,00	0,19	0,30
15	-1,33	0,11	0,08	0,64	0,01	0,01	0,90	0,01	0,00
16	-0,64	-0,41	0,53	0,15	0,11	0,39	0,11	0,05	0,08
17	-1,32	-0,04	0,09	0,63	0,00	0,01	0,70	0,00	0,00
18	-0,76	-0,08	0,38	0,21	0,00	0,20	0,24	0,00	0,06
19	-0,88	0,05	-0,42	0,28	0,00	0,24	0,48	0,00	0,11
20	-1,38	0,05	-0,35	0,68	0,00	0,17	0,77	0,00	0,05
21	0,18	-0,71	0,60	0,01	0,35	0,49	0,00	0,04	0,03
22	1,68	-0,85	0,25	1,01	0,50	0,09	0,19	0,05	0,00
23	-1,22	-0,07	-0,26	0,54	0,00	0,09	0,77	0,00	0,03

Tabla B-2.: Indicadores de AFM por individuos

	Coordenadas			Contribuciones			Cosenos2		
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3
24	-1,63	0,08	-0,21	0,96	0,00	0,06	0,85	0,00	0,01
25	-1,24	0,03	0,11	0,55	0,00	0,02	0,81	0,00	0,01
26	1,80	-1,73	0,30	1,17	2,08	0,12	0,21	0,19	0,01
27	-1,57	0,07	0,10	0,88	0,00	0,01	0,87	0,00	0,00
28	-1,51	0,04	0,01	0,82	0,00	0,00	0,78	0,00	0,00
29	-0,37	0,02	-1,09	0,05	0,00	1,64	0,01	0,00	0,05
30	-0,04	-0,47	0,64	0,00	0,15	0,57	0,00	0,11	0,21
31	-1,54	0,36	1,63	0,85	0,09	3,67	0,06	0,00	0,07
32	1,63	-0,76	-1,62	0,95	0,40	3,61	0,24	0,05	0,24
33	-1,53	0,16	-0,22	0,84	0,02	0,07	0,85	0,01	0,02
34	-1,68	0,12	-0,05	1,01	0,01	0,00	0,90	0,00	0,00
35	-1,17	0,13	-0,19	0,49	0,01	0,05	0,88	0,01	0,02
36	-1,62	0,09	0,00	0,94	0,01	0,00	0,91	0,00	0,00
37	2,19	-0,40	0,09	1,73	0,11	0,01	0,34	0,01	0,00
38	5,55	-4,50	-0,71	11,05	14,02	0,69	0,51	0,34	0,01
39	-1,20	-0,13	-0,31	0,52	0,01	0,13	0,76	0,01	0,05
40	1,31	-1,15	-0,02	0,61	0,92	0,00	0,42	0,33	0,00
41	-1,25	0,58	-1,59	0,56	0,24	3,50	0,05	0,01	0,08
42	7,03	0,89	-1,26	17,77	0,54	2,19	0,84	0,01	0,03
43	-1,41	0,06	0,01	0,71	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00
44	-1,13	0,71	0,09	0,46	0,35	0,01	0,50	0,20	0,00
45	-1,18	0,03	0,84	0,50	0,00	0,98	0,10	0,00	0,05
46	-1,32	-0,03	-0,05	0,62	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00
47	-0,31	-0,22	1,19	0,03	0,03	1,96	0,02	0,01	0,31

