



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

La industria aeronáutica de México: Un análisis de la competitividad, I+D y alta tecnología mediante la clusterización jerárquica

José Antonio Meraz Rodríguez¹

*Francisco Javier Ayvar Campos**

*Andrew Papadopoulos**

Resumen

En los años recientes ha tenido un gran auge el Análisis del Clúster Jerárquico (ACJ), así como su interpretación en los dendrogramas. Existe un vacío con respecto a la Industria Aeronáutica de México (IAM) sobre estudios realizados en base a este análisis, por lo que es preciso realizar esta investigación. Para medir la competitividad, la Investigación y Desarrollo (I+D) y la Alta Tecnología (AT) se utilizaron variables cuantitativas, derivadas de una encuesta a 56 firmas de la IAM, que permitan aplicar el ACJ mediante el método de conglomerados jerárquicos de Ward. Ello con el objetivo de explicar las características del clúster y aportar al estudio de sus ventajas competitivas. Los resultados permiten concluir con una propuesta para las empresas nacionales basada en un mayor nivel de innovación y en la obtención de las certificaciones internacionales.

Palabras clave: Clúster jerárquico, competitividad, industria aeronáutica, alta tecnología, investigación y desarrollo, México.

Abstract

In recent years the Analysis of the Hierarchical Cluster (AHC) has had a great boom, as well as its interpretation in dendrograms. There is a gap with respect to the Aeronautical Industry of Mexico (AIM) on studies carried out based on this analysis, so it is necessary to carry out this research that helps in the development of this industry. To measure competitiveness, Research and Development (R&D) and High Technology (HT) quantitative variables, derived from a survey of 56 firms of the AIM, were used that allow the application of AHC using the hierarchical cluster method of Ward. With the objective of explaining the characteristics of the cluster and contribute to the competitive advantages of the industry. The results allow us to conclude with a proposal to the national companies based on a higher level of innovation and on obtaining international certifications.

Keywords: Hierarchical cluster, competitiveness, aeronautical industry, high technology, research and development, Mexico.

¹ Instituto de investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Introducción

La Industria Aeroespacial Mexicana (IAM) es una de las industrias que están cimentadas en la Investigación y Desarrollo (I+D), así como en la Alta Tecnología (AT), por lo que frecuentemente está asociada con el progreso y desarrollo económico, esta afirmación corrobora que son una de las principales fuerzas impulsoras del avance industrial en economías emergentes como el caso de México (Casalet, 2013; Martínez, 2011).

Diferentes empresas aeronáuticas mundiales se decidieron por invertir en la IAM, han transferido parte de sus actividades, sobre todo de manufactura a suelo mexicano y esto ha ido ganando gran impulso, por lo menos en los últimos 15 años, lo que implica que México obtiene la posibilidad ingresar a la fabricación de aeropartes y aprovecha las ganancias (SE y FEMIA, 2012)

Por otro lado, las empresas que deben de cumplir con todos los requisitos y certificaciones mundiales, tienden a agruparse dentro de los llamados clústeres, o aglomeraciones que son específicamente generadoras de conocimiento, como el caso de la Biotecnología, Tecnología, Información y Comunicación (TIC), Nanotecnología, Alimenticia, Automotriz, Aeroespacial y Aeronáutico, entre otras industrias intensivas en conocimiento (Braunerhjelm y Feldman, 2006, citado en Martínez, 2011). En el caso de agrupaciones aeroespaciales a nivel global, existen los clústeres de Montréal, Canadá; Toulouse, Francia y Seattle, EE.UU. Estos grupos o clústeres aeroespaciales exhiben características particulares como la presencia de grandes contratistas principales que actúan como inquilinos ancla y se convierten en imanes para otras firmas (Niosi y Zhegu, 2005 y 2010).

Las empresas de la IAM que conforman los clústeres y que buscan una mayor I+D y AT buscan la forma de integrarse a la innovación tecnológica y al proceso de globalización, por lo que se busca, no solo la competitividad individual de las empresas, sino la competitividad de los clústeres, es decir que todos los agentes económicos y elementos asociados les permitan competir como grupos de organizaciones industriales ante el resto del Mundo, y que sigan atrayendo más empresas a esta industria; pero sobre todo que nuevas compañías mexicanas se integren a este desarrollo tecnológico. Para el desarrollo de esta ponencia, se determinará a la competitividad de la IAM por medio de la incidencia de las dimensiones e indicadores I+D y AT, por lo que se propone en la primera parte explicar los principios de la investigación, para contextualizar la problemática de la industria. En la segunda parte se plantean las teorías de las variables competitividad, I+D y AT, la parte tres se especifica el trabajo de campo, así como el instrumento de medición, y la interpretación de los resultados. En el cuarto apartado se presenta la solución y por último las conclusiones de la investigación.

Contextualización de la industria aeronáutica en México

La IAM es, prácticamente, un nuevo sector industrial con un crecimiento constante en todos los rubros económicos, como en la medición del Producto Interno Bruto (PIB), para el período del 2009 al 2017 se incrementó en un 152%, principalmente en aeronáutica civil y comercial (SE, FEMIA, ProMéxico e INEGI, 2018).

La IAM está constituida por 330 empresas o unidades económicas con las siguientes actividades: manufactura y ensamble de componentes y aeropartes (80%), Mantenimiento, Reparación y Operaciones (MRO, 11%), así como Ingeniería y Diseño (9%). Crea más de 50,000 empleos en 18 estados de la República Mexicana, efectuó exportaciones por 7,164 millones de dólares estadounidenses y en menos de 10 años transitó del décimo al sexto lugar entre los países exportadores para la industria aeronáutica de EE. UU (SE y DGIPAT, 2012).

De acuerdo con la SE y FEMIA (2015), la IED durante el periodo de 1999 a 2014 en el sector aeronáutico de México, se evaluó en 3,183.7 millones de dólares estadounidenses, alcanzando el 0,8% del total del PIB, EE. UU fue el país con la mayor IED en la industria aeronáutica y aeroespacial mexicana, con 816.8 millones de dólares estadounidenses y existen 52 empresas estadounidenses instaladas en México. El segundo país fue Canadá con una IED de 791.3 millones de dólares estadounidenses con 6 empresas instaladas (ver tabla 1).

