
INNOVACIONES Y COMPETENCIA

COMPETITIVIDAD, I+D Y ALTA TECNOLOGÍA DEL SECTOR AERONÁUTICO MEXICANO: UN ESTUDIO BAJO MODELOS ESTRUCTURALES

Francisco Javier Ayvar-Campos

*Doctor (Ciencias del Desarrollo Regional), prof.
(investigador(fayvar@umich.mx))*

Joel Bonales-Valencia

*Doctor (Ciencias Administrativas), prof., investigador
(j_bonales@yahoo.com)*

José Antonio Meraz-Rodríguez

Maestro (Ciencias en Negocios Internacionales), (anmer@email.com)

Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Gral. Francisco J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán
C.P. 58040. México

Recibido el 3 de febrero de 2020

Resumen. La investigación tuvo como objetivo identificar la incidencia de la Investigación y Desarrollo (I+D) y la Alta Tecnología (AT) sobre la Competitividad de 56 empresas del Sector Aeronáutico Mexicano (SAM), desarrollando para tal fin un Modelo de Ecuaciones Estructurales con Mínimos Cuadrados Parciales (PLS-SEM). Los resultados del PLS-SEM muestran que la I+D al incidir sobre los procesos de innovación, y estos sobre los costos, influye en el desempeño de los recursos humanos, la producción y la generación de AT, con lo cual se determina la competitividad del SAM. Es así como se recomienda el desarrollo de acciones público-privadas integrales que fortalezcan los nexos entre el Estado, la empresa y las universidades a fin de fomentar la innovación y una inserción exitosa en las cadenas de valor internacional.

Palabras clave: México, competitividad, Innovación y Desarrollo, alta tecnología, Sector Aeronáutico Mexicano, PLS-SEM

DOI: 10.37656/s20768400-2020-2-04

**COMPETITIVENESS, R&D AND HIGH TECHNOLOGY
OF THE MEXICAN AERONAUTICAL SECTOR: A
STUDY UNDER STRUCTURAL EQUATION MODELING**

Francisco Javier Ayvar-Campos

*Dr. Sci. (Regional Development Sciences), prof., investigator
(fayvar@umich.mx)*

Dr. Joel Bonales-Valencia

*Dr. Sci. (Administrative Sciences), prof., investigator
(j_bonales@yahoo.com)*

José Antonio Meraz-Rodríguez

Master (International Business Sciences), (anmer@email.com)

Institute of Economic and Business Research
Michoacan University of San Nicolás de Hidalgo
Gral. Francisco J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán
C.P. 58040. México

Received on February 3, 2020

Abstract: *The objective of the research was to identify the impact of Research and Development (R&D) and High Technology (HT) on the Competitiveness of 56 companies of the Mexican Aeronautical Sector (MAS). Developing for this purpose a Structural Equations Model with Partial Least Squares (PLS-SEM). The results of the PLS-SEM show that the R&D by influencing the innovation processes, and these on the costs, impacts the performance of the human resources, the production and the generation of HT, determining in this way the competitiveness of the MAS. Thus, it is recommended the development of public-private actions that strengthen the links between the State, the enterprise and the University in order to promote and generate innovation and a successful insertion in international value chains.*

Keywords: *Competitiveness, Innovation and Development, High Technology, SAM and PLS-SEM*

DOI: 10.37656/s20768400-2020-2-04

Francisco Javier Ayvar-Campos, Joel Bonales-Valencia,
José Antonio Meraz-Rodríguez

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ, НИОКР И ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВИАЦИОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ МЕКСИКИ: АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Франсиско Хавьер Айвар-Кампос

*Доктор (Региональное развитие), проф., исследователь
(fayvar@umich.mx)*

Хоэль Боналес-Валенсия

Доктор (Управление), проф., исследователь (j_bonales@yahoo.com)

Хосе Антонио Мерас-Родригес

Магистр (Международный бизнес), (anmer@email.com)

Институт экономических и бизнес-исследований
Университет Мичоакана Сан-Николас-де-Идальго

Gral. Francisco J. Múgica S/N, Col. Felicitas del Río, Morelia, Michoacán
С.Р. 58040. México

Статья получена 3 февраля 2020 г.

***Аннотация.** В данной статье проводится анализ влияния НИОКР и высоких технологий на конкурентоспособность 56 предприятий авиационной промышленности Мексики. С этой целью была использована модель структурных уравнений с частично наименьшими квадратами. Результаты свидетельствуют о том, что НИОКР, влияя на инновационные процессы, которые определяют уровень издержек, влияют и на производительность трудовых ресурсов, производство и создание высоких технологий. Все вышесказанное характеризует конкурентоспособность авиационной промышленности. Даются рекомендации по развитию всесторонней деятельности частного и государственного секторов, что позволило бы укрепить связи между государством, компаниями отрасли и университетами с целью содействия инновациям и успешному включению отрасли в международный производственный цикл.*

***Ключевые слова:** Мексика, конкурентоспособность, НИОКР, высокие технологии, авиационная промышленность, PLS-SEM*

***DOI:** 10.37656/s20768400-2020-2-04*

Introducción

El sector aeronáutico (SA) a nivel mundial es un detonador tecnológico y de aplicación de capital humano especializado, así como un causante del desarrollo de infraestructura y de programas de Investigación y Desarrollo (I+D) y Alta Tecnología (AT). Debido a la creciente complejidad y altos requerimientos de la cadena de valor internacional, en este entorno interactúan Fabricantes de Equipo Original (OEM's)*, Tier-1, Tier-2, Tier-3**, empresas subcontratistas de aeropartes o subcontratistas, líneas aéreas, aeropuertos, centros de investigación y desarrollo, institutos de alta tecnología, universidades, entre otros [1, 2].

