

**Hoja de ruta competitiva para la producción y exportación de plantas extractoras de aceite
de palma a Centroamérica**

Ángel Custodio Acuña Llanes

**Trabajo de aplicación para Optar el Título de Magister en Gerencia de la Innovación y el
Conocimiento**

Director

Edwin Alberto Garavito Hernández

Ingeniero industrial, Magister en Ingeniería Industrial

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2018

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	14
1. Justificación	16
2. Objetivos	20
2.1 Objetivo general.....	20
2.2 Objetivos específicos	20
3. Resultados esperados	21
4. Marco de referencia	22
4.1 Marco de antecedentes	22
4.2 Marco conceptual.....	26
5. Desarrollo Metodológico	44
5.1 Análisis Del Mapa Tecnológico Del Sector De Extracción De Aceite De Palma Con Enfoque En El Sistema Patentado AVATAR	44
5.1.1 Análisis de la información	44
5.1.2 Estrategia de búsqueda y tratamiento de datos	45
5.1.3 Determinación del nivel de madurez de la tecnología	46
5.2 Identificación de potenciales actores participantes.....	48
5.2.1 Recolección de información	48

5.2.2 Selección y convocatoria de actores principales.....	48
5.2.3 Análisis de las capacidades de los actores principales.....	49
5.3 Caracterización tecnológica del mercado objetivo	49
5.3.1 Diagnóstico y caracterización tecnológica del sector de extracción de aceite de palma en Centroamérica.....	50
5.3.2 Matriz de priorización de mercados.....	50
5.3.3. Análisis de la competencia.....	51
5.4 Elaboración del portafolio de productos y servicios.....	52
5.4.1 Elaboración de inventario de capacidades.....	52
5.4.2 Diseño industrial y gráfico del portafolio	52
5.5 Planteamiento de las acciones estratégicas para lograr la producción y exportación de plantas extractoras de aceite de palma.	53
5.5.1 Definición de objetivos entre actores.....	53
5.5.2 Definición de acciones estratégicas	53
5.5.3 Definición de indicadores críticos	54
5.5.4 Carta Gantt para definición de recursos.....	54
6. Resultados del Trabajo de Aplicación	54
6.1 Análisis del mapa tecnológico del sector de extracción de aceite de palma con enfoque en el sistema patentado AVATAR	54
6.1.1 Análisis de la información	54
6.1.2 Determinación del nivel de madurez de la tecnología.....	71
6.2 Identificación de potenciales actores participantes de la sinergia	73
6.2.1 Recolección de información	73

6.2.2 Selección y convocatoria de actores principales.....	81
6.3 Caracterización Tecnológica Del Mercado Objetivo.....	101
6.3.1 Diagnóstico y caracterización tecnológica del sector de extracción de aceite de palma en Centroamérica.....	105
6.4 Elaboración del portafolio de productos y servicios.....	119
6.4.1 Elaboración de inventario de capacidades	119
6.4.2 Diseño industrial y gráfico del portafolio	121
6.5 Planteamiento de las acciones estratégicas para lograr la producción y exportación de plantas extractoras de aceite de palma	122
6.5.1 Definición de objetivos entre actores.....	123
6.5.2 Definición de acciones estratégicas	124
6.5.3 Definición de indicadores críticos	124
6.5.4 Carta Gantt para definición de recursos.....	125
7. Conclusiones.....	127
8. Recomendaciones	130
Referencias Bibliográficas.....	132

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Rendimiento y requerimiento de área por oleaginosa.	27
Figura 2. Porción equivalente en porcentajes de los productos y subproductos del proceso del fruto de palma en una planta extractora.....	29
Figura 3. Distribución global de la producción de aceite de palma.	30
Figura 4. Diagrama de una planta de beneficio con esterilización convencional.....	33
Figura 5. Sistema de esterilización continua.	34
Figura 6. Planta de beneficio con esterilizadores verticales.	35
Figura 7. Planta de beneficio con esterilización basculante.	36
Figura 8. Planta de extracción de aceite con esterilización dinámica- Tecnología AVATAR. ...	39
Figura 9. Distribución de las familias de patentes con mayor número de aplicaciones individuales.	56
Figura 10. Tendencia cronológica de las aplicaciones de patentes.	57
Figura 11. Distribución de las solicitudes de patente en primera instancia. ...	58
Figura 12. Distribución de las solicitudes de patente en primera instancia por año y país.	58
Figura 13. Número de familias de patentes para las tecnologías asociadas a la producción de aceite de palma.	61
Figura 14. Actividad de patentamiento por año de las tecnologías asociadas al proceso de producción de aceite de palma.	61
Figura 15. Red de colaboración de los aplicantes más activos.	62

Figura 16. Actividad de patentamiento en el sudeste asiático, América Latina y África.	63
Figura 17. Distribución de los resultados según el área de investigación.	69
Figura 18. Distribución de las publicaciones según el país.	70
Figura 19. Distribución de las publicaciones según la institución.	70
Figura 20. Distribución de las publicaciones por autor.	71
Figura 21. Eslabones de la cadena productiva metalmecánica.	75
Figura 22. Distribución de la cadena metalmecánica en Bucaramanga.	77
Figura 23. Perfil de las empresas del subsector de fabricación de maquinaria y equipo N.C.P en Bucaramanga.	81
Figura 24. Mecanismos de las empresas convocadas para captar clientes en el exterior.	85
Figura 25. Número de clientes en el sector palma.	87
Figura 26. Uso de la capacidad instalada en las empresas participantes.	88
Figura 27. Entradas para el diseño de productos en las empresas convocadas.	90
Figura 28. Estrategias de las empresas para mejorar su nivel tecnológico.	91
Figura 29. Estrategias de las empresas para mejorar su ingeniería, innovación y desarrollo.	92
Figura 30. Interés de las empresas para trabajo colaborativo.	94
Figura 31. Comercio internacional en las empresas convocadas.	98
Figura 32. Inventario de innovaciones de las empresas convocadas.	99
Figura 33. Prioridades para las empresas convocadas.	100
Figura 34. Mercados importadores de la partida 84.79.20.10 desde Colombia para el año 2016.	103
Figura 35. Dinámica importadora de América Latina y el Caribe para la partida arancelaria 84.79.20.10.	104

Figura 36. Distribución de las zonas palmeras en México.	107
Figura 37. Distribución geográfica de la palma de aceite en Guatemala	110
Figura 38. Material comercial de la sinergia metalmecánica.	122
Figura 39. Objetivos establecidos por los actores convocados para el modelo colaborativo.	123

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Top 20 de los aplicantes más activos en la categoría de producción de aceite de palma..	59
Tabla 2. Perfil tecnológico de los aplicantes más activos para los procesos de producción de aceite de palma.....	60
Tabla 3. Principales componentes tecnológicos del sistema Avatar para la extracción de aceite de palma.....	64
Tabla 4. Patentes concedidas del sistema Avatar para la extracción de aceite de palma y PCT en los diferentes países solicitados.	67
Tabla 5. Criterios de búsqueda empleados en Scopus.	68
Tabla 6. Evaluación del nivel de madurez tecnológica del sistema Avatar.....	72
Tabla 7. Cifras económicas del sector metalmecánico en Santander y su participación en la industria nacional.....	76
Tabla 8. Empresas que conforman las iniciativas de trabajo colaborativo del sector metalmecánico en el AMB. Fuente: Autor con información de Asomecsa, 2014 y Grupo 10M, 2012.....	81
Tabla 9. Empresas del subsector de fabricación de maquinaria y equipo N.C.P con actividad exportadora.	82
Tabla 10. Actores potenciales seleccionados del sector metalmecánico con enfoque en la industria de palma.	83
Tabla 11. Ficha descriptiva de los actores potenciales convocados.	84

Tabla 12. Distribución geográfica del mercado de palma de las empresas convocadas.....	84
Tabla 13. Distribución de las ventas para el año 2016 en las empresas convocadas.....	86
Tabla 14. Empresas convocadas con experiencia exportadora y mercados objetivos.....	88
Tabla 15. Laboratorios de calidad en las empresas convocadas.....	90
Tabla 16. Equipos y herramientas principales de las empresas.....	93
Tabla 17. Número de empleados por empresa según nivel educativo.....	93
Tabla 18. Exposición de las empresas en el mercado nacional.....	95
Tabla 19. Exposición de las empresas en el mercado internacional.....	96
Tabla 20. Condición de las empresas en el mercado de extracción de aceite nacional.....	97
Tabla 21. Condición de las empresas en mercado de extracción de aceite internacional.....	97
Tabla 22. Plantas extractoras de aceite de palma en Costa Rica.....	106
Tabla 23. Plantas extractoras en México.....	107
Tabla 24. Plantas extractoras de aceite en Honduras.....	108
Tabla 25. Principales empresas del sector palma en Guatemala.....	111
Tabla 26. Plantas extractoras en Guatemala.....	112
Tabla 27. Matriz de mercados priorizada.....	114
Tabla 28. Comparación de la Esterilización dinámica (Tecnología Avatar) con las tecnologías de esterilización ofrecidas en el mercado.....	116
Tabla 29. Inventario de capacidades de los actores potenciales.....	120
Tabla 30. Acciones estratégicas definidas por los actores potenciales.....	124
Tabla 31. Indicadores críticos establecidos para el modelo colaborativo.....	125
Tabla 32. Carta Gantt.....	125

RESUMEN

TÍTULO: HOJA DE RUTA COMPETITIVA PARA LA PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE PLANTAS EXTRACTORAS DE ACEITE DE PALMA A CENTROAMÉRICA*

AUTOR: ÁNGEL CUSTODIO ACUÑA LLANES**

PALABRAS CLAVE: HOJA DE RUTA, ACEITE DE PALMA, ESTERILIZACIÓN, METALMECÁNICA.

DESCRIPCIÓN:

La industria de extracción de aceite de palma a nivel global ha presentado un crecimiento exponencial durante los últimos años, sin embargo, las tecnologías asociadas al proceso extractivo no han evolucionado en la misma medida. Una de las etapas más determinantes en la obtención del aceite de palma corresponde a la esterilización. A nivel comercial se reportan diferentes tecnologías para la etapa de esterilización como la tecnología convencional, vertical, basculante y continua. Industrias Acuña Ltda, una empresa metalmeccánica santandereana ha diseñado y patentado una nueva tecnología, la esterilización dinámica comercialmente denominada Tecnología Avatar.

En este trabajo se analizó el mapa tecnológico del sector de extracción de aceite de palma a nivel global con el fin de identificar los líderes de la industria en la producción de propiedad intelectual y definir el nivel de madurez de la Tecnología Avatar: Esterilización Dinámica. Posteriormente, se analizó el sector metalmeccánico nacional, regional y local para identificar y seleccionar los actores con capacidades técnicas, comerciales, productivas y tecnológicas para la comercialización conjunta de la Tecnología Avatar.

Se realizó un estudio del mercado centroamericano con enfoque en el sector palmero en el cual se consideraron variables técnicas, económicas y logísticas que permitieron priorizar Guatemala como el país con el mayor potencial para la comercialización de la Tecnología Avatar. Adicionalmente, con base en las capacidades instaladas y operativas de las empresas metalmeccánicas convocadas, se definió un portafolio industrial para el mercado objetivo.

Finalmente, se establecieron los objetivos, acciones estratégicas e indicadores generales necesarios para la construcción de una hoja de ruta que faculte la consolidación de una sinergia metalmeccánica entre las empresas identificadas con enfoque en la exportación de plantas extractoras al mercado centroamericano.

*Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Maestría en Gerencia de la Innovación y el Conocimiento. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández, Ingeniero industrial, MSc.

ABSTRACT

TITLE: COMPETITIVE ROADMAP FOR PRODUCTION AND EXPORTATION OF PALM OIL MILLS TO CENTRAL AMERICA*

AUTHOR: ÁNGEL CUSTODIO ACUÑA LLANES**

KEYWORDS: ROADMAP, PALM OIL, STERILIZATION, METALMECHANICAL.

DESCRIPTION:

The palm oil extraction industry has presented an exponential growth at global level during the last years, however, the technologies associated to the extractive process have not evolved in the same measure. One of the most determining stages in obtaining palm oil corresponds to sterilization. In the market, different technologies are reported for the sterilization stage such as conventional, vertical, tilting, and continuous technology. Industrias Acuña Ltda, a Santander-based metalmechanic company has designed and patented a new technology, the dynamic sterilization, commercially called Avatar Technology.