La IAM tiene ventas con los siguientes países: EE. UU con un 81%, Francia y Alemania con un 2.8% respectivamente, a Canadá y Reino Unido con un 2.6%. Los productos y servicios en los que la industria consolida principalmente sus procesos son presentados en la siguiente tabla (SE y FEMIA, 2015)

México fue el destino primordial de la inversiones aeronáuticas y aeroespaciales de las principales empresas manufacturas de equipo original (OEM's *Originals Equipment Manufacturing*, por sus siglas en inglés), entre los años 1990 hasta 2009, se invirtieron en la IAM, 33 mil millones de dólares estadounidenses, en orden descendente prosiguieron China, EE.UU., Rusia y la India (*Aerospace Globalization 2.0, AeroStrategy Managment Consulty*, 2009).

De acuerdo con la SE en su Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial de la Secretaria de Economía 2010-2020, la IAM se dirige hacia una tercera etapa, que será la de transformar y trabajar sobre el diseño e ingeniería para el ensamble de aviones completos. En los próximos años, la IAM, deberá crecer de acuerdo a:

- La IAM incrementará un 20 % para generar exportaciones superiores a los 9,200 millones de dólares estadounidenses y recibir inversiones de más de 1,900 millones de dólares estadounidenses.

- Crear más de 50,000 empleos y facturar más de 7,500 millones de dólares estadounidenses en exportaciones con un incremento de un 30% en contenido nacional.
- México planea tener una plataforma industrial competitiva para ser un centro tecnológico de manufactura aeronáutica mundial, y continuar su consolidación como uno de los proveedores principales para los fabricantes más importantes en el mundo.

Marco teórico de la competitividad, I+D, AT y el ACJ

En la industria aeronáutica el estudio de la competitividad, sus orígenes y la manera de obtenerla constituyen la idea fundamental, así como la I+D y AT. Donde la competitividad se infiere como una objetividad dinámica, comparativa y emprendedora con las demás empresas, es decir, es una cualidad de las organizaciones a través del cual consolidan su presencia en una región, sector o industria para intensificar su participación. Por parte de las empresas aeronáuticas existe un interés por impulsar acciones que originen una mejora de la competitividad, entre estas acciones, el establecimiento de los clústeres ha contado con una muy buena aceptación. Para ello, se hace un planteamiento teórico sobre los conceptos de clúster, competitividad, I+D y AT.

Análisis Clúster Jerárquico

De acuerdo a Porter (1990), el concepto de clúster hace referencia a la aglomeración de una actividad económica, considera a una agrupación de empresas y su equivalente especialidad en determinadas actividades productivas y que colabora adecuadamente a la competitividad. La percepción de que algunas actividades económicas alcanzan una serie de beneficios al agruparse geográficamente no es una aportación de Porter.

Según Marshall (1890), existen tres economías primordiales de aglomeración que alcanzan las empresas que actúan en una industria y se sitúan en una zona geográfica: 1) la captación de proveedores especializados; 2) la apreciación de trabajadores especializados; y 3) la creación de una "atmósfera industrial", que es donde las ideas de innovación se comunican entre los agentes económicos locales, lo tácito es que estas organizaciones no se consiguen si están geográficamente dispersas.

Otros autores han ahondado en su estudio, lo que ha generado una diversidad de conceptos, entre los más influyentes están el "distrito industrial" de Marshall (1890); el "polo de crecimiento" de Perroux (1955); el "grupo innovador" de Porter (1990); y el "sistema nacional de innovación", presentado por Freeman (1987), Lundvall (1988, 1982) y Nelson (1993), con una variedad "regional" iniciada por

Cooke y Morgan (1998); un enfoque "sectorial" desarrollado por Malerba (2002); y el "inquilino principal" presentado por Agrawal y Cockburn (2003), así como Feldman (2003).

Existen otros investigadores (Martin y Sunley, 2003), que hacen una desarticulación de los elementos que constituyen la estructura conceptual y sostienen que, al intentar entender la agrupación de la actividad económica, se deben incorporar tres magnitudes significativas: los límites industriales, el alcance geográfico y la dinámica socioeconómica que tiene lugar en la aglomeración. La primera magnitud es importante porque explica que tipos de organizaciones tienen más probabilidades de beneficiarse al agruparse en un solo lugar. La segunda investiga la extensión geográfica del efecto del clúster: ciudades, áreas metropolitanas, provincias, estados. La última es crítica porque aclara la serie de relaciones y efectos económicos que finalmente dan a las empresas agrupadas una ventaja sobre las empresas no agrupadas, como las externalidades del conocimiento.

Señalan Vila, Ferro y Rodríguez (2000), que los clústeres participan con otras tres facetas esenciales: 1) dimensión territorial, donde las empresas están localizadas en un espacio geográfico determinado, más o menos extenso o próximo; 2) dimensión sectorial, las empresas están vinculadas a un sistema de valor industrial específico; y 3) dimensión cooperativa, las empresas mantienen relaciones de cooperación y de complementariedad entre ellas.

Por lo anterior, y haciendo una síntesis de todo lo anterior, el concepto de clúster, se define como la concentración geográfica de empresas e instituciones afines, pertenecientes a un campo específico, asociados por características comunes y suplementarias entre sí (Porter, 1999).

Por el lado de las instituciones, la OCDE (1999), establece que un clúster representa una estructura de agrupación diferente de la tradicional y no deben confundirse con otro tipo de agrupaciones (*e.g.* asociaciones sectoriales). Por consiguiente, los clústeres se despliegan verticalmente en la cadena de valor, donde se engloban con proveedores e industrias auxiliares. Lateralmente, es decir, horizontal o transversalmente con la tecnología y otros sectores relacionados. Existen muchos otros que además suelen incluir instituciones públicas, educativas, centros de investigación, centros especializados, parques tecnológicos, servicios de información, de reciclaje y apoyo técnico. La aportación del clúster a la competitividad de las empresas se deriva de su contribución a la mejora de la ventaja competitiva de las empresas que lo componen, que a su vez, contribuirá a la mejora de la competitividad de la industria, sector o región en la que se sitúa, y esto se debe a las relaciones que surgen entre las organizaciones, al influir positivamente sobre los cuatro vértices que determinan el diamante o rombo con la que se demuestra la ventaja competitiva. Al concretar los factores a través de los cuales se produciría la mejora competitiva, podemos citar las tres direcciones básicas de dicho proceso: 1) Incremento de la productividad: este aumento se produce como consecuencia de la especialización, de la integración entre las actividades de las empresas participantes y del incremento

del poder de negociación de las mismas, que reduce sensiblemente los costes de transacción; 2) Promoción de la innovación, consecuencia de una mayor capacidad para percibir nuevas necesidades de los clientes y nuevas posibilidades tecnológicas, comerciales o productivas mediante la investigación conjunta 3) Creación de nuevas empresas, fruto de la reducción del riesgo y las barreras de entrada junto con la existencia de relaciones establecidas y clientes potenciales para las nuevas empresas (Porter, 1999).