La I+D y la AT se destina en el SA a la elaboración de nuevas metodologías y a la generación de conocimiento [3]. Tareas que requieren de inversiones importantes, sin embargo, son necesarias para asegurar la competitividad y continuidad en los mercados consolidados y potenciales [4]. El objetivo de la investigación es evaluar la competitividad del Sector Aeronáutico Mexicano (SAM) así como la incidencia de la I+D y la AT en la misma, estableciendo como hipótesis que la I+D y la AT inciden directamente en la competitividad del SAM. A fin de contrastar dicha hipótesis se elaboró un Modelo de

* Las OEM's realizan actividades principalmente de ensamble del fuselaje, integración final de las aeronaves y ventas [15].

** Los proveedores Tier 1 realizan actividades de ensamblajes menores, fabricación de producto de alto valor agregado o integración de partes como: estructuras, aviónica, interiores y trenes de aterrizaje. Los proveedores Tier 2, son empresas especializadas en montaje de diversos sistemas y subsistemas electrónicos y eléctricos. Los proveedores Tier 3, son compañías de componentes y aeropartes eléctricas y electrónicas [15].

Francisco Javier Ayvar-Campos, Joel Bonales-Valencia,
José Antonio Meraz-Rodríguez

Ecuaciones Estructurales con Mínimos Cuadrados Parciales (PLS-SEM) [5].

El sustento del PLS-SEM fue un cuestionario de 83 preguntas aplicado a 56 empresas del SAM. Es así como una vez agrupadas las respuestas por variables de estudio se realizó el trabajo cuantitativo y se corroboró la incidencia de la I+D y la AT sobre la Competitividad. Esto se logró a través de la aplicación de técnicas estadísticas como las medidas de tendencia central, la distribución de frecuencias, la correlación de Pearson y la prueba de mínimos cuadrados [6].

El presente documento se encuentra estructurado en cinco apartados: en el primero se contextualiza la problemática del SAM; en el segundo se exponen los elementos teórico-metodológicos de la relación entre competitividad, I+D y AT; en el tercero se muestran los rasgos de la técnica de análisis cuantitativo bajo la lógica de los modelos estructurales; en el cuarto se presentan y discuten los resultados del modelo PLS-SEM para el SAM. Finalmente, se establecen una serie de conclusiones.

El sistema aeronáutico mexicano

El SAM es uno de los sectores que mayor crecimiento ha tenido en los últimos años, y se ha caracterizado por demandar altos niveles de calidad, tecnología y seguridad en todas sus actividades. La evolución del SAM es producto principalmente del desarrollo tecnológico, la formación de capital humano, la expansión de redes productivas, la creación de clústeres, la generación de conocimiento, la conformación infraestructura, las facilidades de localización, del apoyo de las instituciones

educativas y de investigación, convirtiéndose el Sector Aeronáutico Mexicano en el núcleo de la nanotecnología, la electrónica, de las tecnologías de la información, la robótica y la mecatrónica, entre otras áreas esenciales para su propia consolidación [7-13].

De acuerdo con la SE, FEMIA, ProMéxico e INEGI [14], la Inversión Extranjera Directa (IED) durante el periodo 2007-2016 en el sector fue de 3,285 millones de dólares estadounidenses (US\$), siendo Estados Unidos de América el país con la mayor IED, seguido por Canadá, Francia y España. Por otro lado, las Exportaciones (X) e Importaciones (M) en el período en cuestión aumentaron de manera notable, ostentando para 2016 un superávit comercial de 1.3 miles de millones de dólares estadounidenses. El SAM está orientado a proveer los mercados de Estados Unidos de América, Francia, Alemania, Canadá y Reino Unido.

El Producto Interno Bruto (PIB) del SAM durante el período 2005-2016 creció 168%, al pasar de 7.9 a 21.2 miles de millones de pesos. Por otro lado, el SAM está constituido por empresas, en su mayoría extranjeras, dedicadas a la manufactura y ensamble de componentes y partes de aeronaves, a los servicios de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO's), a la ingeniería, diseño y a la asistencia en laboratorios de prueba, centros de investigación y capacitación para aviones comerciales y militares. Firmas establecidas principalmente en el centro y norte del país [15-17].

La competitividad del SAM se sustenta actualmente en la cercanía con el mercado estadounidense, la experiencia en el desarrollo de sectores afines, la confiabilidad, los costos y el capital humano. En el futuro esta competitividad deberá sustentarse en la generación de bienes y servicios de mayor

valor agregado, lo que requerirá de cuantiosos flujos de inversión, transferencia de tecnología, generación de conocimientos, fomento de la innovación y demás elementos ligados con las capacidades organizativas, institucionales, técnicas, tecnológicas y de internacionalización de las empresas nacionales [14–17]. Logros que solo se podrán materializar si se incorpora mayor I+D y AT en la cadena de valor; con la participación de empresas, Estado y universidades [1, 9, 18-20].

Revisión teorica del vínculo entre los conceptos

En la presente investigación se entiende por competitividad a la capacidad de una empresa para ascender económicamente frente a otras firmas en una estructura globalizada. A través de mejoras en la I+D, la AT, la generación de conocimiento, la mano de obra calificada, la infraestructura, la inversión, la seguridad jurídica, las políticas públicas y la sustentabilidad social [21–30].

Se considera a la I+D como una actividad científica y tecnológica que genera conocimiento y que es esencial para el crecimiento de la sociedad. De esta forma, los agentes (gobiernos, universidades, empresas e instituciones privadas) que intervienen en esta actividad producen nuevos procesos y productos que coadyuvan a la competitividad empresarial y al crecimiento económico [29-33]. La tecnología es un extenso campo de investigación, diseño y planeación que aprovecha los conocimientos científicos con el fin de dominar procesos naturales, diseñar dispositivos y abordar procesos de manera más racional [34]. Es así como las empresas de AT son relevantes: siempre están innovando, sus descubrimientos

benefician a otros sectores, y desarrollan productos de alto valor agregado – factores que expanden el desempeño económico y fortalecen la competitividad sectorial e industrial [35-38].