Tabla B-3.: Indicadores de AFM por individuos

	Coordenadas			Contribuciones			Cosenos2		
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.1	Dim.2	Dim.3
48	-0,64	-0,18	-0,29	0,15	0,02	0,11	0,24	0,02	0,05
49	0,95	-0,66	-0,45	0,32	0,30	0,27	0,37	0,18	0,08
50	1,18	-0,52	3,02	0,50	0,19	12,57	0,04	0,01	0,26
51	0,30	-0,55	-0,21	0,03	0,21	0,06	0,03	0,09	0,01
52	-1,71	0,12	-0,08	1,04	0,01	0,01	0,89	0,00	0,00
53	3,50	3,12	0,12	4,41	6,73	0,02	0,40	0,32	0,00
54	-1,61	0,06	-0,30	0,93	0,00	0,13	0,84	0,00	0,03
55	4,44	5,73	0,31	7,08	22,68	0,14	0,28	0,47	0,00
56	-1,46	0,00	0,07	0,76	0,00	0,01	0,87	0,00	0,00
57	-0,64	-0,18	-0,59	0,15	0,02	0,48	0,28	0,02	0,24
58	-1,62	0,08	-0,28	0,94	0,00	0,11	0,84	0,00	0,03
59	-1,54	0,06	-0,21	0,86	0,00	0,06	0,84	0,00	0,01
60	-1,13	-0,04	-0,14	0,46	0,00	0,03	0,71	0,00	0,01
61	-0,05	1,23	-0,92	0,00	1,05	1,17	0,00	0,28	0,16
62	0,43	-1,10	-0,30	0,07	0,83	0,13	0,06	0,38	0,03
63	-1,38	0,16	-0,24	0,69	0,02	0,08	0,81	0,01	0,03
64	0,52	-1,13	-0,58	0,10	0,88	0,46	0,11	0,50	0,13
65	-1,31	-0,06	-0,25	0,62	0,00	0,08	0,81	0,00	0,03
66	-1,60	0,06	-0,33	0,92	0,00	0,15	0,84	0,00	0,04
67	-0,62	-0,40	-0,17	0,14	0,11	0,04	0,27	0,11	0,02
68	2,08	-1,59	-0,58	1,55	1,75	0,47	0,45	0,26	0,04
69	3,37	-1,90	-0,17	4,09	2,49	0,04	0,64	0,20	0,00
70	-0,16	0,41	-0,35	0,01	0,12	0,17	0,01	0,10	0,07
71	5,78	-4,07	-1,02	12,02	11,44	1,44	0,63	0,31	0,02

C. Códigos

```
Base<- read.csv("Copia de BASE TESIS J_V1.csv",header=T,sep=";")
Datos<- read.csv("copia2.csv",header=T,sep=";")
```

```
BD <- Base[c(8:110)]
```

```
# Ejecutar la libreria FactoMineR
```

```
library(FactoMineR)
```

```
# Se ejecuta la función MFA para ejecutar un
#AFM con todos los grupos de variables como grupos activos
```

```
AFM <- MFA(BD, group=c(1,17,17,17,17,17,17), type=c(rep("s",7)),
ncp=3, name.group=c("Intervencion","2013-I","2013-II","2014-I","2014-II","2015-I","2015-II"))
```

```
# Se ejecuta la función MFA para ejecutar un
#AFM el grupo intervencion y los periodos del 2013 como grupos suplementarios
```

```
AFM2 <- MFA(BD, group=c(1,17,17,17,17,17,17), type=c(rep("s",7)),
            ncp=3, name.group=c("Intervencion","2013-I","2013-II","2014-I","2014-II","2015-I","2015-II"),
            num.group.sup =c(1,2,3))
```

```
# Graficos de ayuda
```

```
plot(AFM2,choix="group",habillage="group",title="")
plot(AFM2,choix="group",habillage="group",title="",xlim=c())
plot(AFM2,choix="var",title="")
```

```
barplot(AFM2$eig[,1],main="Valores Propios",names.arg=1:nrow(AFM2$eig))
abline(h=1,col=2,lty=2)
plot(AFM2,invisible="quali",title="")
```

```
# Se dibujan las trayectorias de algunas empresas
```

```
x12=c(4.65,5.19,5.35,5.38)
y12=c(5.31,5.84,5.99,6.25)
x38=c(7.11,6.53,4.62,3.92)
y38=c(-6.04,-5.7,-3.18,-3.09)
```

```
x42=c(6.54,6.87,7.44,7.29)
y42=c(0.94,0.58,0.8,1.23)
```

```
x55=c(4.38,4.09,5.04,4.25)
y55=c(4.85,5.56,6.52,5.98)
```

```
x71=c(4.89,6.17,5.81,6.28)
```

```
y71=c(-3.79,-4.56,-3.69,-4.23)
```

```
x5=c(2.44,2.011,1.658,1.653)
y5=c(0.49847,0.4089,0.175,0.0052)
```

```
x26=c(1.65184,1.4229,2.1635,1.9720)
y26=c(-1.456,-1.7,-1.915,-1.858)
```

```
plot(y12~x12, type="l",ylim=c(-8,8),xlim=c(0,8),lwd=2,pch=19,ylab="Dim 2 (16.43%)",xlab="")
matplot(x12,y12,add=T,lty=1,pch=1,type="o")
matplot(x38,y38,add=T,lty=1,pch=1,type="o",col=2,lwd=2)
matplot(x42,y42,add=T,lty=1,pch=1,type="o",col=3,lwd=2)
```

```
matplot(x55,y55,add=T,lty=1,pch=1,type="o",col=4,lwd=2)
matplot(x71,y71,add=T,lty=1,pch=1,type="o",col=5,lwd=2)
```

```
abline(h=0)
abline(v=0)
```

```
text(x12,y12,labels=c("1","2","3","4"),adj=c(0,1),cex=1)
text(x38,y38,labels=c("1","2","3","4"),adj=c(0,1),cex=1,col=2)
text(x42,y42,labels=c("1","2","3","4"),adj=c(0,1),cex=1,col=3)
text(x55,y55,labels=c("1","2","3","4"),adj=c(0,1),cex=1,col=4)
text(x71,y71,labels=c("1","2","3","4"),adj=c(0,1),cex=1,col=5)
```

```
legend(0,6,legend=c("Empresa 12","Empresa 38","Empresa 42","Empresa 55","Empresa 71"),
```