Destaca Dei-Otatti (1996), que en la actualidad y más puntualmente entre las empresas pertenecientes a un clúster, la competencia más importante no es la competencia en precios, sino la que se produce como resultado de la capacidad innovadora de las empresas; es decir, la competencia derivada de la creación de nuevos productos, el desarrollo de nuevas tecnologías, la detección de nuevas necesidades, las nuevas formas de organización y gestión, entre otras. Este tipo de competencia no excluye el comportamiento cooperativo, sino que son dos conceptos básicamente unidos, ya que el desarrollo de innovaciones no sería posible sin la cooperación de distintas empresas. Por ello, conseguir el equilibrio entre competencia y cooperación se convierte en uno de los factores clave para el éxito de un cluster.

Por ello, hoy en día, se puede tener en cuenta que una de las principales contribuciones de los clústeres a la competitividad de las empresas procede de la aceleración de los procesos de aprendizaje (Arbonés, 2002).

Competitividad

Las teorías clásicas y neoclásicas del comercio internacional: el mercantilismo, la ventaja absoluta, la ventaja comparativa, la dotación relativa con factores de producción, entre otras son los fundamentos más importantes para entender el concepto de competitividad. Debido a la complejidad y reputación que envuelve el concepto, se deben de investigar todos los antecedentes en la literatura teórica, en la Teoría Keynesiana, la Teoría de la Economía del Desarrollo, la Teoría del Conocimiento, así como en la literatura empírica, el Índice Global de Competitividad, los Índices de Competitividad del Instituto Mexicano de Competitividad, entre otros.

Destaca Porter (1990), que la competitividad incorpora elementos en los niveles nacional, regional y local en el escenario de una economía mundial, un país puede incrementar su competitividad cuando produce sólo los bienes y servicios en los que establezca sus ventajas comparativas.

Según Bonales, Aguirre y Cortés (2008), hay una falta de acuerdo sobre la interpretación de competitividad, la competitividad internacional, frecuentemente se relaciona con una mayor productividad, dimensionada por la inserción en los mercados internacionales, los flujos de inversión y los costos unitarios de personal.

De acuerdo con el Reporte de Competitividad Global (2018), emitido por el Foro Económico Mundial (*World Economic Forum WEF*, por sus siglas en inglés), establece que la competitividad no es una competición, ni un juego de suma cero, todas las naciones pueden llegar a ser más prósperos, para lograrlo, los países deben invertir en recursos humanos y en instituciones para lograr el desarrollo económico, la innovación y nuevas formas del conocimiento, en la medida en que las condiciones económicas, sociales y políticas sean favorables a las organizaciones e instituciones, que son los principales elementos de la competitividad en las naciones.

El nivel de competitividad de la IAM es el grado en que la industria tiene el potencial de crecer y producir rendimientos atractivos para la inversión, en las empresas, está determinada por la capacidad de planear, manufacturar y comercializar bienes y servicios que sean más interesantes que los de los competidores en el mercado.

En esta investigación y con base en el estudio teórico se determina que los términos que muestran a las variables, indicadores, factores, causantes o determinantes de la competitividad hacen referencia a la I+D y AT, así como a la innovación, generación de conocimiento, educación, mano de obra calificada, infraestructura, inversión, políticas públicas y sostenibilidad social.

Investigación y Desarrollo (I+D)

Conforme a la OCDE (1993), la definición que da explícitamente a la I+D, es un trabajo creativo realizado en una base sistemática para aumentar la existencia del conocimiento científico y técnico, donde se incluye al del hombre, la cultura y la sociedad, para utilizarlo en el cúmulo del entendimiento para crear nuevas aplicaciones. De acuerdo a las normas internacionales de la OCDE, sugiere que se debe medir I+D de las organizaciones, en lugar de la investigación particular, es decir, son las industrias la que deben ser encuestadas.

La OCDE a través del Manual de Frascati (2002), sugiere dos planteamientos realizables para la I+D, la primera, indagar sobre una muestra sacada de algunas organizaciones del sector empresarial, y la otra es tratar de sondear sólo a las empresas que apoyen a la I+D. Se considera a la I+D, como dos actividades científicas y tecnológicas de enorme valor porque conllevan la creación de un conocimiento actual, el cual es un elemento esencial para el crecimiento de la sociedad. Los diversos agentes que interactúan con la I+D: los gobiernos, las universidades, las empresas e instituciones privadas sin fines de lucro, emplean recursos financieros, humanos y materiales, para obtener como resultado: artículos científicos, tesis doctorales o patentes, que generan industrialmente nuevos procesos y productos. En la generación de conocimiento, la I+D desempeña una posición fundamental en el crecimiento económico y en la competitividad empresarial, sobre todo en un entorno internacional marcadamente dinámico como el sector aeronáutico. Por lo que, resulta

indudable la necesidad de medir, analizar y evaluar un sistema de I+D con el propósito de determinar su posición correspondiente a un panorama muy competitivo, y de esta forma impulsar el funcionamiento eficiente, descubrir las posiciones fuertes y débiles, tomar una decisión y cambiar de rumbo en la orientación científica o industrial (OCDE, 2003).

Alta tecnología

Una de las más importantes ventajas que tienen las empresas de la IAM para competir en el mercado internacional está directamente relacionada con su potencial tecnológico. Todas las organizaciones tratan de intensificarlo, propiciando un entorno económico favorable a la innovación e impulsando la divulgación tecnológica.