Las empresas que desean ser exitosas en la actualidad tienen que consolidar sus capacidades y diseñar estrategias de crecimiento sostenido a largo plazo. La I+D contribuye de manera directa en la competitividad empresarial al aumentar la productividad, disminuir los costos, diversificar la producción, incrementar el número de patentes y generar derramas tecnológicas. Es así como el impulso competitivo de la firma y la consolidación de AT proviene de una base sólida de I+D [36, 39-45].

Desarrollo metodológico del modelo PLS-SEM

Con la finalidad de alcanzar el objetivo, y dada la revisión de la literatura [46'60], en la presente investigación se optó por establecer un Modelo de Ecuaciones Estructurales con Mínimos Cuadrados Parciales (PLS-SEM). Es sustentado en un cuestionario de 85 preguntas fundamentadas en las obras de Lall [61], Berumen [62], Molero y Hidalgo [63], Solleiro y Castañón [64], y aplicado a 56 empresas del SAM. El PLS-SEM es una técnica estadística que permite el cálculo de estimación simultánea de un conjunto de ecuaciones en el que se mide los conceptos (modelo de medición) y las relaciones que hay entre ellos (modelo estructural) [5].

PLS-SEM es una combinación interactiva de análisis de componentes principales que vincula medidas con constructos y análisis de senderos que permite el desarrollo de un sistema. Las relaciones entre indicadores y constructos son guiadas por la teoría y la estimación de los parámetros de las relaciones

entre constructos se realiza con Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS). Así que PLS-SEM busca la predicción de las variables dependientes, tanto latentes como manifiestas, a partir de maximizar la varianza explicada [65]. A diferencia de los métodos basados en covarianzas (MBC), PLS-SEM se ajusta a aplicaciones predictivas, al análisis exploratorio y confirmatorio, y puede operar tanto con indicadores reflectivos como formativos. Sin embargo, solo acepta relaciones unidireccionales entre las variables [5]. Por otro lado, los requerimientos de PLS-SEM en cuanto a la medición de las variables, el tamaño muestral y las distribuciones son mínimas, mientras que evita los problemas de las soluciones inadmisibles y la indeterminación de factores [66-70].

Hair *et al.* [6] mencionan que el procedimiento para desarrollar un modelo PLS-SEM es el siguiente:

- Especificación del modelo estructural: preparación del diagrama que ilustra la hipótesis de la investigación.
- Especificación de las medidas: representación, basada en la teoría, de la relación entre los constructos e indicadores.
- Recolección de datos: obtención de los datos que van a ser medidos en el modelo.
- Estimación del modelo de sendero PLS-SEM: determinación de los coeficientes de los senderos que relacionan los constructos con los indicadores.
- Evaluación de los resultados del PLS-SEM: comparación de las medidas empíricas utilizadas con la realidad.
- Evaluación de los resultados del modelo estructural: examinación de la capacidad predictiva de las relaciones entre los constructos.

- Interpretación de los resultados: reporte de resultados del modelo.

Análisis de resultados del modelo PLS-SEM

Después de aplicar el cuestionario se elaboró la matriz de operacionalización de variables (véase Tabla 1 del anexo). Con esta información se realizó el trabajo cuantitativo a fin de poder verificar la relación entre las variables y comprobar la hipótesis. Esto se llevó a cabo a partir de la aplicación del procedimiento para desarrollar el modelo PLS-SEM.

Con los componentes identificados y siguiendo el procedimiento propuesto por Hair *et al.* [6], el primer paso para crear el modelo PLS-SEM fue la ilustración del mismo. Los constructos fueron representados como círculos, siendo estos la competitividad, la I+D, el proceso de innovación, los costos, los recursos humanos, la producción y la AT, y sus relaciones con los indicadores, simbolizados mediante rectángulos.

Posteriormente se llevó a cabo la evaluación de los coeficientes de sendero, los cuales representan las relaciones hipotetizadas entre los constructos. Estos coeficientes tienen valores estandarizados aproximadamente entre -1 y +1. Los coeficientes más cercanos a +1 indican una fuerte relación positiva, mientras que los coeficientes cercanos a 0 indican una debilidad y no son significativos. En la Tabla 1 se describen las relaciones que existen entre los constructos. De tal manera que se puede apreciar que la relación más significativa es la variable Costos con la variable Producción (0.640) y la relación menos significativa es la de variable Producción con la Competitividad (0.093).

Tabla 1

Coefficientes de Senderos

| Variables | I | II | III | IV | VI | VII |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I. Competitividad | | | | | | |
| II. Costos | | | 0.579 | 0.627 | | 0.640 |
| III. Alta tecnología | 0.257 | | | | | |
| IV. Recursos humanos | 0.483 | | | | | |
| V. Investigación y desarrollo | | | | | 0.528 | |
| VI. Procesos de innovación | | 0.612 | | | | |
| VII. Producción | 0.093 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida del trabajo de campo y utilizando el software SmartPLS.

El coeficiente de determinación (R^2) es el más utilizado para evaluar un modelo estructural y es una medida del poder predictivo del modelo. Este se calcula como el cuadrado de la correlación entre un constructo endógeno y los valores predichos. De esta manera, representa la cantidad de varianza en el constructo endógeno explicado por todos los constructos endógenos vinculados a él. Los valores de R^2 están en un rango de 0 a 1, con niveles cercanos a la unidad R^2 indica un mayor nivel de precisión predictiva. En la Tabla 2 se observa que la variable Competitividad presentó el coeficiente de determinación más alto de los constructos con un R^2 de 0.537 y un R^2_{Adj} de 0.511; mientras que Procesos de Innovación ostentó una R^2 de 0.278 y un R^2_{Adj} de 0.265. Lo que representa que las variables influyen un nivel de precisión predictiva a la Competitividad del

0.511 y la variable que tiene un mayor nivel predictivo es la Producción con 0.399.