In this paper, the technological map of the palm oil extraction sector at a global level was analyzed to identify the industry leaders in the production of intellectual property and define the level of maturity of the Avatar Technology: Dynamic Sterilization. Subsequently, the national, regional, and local metalmechanic sector was analyzed to identify and select the actors with technical, commercial, productive, and technological capabilities for the joint commercialization of Avatar Technology.

A study of the Central American market was carried out with a focus on the palm sector in which technical, economic, and logistic variables were considered, showing Guatemala as the country with the greatest potential for the commercialization of Avatar Technology. Additionally, based on the installed and operational capacities of the metalworking companies convened, an industrial portfolio was defined for the target market.

Finally, the objectives, strategic actions and general indicators necessary for the construction of a roadmap were established, leading to consolidation of a metalmechanic synergy among the identified companies, with a focus on the export of palm oil mills to the Central American market.

* Master Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Maestría en Gerencia de la Innovación y el Conocimiento. Director: Edwin Alberto Garavito Hernández, Ingeniero industrial, MSc.

Introducción

Obtener productos para la exportación no resulta nada fácil y más aún cuando se tiene como objetivo llegar a mercados globales. La apuesta actual del Estado Colombiano es conseguir que los empresarios puedan ofrecer productos para exportar y recuperar la pérdida de aproximadamente 30.000 millones de dólares que el país dejó de recibir por la caída de la industria petrolera.

Desde el año 2010, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en unión con INN-PULSA, Colciencias y las Cámaras de Comercio iniciaron los *Programas De Alianzas Para La Innovación*, a los cuales accedió Industrias Acuña Ltda para desarrollar lo que en ese año era sólo una idea novedosa. A través del programa de *Impulso A La Innovación* se logró el desarrollo de esta idea a través de proyectos de construcción de prototipos. De esta manera, tras superar los retos y mitos alrededor del proceso de fracturado y desgranado del fruto fresco en frío, fue posible consolidar técnica y comercialmente un nuevo sistema de esterilización, capaz de esterilizar y digerir simultáneamente el fruto de palma de aceite sin generar condensados, ofreciendo así una alternativa sostenible para el medio ambiente. Con este nuevo sistema el consumo de agua se reduce hasta en un 80% y además permite generar un compost, evitando la disposición final de residuos al ecosistema. Este novedoso proceso denominado comercialmente *Tecnología AVATAR* está llamado a cambiar la historia de la extracción de aceite de palma en Colombia y el mundo.

Competir a nivel mundial, requiere productos novedosos y tecnológicamente superiores al estado de arte actual, la *Tecnología AVATAR* tiene certificadas estas propiedades mediante patentes en

Colombia, cuenta con una respuesta escrita de la oficina europea de patentes y está en registro en 11 países más donde se radicó localmente el proceso para su estudio y aprobación. Competir, requiere productos de calidad y que a su vez cuenten con valores competitivos, por tanto, la fórmula para lograrlo a partir de la novedad del producto es la especialización y el volumen de producción.

De esta manera, en este trabajo de aplicación inicialmente se analizó el mapa tecnológico del sector de producción de aceite de palma a nivel global mediante el número de patentes presentadas y de publicaciones científicas enfocadas en el componente tecnológico de la esterilización para la extracción del aceite. Asimismo, se evaluó el estado de la propiedad intelectual y el nivel de madurez de la tecnología Avatar, determinando su potencial innovador a nivel internacional. Posteriormente, un análisis de las características básicas del sector metalmeccánico nacional y local, permitieron identificar los actores potenciales para la futura consolidación de una sinergia enfocada en la exportación de plantas extractoras de aceite. Mediante encuestas realizadas a los empresarios fue posible determinar las capacidades técnicas, de ingeniería, innovación y comercialización de sus compañías, así como sus intenciones y expectativas para la sinergia metalmeccánica planteada. Así, de manera conjunta entre los actores se definieron los objetivos, estrategias, indicadores y escenarios futuros ideales que permitieron definir una hoja de ruta básica para la consolidación del modelo asociativo empresarial. Finalmente empleando una matriz de priorización de mercados se definió Guatemala como el país con mayor potencial al que la sinergia metalmeccánica debe direccionar sus esfuerzos para la exportación inicial de plantas extractoras de aceite de palma con la tecnología Avatar: Esterilización dinámica.

1. Justificación

La producción mundial de aceite de palma y de palmiste ha aumentado de forma exponencial; se estima que dicho crecimiento asciende a más de 67 millones de toneladas en el año 2016. Este efecto se atribuye principalmente a la elevada productividad de las palmas oleaginosas, junto con el desarrollo de nuevas alternativas a su tradicional uso comestible y a la producción de biodiesel (Hai, 2002). A pesar de que Asia constituye la principal fuente de aceite de palma, con aproximadamente el 89% de la producción total mundial, Colombia es el primer productor de este aceite en América Latina y el cuarto a nivel global con una producción del 2% (Fedepalma, 2016).

En 2015, el área sembrada en palma de aceite en Colombia creció 3,6% frente al año anterior, mientras que el área en producción creció 6,8%, indicando la entrada de áreas jóvenes al ciclo productivo. En ese mismo año, las exportaciones del sector palmero colombiano alcanzaron las 419.800 toneladas lo cual representa un incremento del 54% respecto a 2014, mientras que las importaciones alcanzaron 123.500 toneladas, lo que se traduce en un aumento del 1,47% (Fedepalma, 2016).

En la extracción de aceite de palma, la etapa de esterilización o cocinado consiste en el tratamiento de los racimos con vapor húmedo a alta temperatura y presión. Este proceso constituye la etapa más crítica del proceso de extracción, ya que no sólo determina la calidad del aceite final sino la tasa de extracción obtenida. Por esta razón, durante las últimas décadas se han plan-

teado alternativas tecnológicas para hacer más eficiente esta etapa del proceso, mejorando la calidad del aceite final y el desempeño de la planta extractora. (Carvajal, 2009) Aunque la mayoría de estas alternativas no han resuelto las complicaciones del proceso se destaca una nueva tecnología, la esterilización dinámica (*Tecnología AVATAR*), que ha surgido como un sistema patentado y novedoso para la extracción de aceite de palma, mediante el fracturado, el desgranado, la esterilización dinámica y el posterior prensado total del fruto (Acuña, 2016).

La esterilización dinámica es el fundamento de la tecnología AVATAR, patentada a nivel nacional e internacional en 11 países y denominada comercialmente de esta manera por Industrias Acuña Ltda (INAL). Con esta tecnología se plantea la optimización del consumo de agua, la eliminación de vertimientos y el aprovechamiento total de la biomasa residual, así como la reducción de pérdidas de aceite, y del consumo de energía, haciendo el negocio sostenible, rentable y amigable con el medio ambiente (Acuña, 2016).

Este sistema, en comparación con otras tecnologías, permite eliminar el uso de vagonetas, rieles, volteadores, vigas, cabrestantes, puertas de autoclaves y sus mecanismos de apertura tanto del sistema horizontal como del vertical, además del tambor desfrutador, equipos de transporte y prensas de tusas vacías comunes a los tres sistemas de esterilización que comprenden el estado del arte actual de estas tecnologías. Así se disminuye considerablemente el número de equipos, el área requerida y por lo tanto los costos de inversión y se aumenta la rentabilidad de un proyecto (Acuña, 2016).

La tecnología AVATAR ofrece grandes ventajas competitivas a las plantas de beneficio que operen bajo este sistema patentado pues no sólo permite reducciones importantes en el consumo de agua, espacio, energía y personal operativo, reduciendo los riesgos laborales, sino que de igual forma constituye una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente, facilitando además la medición del potencial del fruto por lotes o por proveedor (Acuña, 2016).

Hoy día existe un gran interés gubernamental por fortalecer la dinámica exportadora del país fundamentado en sinergias departamentales, innovación, emprendimiento, valor agregado y encadenamiento productivo, así como la necesidad de reforzar capacidades individuales y colectivas de las empresas para especializar el portafolio de productos y servicios de un sector industrial de interés, en este caso, la extracción de aceite de palma. En este sentido, agregar mayor valor a las tecnologías de extracción de aceite de palma que se producen en Colombia es la forma más conveniente para aprovechar las oportunidades que ofrecen los mercados internacionales e incrementar las exportaciones.

Actualmente, los esfuerzos del gobierno nacional se enfocan en el fortalecimiento de los sectores del Programa de Transformación Productiva (PTP) en las diferentes regiones del país, a través de siete ejes estratégicos: innovación y emprendimiento, tecnología, recurso humano, financiamiento, encadenamientos, calidad y facilitación del comercio, y que permiten en muchos casos a través de acuerdos comerciales entre empresas de un mismo sector, lograr una oferta exportable más competitiva (El Espectador, 2016).

De este modo, con base en los programas de gestión de la innovación y prototipado para el desarrollo de nuevas tecnologías en extracción de aceite de palma desarrolladas por Industrias Acuña Ltda, obtenidas en la actualidad como nuevos productos tecnológicos patentados, además de tener en cuenta la oferta local en metalmecánica, sus capacidades instaladas y el aporte de la ingeniería, y el conocimiento aportado por las universidades, sumado a la necesidad de exportar productos desde Santander, se elaborará una hoja de ruta competitiva basada en redes de colaboración entre empresas del sector de metalmecánica para obtener una oferta tecnológica exportable y competitiva cuyo primer destino sea Centroamérica.

Mediante la implementación de este trabajo de aplicación se busca consolidar a nivel regional una red de competencias en el sector metalmecánico que, a través la producción en volumen, la especialización y la generación de productos innovadores de valor agregado, impacte mercados internacionales. Así, esta iniciativa está orientada a mejorar los índices de productividad, competitividad y sostenibilidad de la región mediante un portafolio conjunto de tecnologías innovadoras y ambientalmente sostenibles, que permitan a las empresas del sector fortalecer sus impactos sociales.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Desarrollar una hoja de ruta competitiva para las industrias metalmecánicas agroindustriales del área metropolitana de Bucaramanga, basada en capacidades instaladas y productos de I+D+i, con el fin de ofrecer un portafolio conjunto de los componentes de plantas extractoras de aceite de palma con la tecnología patentada AVATAR de esterilización dinámica para el mercado centroamericano.

2.2 Objetivos específicos

- Analizar el mapa tecnológico del sector de extracción de aceite de palma con enfoque en el sistema patentado de esterilización dinámica AVATAR para determinar su potencial innovador en la industria palmera en Centroamérica.
- Identificar los potenciales actores participantes de la industria metalmecánica en el área metropolitana de Bucaramanga, con base en su oferta al sector de extracción de aceite de palma y sus capacidades tecnológicas.
- Caracterizar el mercado objetivo del sector de extracción de aceite de palma en Centroamérica con base en sus aspectos económicos, logísticos y tecnológicos.

- Elaborar un portafolio de productos y servicios con base en la tecnología AVATAR, y en conjunto con las entidades metalmecánicas agroindustriales interesadas, para obtener una oferta tecnológica exportable al sector de extracción de aceite de palma en Centroamérica.
- Plantear las acciones estratégicas para lograr la producción y exportación de plantas extractoras de aceite de palma al mercado objetivo, y establecer una metodología de seguimiento a dichas acciones establecidas.

3. Resultados esperados

Con base en los objetivos planteados para el desarrollo de este trabajo de aplicación, los productos a entregar consisten en:

- Análisis del mapa tecnológico del sector de extracción de aceite de palma con enfoque en el sistema patentado de esterilización dinámica AVATAR.
- Análisis del sector metalmecánico del área metropolitana de Bucaramanga e identificación de actores potenciales para la industria de extracción de aceite de palma.
- Estudio de mercado enfocado en la industria de extracción de aceite palma en Centroamérica.

- Portafolio de productos y servicios elaborado con base en la tecnología AVATAR para la producción y exportación de plantas extractoras de aceite de palma a Centroamérica.
- Hoja de ruta para la producción y exportación de plantas extractoras de aceite de palma con enfoque en el mercado Centroamericano.

4. Marco de referencia

4.1 Marco de antecedentes

El cultivo de la palma de aceite llegó a Colombia desde hace más de seis décadas, pero sólo logró consolidarse a partir de los años 80. Esta industria representa el 6% del PIB agropecuario y le genera al país cerca de 110.000 empleos directos y una cifra similar de indirectos. De esta manera, el sector de la palma se ha constituido como un pilar agroindustrial en Colombia, exponiendo retos y desafíos a los empresarios, profesionales e investigadores del país (Fedepalma, 2015).