La globalización, el avance tecnológico, el aumento en las exigencias de los compradores, el incremento de la competencia, son algunos factores que han coadyuvado a que se produzca la innovación y como resultado el cambio tecnológico. Por lo que en su momento, estos factores hacen que se realice un cambio obligatorio en la competitividad, de tal manera que aquellas empresas que no han entendido como llevar a cabo un adecuado cambio, están observando que hay una reducción en su ventaja competitiva de forma importante. La incorporación y producción de innovaciones son los determinantes que más han contribuido a la inclusión de los cambios en las empresas y al sostenimiento de la competitividad, por lo que, actualmente se está originando una fuerte orientación a impulsar la capacidad de la innovación, y con esto se origina que al integrar también la tecnología a sus procesos, las firmas favorezcan una disposición abierta al cambio y se coloquen mejor en el mercado internacional (OCDE, 1993).

Destaca Fernández (1996), que la tecnología es el conjunto de conocimientos prácticos, correspondientes a la fabricación de bienes y servicios, que se pueden localizar, ya sea incorporados en la maquinaria y en la tecnología incorporada (bienes de capital), o bien expresados en documentos protegidos por la propiedad intelectual o industrial, así como de forma implícita en las organizaciones, o en los individuos. Por otro lado, innovar es transformar las ideas en productos, procesos y servicios nuevos, o renovados que los compradores valoran.

Resulta conveniente diferenciar los tipos de tecnología, existe la tecnología incremental, que hace mención a pequeños cambios enfocados a elevar la funcionalidad. Por consiguiente, la tecnología radical, son cambios tecnológicos que crean nuevos productos o procesos, y que deben de comprenderse como una evolución natural de los ya existentes, es decir, una situación que al utilizar un principio científico nuevo crea una separación real con las tecnologías anteriores (OCDE, 1993). Si el lector ha permanecido atento, se habrá dado cuenta de la importancia que tiene los determinantes I+D y la AT para la competitividad, así como su relación entre los conceptos, sin embargo para una

mayor comprensión es necesario profundizar un poco más entre el trinomio competitividad, I+D y AT.

Esta ponencia desarrolla un procedimiento estadístico a través del Análisis Jerárquico de Clusterización (ACJ), basado en las diferencias significativas entre 56 empresas de la IAM. Primero, se plantea el marco teórico y empírico sobre la evidencia actual respecto a la manufactura asociada a la I+D y AT, asociadas a la competitividad y que en conjunto aporten información para explicar la probabilidad de encontrar una conducta más que de fabricación, sea de innovación tecnológica al nivel de las empresas, aun en una economía emergente.

El concepto de competitividad ha ocasionado polémica respecto a su alcance, algunos autores lo plantean como una cuestión de productividad. Porter (1990), subraya que la ventaja competitiva de los países es la productividad de la industria en las firmas. Por su parte, Krugman (1994), propone que la explicación en el desempeño de cualquier economía nacional está basada en la competitividad de los mercados internacionales.

Delgado, Ketels, Porter y Stern (2012), explican que los agrupamientos industriales o clústeres son una característica fundamental para el desarrollo de la competitividad y las economías de las organizaciones, siendo también un factor clave el desarrollo tecnológico y de innovación. Los clústeres favorecen a la competencia en tres amplios sentidos: 1) en el crecimiento de la productividad de las compañías establecidas en ese agrupamiento; 2) en el manejo, dirección y movimiento de la innovación y la tecnología, las cuales mantienen el crecimiento futuro de la productividad; 3) en el impulso a la formación de nuevos negocios, que amplían y refuerzan al clúster.

Hay una diversidad de estudios que demuestran las actividades de como la I+D refuerzan un rol vital en la competitividad, en el desarrollo tecnológico, su relación directa con la innovación, y probable mejora con la productividad y en consecuencia con la tasa de crecimiento económico. En el análisis de la medición de I+D se evalúa los recursos financieros utilizados en ciencia y tecnología, capital físico y capital humano. En consecuencia, la I+D contribuye a desarrollar la ciencia y tecnología de la empresa. Del mismo modo, cuando se analiza la AT (Godin, 2001y 2006).

La AT en su relación con la competitividad y la I+D, se caracteriza por ser un cimiento en el éxito de la innovación tecnológica, por la cada vez más rápida obsolescencia de los procesos y los productos, sobre todo en el escenario competitivo actual de los bienes en la industria aeronáutica mundial y el peso específico que establecen en el comercio internacional, sobre todo con los países desarrollados. Dentro del entorno nacional, tener empresas innovadoras significa, aparte de una mayor competitividad de la economía en su acervo, es también una derrama tecnológica hacia los agentes económicos (OCDE, 2006).

El método del Análisis del Clúster Jerárquico (ACJ) es una herramienta diseñada para detectar conglomerados, agrupaciones o clústeres dentro de un cúmulo de datos, y puede utilizar variables, tanto de tipo cualitativo, como cuantitativo. El procedimiento de agrupamiento o clusterización se origina al separar progresivamente cada objeto en un clúster y formar nuevos, en cada etapa del análisis, los objetos que son separados se expanden de tal forma que combina a los dos clústeres más próximo (Marín, 2008).

De acuerdo a Saaty (1980), la regla básica para cualquier agrupación es la distancia, los clústeres que estén cerca uno del otro pertenecería al mismo conglomerado, y los que estén lejos uno del otro pertenecerán a diferentes clústeres. Los agrupamientos dependen de los siguientes factores: 1) El método del clúster especifica las reglas para la formación del clúster. Al calcular la distancia entre dos clústeres, se utiliza el par de objetos más cercano entre ellos o el par de objetos más alejados; 2) La fórmula está definida para el cálculo de la distancia. Existe la medida de distancia Euclídea, que calcula a la distancia como una línea recta entre dos clústeres3).

- Para igualar el efecto de las variables medidas sobre diferentes escalas se puede hacer una estandarización.