Tabla 2

Coefficientes de determinación

| VARIABLES | R ² | R ² _{Adj} |
|------------------------|----------------|-------------------------------|
| Competitividad | 0.537 | 0.511 |
| Costos | 0.375 | 0.363 |
| Alta tecnología | 0.335 | 0.323 |
| Recursos humanos | 0.393 | 0.382 |
| Procesos de innovación | 0.278 | 0.265 |
| Producción | 0.410 | 0.399 |

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida del trabajo de campo y utilizando el software SmartPLS.

En la Tabla 3 es posible apreciar que tanto el coeficiente Alfa de Cronbach y la medida de Fiabilidad Compuesta son superiores a 0.70 por lo que cada uno de los constructos muestran validez y consistencia interna. En relación a la Varianza Extraída Media, seis variables muestran un valor mayor a 0.5, siendo el más alto Recursos Humanos con 0.700 y el más bajo, Alta Tecnología con 0.477. Los resultados arrojan que el modelo estructural muestra constructos robustos, ya que los niveles de validez son altos y dan alta fiabilidad a los valores que obtuvieron las variables latentes con base en las variables observables.

El determinar si un coeficiente es significativo depende del error estándar, y se calcula mediante *Bootstrapping*. Esta técnica permite calcular los valores *t* y los valores *p* para cada uno de los coeficientes de sendero. Cuando el valor *t* es mayor que el valor crítico, se concluye que el coeficiente es significativo

Tabla 3

Fiabilidad y validez del constructo

| Variabales | Alfa de Cronbach | Fiabilidad Compuesta | Varianza Extraída Media |
|----------------------------|------------------|----------------------|-------------------------|
| Competitividad | 0.943 | 0.949 | 0.541 |
| Costos | 0.784 | 0.855 | 0.548 |
| Alta tecnología | 0.915 | 0.926 | 0.477 |
| Recursos humanos | 0.938 | 0.949 | 0.700 |
| Investigación y desarrollo | 0.931 | 0.940 | 0.570 |
| Procesos de innovación | 0.934 | 0.942 | 0.523 |
| Producción | 0.909 | 0.925 | 0.554 |

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida del trabajo de campo y utilizando el software SmartPLS.

estadísticamente a un nivel de significancia determinado. Los valores críticos para pruebas de dos colas son 1.65 para un nivel de significancia de 10%, 1.96 para un nivel de significancia de 5%, y 2.57 para un nivel de significancia de 1%. El valor de significancia depende del campo de estudio y del objetivo de la investigación, pero comúnmente se asume un nivel de significancia de 5% (véase Tabla 4).

Con los resultados obtenidos del proceso de *Bootstrapping* se concluye que todos los senderos fueron significativos (véase Tabla 4). De esta forma, se puede argumentar que la I+D al incidir en los Procesos de Innovación impacta en los Costos, desencadenando una incidencia positiva en la Producción, los Recursos Humanos y la AT, y finalmente determinando la Competitividad del SAM.

Bootstrapping del Modelo Estructural

| Variables | I | II | III | IV | VI | VII |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I. Competitividad | | | | | | |
| II. Costos | | | 5.179 | 5.464 | | 5.988 |
| III. Alta tecnología | 1.821 | | | | | |
| IV. Recursos humanos | 3.034 | | | | | |
| V. Investigación y desarrollo | | | | | 5.110 | |
| VI. Procesos de innovación | | 6.088 | | | | |
| VII. Producción | 0.573 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia con base en la información obtenida del trabajo de campo y utilizando el software SmartPLS.

Lo que concuerda con lo expuesto por Giuliani *et al.* [18], Brown-Grossman y Domínguez-Villalobos [19], Casalet [1], Hernández [9], SE y ProMéxico [17], Chamónica y Gómez [71], Hernández [72], Hernández y Costantino [20], SE *et al.* [14], Burgos y Johnson [73], y Hernández y Carrillo [74] en el sentido de la necesidad de constituir proveedores locales certificados, actualizados e insertos en los mercados internacionales, apoyados por el sector público en conjunción con las universidades y empresas. Ello implicaría dejar de sustentar exclusivamente la competitividad sectorial en los costos, la ubicación geográfica y los incentivos gubernamentales, y basar el futuro del SAM en una eficiencia dinámica en materia de innovación, producto del reforzamiento de las capacidades tecnológicas derivadas, a su vez, de mayor inversión y más I+D, que permita la generación de bienes con alto valor agregado y servicios basados en conocimiento de alto

valor. Con lo cual se estará en mejores condiciones de ser un proveedor de primer nivel inmerso en la cadena de valor del sector aeronáutico internacional.

Conclusiones

Durante el período 2003-2016 el SAM experimentó un crecimiento significativo en materia de producción, exportaciones, inversión y empleo. Producto de las estrategias gubernamentales para incentivar la IED a través de la inversión en el desarrollo tecnológico, la formación de capital humano, la expansión de redes productivas, la creación de clústeres, la generación de conocimiento, la conformación infraestructura, las facilidades de localización, el apoyo de las instituciones educativas y de investigación, entre otros. De esta forma, el SAM se ha desarrollado y especializado en la manufactura y ensamble de componentes y partes de aeronaves, en los servicios de mantenimiento, reparación y operaciones; en la ingeniería, en el diseño y en asistencia en laboratorios de prueba, centros de investigación y capacitación para aviones comerciales y militares. Se ha consolidado como un sector competitivo a nivel internacional, ventaja que solo se podrá mantener a largo plazo si el sector es capaz de producir bienes de mayor valor agregado, lo cual se podrá materializar al incorporar una mayor cantidad de I+D y AT al SAM [14, 17, 19, 20].