Desafortunadamente, en las últimas décadas la industria palmera en general no ha invertido lo suficiente en ingeniería de investigación y desarrollo. A esto se suma la falta de interés de las principales compañías de ingeniería que en el pasado era pioneras en equipos y maquinarias pero que durante los últimos años han disminuido su fabricación de equipos para aceite de palma y por tanto la inversión en investigación e innovación en este sector. De esta manera, el aceite de

palma crudo se obtiene industrialmente a partir de los racimos de fruta fresca mediante técnicas convencionales de procesamiento utilizadas desde hace aproximadamente 60 años. (Wambeck,2008) Los desarrollos más recientes se han dado en la etapa de esterilización del proceso de extracción, paso determinante de la calidad del aceite obtenido. Sin embargo, estas tecnologías de esterilización, tales como esterilización vertical, continua y basculante, no resultan eficientes en el consumo de agua, vapor y energía, afectando la rentabilidad del negocio y las tasas de extracción de aceite de las plantas de beneficio (Carrasco, 1995).

Desde el año 2010, Industrias Acuña Ltda- INAL, compañía metalmecánica de Santander ha estado fundamentada en una cultura innovadora, realizando alianzas estratégicas con universidades como la Universidad Industrial de Santander (UIS), centros de investigación nacionales, empresas del sector y proveedores, permitiéndole generar nuevos productos, servicios y tecnologías, como la tecnología patentada AVATAR que soluciona la grave problemática actual de la industria palmera, permitiendo la extracción de aceite de palma con menos, agua, energía, vapor, espacio, inversión, personal operativo y generando mayor sostenibilidad y rentabilidad al negocio. La tecnología AVATAR se fundamenta en la esterilización dinámica, una nueva metodología para la esterilización del fruto fresco que consiste en un reactor con un eje central apoyado en las tapas abombadas del cuerpo y posee dos cintas sinfín de diferente diámetro y sentido que permiten la esterilización y digestión eficiente y simultánea del fruto fracturado y desgranado. (Acuña, 2016) De esta manera, la esterilización dinámica permite mayores tasas de extracción de aceite (TEA), alcanzado valores por encima del 23%, cuando la tasa nacional promedio de extracción de aceite en Colombia es del 19%. En Indonesia es del 22%, en Malasia está alrededor

del 20% y Tailandia escasamente llega al 18%. El promedio en los países palmeros oscila entre el 18 y el 22% (Ariffin, 2010).

La tecnología AVATAR de esterilización dinámica cuenta con 3 patentes nacionales, una respuesta escrita de la oficina europea de patentes (PCT) aprobando las 17 reivindicaciones en su nivel de novedad, altura inventiva y aplicación industrial. Además, se encuentra en fase de registro de patente nacional en 11 países (Estados Unidos, México, Guatemala, Costa Rica, Honduras, Panamá, Ecuador, Perú, Brasil, Malasia e Indonesia). Este desarrollo tecnológico ha sido galardonado con el premio INNOVA 2014 del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, en alianza con INNPULSA Colombia, con la nominación en la categoría Medio Ambiente a los Premios Alianza del Pacífico 2016, en representación de Colombia y el premio Innovadores de Santander 2016 en la Categoría de Ciencia y Tecnología por innovación implementada. De esta manera, esta tecnología que cuenta con un alto carácter innovador y aplicación industrial representa una oferta exportable de Colombia para el sector palmero en Centroamérica y el mundo. (Acuña, 2016)

Colombia enfrenta el desafío de abrirse a nuevos mercados y generar nuevos productos para la exportación. Estudios demuestran que sólo el 0,4% de las compañías del país llevan sus productos a plazas externas, lo que afecta la balanza comercial nacional y la longevidad empresarial, pues investigaciones demuestran que las empresas que exportan logran una mayor permanencia en el mercado en comparación con aquellas que no lo hacen (Portafolio, 2017).

El desafío de llegar a nuevos mercados implica mejorar la oferta exportable del país, ya que sólo alrededor de diez productos abarcan el 69% de las exportaciones colombianas, aun cuando existen más de 3.345 productos exportables. Es por esto, que los esfuerzos del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y entidades como ProColombia e INNPULSA están enfocados en fortalecer los diferentes sectores empresariales bajo la investigación, el encadenamiento productivo y la innovación, para generar productos de valor agregado e incrementar así las exportaciones no mineras. (El Espectador, 2016)

Fortalecer la industria colombiana en torno a productos y tecnologías innovadoras implica mejorar la competitividad, trabajar en estrategias de agregación de valor, mejorar los estándares de eficiencia e invertir en innovación y desarrollo. Para ello, el sector industrial debe orientar su estrategia a trabajar en procesos de integración en la cadena, promoviendo mayor generación de ingresos y diversificando los riesgos.

La sinergia entre empresas, la academia y el Estado es un factor clave para la gestión de la innovación. La cercanía entre las empresas facilita el acceso a insumos y a conocimientos específicos en cada sector, mejorando la competitividad y el desempeño económico de la región. Este tipo de alianzas se han fortalecido durante los últimos años en Colombia, en donde diferentes regiones le han apostado a iniciativas de agregación por sectores industriales en la búsqueda de competitividad y especialización.

En tal contexto, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, INNPULSA Colombia y la Agenda nacional de competitividad han creado el programa de Rutas Competitivas enfocado

en crear capacidades locales para análisis y fortalecimiento de los sectores industriales del país. Este programa cubre 18 departamentos con 36 rutas competitivas enfocadas en el fortalecimiento de metodologías y estrategias para la transformación productiva de las regiones (Innpulsa Colombia, s.f).

A este programa se suma la Red Clúster Colombia, una iniciativa del Consejo Privado de Competitividad e INNPULSA, enfocada en implementar agendas de ciencia, tecnología e innovación, resolver problemas de infraestructura, establecer estándares y normativas relevantes para el sector clúster y brindar herramientas como un mapa detallado que identifica todas las iniciativas clúster en el país (Red Clúster Colombia, 2017).

Otra iniciativa enfocada en generar alianzas productivas para la industria corresponde al Comité Universidad- Empresa- Estado de Santander (CUEES), proyecto liderado por la Gobernación de Santander y enfocado en articular el sector productivo y las entidades estatales competentes del nivel regional y nacional para promover la innovación, la investigación, el encadenamiento productivo y la competitividad de la región (Santander Innova, s.f).

4.2 Marco conceptual

Aceite de palma. La creciente demanda mundial de aceites vegetales en la última década resultó en un aumento en las áreas de cultivos oleaginosos, particularmente de la soya y la palma de aceite (Hai, 2002). El aceite de palma es uno de los cultivos más rentables en el trópico al

ofrecer mayores rendimientos y menores requerimientos de área en comparación con otras oleaginosas (Figura 1) (Fedepalma, 2016).

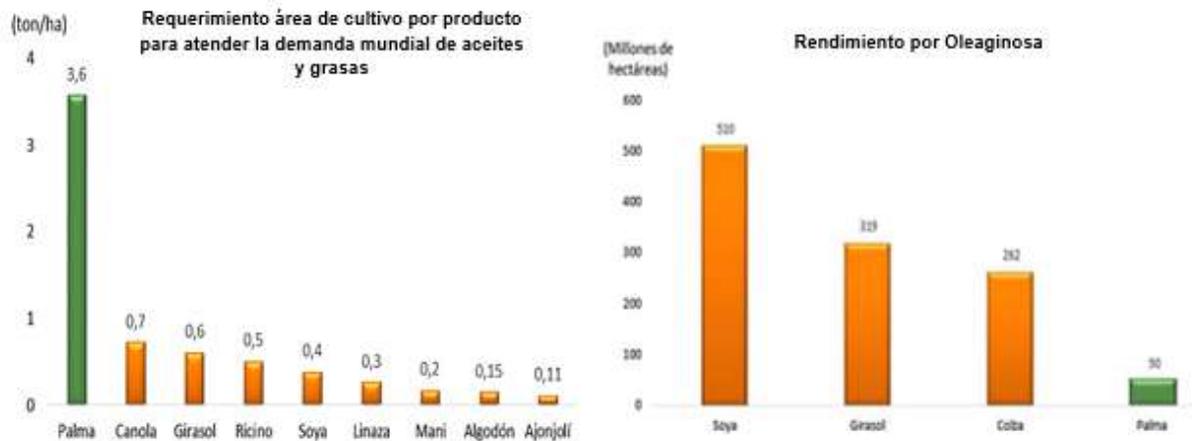


Figura 1. Rendimiento y requerimiento de área por oleaginosa. Adaptado de: Fedepalma, 2016.

Para los principales países productores, el aceite de palma puede contribuir significativamente a las economías nacionales, impulsando el rápido crecimiento económico y contribuyendo al alivio de la pobreza rural (Kandiah, 2010).

La palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) es una monocotiledónea que pertenece a la familia de las *Palmaceae*; crece en climas cálidos y en tierras por debajo de los 500 metros sobre el nivel del mar. Es originaria de África Occidental donde el cinturón de palma principal se extendía desde Sierra Leona, Liberia, Costa de Marfil, Ghana y Camerún hasta las regiones ecuatoriales de las Repúblicas del Congo y Zaire, por lo que el desarrollo de la palma aceitera como cultivo de plantaciones comenzó en el sudeste asiático (Hai, 2002). La palma de aceite posee un amplio campo de utilización, y se puede aprovechar el tronco, las hojas y los frutos. El tronco y

las hojas se utilizan como materia prima en la elaboración de muebles y pulpa de papel, mientras que del proceso de beneficio del fruto se obtienen los aceites de palma (aceite rojo) y de palmito, los cuales se emplean en la producción de alimentos, oleoquímicos, farmacéuticos, entre otros; del proceso de extracción de estos aceites se generan varios subproductos de interés técnico y económico tanto para la planta de beneficio como para el manejo agronómico del cultivo de palma de aceite. Entre ellos están la biomasa sólida constituida por: (a) los racimos vacíos o tusas, resultado del desfrutado de los racimos esterilizados de palma, (b) la fibra resultante del prensado del fruto, (c) el cuesco obtenido del rompimiento de la nuez, (d) las cenizas producidas por la quema de fibra y cuesco en las calderas, y la biomasa líquida, formada por (e) los efluentes, que hacen referencia a los líquidos que se generan en el proceso de extracción, los cuales se caracterizan por tener altas cargas de materia orgánica, residuos del aceite producido (grasas y aceite), pH ácido y contenidos altos de nitrógeno, fósforo y potasio, entre otros compuestos químicos (Figura 2) (Basiron, 2007).