El método seleccionado para determinar el número de clústeres y analizar las características de cada uno, es el de Ward. Este procedimiento permite analizar a los conglomerados en función de las características similares y que se formen grupos independientes, denominados conglomerados en función de una serie de variables, el método jerárquico de Ward es una herramienta que minimiza a las varianzas, en este caso distancias y genera clústeres con mayores similitudes (Vila-Baños, 2014). Para aprovechar la clasificación. Ordenamiento y distribución de los procesos, los espacios y los objetos, el análisis de los conglomerados jerárquicos, junto con los dendrogramas son tácticas metodológicas que trabajan con una serie de razonamientos, entre los que destaca, cuando la investigación es afectada por distintos procesos que obligan a considerar múltiples variables, y considerar procesos de análisis multivariante con el objetivo de localizar el efecto que se tiene tanto en el procedimiento, como con los objetos que están inmersos en ellos, El resultado del ACJ y el dendrograma es el de proporcionar un método que estime los datos multivariantes, tome decisiones de cómo procesar la información utilizable, en particular para construir la clasificación o tipología principal que surjan de los procesos analizados, así como llevar a cabo interacciones entre un número elevado de variables, ya sean cualitativas, como cuantitativas, en donde puede existir una cantidad alta de casos, organizar los datos o territorios en grupos de observación relativamente más pequeños, con el objetivo de separar a los procesos y con esto facilitar la interpretación, también distribuir

diferentes criterios para el agrupamiento del clúster, ya se trate de empresas, productos, procesos, entre otros, de tal manera que cada clúster este estructurado según el criterio de jerarquización, con este procedimiento se crean agrupamientos que consigan una descripción de las tipologías y categorías, tanto el ACJ, como los dendrogramas se pueden realizar en la mayoría de paquetes estadísticos, para esta investigación se utiliza el SPSS (Marín, 2008).

Metodología

La investigación empírica está apoyada en la aplicación de un cuestionario a 56 empresas de la IAM distribuidas en toda la República Mexicana, la consulta fue aplicada por medio de una plataforma de internet a los empresarios, gerentes generales, gerentes administrativos y gerentes de planta, y se calificó con una escala tipo Likert. Para identificar a todas las empresas aeronáuticas y aeroespaciales de México, se tomó como base al Plan Nacional de Vuelo de la Industria Aeroespacial Mexicana Mapa de Ruta (Secretaría de Economía y ProMéxico, 2015). Para calcular la muestra, para evaluar la muestra, se aplica la fórmula para poblaciones finitas, el nivel de confianza fue del 95%, el tamaño de la población es de 290 empresas y el error de estimación es del 0.05, el resultado obtenido para el tamaño de la muestra fue de 59, las empresas que respondieron la encuesta fueron 56, por lo que la respuesta a la encuesta, se debe reconocer como una muestra representativa y significativa.

La IAM, como se ha mencionado anteriormente, realiza un papel de importancia central para el éxito en el desarrollo económico del país. Por esta razón, el análisis de la competitividad, la I+D y la AT de las empresas proporciona información comparativa valiosa para la estrategia comercial, así como en identificar los determinantes más eficientes para determinar la posición competitiva de las empresas.

El cuestionario final que cuenta con un total de 85 preguntas, distribuidas en 13 divisiones:

I. Innovación del producto; II. Innovación de los procesos; III. Innovación de proceso externa; IV. Costos; V. Recursos humanos; VI. Máquinas y técnicas; VII. Organización; VIII. Acceso a la información, cuáles son las fuentes de información con las que cuenta la empresa y que decisiones sobre tecnología están basadas en las fuentes de información; IX. Producción; X. Producto; XI. Sistemas de comercialización; XII. Promoción; y XIII. Servicio de venta y post-venta.

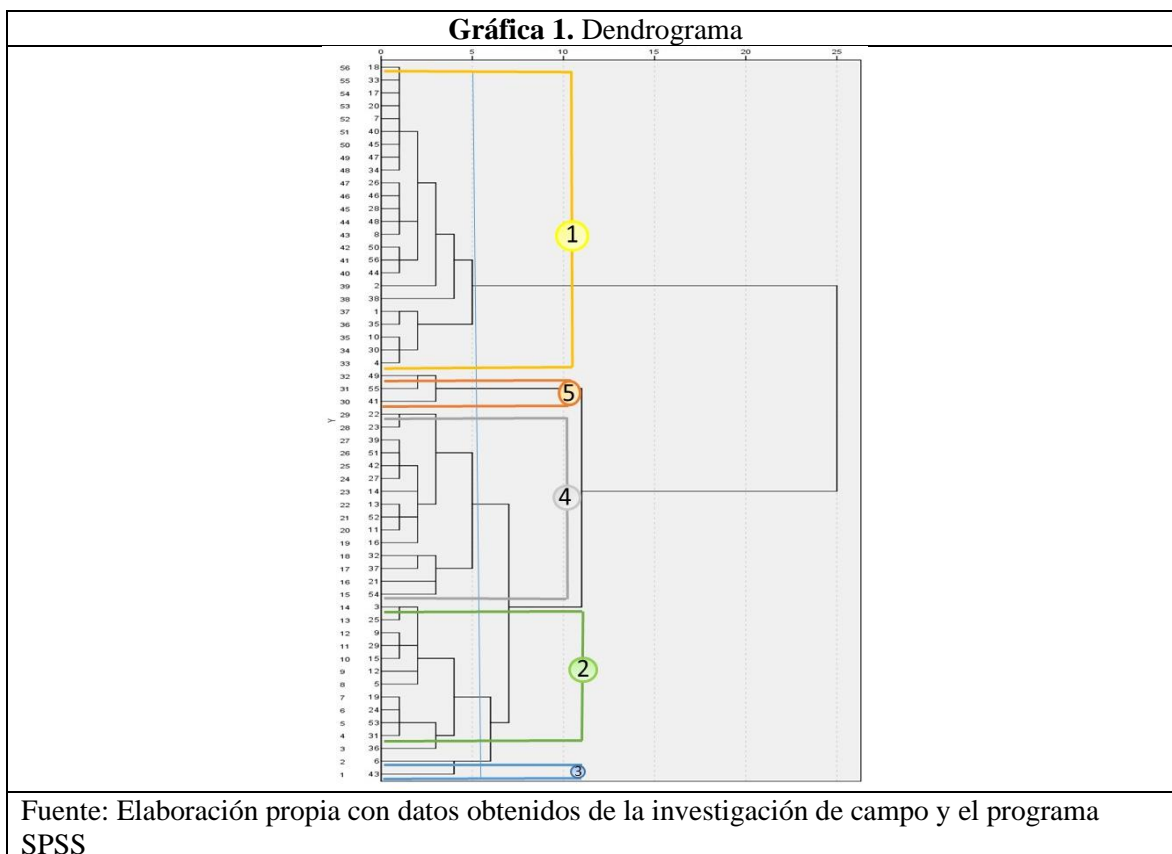
El resultado del coeficiente Alfa de Cronbach, es un resumen del procesamiento de casos, donde se valida que fueron procesadas todas las empresas, sin excluir a ninguna. El valor total del instrumento que fue 0.974, por lo que para esta investigación, el coeficiente es mayor a 0.9, y se establece en la categoría de excelente. El número de elementos corresponde al número de preguntas consideradas en el instrumento.