Argumentación que encuentra sustento en las obras de Momaya y Ajitabh [39], Peñaloza [36], García-Ochoa [40], Sener y Saridogan [41], Hana [43], Pérez *et al.* [42], Zayas *et al.* [44] y Gilaninia [45], quienes establecen que la I+D contribuye

de manera positiva y directa a la competitividad de las empresas al acrecentar su capacidad productiva, disminuir los costos, generar derramas tecnológicas, fomentar el desarrollo de alta tecnología, entre otras. Bajo esta tesis, y a fin de alcanzar el objetivo del estudio, se aplicó un cuestionario a 56 empresas del SAM, instrumento que tuvo como base las dimensiones, variables e indicadores que de acuerdo con la literatura caracterizan de mejor forma la Competitividad, la I+D, la AT, y su vínculo [61-64].

A partir de las respuestas que se obtuvieron de la investigación de campo, se diseñó un modelo PLS-SEM. Con esta información se realizó el trabajo cuantitativo a fin de poder verificar la relación existente entre las variables y comprobar la hipótesis. El modelo estructural estuvo representado por los constructos Competitividad, I+D, Proceso de Innovación, Costos, Recursos Humanos, Producción y AT, así como por sus relaciones con indicadores.

Dados los resultados se puede apreciar, en una primera etapa, que la relación más significativa se presentó entre las variables Costos y Producción (0.640), y la menos significativa entre Producción y Competitividad (0.093). A partir del cálculo del Coeficiente de Determinación fue posible establecer que la variable Competitividad mostró el nivel de significancia más alto (0.511). A su vez, los resultados de las pruebas de Alfa de Cronbach y Fiabilidad Compuesta establecieron que cada uno de los constructos ostentaron validez y consistencia interna.

Con los resultados obtenidos del proceso de Bootstrapping se concluye que todos los senderos fueron significativos. Así como que la I+D a través de los Procesos de Innovación incide en los Costos, lo cual afecta la Producción, la AT y los Recursos Humanos, y con ello determina la Competitividad del SAM.

Estos resultados permiten concluir la imperiosa necesidad que existe en el SAM de acciones publico-privadas integrales que fortalezcan los nexos entre el Estado, la empresa privada y las universidades a fin de fomentar una exitosa integración de los proveedores locales en las cadenas de valor internacional, mediante bienes y servicios innovadores y de alta calidad.

ANEXOS

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables

| Variable | Ítem | Key | Variable | Ítem | Key | |
|----------------------------|---|-----|-----------------------------|------------------------|--------------------|-----|
| Investigación y desarrollo | Innovación de producto | IP1 | Costos | Costo del terreno | CC1 | |
| | | IP2 | | | CC2 | |
| | | IP3 | | | CM1 | |
| | Uso del producto | IU1 | | Costo de la maquinaria | CM2 | |
| | | IU2 | | | CE1 | |
| | Valor agregado del producto | IA1 | | Costo del equipo | CE2 | |
| | | IA2 | Inversiones en capacitación | | RT1 | |
| | | IA3 | | | RT2 | |
| | Técnicas de producción | IT1 | | Recursos Humanos | RT3 | |
| | | IT2 | Personal calificado | | RQ1 | |
| | | IT3 | | | RQ2 | |
| | Mejoras en los procesos de producción | II1 | | | Nivel de educación | RQ3 |
| II2 | | RL1 | | | | |
| II3 | | RL2 | | | | |
| Procesos de innovación | Cooperación de la empresa con las universidades | PC1 | Producción | | Producción | DP1 |
| | | PC2 | | | | DP2 |
| | | PC3 | | | | DP3 |
| | Tecnología externa | PE1 | | DP4 | | |
| | | PE2 | | DP5 | | |
| | | PE3 | | DP6 | | |
| | Diseño tecnológico | PT1 | | DP7 | | |
| | | PT2 | | Costos de producción | DC1 | |
| | | PT3 | | | DC2 | |

| | | | | | |
|--|-------------------------|-----|--|--|-----|
| | Proyectos de innovación | PI1 | | | DC3 |
|--|-------------------------|-----|--|--|-----|

| | | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|------------|-----|
| | Cooperación con los clientes | PI2 | Competitividad | Calidad del producto | TP1 | |
| | | PI3 | | TP2 | | |
| | | PW1 | | TR1 | | |
| PW2 | TR2 | | | | | |
| PW3 | TM1 | | | | | |
| Alta tecnología | Adaptaciones de maquinaria | HM1 | | Canales de comercialización | TM2 | |
| | | HM2 | | | TM3 | |
| | | HM3 | | | TM4 | |
| | Adaptaciones de equipo | HE1 | | | TM5 | |
| | | HE2 | | | Publicidad | TM6 |
| | | HE3 | | | | |
| | Modificaciones en la organización | HO1 | | TA1 | | |
| | | HO2 | | TA2 | | |
| | | HO3 | | TA3 | | |
| Fuentes de información | HI1 | Servicios venta y postventa | | TS1 | | |
| | HI2 | | TS2 | | | |
| | HI3 | | TS3 | | | |
| Decisiones sobre tecnologías | HD1 | | | | | |
| | HD2 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia con base en el análisis teórico

Bibliografía References Библиография

1. Casalet M. La industria aeroespacial. Complejidad productiva e institucional. 1era ed. México, FLACSO-México, 2013, 223 p.
2. AIRBUS. Global Market Forecast 2016-2035. Mapping Demand, 2016. Available at: http://www.team.aero/files/airbusforecast/Airbus-GMF-2016-2035-MappingDemand-full_book.pdf (accessed 12.07.2019).
3. Captain T., Hussain A. Global aerospace and defense sector outlook. Growth prospects remain upbeat. 2017. Available at: [https://www.infodefensa.com/archivo/files/2017-global-ad-outlook-january_\(deloitte\).pdf](https://www.infodefensa.com/archivo/files/2017-global-ad-outlook-january_(deloitte).pdf) (accessed 15.07.2019).
4. Gates D., Mayor T., Gampenrieder E. Global Aerospace and Defense Outlook. The dawn of a new day. 2016. Available at: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/mx/pdf/2016/09/aerospace-defense-outlook-dawn-of-new-day.pdf> (accessed 17.07.2019).