Bibliografía

Abdi, H. (2007), 'Rv coefficient and congruence coefficient', *Encyclopedia of measurement and statistics* pp. 849–853.

Banco Interamericano de Desarrollo (2017), 'Temas competitividad, tecnología e innovación', <http://www.iadb.org/es/temas/competitividad-tecnologia-e-innovacion/extension-tecnologica-herramient>

Becerra, D. P. P. & Puerto, P. (2010), 'La globalización y el crecimiento empresarial a través de estrategias de internacionalización. globalization and entrepreneurial growth through internationalization strategies', *Pensamiento & Gestión* (28).

Becerra, M. (2010), Comparación del análisis factorial múltiple (AFM) y del análisis en componentes principales para datos cualitativos (Prinqual), en la construcción de índices/Comparison between multiple factor analysis (MFA) and principal component analysis for qualitative data (Prinqual) methods for derivation of indices, PhD thesis, Universidad Nacional de Colombia.

Bécue, M. & Pagès, J. (2008), 'Multiple factor analysis and clustering of a mixture of quantitative, categorical and frequency data', *Computational Statistics & Data Analysis* **52**(6), 3255–3268.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2017), 'Evaluación de impacto', http://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/9/37779/IMPACTO_RBBCPROY.pdf.

DANE (2017), 'Departamento nacional administrativo nacional de estadística', <http://www.dane.gov.co/>.

Departamento Nacional de Planeación (2017), 'Programa de extensionismo tecnológico para colombia', <http://www.mipymes.gov.co/loader.php/?lServicio=DocumentoslFuncion=verPdfid=3761name=>

Escofier, B. & Pagès, J. (1992), *Análisis factoriales simples y múltiples: objetivos, métodos e interpretación*.

- Faridah, T. R. & Yuserrie, Z. (2015), 'Study on the impact of technological innovation capabilities on competitive advantage and firm performance in the automotive industry in malaysia: A conceptual framework', *Journal of Scientific Research & Development* **2**(13), 194–202.
- Fernández, E. A., Lautre, I. G. & Calvo, M. I. L. (2004), 'Análisis de la evolución a través de encuestas: trayectoria electoral de las comunidades autónomas españolas en el período 1977-2004.', *Metodología de Encuestas* **6**(2), 147–162.
- González, V. M., Ávilab, E. & Olayac, J. (2009), 'Análisis de los espacios de representación del statis y del afm en el estudio de movilidad biográfica en bogotá 1993', *Revista Colombiana de Estadística* **32**(1), 1–15.
- Hidalgo, A. L. H. (1998), *El pensamiento económico sobre desarrollo: de los mercantilistas al PNUD*, Universidad de Huelva.
- Lê, S., Josse, J., Husson, F. et al. (2008), 'Factominer: an r package for multivariate analysis', *Journal of statistical software* **25**(1), 1–18.
- Lebart, L., Morineau, A. & Piron, M. (1995), 'Statistique exploratoire multidimensionnelle'.
- Oficina Internacional del Trabajo (2017), 'Guía para la evaluación de impacto de la formación profesional', <http://guia.oitcinterfor.org/como-evaluar/que-tipos-indicadores>.
- Team, R. C. (2000), 'R language definition', *Vienna, Austria: R foundation for statistical computing*.
- Torres, V., Ramos, N., Lizazo, D., Monteagudo, F. & Noda, A. (2008), 'Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria', *Rev. Cubana Cienc. Agríc* **42**(2), 133–139.