Análisis de resultados

En este apartado se explica la aplicación del ACJ derivado de los pasos que se han determinado a lo largo del artículo. Por lo que se muestran y examinan los resultados obtenidos en campo y gabinete, con una interpretación a través de los análisis estadísticos, incluye las tablas de distribución de frecuencias, junto con las matrices de correlación y determinación, así como los gráficos de correlación con el objetivo de conocer si la IAM es competitiva.

Para interpretar los resultados del ACJ, utilizando el Método de Ward se emplea el gráfico del dendrograma del programa *SPSS V.22*, con la ayuda de este esquema se logran identificar a las empresas, o llamados casos, donde se considera el tamaño de la muestra y se les clasifica en clústeres. Es importante establecer la relación de las empresas que se les va hacer la clasificación por grupos, considerando las características principales que las distinguen. Se analizaron los datos estandarizados de las dos variables independientes consideradas: I+D y AT de las 56 empresas estudiadas, para calcular la separación entre empresas se empleó la distancia euclidiana al cuadrado (ver gráfica 1).

Se localizaron cinco clústeres: I) Empresas: 1, 2, 4, 7, 8, 10, 17, 18, 20, 26, 28, 30, 33, 34, 35, 38, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 56; II) Empresas: 3, 5, 9, 12, 15, 19, 24, 25, 29, 31, 36, 53; III) Empresas: 6, 43; IV) Empresas: 11, 13, 14, 16, 21, 22, 23, 27, 32, 37, 42, 51, 54; y V) Empresas: 41, 49, 55.



Para el análisis e interpretación de los coeficientes de correlación se examinan los resultados de los cinco clústeres. El clúster 1 presenta el mayor número de empresas dentro del ACJ con un total de 24 empresas y es además el que muestra la mayor correlación entre la competitividad y la I+D.

La correlación de Pearson entre la competitividad y la variable I+D en el clúster 1, el valor observado es de 0.550, es decir, los coeficientes son estadísticamente significativos, y se observa una correlación positiva moderada. La correlación entre la competitividad y AT, se tiene un valor de 0.411 con una correlación positiva media (ver tabla 1).

Tabla 1. Matriz del coeficiente de correlación de Pearson clúster 1			
Variabes	I. Innovación y Desarrollo	II. Alta Tecnología	III. Competitividad
I. Innovación y Desarrollo	1.000	0.626	0.550
II. Alta Tecnología	0.626	1.000	0.411
III. Competitividad	0.550	0.411	1.000

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación de campo y el programa SPSS

Para el clúster 2, donde se presentan 12 empresas, muestra una correlación entre la competitividad y la I+D de 0.567, siendo una correlación positiva moderada. Por otro lado, la competitividad y la AT, se tiene un valor de 0.196, se observa una correlación positiva débil (ver tabla 2)

Tabla 2. Matriz del coeficiente de correlación de Pearson para el clúster 2			
Variabes	I. Innovación y Desarrollo	II. Alta Tecnología	III. Competitividad
I. Innovación y Desarrollo	1.000	- 0.205	0.567
II. Alta Tecnología	- 0.205	1.000	0.196
III. Competitividad	0.567	0.196	1.000

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación de campo y el programa SPSS

La correlación del clúster 3, que presenta un total de 2 empresas, la competitividad y la I+D de 1.000, siendo una correlación positiva alta, pero no hay una medición de los coeficientes y no se demuestra si son estadísticamente significativos. Por el contrario, la correlación entre la competitividad y la variable Alta Tecnología, tiene un valor de - 1.000, por lo que es una correlación negativa (ver tabla 3).

Tabla 3. Matriz del coeficiente de correlación de Pearson para el clúster 3			
Variabes	I. Innovación y Desarrollo	II. Alta Tecnología	III. Competitividad
I. Innovación y Desarrollo	1.000	- 1.000	1.000
II. Alta Tecnología	- 1.000	1.000	- 1.000
III. Competitividad	1.000	- 1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación de campo y el programa SPSS

El clúster 4 está integrado por 15 empresas, muestra una correlación entre la competitividad y la I+D de 0.213, siendo una correlación positiva débil. La correlación entre la competitividad y la AT, tiene un valor de 0.300, por lo que es una correlación positiva débil (ver tabla 4).

Tabla 4. Matriz del coeficiente de correlación de Pearson para el clúster 4			
Variabes	I. Innovación y Desarrollo	II. Alta Tecnología	III. Competitividad
I. Innovación y Desarrollo	1.000	0.840	0.213
II. Alta Tecnología	0.840	1.000	0.300
III. Competitividad	0.213	0.300	1.000

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación de campo y el programa SPSS.

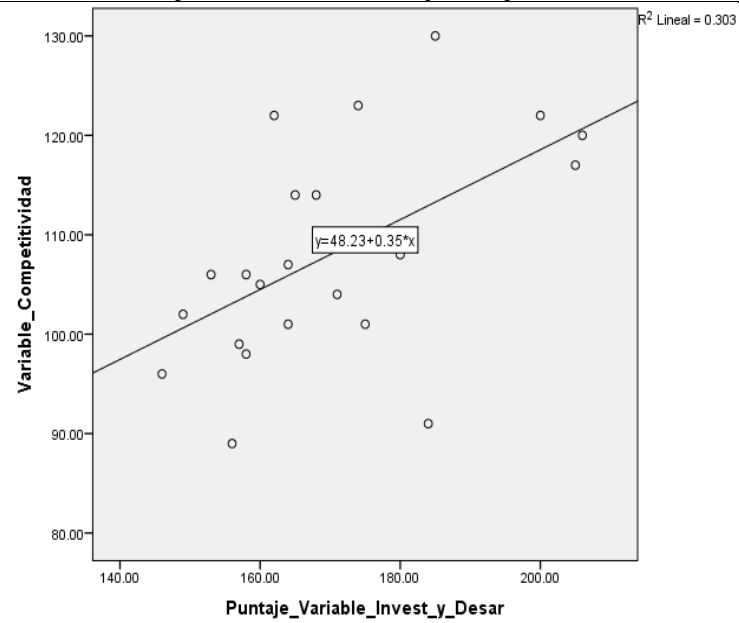
El clúster 5 presenta un total de 3 empresas, se considera una correlación entre la competitividad y la I+D de -0.419, siendo una correlación negativa media, en el caso de la competitividad y la A, tiene un valor de -0.079, por lo que es una correlación negativa muy débil (ver tabla 5).