5. Cepeda-Carrión G., Roldán J. Aplicando en la práctica la técnica PLS en la administración de empresas. 2004. Available at: <https://idus.us.es/xmlui/handle//11441/76333> (accessed 10.07.2019).
6. Hair J., Hult G., Ringle C., Sarstedt M. A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). 2nd ed. Thousand Oaks, SAGE Publications, 2017, 363 p.
7. Hernández J. Transferencia de conocimiento en la industria aeroespacial mexicana: El caso de Bombardier Aeroespacial. Querétaro. *Revista de Economía del Caribe*. Barranquilla, 2011, num. 7, pp. 231-269.
8. Hernández J. Evolución e integración regional del sector aeroespacial en México. En: Basail A., Contreras O. (ed.), 4º Congreso Nacional de Ciencias Sociales. México, 2014, pp. 456-476. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Ruth_Roux/publication/273121911_ImplementaciIm_del_Programa_Nacional_de_Ingles_en_Educacion_Basica_Un_estudio_de_caso/lilin/54f754f20cf28d6dec9e7ccb/Implementacion-del-Programa-Nacional-de-Ingles-en-Educacion-Basica-Un (accessed 17.07.2019).
9. Hernández J. Las empresas mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica. FLACSO, 2015. Available at: https://flacso.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1026/14/1/Hernandez_J.pdf (accessed 16.07.2019).
10. Hualde A, Carrillo J. La industria aeroespacial en Baja California: Características productivas y competencias laborales y profesionales. 1era ed. México, El Colegio de la Frontera Norte, 2007, 160 p.
11. Carrillo J., Hualde A. ¿Una maquiladora diferente?: Competencias laborales y profesionales en la industria aeroespacial en Baja California. En: Casalet M. (ed.), La Industria Aeroespacial Complejidad productiva e institucional, 1era ed. México, FLACSO-México, 2009, pp. 163-197.
12. Carrillo J, Hualde A. Potencialidades y limitaciones de sectores dinámicos de alto valor agregado: La industria aeroespacial en México. En: Neffa J., De la Garza E., Muñoz L. (ed.), Trabajo, empleo, calificaciones profesionales, relaciones de trabajo e identidades laborales, 1era ed. Argentina, CLACSO, 2009, pp. 373-396.
13. López M., Pérez S. Surgimiento y crecimiento de la industria aeroespacial en México. México. *TEPEXI*. Hidalgo, 2018, Vol. 5, num. 9, pp. 1-9.
14. Secretaría de Economía (SE), FEMIA, ProMéxico, INEGI. Conociendo la Industria aeroespacial. México, 2018. Available at: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/315125/conociendo_la_industria_aeroespacial_23mar2018.pdf (accessed 05.08.2019).

Francisco Javier Ayvar-Campos, Joel Bonales-Valencia,
José Antonio Meraz-Rodríguez

15. SE, FEMIA. Pro-Aéreo 2012-2020. Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial. México, 2012. Available at: http://femia.com.mx/themes/femia/ppt/proaereo_esp.pdf (accessed 11.08.2019).
16. SE, DGIPAT. Industria Aeronáutica en México. México, 2012. Available at: www.aerostrategy.com (accessed 20.07.2019).
17. SE, ProMéxico. Diagnóstico Sectorial. México, 2016. Available at: <http://www.promexico.gob.mx/documentos/diagnosticos-sectoriales/aeroespacial.pdf> (accessed 16.07.2019).
18. Giuliani E., Pietrobelli C., Rbellotti R. Upgrading in Global Value Chains: Lessons from Latin American Clusters. *World Development*. Amsterdam, 2005, Vol. 33, num. 4, pp. 549-573.
19. Brown-Grossman F., Domínguez-Villalobos L. Industria aeronáutica en México: Su experiencia en la cadena global de valor. En: Casalet M. (ed.) La industria aeroespacial. Complejidad productiva e institucional, 1era ed. México, FLACSO, 2013, pp. 135-162. Available at: http://www.altec2013.org/programme_pdf/1073.pdf (accessed 17.08.2019).
20. Hernández J., Costantino A. Conocimiento patentado e indicadores económicos: El caso de la industria aeronáutica mexicana. *Revista de Economía del Caribe*. Barranquilla, 2017, num. 20, pp. 71-88.
21. Ezeala-Harrison F. Theory and policy of international competitiveness. 1st. ed. USA. Praeger, 1999, 223 p.
22. Hernández E. La competitividad industrial en México. México, Plaza y Valdes, 2000, 402 p.
23. OCDE. The space economy at a glance 2014. 1st. ed. Francia, OECD, 2014, 146 p.
24. Villarreal R., Ramos R. México competitivo 2020: Un modelo de competitividad sistémica para el desarrollo. 1era. ed. México, Océano, 2002, 356 p.
25. Villarreal R, Villarreal T. IFA: La empresa competitiva sustentable en la era del capital intelectual. México, McGraw Hill Interamericana, 2003, 324 p.
26. Solleiro J., Castañón R. Competitiveness and innovation systems: The challenges for Mexico's insertion in the global context. *Technovation*. Amsterdam, 2005, Vol. 25, num. 9, pp. 1059-1070.
27. Rubio A., Aragón A. Competitividad y recursos estratégicos en la Pymes. *Revista de empresa: La fuente de ideas del ejecutivo*. Madrid, 2006, num. 17, pp. 32-47.