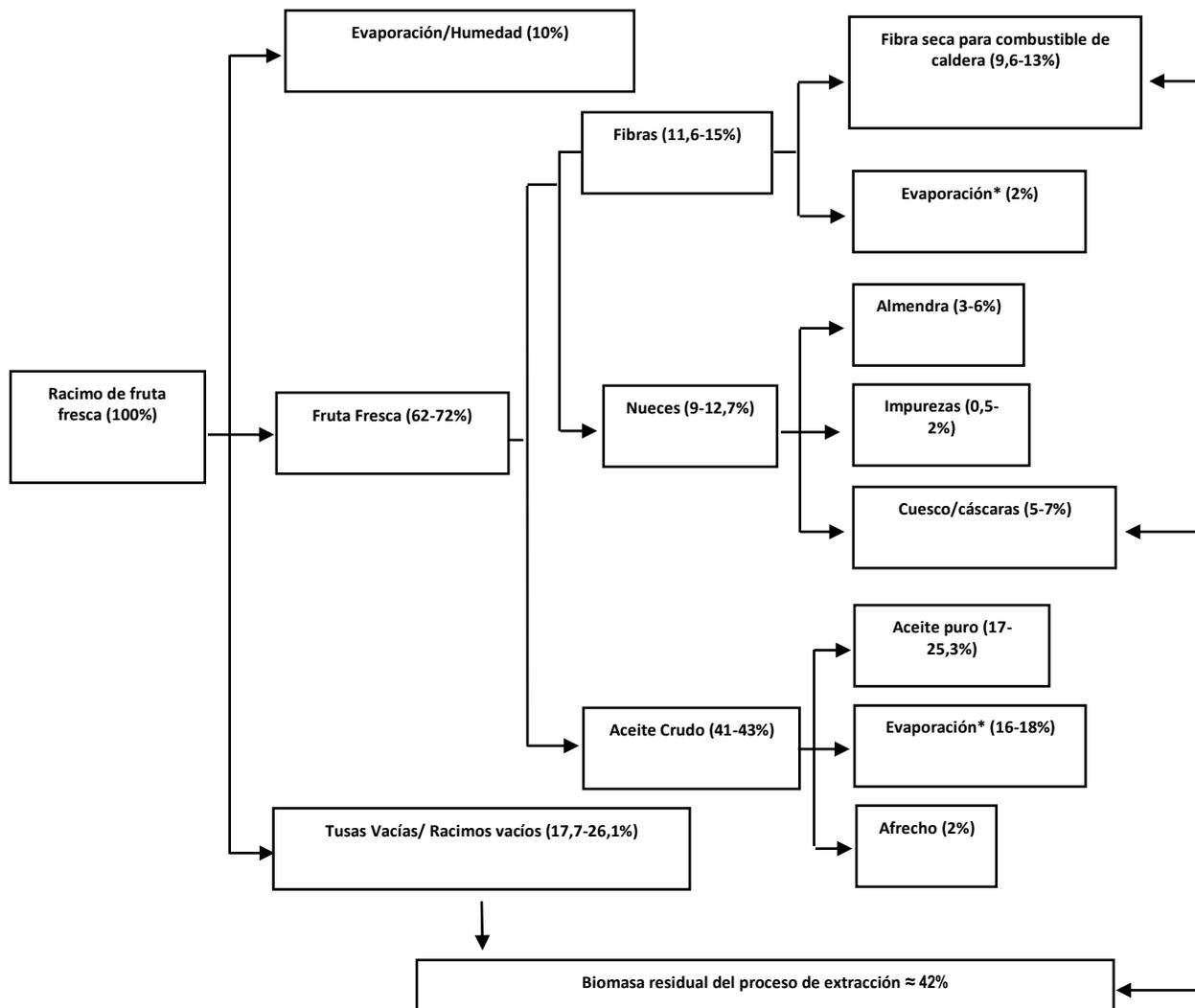


Figura 2. Porción equivalente en porcentajes de los productos y subproductos del proceso del fruto de palma en una planta extractora.

La producción mundial de aceite de palma y de aceite de palmiste se ha incrementado rápidamente en las últimas décadas pasando de unos 2 millones de toneladas métricas en 1961 a más de 58 millones de toneladas métricas en 2014. Los principales impulsores de este crecimiento han sido la alta productividad de las palmas oleaginosas, el desarrollo de aplicaciones que trascienden su tradicional uso comestible y la producción de biodiesel. Se estima que en el 2016 la producción de aceite de palma en el mundo fue alrededor de 67 millones de toneladas métri-

cas. El Banco Mundial estima que el consumo internacional de aceite de palma se duplicará en 2020 alcanzando los 128 millones de toneladas (Hai, 2002).

Asia constituye la principal fuente de aceite de palma, debido a que Indonesia y Malasia responden por aproximadamente el 89% de la producción total mundial. Entre tanto, Colombia es el primer productor de palma de aceite en América Latina y el cuarto en el mundo con el 2% de la producción global (Figura 3). Fedepalma señala que cerca de 465.985 mil hectáreas corresponden al área sembrada en palma de aceite, distribuidas en 122 municipios y 19 departamentos. En 2015, el área sembrada en palma de aceite en Colombia creció 3,6% frente al año anterior, mientras que el área en producción creció 6,8% lo que indica la entrada de áreas jóvenes al ciclo productivo (Fedepalma, 2016).



Figura 3. Distribución global de la producción de aceite de palma. Adaptado de: Fedepalma, 2016.

En 2015 la producción de aceite de palma crudo en Colombia alcanzó 1.272.522 toneladas, mostrando un crecimiento del 14,7%, en comparación a lo obtenido en 2014. Esta tasa de

crecimiento fue sobresaliente en la medida en que superó al promedio anual de variación del último quinquenio (11,3%) y también rebasó el promedio de la última década (7%) (Fedepalma,2016).

En cuanto a la productividad, en 2015 el sector continuó por su senda de crecimiento al observarse una mejora en los rendimientos de aceite producido por hectárea, con un crecimiento superior al 7,5 % interanual. En la dinámica regional se destacan las zonas Oriental, Central y Suroccidental, las cuales incrementaron sus rendimientos en 20,4 y 7,5 % respectivamente, mientras que la Zona Norte disminuyó la productividad al reportar una contracción del 3,2 % en el rendimiento de toneladas de aceite por hectárea (Fedepalma, 2016).

En cuanto a las exportaciones del sector palmero colombiano, en 2015 las mismas alcanzaron una cifra histórica de 419.800 toneladas, 54% por encima de lo registrado en 2014, mientras que las importaciones alcanzaron 123.500 toneladas, lo que se traduce en un aumento del 1,47% (1.800 toneladas adicionales) respecto a 2014. De esta manera, el aceite de palma participó con el 4,7 % de la producción agrícola y el 6,9 % de la producción de cultivos permanentes del país (Fedepalma, 2016).

Tecnologías para la extracción de aceite de palma. El procesamiento de los frutos en la palma de aceite de aceite se lleva a cabo en la planta de beneficio o planta extractora, en donde se obtiene el aceite crudo de palma (Aceite rojo) y el aceite de palmiste o almendras. Según Fedepalma, en Colombia existen 65 plantas de beneficio que representan una capacidad instalada total de 1545 T RFF/h distribuida en 16 plantas en la zona norte, 5 en la zona suroccidental, 16

en la zona central y 28 plantas en la zona oriental (Fedepalma, 2016). En general el proceso de extracción de aceite de palma se puede dividir en tres grandes secciones: (1) preparación para separación de los frutos; (2) extracción para recuperar el aceite de los frutos y (3) purificación para eliminar las impurezas del aceite de palma. Dichas secciones constan de las siguientes etapas: (Hamblin, 1991).

Recepción de racimos frutos frescos (RFF). Los racimos que llegan a las plantas de beneficio inicialmente son pesados en básculas camioneras y luego descargados en tolvas o sistemas de almacenamiento (Carvajal, 2009).

Esterilización. La esterilización es el paso más importante en el proceso de extracción de aceite. La alta temperatura y la presión de la esterilización determinan la formación de ácidos grasos libres en los frutos, ayudan a separar los frutos del racimo y causan contracciones de la almendra de la nuez. Esta etapa consiste en el tratamiento de los racimos con vapor húmedo a alta temperatura y presión e influye notablemente en la eficiencia del proceso en etapas posteriores, así como en la calidad del aceite obtenido para refinación. Durante el proceso de esterilización se inactivan enzimas que afectan la acidez del aceite, se acelera el proceso de ablandamiento de los frutos en el racimo y se disminuye la resistencia de los tejidos de la pulpa para facilitar el proceso de prensado (Wambeck, 2007).

En la actualidad existen diferentes alternativas tecnológicas para el proceso de esterilización: a) Esterilización convencional, b) esterilización continua, c) esterilización vertical, d) esterilización basculante y e) esterilización dinámica.

a) ***Esterilización convencional u Horizontal.*** En la esterilización convencional los racimos de fruta fresca se cargan en vagonetas que pasan posteriormente a los esterilizadores horizontales, los cuales corresponden a autoclaves horizontales de vapor de forma cilíndrica con un diámetro aproximado de 6 pies y capacidad aproximada para 3,5 toneladas de racimos. Este tipo de esterilizadores generalmente cuenta con una sola puerta, aunque pueden tener una puerta en cada extremo. Esta última configuración es preferida dentro de las plantas extractoras grandes al facilitar el movimiento de las vagonetas (Figura 4). El esterilizador se carga y descarga mediante un riel. Concluido el ciclo de esterilización, las vagonetas salen de los esterilizadores, se levantan y se desocupan en la tolva de alimentación de la desfrutadora (Doong, 2007).

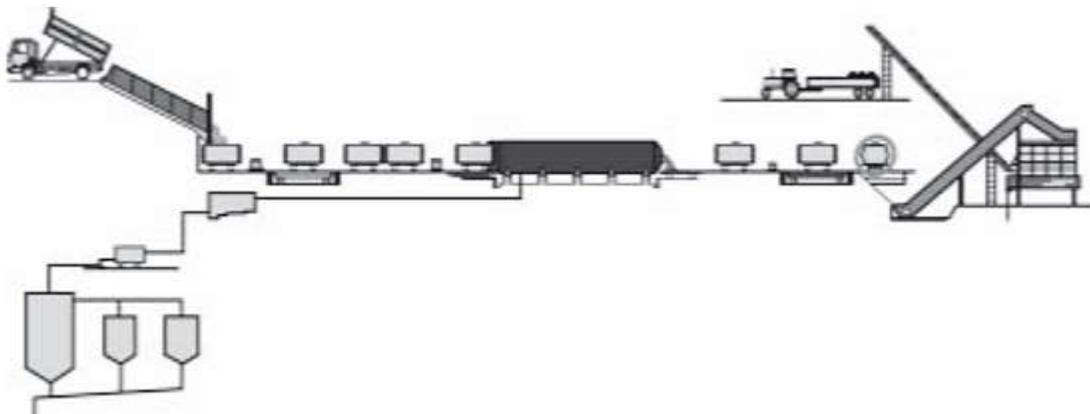


Figura 4. Diagrama de una planta de beneficio con esterilización convencional. Adaptado de: Doong, 2007.

b) ***Esterilización continua.*** En este sistema los racimos de fruta fresca completos pasan primero por un triturador de doble rodillo, luego se calientan con vapor a baja presión para facilitar el procesamiento continuo. Este proceso se realiza empleando vapor a baja presión o a presión atmosférica, mejorando la separación de los frutos del racimo, aunque queda un pequeño

porcentaje de los frutos originalmente presentes en los racimos de fruta fresca. El grado de cocción alcanzado durante el proceso de esterilización continua es insuficiente para optimizar la extracción de aceite y de palmiste, por lo cual los frutos deben ser calentados nuevamente tras la separación (Kandiah, 2010).

El sistema de calentamiento posterior emplea transportadores de tornillo instalados verticalmente para alimentación y descarga (Figura 5). El transportador de descarga también reemplaza el elevador usado para alimentar los frutos esterilizados a los digestores en una planta de beneficio típica. La digestión se hace utilizando digestores horizontales o verticales convencionales (Kandiah, 2010).

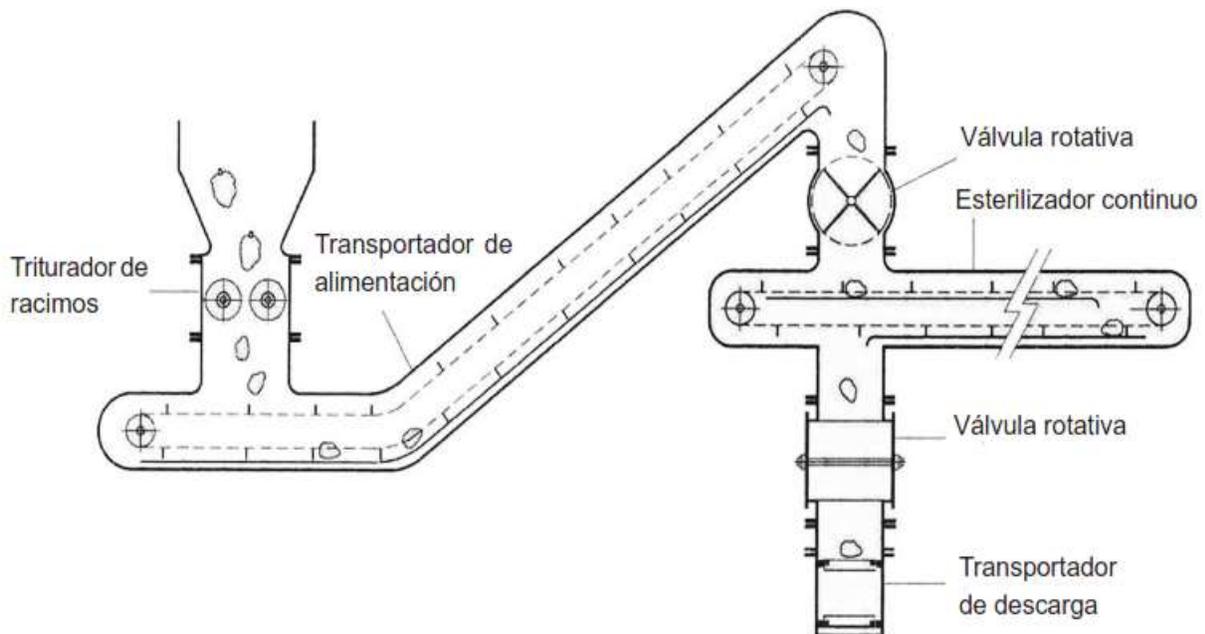


Figura 5. Sistema de esterilización continua. Adaptado de: Kandiah, 2010.

c) **Esterilización Vertical.** En la esterilización vertical los racimos de fruta fresca (RFF) se cargan por medio de una cinta transportadora y se esterilizan a una presión de vapor de hasta 45 PSI dependiendo de las condiciones (Figura 6). Los frutos esterilizados se descargan mecánicamente por el fondo usando un motor eléctrico o hidráulico de velocidad variable. Posteriormente, los frutos esterilizados se transportan al desfrutador y luego a la prensa para la obtención del licor de prensa. Las puertas superior e inferior del esterilizador usan el mismo diseño de cierre rápido de las puertas del esterilizador horizontal, excepto que son más pequeñas, entre 900 y 1.200 mm de diámetro. De esta manera, un sistema de esterilización vertical está conformado por cintas transportadoras tipo redler, autoclaves verticales fijos en tándem y sistema de carga y descarga automatizada (Doong, 2007).