Tabla 5. Matriz del coeficiente de correlación de Pearson para el clúster 5			
Variabes	I. Innovación y Desarrollo	II. Alta Tecnología	III. Competitividad
I. Innovación y Desarrollo	1.000	0.939	- 0.419
II. Alta Tecnología	0.939	1.000	- 0.079
III. Competitividad	- 0.419	- 0.079	1.000

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación de campo y el programa SPSS.

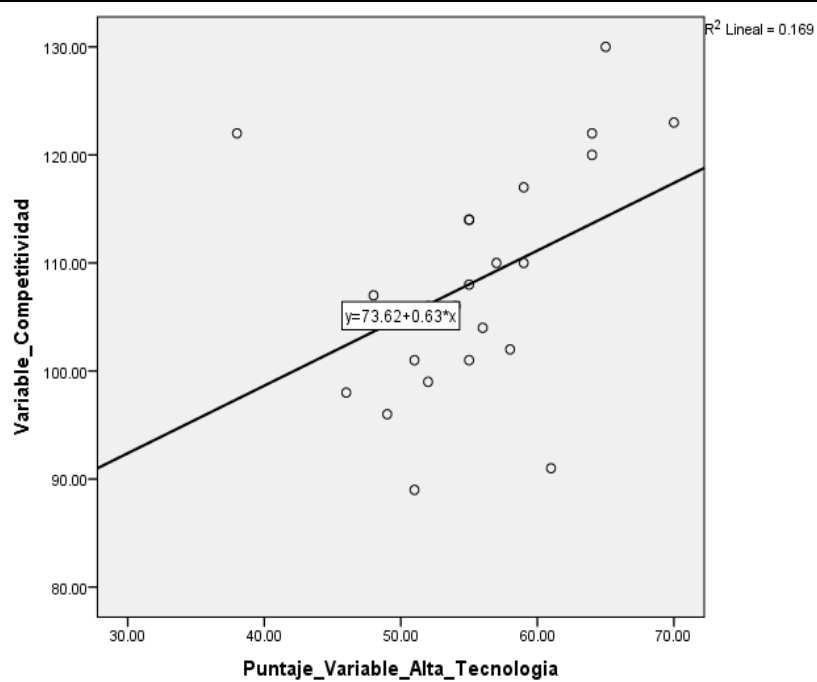
Continuando con el Método de Ward, se presentan las gráficas de correlación para el clúster 1, este método expone que la pérdida de información que se produce al integrar a las distintas empresas en clústeres puede medirse a través de la suma total de los cuadrados de las desviaciones entre cada punto (empresa) y la media del clúster en el que se integra, para que el proceso de clusterización resulte óptimo (ver gráficas 2 y 3).

Gráfica 2. Dispersión variable I+D y Competitividad clúster 1



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación de campo y el programa SPSS

Gráfica 3. Dispersión variable Alta Tecnología y Competitividad clúster 1



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la investigación de campo y el programa SPSS

Se observa en los diagramas de dispersión una correlación positiva, pero no perfecta, la nube de puntos es alargada, es decir, apunta a una recta ascendente.

Conclusiones

La IAM necesita madurar a las empresas que se mantienen en la manufactura, ensamble de componentes y aeropartes con el objetivo de que participen en la innovación tecnológica con la información obtenida en el apartado anterior, permite confirmar que las características de las 56 empresas aeronáuticas si obedecen a las de un conglomerado industrial, con cinco clústeres. El crecimiento industrial de esta industria es considerado un elemento importante en el desarrollo económico del sector secundario del país.

Las variables e indicadores son consistentes, y se dirigen a la actividad económica de la industria, sin embargo, y como se mencionó anteriormente las empresas de la IAM están orientadas a la fabricación de piezas y de bajo nivel y poca especialización, esto difiere con las industrias aeroespaciales y aeronáuticas que laboran en los países desarrollados, se puede encontrar en la IAM, excepciones como los clústeres de Baja California, Querétaro y Sonora con la manufactura de arneses y componentes eléctricos y electrónicos, no obstante, la mayoría de las empresas se ubican en el escalafón inferior de los etapas productivas, donde sólo se producen piezas para las industrias en el extranjero, que son las que producen los sistemas y elementos más complejos para la aeronave completa.

Existen otros estudios precios y demuestran que los resultados son similares a los encontrados en esta investigación, y se advierte que las actividades dirigidas hacia la innovación y la derrama tecnológicas, así como la internacionalización están débilmente relacionadas, por lo que se debilita el concepto de que el clúster se asocia con la alta competitividad.

Por lo anterior, se deduce que la IAM aún no se encuentra lista para armar una aeronave mexicana, a pesar de ello y de acuerdo a la investigación no se puede negar que la dinámica y el impulso de las empresas hacia mejorar todos los procesos, actividades, capacitación, certificación, entre otros, es un proceso obligatorio e ineludible. Se ha progresado mucho en los últimos 15 años en todos los espacios. Es un reto, pronosticar el curso que seguirá el lograr un cambio para que las empresas den el salto hacia la innovación y alto valor agregado, empero las expectativas de las empresas OEM's son muy elevadas y de cumplirse ofrecerá mayor inversión para que se logre que la fabricación en México de una aeronave completa.