28. Chikán A. National and firm competitiveness: A general research model. *Competitiveness Review*. West Yorkshire, 2008, Vol. 18, num. 1/2, pp. 20-28.
29. OCDE. Industrial competitiveness. In the knowledge-based economy: The new role of governments. Sweden, OCDE, 1997, 253 p.
30. Estrada S, Heijs J. Innovación tecnológica y competitividad, análisis microeconómico de la conducta exportadora en México. Documentos de trabajo del IAIF, num. 36, 2003, 56 p. Available at: <https://eprints.ucm.es/6811/1/36-03.pdf> (accessed 13.08.2019).
31. Ahuja I. Managing research and development for core competence building in an organization. *Journal of Technology, Management and Innovation*. Santiago de Chile, 2011, Vol. 6, num. 1, pp. 58-65.
32. Vázquez-Avila G., Sánchez-Gutiérrez J., González-Uribe G. How innovation in operations increases competitiveness in manufacturing SMES in the metropolitan area of Guadalajara. *Revista Electrónica Nova Scientia*. México. Guanajuato, 2015, Vol. 7, num. 3, pp. 597-615.
33. Distanont A., Khongmalai O. The role of innovation in creating a competitive advantage. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, Amsterdam, 2018. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452315118300080?via%3Dihub> (accessed 25.08.2019).
34. Bunge M. La ciencia: Su método y su filosofía. 1a ed. España. Laetoli, 2013, 144 p.
35. Fagerberg J. Technology and competitiveness. *Oxford Review of Economic Policy*. Oxford, 1996, Vol. 12, num. 3, pp. 39-51.
36. Peñalosa M. Tecnología e innovación factores claves para la competitividad. *Actualidad Contable Faces*. Venezuela. Mérida, 2007, Vol. 10, num. 15, pp. 82-94.
37. Zakrzewska-Bielawska A. High Technology Company: Concept, Nature, Characteristics. In: Mastorakis N., Mladenov V., Zaharim A., Aida Bulucea C. (eds.). *Recent Advances in Management, Marketing and Finances Journal*. Penang, Malaysia: WSEAS Press; 2010. pp. 93-98. Available at: <https://pdfs.semanticscholar.org/438a/b54b3e051438d1f785b9706076c719304baf.pdf> (accessed 27.08.2019).
38. González-Bañales D., Bermeo H. Exploring business competitiveness in high technology sectors: An empirical analysis of the Mexican software industry. *Journal of Information Systems and Technology Management*. Sao Paulo, 2011, Vol. 8, num. 2, pp. 269-290.
39. Momaya K., Ajitabh A. Technology management and competitiveness: Is there any relationship? *International Journal of*

Francisco Javier Ayvar-Campos, Joel Bonaes-Valencia,
José Antonio Meraz-Rodríguez

Technology Transfer and Commercialisation. Geneva, 2005, Vol. 4, num. 4, pp. 518-524.

40. García-Ochoa M. La innovación tecnológica como factor de competitividad empresarial. En: Mercado C. (ed.) XXI Congreso Anual AEDEM. España. ADEM, 2007, p. 14. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2524044> (accessed 10.09.2019).

41. Sener S., Saridogan E. The effects of science-technology-innovation on competitiveness and economic growth. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. Amsterdam, 2011, Vol. 24, pp. 815-828.

42. Pérez R., Camacho O., Arroyo G. El incremento de la productividad y competitividad en México: Innovación, conocimiento y desarrollo. *PAAKAT. Revista de Tecnología y Sociedad*. Jalisco. México, 2013. Vol. 3, num. 5, pp. 1-11.

43. Hana U. Competitive advantage achievement through innovation and knowledge. *Journal of Competitiveness*. Chequia. Zlín, 2013, Vol. 5, num. 1, pp. 82-96.

44. Zayas I., Parra D., López R., Torres J. La innovación, competitividad y desarrollo tecnológico en las MIP y ME's del municipio de Angostura. México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Sinaloa, 2015, Vol. 6, num. 3, pp. 603-617.

45. Gilaninia S. Competitive support of governments for research, development and innovation and its interaction with knowledge production criteria. *Cogent Business & Management*. London, 2017, Vol. 4, pp. 1-17.

46. Bernal-Conesa J. de Nieves C., Briones-Peñalver A. CSR strategy in technology companies: its influence on performance, competitiveness and sustainability. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. New Jersey, 2017, Vol. 24, num. 2, pp. 96-107.

47. Bonaes J. Evaluación del bootstrapping en los indicadores y variables de la competitividad en las empresas exportadoras aplicando la técnica PLS-SEM. *CIMEXUS*. México. Michoacán, 2018, Vol. 13, num. 2, pp. 13-25.

48. Naala M., Nordin N., Omar W. Innovation capability and firm performance relationship: A study of PLS-Structural Equation Modeling (PLS-SEM). *International Journal of Organization & Business Excellence*. Malaysia. Selangor, 2017, Vol. 2, num. 1, pp. 39-50.

49. Del Carpio J., Miralles F. Absorptive capacity and innovation in low-tech companies in emerging economies. *Journal of Technology, Management & Innovation*. Santiago de Chile, 2018, Vol. 13, num. 2, pp. 3-11.