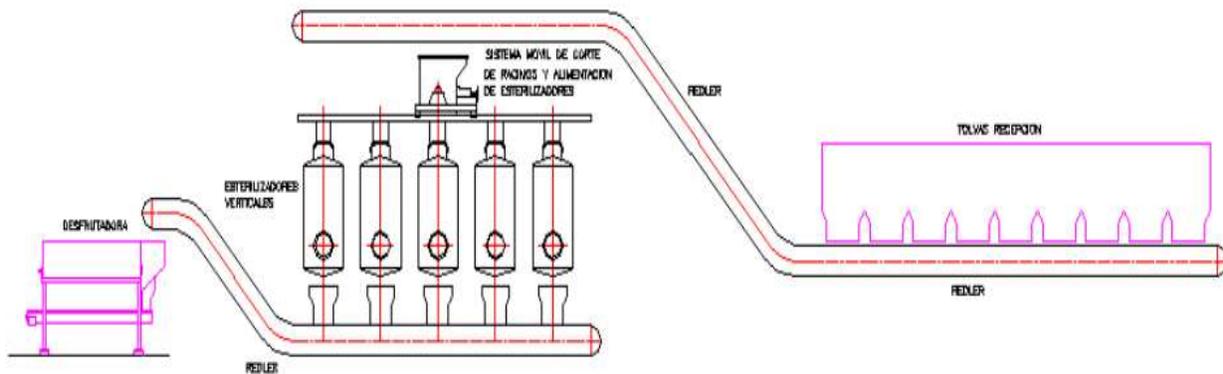


Figura 6. Planta de beneficio con esterilizadores verticales. Adaptado de: Doong, 2007.

d) **Esterilización Basculante.** Este sistema de esterilización es similar a la esterilización vertical y cuenta con un mecanismo basculante que permite el movimiento de la autoclave para ser cargado y descargado (Figura 7). En este sistema el esterilizador tiene una configuración inclinada durante el procesamiento de la fruta (Basiron, 2004).

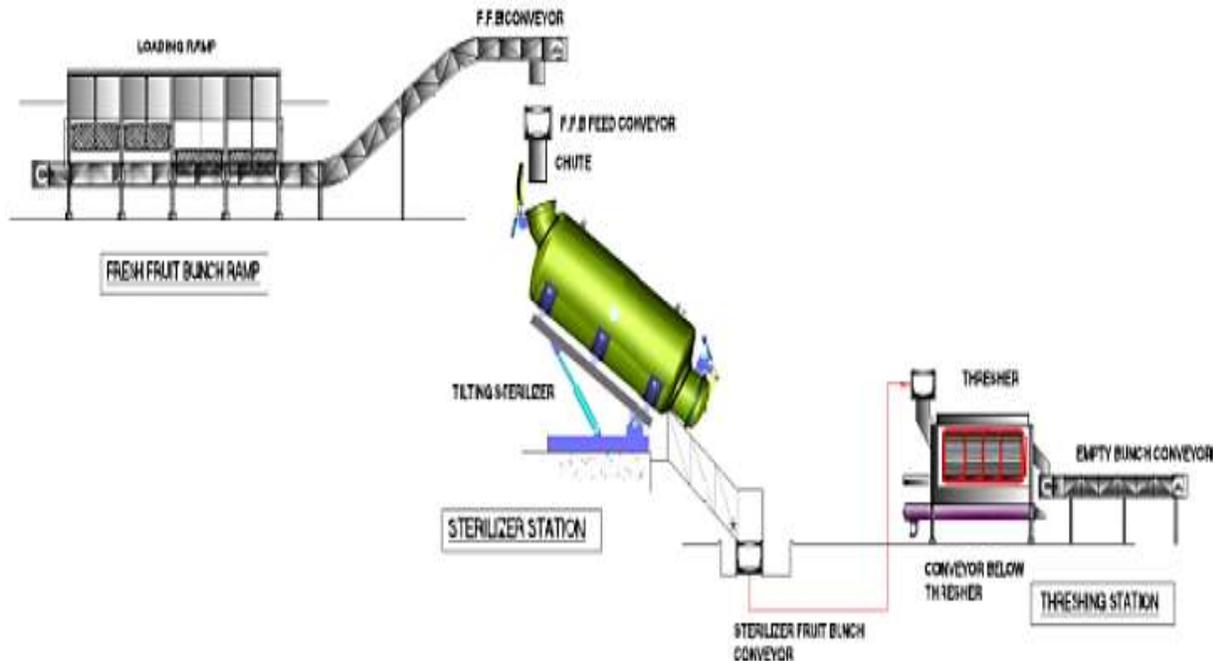


Figura 7. Planta de beneficio con esterilización basculante. Adaptado de: Basiron, 2004.

Todos los sistemas anteriormente mencionados consumen alrededor de 450 a 600 kg de vapor por tonelada de fruta procesada para la esterilización de la fruta y requieren adicionar vapor en los digestores para recuperar la temperatura. Además, durante el prensado se requiere adicionar agua para dilución del aceite en cantidades que oscilan entre 400 a 700 litros de agua por tonelada dependiendo del tipo de esterilización aplicada.

e) ***Esterilización Dinámica.*** Esta tecnología cuenta con una nueva metodología para la esterilización del fruto fresco que consiste en un reactor con un eje central apoyado en las tapas abombadas del cuerpo y posee dos cintas sinfín de diferente diámetro y sentido que permiten la esterilización y digestión eficiente y simultánea del fruto previamente fracturado y desgranado (Figura 8) (Acuña, 2016).

La esterilización dinámica es el sistema más eficiente hasta ahora reportado ya que este sistema conserva una temperatura latente entre 80 y 85°C, lo que permite mantener la energía térmica, mientras se alcanza una temperatura de 140°C en sólo 6 minutos, con un consumo de 100 a 150 kg de vapor por tonelada de fruto procesada, sin requerir picos de esterilización. El esterilizador se carga por la parte superior, a través de una válvula de cortina abierta para este fin, y recibe la fruta desde el fondo del segundo transportador del sistema. Además, como el llenado es total, los espacios de aire internos son mínimos, lo que hace que la transferencia de calor a los racimos fracturados y desgranados sea más rápida y efectiva. La esterilización dinámica (Figura 6) es el fundamento de la tecnología AVATAR creada, diseñada y patentada por Industrias Acuña Ltda-INAL (Patente de invención: Certificado 29453, Res. 14528; Certificado 29943, Res. 84765 de la Superintendencia de Industria y Comercio; Patente Internacional PCT: Expediente 13-231,985) en Bucaramanga Colombia (Acuña, 2016).

Una vez realizado dentro del esterilizador dinámico el proceso de esterilización y digestión del fruto se realiza el proceso de despresurización, y a continuación se evacua el 100% del fruto sobre el sistema de transporte hacia la sección de prensado. El sistema posee salidas opcionales de descarga de licor del esterilizador y/o condensados con el fin de controlar la relación de dilución en el prensado. Estas descargas se realizan sobre el tamiz de licor de prensa. En el sistema se disponen de 2,3,4 ó 5 reactores para lograr un proceso continuo de esterilización, cargue y descargue del fruto con el fin de abastecer las prensas de manera continua. El material procesado se descarga en las prensas, bien sea directamente a una tolva de recibo, o a digestores de menor capacidad para dosificar su alimentación a la prensa obteniendo dos fases, la fase seca que constituye el 40% y la fase líquida que alcanza el 60% del fruto fresco recibido en tolvas. En esta

tecnología no se agrega agua para dilución pues se utilizan los condensados de esterilización que antes se desechaban y además se usa el agua natural que contiene la tusa y que en este sistema se desprende durante el prensado total de la fruta (Acuña, 2016).

La fase líquida o licor de prensa se tamiza y se descarga al sistema de clarificación que se tenga dispuesto. La fase seca que ahora se compone de la totalidad de las tusas finamente molidas, las fibras de mesocarpio y las nueces se disponen sobre el transportador secador de torta hacia la columna de separación para recuperar las nueces en el tambor pulidor y arrastrar las fibras totales al ciclón alimentador de fibras a caldera (Acuña, 2016).

En la esterilización dinámica se elimina el uso del tambor desfrutador y el prensado posterior de las tusas vacías, disminuyendo el consumo de energía y costos de mantenimiento pues se reduce el número de equipos (Acuña, 2016).

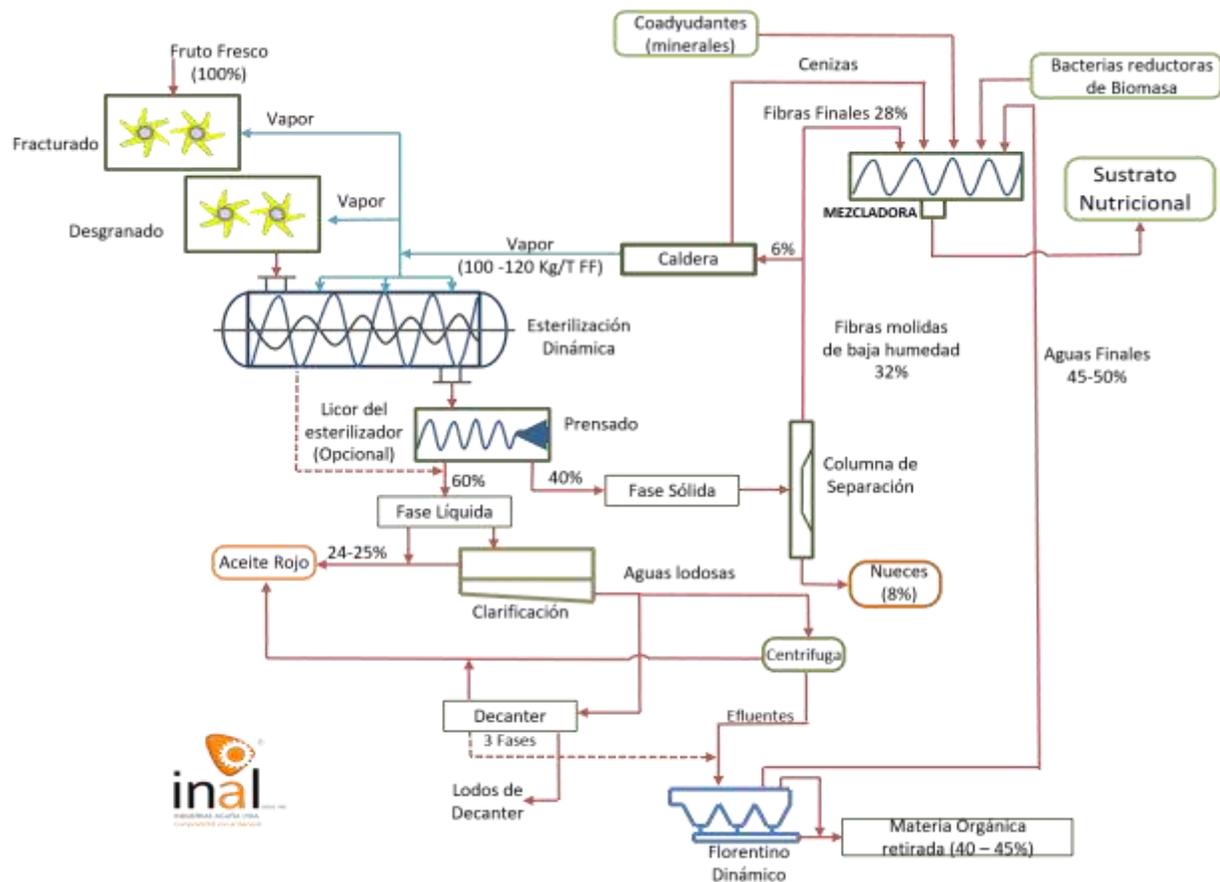


Figura 8. Planta de extracción de aceite con esterilización dinámica- Tecnología AVATAR.