Referencias

- Aerospace Globalization 2.0: The Next Stage (2009). Recuperado de <http://www.fac.org.uk/wp-content/uploads/2013/01/200909-AeroStrategy-Globalization-Commentary.pdf>
- Agrawal, A., y Cockburn, I. (2003). *The anchor tenant hypothesis: exploring the role of large, local R&D-intensive firms in regional innovation systems*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/4955938_The_Anchor_Tenant_Hypothesis_Exploring_the_Role_of_Large_Local_RD-intensive_Firms_in_Regional_Innovation_Systems
- Arbonies, A., (2002). *Cómo responden regiones y países al reto de la Sociedad del Conocimiento*.
- Bonales, J., Aguirre, J., y Cortés, A. (2008). *Modelo competitivo de variables jerárquicas*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309286663_Modelo_competitivo_de_variables_jerarquicas_de_empresas_exportadoras
- Casalet, M. (2013). *La Industria Aeroespacial. Complejidad productiva e institucional*. México, Editorial Ravenna.
- Cooke, P., y Morgan, K. (1998). *The associational economy: firms, regions, and innovation*. Reino Unido. Oxford University Press.
- Dei Ottati, G. (1996). *El distrito industrial y el equilibrio entre cooperación y competencia*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=12160>
- Delgado, Ketels, Porter y Stern (2012). *The determinants of national competitiveness* <https://www.nber.org/papers/w18249.pdf>
- Feldman, M. (2003). *The Locational Dynamics of the US Biotech Industry: Knowledge Externalities and the Anchor Hypothesis, Industry and Innovation*. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1366271032000141661>
- Fernández, E. (1996). *Innovación, tecnología y alianzas estratégicas. Factores clave de la competencia*. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=119451>
- Freeman, C. y Soette, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. EE.UU. MIT Press.
- Freeman, C. (1987). *Technology, policy, and economic performance: lessons from Japan*. EE.UU. Pinter Publishers.
- Godin, B. (2001). *Defining R&D Is Research Always Systematic*. Recuperado de http://www.csiic.ca/PDF/Godin_7.pdf
- Godin, B. (2006). *Research and development, how the 'D' got into R&D*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/242713729_Research_and_development_How_the_'D'_got_into_RD

- Krugman, P. (1994). La competitividad: una obsesión peligrosa. Recuperado de http://www.ehu.es/Jarriola/Docencia/EcoInt/Lecturas/krugman_competitividadES.pdf
- Lundvall, B. (1988). *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation*. Reino Unido. Pinter Publishers.
- Malerba, F. (2002). *Sectorial Systems of Innovation and Production*. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.323.6486&rep=rep1&type=pdf>
- Marín, J. (2008). *Los análisis clúster de tipo jerárquico y los dendrogramas. Una visión para la triangulación metodológica en los estudios comparativos regionales en América Latina*. Recuperado de https://www.academia.edu/1610096/Los_an%C3%A1lisis_clusters_de_tipo_jer%C3%A1rquico_y_los_dendrogramas._Una_visi%C3%B3n_para_la_triangu_laci%C3%B3n_metodol%C3%B3gica_en_los_estudios_comparativos_regionales
- Marshall, A. (1890). *Principios de Economía: Un tratado de Introducción*. España. Ed. Aguilar (versión en castellano de 1963)
- Marshall, A. (1923). *Industry and Trade*. Reino Unido. Ed. MacMillan
- Martin, R., y Sunley, P. (2003). *Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea?* Recuperado de <https://academic.oup.com/joeg/article-abstract/3/1/5/904610>
- Martínez, J. (2011). *The development of aerospace clusters in Mexico*. Recuperado de <https://archipel.uqam.ca/4218/1/D2216.pdf?gathStatIcon=true>
- Martínez, J. (2011). *Centripetal forces in aerospace clusters in Mexico*. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2157930X.2011.605872>
- Nelson, R. (1993). *National Innovation Systems: a comparative analysis*. EE.UU. Oxford University Press.
- Niosi, J. y Zhegu, M. (2005). *Multinational Corporations, Value Chains and Knowledge Spillovers in the Global Aircraft Industry*. Recuperado de <http://45.55.40.154/wpcontent/uploads/2015/08/Multinational-Corporations.pdf>
- Niosi, J. y Zhegu, M. (2010). *Anchor tenants and regional innovation systems: the aircraft industry*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/264438271_Anchor_tenants_and_regional_innovation_systems_The_aircraft_industry
- OCDE, (1992). *Technology and the Economy, The Key Relationships*. Paris, Technology/Economy Programme (TEP).
- OCDE (1995). *Revision des classifications des secteurs et des produits de haute technologie*. Paris: OECD Publishing. Recuperado de: <https://www.oecd->

ilibrary.org/docserver/134337307632.pdf?expires=1533324222&id=id&accname=guest&checksum=A1548AB43A907EA25485176975C8420E

- OCDE, (2002). *Manual de Frascati. Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*. España Fundación Española de Ciencia y Tecnología FECYT.
- OCDE, (2003). Industrial Competitiveness. In *The Knowledge-Based Economy: The New Role of Governments*. Paris.
- Perroux, F. (1955). *Note sur la notion de 'pôle de croissance*. English translation *Note on the concept of Growth Poles*
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*, Ed. The Free Press, Estados Unidos, traducido al español como *La ventaja competitiva de las naciones*. Argentina. Editor Javier Vergara Editor, S. A.
- Porter, M. (1999). *Ser Competitivos: Nuevas aportaciones y conclusiones*. España. Ediciones Deusto S.A.
- ProMéxico (2014). *Plan Nacional de Vuelo. Industria Aeroespacial Mexicana. Mapa de ruta 2014*. México: PROMÉXICO. Recuperado de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/60149/MRT-Aeroespacial-2014.pdf>
- Saaty, T. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. EE.UU. McGraw-Hill.
- Secretaría de Economía y FEMIA (2012). *Pro-Aéreo 2102-2020 Programa Estratégico en la Industria Aeronáutica*. Recuperado de http://economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/industria_comercio/PROAEREO-12-03-2012.pdf
- Secretaría de Economía y DGIPAT (2012). *Industria Aeronáutica en México*. Recuperado de http://www.economia.gob.mx/files/Monografia_Industria_Aeronautica.pdf
- Secretaría de Economía y ProMéxico, (2015). *Diagnostico sectorial sector aeronáutico*. Recuperado de http://mim.promexico.gob.mx/JS/MIM/PerfilDelSector/Aeronáutico/Diagnostico_Aeronáutico_VF_2015.pdf
- Secretaría de Economía, Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial, ProMéxico y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2018) https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/315125/conociendo_la_industria_aeroespacial_23mar2018.pdf
- Vila R. (2014). Como aplicar un clúster jerárquico en SPSS. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/65577/1/628893.pdf>

- Vila, M. Ferro, C. y Rodríguez, M. (2000). Agrupamientos sectoriales territoriales (A.S.T.): reflexiones acerca de los recursos compartidos. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=251275>
- World Economic Forum, (2018). *Global Competitiveness Report 2017-2018* Recuperado de <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>