50. Amin M. The effect of entrepreneurship orientation and learning orientation on SMEs' performance: An SEM-PLS approach. *Journal for International Business and Entrepreneurship Development*. Geneva, 2015, Vol. 8, num. 3, pp. 215-230.
51. Binsawad M., Sohaib O., Hawryszkiewicz I. Factors impacting technology business incubator performance. *International Journal of Innovation Management*. London, 2019, Vol. 23, num. 01, pp. 1-30.
52. Soto-Acosta P., Popa S., Palacios-Marqués D. E-business, organizational innovation and firm performance in manufacturing SMEs: An empirical study in Spain. *Technological and Economic Development of Economy*. Lithuania. Vilnius, 2015, Vol. 22, num. 6, pp. 885-904.
53. Briones-Peñalver A., Bernal-Conesa J., De Nieves-Nieto C. Relaciones interorganizativas de la industria de defensa: Su influencia en la innovación y cooperación y su efecto sobre la competitividad. *Revista de Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*. Madrid, 2017, Vol. 11, num. 3, pp. 20-37.
54. Bonales J., Zamora A., Ortiz C. Variables e índices de competitividad de las empresas exportadoras, utilizando el PLS. *CIMEXUS*. México. Michoacán, 2015, Vol. 10, num. 2, pp. 13-32.
55. Bayraktar C., Hancerliogullari G., Cetinguc B., Calisir F. Competitive strategies, innovation, and firm performance: An empirical study in a developing economy environment. *Technology Analysis & Strategic Management*. United Kingdom. Abingdon, 2017, Vol. 29, num. 1, pp. 38-52.
56. Peña-Vinces J., Urbano D. The influence of domestic economic agents on the international competitiveness of Latin American firms: Evidence from Peruvian small and medium multinational enterprises. *Emerging Markets Finance and Trade*. United Kingdom. Abingdon, 2014, Vol. 50, num. 6, pp. 229-248.
57. Aboelmaged M. The drivers of sustainable manufacturing practices in Egyptian SMEs and their impact on competitive capabilities: A PLS-SEM model. *Journal of Cleaner Production*. Amsterdam, 2018, Vol. 175, pp. 207-221.
58. Arias-Pérez J., Durango C., Millán N. Capacidad de innovación de proceso y desempeño innovador: Efecto mediador de la capacidad de innovación de producto. *AD-minister*. Colombia. Medellín, 2015, num. 27, pp. 75-93.
59. Yam R., Lo W., Tang E., Lau A. Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries. *Research Policy*. Amsterdam, 2011, Vol. 40, num. 3, pp. 391-402.

Francisco Javier Ayvar-Campos, Joel Bonales-Valencia,
José Antonio Meraz-Rodríguez

60. Alegre J., Lapiedra R., Chiva R. A measurement scale for product innovation performance. *European Journal of Innovation Management*. United Kingdom. Bingley, 2006, Vol. 9, num. 4, pp. 333-346.

61. Lall S. Technology and industrial development in an era of globalization. En: Chang H. (ed.) *Rethinking development economics*, 1st. ed. UK., Anthem Press, 2003, pp. 277-299.

62. Berumen S. Competitividad y desarrollo local en la economía global, 1era ed. España, ESIC Editorial, 2006, 181 p.

63. Molero J., Hidalgo A. Los sectores de alta tecnología. En: García J. (ed.) *Estructura económica de Madrid*, 3a. ed. España, CIVITAS, 2007, pp. 501-530.

64. Solleiro J., Castañón R. Competitividad, innovación y transferencia de tecnología en México. *ICE: Revista de economía*. Madrid, 2012, num. 869, pp. 149-162.

65. Barclay D., Higgins C., Thompson R. The Partial Least Squares (PLS) approach to causal modelling: Personal computer adoption and use as an illustration. *Technology Studies*. Germany, 1995, Vol. 2, num. 2, pp. 285-309.

66. Chin W., Marcolin B., Newsted P. A partial least squares latent variable modeling approach for measuring interaction effects: Results from a Monte Carlo simulation study and an electronic-mail emotion/adoption study. *Information Systems Research*. United States of America. Maryland, 2003, Vol. 14, num. 2, pp. 189-217.

67. Fornell C., Bookstein F. A comparative analysis of two structural equation models: Lisrel and PLS applied to market data. In: Fornell C. (ed.) *A second generation of multivariate analysis: Methods*. USA. Praeger, 1982. pp. 289-324.

68. Falk R., Miller N. *A primer for soft modeling*. 1st. ed., USA. University of Akron Press; 1992, 103 p.

69. Wold H. Model construction and evaluation when theoretical knowledge is scarce: Theory and application of partial least squares. In: Kmenta J., Ramsey J. (eds.) *Evaluation of Econometric Models*, USA. Academic Press, 1980, pp. 47-74.

70. Wold H. Soft modeling: Intermediate between traditional model building and data analysis. *Banach Center Publications*. Poland. Warszawa, 1980, Vol. 6, num. 1, pp. 333-346.

71. Chamónica D., Gómez M. Desarrollo tecnológico del sector aeronáutico en México, Canadá y EE.UU. a partir de la I+D e IED, 2005-2015. *CIMEXUS*. Michoacán. México, 2017, Vol. 12, num. 1, pp. 13-33.

72. Hernández J. Capacidades tecnológicas y organizacionales de las empresas mexicanas participantes en la cadena de valor de la industria aeronáutica. *Economía Teoría y Practica*. México, 2017, num. 47, pp. 65-98.

73. Burgos R., Johnson J. Why Querétaro? The development of an aeronautical manufacturing cluster in central Mexico. *Thunderbird International Business Review*. United States of America. New Jersey, 2018, Vol. 60, num. 3, pp. 251-263.

74. Hernández J., Carrillo J. Posibilidades de inserción de PYMES mexicanas en la cadena de valor de la industria aeronáutica, el caso de Baja California. *Estudios Fronterizos*. Baja California. México, 2018, num. 19, pp.1-19.