Adaptado de: Acuña, 2016.

En los procesos convencionales, transcurrido el proceso de esterilización de los frutos, se da lugar a las siguientes etapas (Hamblin,1991):

Desfrutado. En los sistemas convencionales de extracción de aceite de palma, una vez se ha llevado a cabo la esterilización, se procede a desprender los frutos de las tusas o raquis. Este proceso se realiza mediante un tambor rotativo que gira a una velocidad determinada que permite el desgranado y separación de los frutos (Sivasothy, 1994).

Digestión. Los frutos separados son descargados en digestores, los cuales corresponden a recipientes verticales con chaquetas de vapor dentro de las cuales se agitan y se calienta la fruta, y se deja en las condiciones necesarias para pasar a la prensa. Los digestores tienen un eje rotativo vertical, con brazos de dirección, cuyo objeto es agitar y frotar la fruta, aflojando el mesocarpio de la nuez y exponiendo las células de aceite hasta convertirla en una pasta homogénea (Carvajal, 2009).

Extracción. La extracción de aceite de palma se realiza por medio de una prensa continua con sistemas de tornillos. Tras el proceso de prensado, la fase líquida es direccionada a la sección de clarificación y purificación, mientras que la torta de prensa, correspondiente a la fase sólida, se transporta a un sistema de separación en el cual mediante ciclones y columnas de aire se separan las fibras para permitir la recuperación de las nueces (Kandiah, 2010).

Clarificación. En esta etapa del proceso se separa y purifica el aceite de la mezcla líquida extraída en las prensas, la cual contiene aceite, agua, lodos livianos y pesados. Los clarificadores en los que se lleva a cabo esta separación corresponden a tanques que pueden presentar diferentes configuraciones tales como: circulares verticales con o sin agitación, cuadrangulares horizontales o dinámicos como centrifugas o *decanter*s en donde el proceso de separación se da por diferencia de densidades (Ariffin, 2010).

Mapas tecnológicos. Los mapas tecnológicos corresponden a representaciones visuales del estado de una tecnología en un contexto o área dados. De forma gráfica y sintética los mapas presentan las investigaciones, artículos y patentes generados en torno a un tema tecnológico dado

durante un periodo seleccionado. Estos mapas permiten identificar tecnologías emergentes y en expansión (Escorsa, 2000).

Los mapas tecnológicos ofrecen un panorama cualitativo y cuantitativo de las diversas líneas o rutas de investigación en un sector tecnológico, país o región. De esta manera, son herramientas dinámicas que permiten identificar a grandes rasgos los principales nodos de conocimiento, tendencias tecnológicas, entidades líderes, aliados estratégicos y agentes claves en I+D+i, tanto a nivel nacional como internacional en el ámbito empresarial, académico y/o gubernamental. La alta disponibilidad de bases de datos especializadas y de fácil acceso e interacción han facilitado la elaboración y uso de los mapas tecnológicos (Kappel, 2001).

De esta manera, los mapas tecnológicos permiten identificar y referenciar tecnologías en uso; realizar diagnósticos tecnológicos internos y externos a nivel mundial y caracterizar los diferentes perfiles tecnológicos para la gestión de proyectos de investigación, desarrollo e innovación (Kappel, 2001).

Diferentes autores establecen una clasificación de los mapas tecnológicos según las aplicaciones que éstos pueden adoptar, tales como (Kappel, 2001):

- Mapas tecnológicos de ciencia y de tecnologías emergentes.
- Mapas tecnológicos industriales.
- Mapas tecnológicos corporativos o de producto–tecnología.
- Mapas tecnológicos para el manejo de productos o portafolios.

El enfoque empresarial con el que se desarrollen los mapas tecnológicos permitirá obtener formas particulares de los mismos, así como el formato gráfico seleccionado para representar los resultados obtenidos del análisis de la información (Kostoff, 2001).

Los pasos necesarios para la elaboración de un mapa tecnológico son (Kostoff, 2001):

- a) Determinación de la estrategia de búsqueda: Definición de palabras clave (*Key words*), artículos, publicaciones y patentes.
- b) Definición de las bases de datos óptimas para el área de investigación seleccionada.
- c) Homogeneización de la información según parámetros seleccionados.
- d) Tratamiento y análisis de la información recopilada mediante la definición de los campos de información a utilizar (Empresas, autores, patentes, resúmenes, título, palabras clave).
- e) Análisis de coocurrencia entre determinados campos.
- f) Análisis de los resultados y uso de herramientas informáticas para obtener los mapas tecnológicos (Análisis multivariante, análisis en componentes principales, análisis de correspondencias).

Hoja de ruta competitiva. Las hojas de ruta son herramientas de planificación de proyectos a mediano- largo plazo de gran utilidad para cualquier tipo de empresa u organización para trazar y conseguir objetivos con soluciones tecnológicas/innovadoras específicas. Las hojas de ruta pueden estar enfocadas en nuevos procesos, productos o nuevas tecnologías emergentes. El desarrollo de esta planificación permite poner en común el conjunto de necesidades del proyecto y las tecnologías necesarias para satisfacerlas, proporcionando un mecanismo de ayuda a la

previsión de evolución de la tecnología y creando un marco de coordinación del proyecto (Rodríguez, 2009).

De esta manera, la hoja de ruta es una herramienta importante en la gestión tecnológica y su planificación, en especial en la generación de sinergias dinámicas entre el entorno cambiante, las organizaciones y los recursos tecnológicos enfocadas en la consecución de metas e hitos claves (Rodríguez, 2009).

Recientemente, la metodología de las hojas de ruta ha sido adoptada de forma sistemática en la industria en sus múltiples formas para buscar oportunidades para satisfacer la demanda del mercado y sus receptores. Según sus necesidades y características fundamentales, cada organización puede adaptar la metodología para la generación de hojas de rutas manteniendo el enfoque en el producto, mercado, tecnología, negocio, estrategia o innovación. La hoja de ruta cuenta con tres criterios básicos que permiten su clasificación: Finalidad, formato y uso (Rodríguez, 2009).

Según Rodríguez (2009) de acuerdo con la finalidad las hojas de ruta pueden diferenciarse en planificación de: producto, servicios/capacidades, conocimiento como valor, estrategia, gran alcance, programas/proyectos, procesos y planificación integrada. Finalmente, según el uso existen hojas de ruta industriales, de ciencia y tecnología y de programa/proyecto (Rodríguez, 2009).

5. Desarrollo Metodológico

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados, la metodología bajo la cual se desarrolló este trabajo de aplicación se dividió en 5 etapas consecutivas, descritas a continuación:

5.1 Análisis Del Mapa Tecnológico Del Sector De Extracción De Aceite De Palma Con Enfoque En El Sistema Patentado AVATAR

Esta etapa se presenta el mapa tecnológico del sector de extracción de aceite de palma con enfoque en el sistema patentado de esterilización dinámica AVATAR con el fin de identificar su nivel de madurez tecnológica y su potencial para el mercado centroamericano. Para ello se llevaron a cabo las siguientes actividades:

5.1.1 Análisis de la información. Con base en el reporte “*Patent landscape report on Palm oil production and waste treatment technologies*” publicado por la WIPO (World Intellectual Property Organization) en 2016, se presenta un análisis estadístico de todos los documentos de patente relacionados con el proceso de extracción de aceite de palma. En este estudio realizado por la WIPO se escogió como esquema primario de clasificación de patentes el IPC (International Patent Classification) y se adicionó a la búsqueda el esquema CPC (Cooperative Patent Classification) de Estados Unidos y el índice de archivos (File Index, FI) usado en Japón. Asimismo, se consideraron los resultados de la base nacional de patentes de la Oficina de Propiedad

Intelectual de Malasia (MyIPO). Las fórmulas de búsqueda empleadas en dicho estudio fueron limitadas a palabras como “*palm oil*” y “*oil palm*” a fin de precisar los resultados obtenidos.

5.1.2 Estrategia de búsqueda y tratamiento de datos. Como complemento a la búsqueda de patentes, se empleó Scopus para obtener información sobre artículos, ponencias y reviews reportados para las palabras definidas. La estrategia de búsqueda se aplicó sobre el núcleo diferenciador de la tecnología AVATAR para la extracción de aceite de palma, el cual corresponde a la etapa de *esterilización* del fruto fresco durante el proceso productivo. Aunque la Tecnología Avatar presenta diferencias innovadoras en la etapa inicial del proceso durante la recepción y tratamiento del fruto previo a su esterilización, se enfocó la búsqueda sólo sobre la sección de *esterilización dinámica* a fin de establecer su posición tecnológica frente a las principales tecnologías vigentes en el mercado como lo son: a) Esterilización horizontal, b) esterilización continua, c) esterilización vertical, d) esterilización basculante.

Para las fórmulas de búsqueda se establecieron combinaciones de las palabras relacionadas con la tecnología Avatar: *sterilization, bunches, palm oil, dynamic y technology*. El tiempo de búsqueda de la información se estableció en un período amplio de publicación desde 1961 hasta 2017. Otro criterio para la selección de las publicaciones correspondió al contenido exacto de las palabras seleccionadas en espacios como título, abstract (Resumen) y palabras claves.

Se analizaron y graficaron sólo los resultados de las fórmulas que arrojaron resultados, pues para diferentes combinaciones el resultado de la búsqueda fue cero.

5.1.3 Determinación del nivel de madurez de la tecnología. Considerando la información de las patentes del sistema Avatar y sus avances técnico-comerciales se determinó el estado de madurez de la tecnología de esterilización dinámica para la extracción de aceite de palma.

Los niveles de madurez de una tecnología, Technology Readiness Level (TRL), corresponden a una metodología para determinar su estado de avance durante su etapa de adquisición o evaluación. De esta manera, para determinar el nivel de madurez se examinan conceptos, requisitos y capacidades demostradas de la tecnología (Mihály Héder, 2017). Los niveles de madurez de una tecnología fueron originalmente concebidos en la NASA en 1974 y formalmente definidos en 1989. La definición original incluía siete niveles, pero en la década de 1990 la NASA adoptó la actual escala de nueve niveles que posteriormente fue ampliamente aceptada por las empresas industriales en todo el mundo. Sin embargo, no es una herramienta que funciona para cada empresa o cada industria en su forma original. En consecuencia, para que la escala sea realmente útil, debe adaptarse para ajustarse a las características únicas de los diferentes sectores industriales (Klar *et al.*, 2016). De esta manera, los TRL se basan en una escala del 1 al 9, siendo 9 la tecnología más madura: (Mihály Héder, 2017)

- TRL 1: Principios básicos observados y reportados.
- TRL 2: Concepto y/o aplicación tecnológica formulada.
- TRL 3: Función crítica analítica y experimental y/o prueba de concepto característica.
- TRL 4: Validación de componente y/o disposición de estos en entorno de laboratorio.
- TRL 5: Validación de componente y/o disposición de estos en un entorno relevante.
- TRL 6: Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante

- TRL 7: Demostración de sistema o prototipo en un entorno real.
- TRL 8: Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones.
- TRL 9: Sistema probado con éxito en entorno real.

Para el análisis del nivel de madurez de la tecnología Avatar: Esterilización dinámica se seleccionó la clasificación propuesta por el nuevo Programa Marco de Investigación (2014-2020), más conocido como H2020 de la Comisión Europea, cuya clasificación de los TRLs corresponde a (Ibañez, 2015):

- TRL 1: Investigación básica.
- TRL 2: Formulación de la tecnología.
- TRL 3: Investigación aplicada. Prueba de concepto.
- TRL 4: Desarrollo a pequeña escala (laboratorio).
- TRL 5: Desarrollo a escala real.
- TRL 6: Sistema/prototipo validado en entorno simulado.
- TRL 7: Sistema/prototipo validado en entorno real.
- TRL 8: Primer sistema/prototipo comercial.
- TRL 9: Aplicación comercial.

5.2 Identificación de potenciales actores participantes

En esta etapa se identificaron los potenciales actores de la industria metalmecánica en el área metropolitana de Bucaramanga, con base en su oferta al sector de extracción de aceite de palma y sus capacidades tecnológicas.

5.2.1 Recolección de información. Inicialmente se realizó una revisión de la industria metalmecánica a nivel nacional, regional y local a fin de determinar sus características sectoriales en el país. Posteriormente, se consultaron bases de datos y directorios empresariales tales como Compite360, Cámara de comercio de Bucaramanga y Santander Competitivo, disponibles en la web para conocer la oferta metalmecánica del área metropolitana de Bucaramanga, enfocada en productos y servicios para la industria de extracción de aceite de palma.

5.2.2 Selección y convocatoria de actores principales. A partir de la identificación de las principales empresas metalmecánicas de la región y con base en la observación directa del mercado, se identificaron los actores principales que cuentan con un portafolio competitivo para el sector de extracción de aceite de palma con relación a maquinaria, equipos, repuestos, piezas industriales y servicios. De estas empresas identificadas a nivel local, se seleccionaron 5 empresas metalmecánicas considerando su portafolio y adicionalmente el nivel de relacionamiento y confianza técnica entre estas compañías e Industrias Acuña Ltda (INAL).

Con los directivos y/o gerentes de estas 5 compañías se realizaron inicialmente acercamientos vía telefónica y por medio de correo electrónico con el fin de dar a conocer la intención

del estudio y la convocatoria. Posteriormente, confirmada su intención de participación, ésta se formalizó mediante una carta de interés. Finalmente, en reuniones con los directivos de las empresas seleccionadas se explicó en detalle el alcance del estudio y se entregó a cada empresa un formulario conformado por 8 secciones de preguntas con relación a su perfil, calidad, capacidad tecnológica, productividad/competitividad, innovación y desarrollo, propiedad intelectual, objetivos y estrategias propias para este estudio. Mediante preguntas abiertas y de selección múltiple, se les solicitó a los empresarios proporcionar información de sus compañías y se les aclaró que toda información suministrada sería utilizada solamente dentro del alcance y para los fines de este trabajo de aplicación. De esta manera, toda información obtenida fue almacenada, usada y circulada según las directrices de la legislación nacional vigente contenida en las leyes 1581 de 2012, el decreto 1377 de 2013 y la ley 1266 de 2008 de la República de Colombia.

5.2.3 Análisis de las capacidades de los actores principales. Con base en las encuestas enviadas a los actores seleccionados se analizaron las capacidades y competencias de las empresas metalmecánicas convocadas, identificando su potencial e intereses corporativos. Se graficaron las respuestas más relevantes al objeto de este estudio.

5.3 Caracterización tecnológica del mercado objetivo

En esta etapa se realizó la caracterización del sector de extracción de aceite de palma en Centroamérica con base en sus aspectos económicos, logísticos y tecnológicos.

5.3.1 Diagnóstico y caracterización tecnológica del sector de extracción de aceite de palma en Centroamérica. Se realizó una revisión del potencial de la industria de palma en los principales países palmeros de la región, identificando el tamaño y las características del mercado, así como las principales plantas extractoras de aceite del país.

5.3.2 Matriz de priorización de mercados. Para el análisis del potencial del mercado centroamericano inicialmente se seleccionaron los países con mayor producción de aceite de palma. De esta manera, considerando el número de hectáreas sembradas se seleccionaron 4 países como los de mayor potencial en Centroamérica para la industria metalmeccánica enfocada en el sector de extracción de aceite. Para estos países se evaluaron 21 variables en una matriz de priorización sugerida por Procolombia (Procolombia, s.f) para los empresarios que buscan internacionalizar su portafolio de productos y servicios. Entre las variables de evaluación se consideraron aspectos políticos (Existencia de tratados de libre comercio, TLC), aspectos económicos (Población, moneda, PIB, PIB per cápita, tasa de desempleo, inflación, exportaciones por partida desde país, importaciones desde Colombia, importaciones por partida en el mundo, *Doing Business*, balanza comercial y arancel), aspectos logísticos (Eficiencia aduanera, competencia y calidad del servicio logístico, puntualidad en el transporte de carga para la distribución internacional y la competitividad del transporte internacional de carga), asimismo se consideró el idioma como un aspecto cultural de importancia para los negocios y finalmente con relación a las rutas marítimas para la exportación de maquinaria se evaluó el tiempo promedio del transporte de carga desde Colombia hasta el país destino. A cada una de estas variables se le asignó un porcentaje aditivo de importancia y se evaluó el estado de cada uno de los cuatro países con relación a las variables previamente citadas en una escala del 1 al 3, en donde el valor 1 (Representado por

color rojo) hace referencia a un estado deficiente, el valor 2 (Representado por azul) refiere a un estado intermedio y el valor 3 (Representado por el color verde) corresponde a un estado óptimo del país con relación a esa variable dentro de la matriz de priorización. La puntuación de cada variable fue obtenida multiplicando el porcentaje de importancia por la calificación asignada. Así, el sumatorio total de los valores obtenidos en cada variable permitió obtener la puntuación definitiva para los 4 países. Para determinar los valores de la matriz se emplearon diferentes herramientas de búsqueda como *Trademap*, *Colombia Trade*, el Banco Mundial, *Doing Bussines*, entre otros. El país con la puntuación más alta fue el que se definió como el de mayor potencial de internacionalización para la industria metalmecánica con foco en la extracción de aceite de palma.

5.3.3. Análisis de la competencia. Se realizó una comparación entre los tipos de soluciones que satisfacen la demanda para el proceso de esterilización durante la extracción de aceite de palma. De esta manera, se comparó la tecnología Avatar con los sistemas comerciales de esterilización usados ampliamente en Centroamérica, evaluándose el potencial y ventajas de la tecnología de esterilización dinámica sobre las demás. Por otra parte, con relación a la oferta del sector metalmecánico en el mercado objetivo, se realizó una revisión de bases de datos e información contenida en cámaras de comercio y diferentes páginas y directorios industriales para identificar los principales actores oferentes de este sector en el país priorizado mediante la matriz, identificando su perfil empresarial.

5.4 Elaboración del portafolio de productos y servicios

En esta etapa se elaboró un portafolio de productos y servicios con base en la tecnología AVATAR considerando sus componentes tecnológicos, para formalizar la oferta tecnológica exportable al sector de aceite de palma en Centroamérica.

5.4.1 Elaboración de inventario de capacidades. Realizada la convocatoria de los actores potenciales, se les solicitó mediante una encuesta enviada a las compañías metalmecánicas que identificaran de la lista de componentes de una planta extractora de aceite de palma con tecnología Avatar: Esterilización dinámica, los equipos y maquinaria que considerando su capacidad instalada y capacidades tecnológicas pueden fabricar de manera eficiente y competitiva. De esta manera, se determinó la oferta de cada empresa para la generación de un portafolio conjunto para la industria de extracción de aceite de palma en el mercado objetivo.

5.4.2 Diseño industrial y gráfico del portafolio. Realizado el inventario de productos y servicios, se elaboró un portafolio conjunto de las maquinarias, equipos y servicios con base en la tecnología Avatar para el mercado objetivo. Con la ayuda de un programa de diseño gráfico (Corel Draw X8) se obtuvo el material comercial sobre la oferta conjunta de plantas extractoras y sus componentes para la industria de aprovechamiento de aceite de palma.

5.5 Planteamiento de las acciones estratégicas para lograr la producción y exportación de plantas extractoras de aceite de palma.

En esta etapa se plantearon los objetivos y las acciones estratégicas básicas para lograr la producción y exportación conjunta de plantas extractoras de aceite de palma, y se estableció una metodología básica de seguimiento a dichas acciones.

5.5.1 Definición de objetivos entre actores. Durante las entrevistas con los empresarios de las compañías convocadas se les solicitó la definición de los objetivos fundamentales que desde su posición como directivos consideraban que el modelo asociativo propuesto en este trabajo de aplicación debería alcanzar para consolidar la exportación conjunta de plantas extractoras de aceite de palma y/o sus componentes al mercado centroamericano. Estos objetivos fueron consignados en los formularios de caracterización de cada compañía y con base en las propuestas presentadas por las empresas encuestadas, se definieron los objetivos afines a todos.

5.5.2 Definición de acciones estratégicas. Asimismo, durante las entrevistas realizadas se solicitó a los empresarios establecer para cada objetivo propuesto, una estrategia general para lograrlo. Las estrategias propuestas fueron recopiladas en los formularios de caracterización, analizadas en conjunto y filtradas con el objetivo de establecer las estrategias comunes para el modelo asociativo propuesto a las compañías metalmecánicas.

5.5.3 Definición de indicadores críticos. Con el objetivo de validar el cumplimiento de las acciones estratégicas planteadas se estableció para cada objetivo y estrategia formulada, una serie de indicadores cuantitativos que permitan dar seguimiento a los objetivos planteados.

5.5.4 Carta Gantt para definición de recursos. Con base en los objetivos y estrategias conjuntas establecidas, se elaboró una carta Gantt en donde se establecieron los escenarios deseados y los tiempos estimados para la materialización de las actividades propuestas.

6. Resultados Del Trabajo De Aplicación

6.1 Análisis del mapa tecnológico del sector de extracción de aceite de palma con enfoque en el sistema patentado AVATAR

6.1.1 Análisis de la información. De acuerdo con el estudio de patentes reportado por la WIPO en 2016, desde el 2007 se han presentado más solicitudes de patentes relacionadas con el área de tratamiento y aprovechamiento de los residuos del proceso industrial de la palma que con el campo de producción de aceite de palma. Los países más activos en la generación de patentes con relación a la producción de aceite de palma son Estados Unidos, Malasia y China, mientras que los países que más reportan patentes con la relación al tratamiento de residuos son en su orden China, Japón y Malasia (WIPO, 2016).

Por otra parte, las patentes en Malasia son principalmente presentadas por solicitantes nacionales, liderados por la agencia gubernamental MPOB (Official Portal of Malaysian Palm Oil Board), la compañía Sime Darby y la Universidad Putra Malasia. Adicionalmente, los solicitantes malayos presentan una alta tasa de aplicación de patentes en otros países con producción de aceite de palma como Tailandia, Brasil y Colombia (WIPO, 2016).

En el estudio de WIPO 2016 se analizaron 2.370 familias de patentes simples que incluían 5.711 solicitudes de patentes individuales. En general, cerca del 68% de las familias de patentes analizadas contienen solo presentaciones nacionales en un solo país, excluyendo las solicitudes internacionales PCT, lo que indica que la mayor parte de las solicitudes de patente se centran fundamentalmente en el ámbito local sin contar con protección en el extranjero. Las familias más relevantes, es decir, las que presentaban mayor cantidad de solicitudes individuales de patentes, se relacionan con tecnologías asociadas a avances en semillas, refinación de aceite de palma, siembra de plantas y cultivos, prensado y tratamiento y explotación de residuos, tal como se observa en la figura 9 (WIPO, 2016).

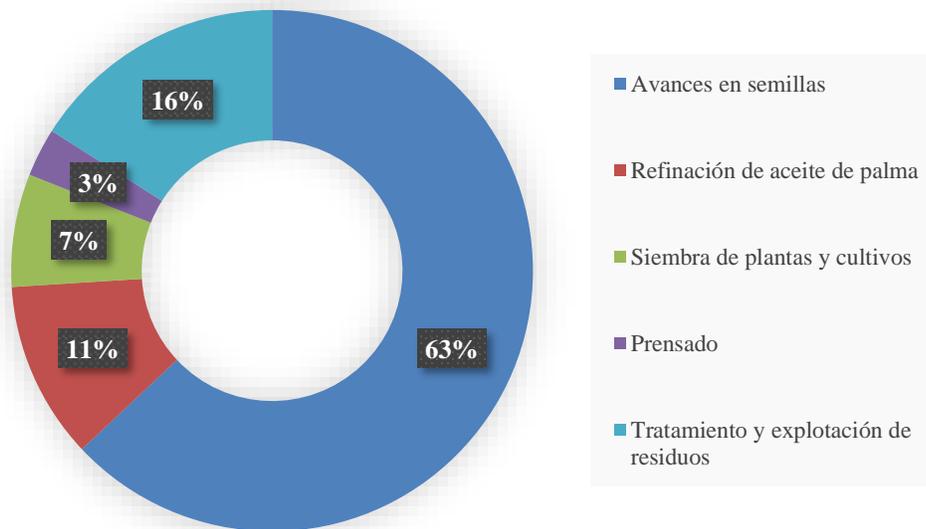
Distribución de las familias de patentes más grandes

Figura 9. Distribución de las familias de patentes con mayor número de aplicaciones individuales. Adaptado de: WIPO 2016.

Con relación a la tendencia cronológica de las patentes (Figura 10), en el área de *producción de aceite de palma* se destaca un aumento significativo en las solicitudes de patentes a mediados de los años setenta, periodo durante el cual el enfoque estuvo en el refinamiento del aceite de palma, liderado por Japón. Posteriormente, a finales de la década de 1990 se presenta un comportamiento creciente en la aplicación de patentes año tras año, pasando de aproximadamente 50 solicitudes a más de 300 solicitudes por año en sólo siete años. Por otra parte, con relación *al tratamiento y explotación de residuos de la industria palmera*, se observa en la figura 10 que el número de aplicaciones de patentes registradas en esta área superó en gran medida a las de la producción de aceite de palma a partir del año 2007 (WIPO, 2016).

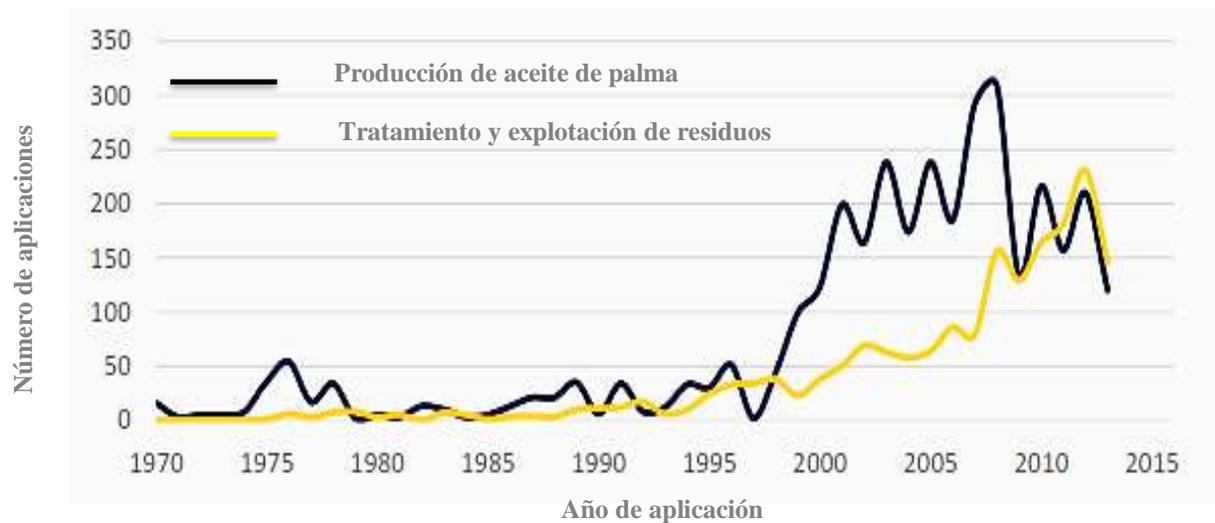


Figura 10. Tendencia cronológica de las aplicaciones de patentes. Adaptado de: WIPO 2016.

La oficina de primera presentación (Office of First Filing, OFF) corresponde al país o jurisdicción donde se archiva primero la solicitud de patente, mientras que la segunda oficina de presentación (Office of Second Filing, OSF) se refiere al país o jurisdicción donde cualquier otra solicitud de patente es presentada en la familia. De esta manera, en las figuras 11 y 12 se evidencian el número de familias presentadas en la OFF por país y por año respectivamente. Para la categoría de *producción de aceite de palma*, el líder en presentación de patentes es Estados Unidos, seguido de Malasia, China y el Reino Unido. Desde 2005 las solicitudes de patente en primera instancia han aumentado constantemente en China, mientras que en Estados Unidos ha permanecido invariable durante los últimos seis años. En el caso de Colombia sólo se identificaron 4 solicitudes en OFF (WIPO, 2016).

Distribución de las solicitudes de patente en primera instancia

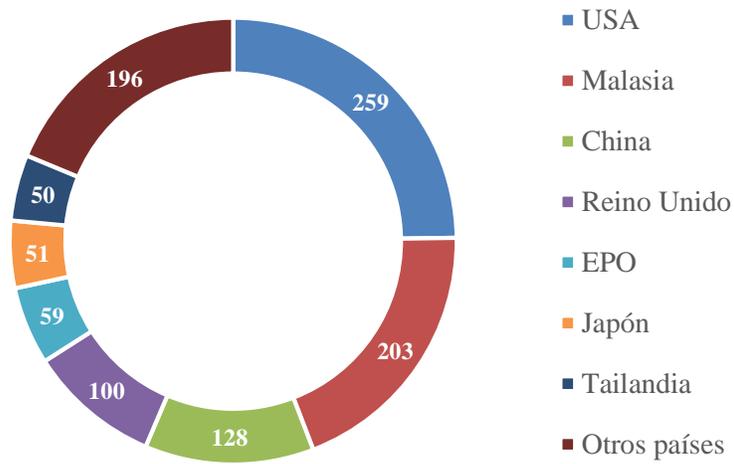


Figura 11. Distribución de las solicitudes de patente en primera instancia. Adaptado de: WIPO 2016.

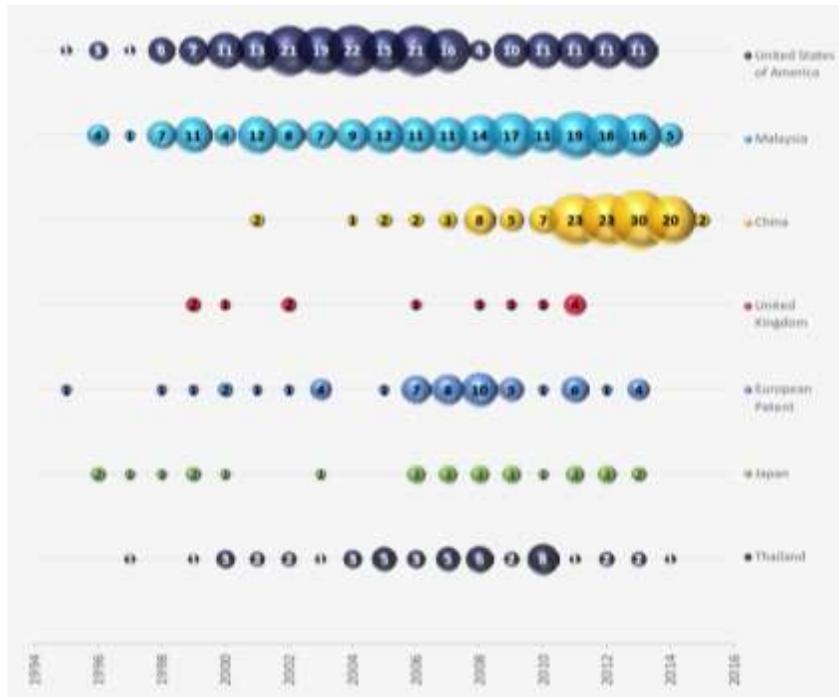


Figura 12. Distribución de las solicitudes de patente en primera instancia por año y país. Adaptado de: WIPO 2016.

Referente a los aplicantes más activos en la categoría de *producción de aceite de palma* se destacan el Portal Oficial de la Junta de Aceite de Palma de Malasia (MPOB) y la compañía alemana BASF (Badische Anilin- und Soda-Fabrik) con el mayor número de familias de patentes. De igual forma, lideran la lista corporaciones multinacionales agroquímicas y de biotecnología agrícola como Agrinomics y Monsanto. Entre los líderes chinos se hallan la Academia China de Ciencias Agrícolas Tropicales (CATAS) y dos fabricantes de maquinaria (Ningbo Lihao y Nantong Safe). Del top 20 de aplicantes que se muestran en la tabla 1, sólo tres son de tipo público mientras que los demás son instituciones privadas (WIPO, 2016).

Tabla 1.

Top 20 de los aplicantes más activos en la categoría de producción de aceite de palma.

Aplicante	Tipo	Nacionalidad	Número de familias
MPOB	Público	Malasia	141
BASF	Privado	Alemania	100
CATAS- China	Público	China	51
Agrinomics	Privado	Estados Unidos	25
Monsanto	Privado	Estados Unidos	22
Sime Darby	Privado	Malasia	14
Universidad Putra Malasia	Privado	Malasia	8
Dupont	Privado	Estados Unidos	8
Nestle	Privado	Suiza	6
Fuji Oil	Privado	Japón	6
Zhong Yongtai	Individual	China	5
Sued Chemie	Privado	Alemania	5
Agrigenetics	Privado	Estados Unidos	5
Cargill	Privado	Estados Unidos	5
Ningbo Lihao	Privado	China	4
Nantong Safe	Privado	China	4
Nisshin Oil	Privado	Japón	4
Swetree Technologies	Privado	Suecia	4
Sumatra Bioscience	Privado	Singapur	4
Ceres	Privado	Estados Unidos	4

Adaptado de: WIPO 2016.

En el proceso de producción de aceite de palma se destacan los elementos tecnológicos relacionados con el sistema patentado Avatar como lo son la esterilización, el desgranado, la

digestión y el prensado, de tal manera que se presenta en la tabla 2 el perfil tecnológico de los aplicantes más activos que tienen familias de patentes en estos componentes (WIPO, 2016).

Tabla 2.

Perfil tecnológico de los aplicantes más activos para los procesos de producción de aceite de palma.

Aplicante	Esterilización de racimos	Desgranado	Digestión	Prensado
MPOB	4	1		13
BASF				4
CATAS- China	3	2		7
Sime Darby			1	
Universidad Putra Malasia	2			
Zhong Yongtai	5			
Nantong Safe- Maquinaria y Equipo	1	2		

Adaptado de: WIPO, 2016.

Asimismo, en la figura 13 se presenta la distribución total de las familias de patentes de las diferentes tecnologías asociadas a la producción de aceite de palma. Los campos más activos para la presentación de patentes son los relacionados con semillas avanzadas, siembra y cultivo de plantas y refinación de aceite. Referente a los procesos en plantas industriales, el prensado y la esterilización son las tecnologías con mayor número de familia de patentes con 93 y 40 familias respectivamente. En la figura 14 se presenta la actividad de patentamiento por año de las tecnologías relacionadas a la producción de aceite de palma, destacándose el año 2005 como el de mayor presentación de patentes para el componente tecnológico de esterilización (WIPO, 2016).

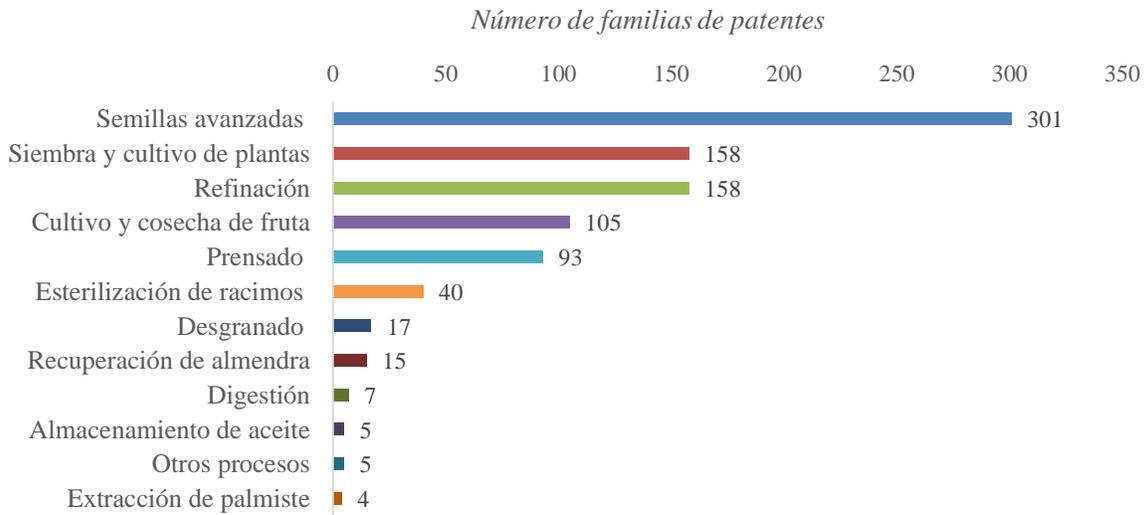


Figura 13. Número de familias de patentes para las tecnologías asociadas a la producción de aceite de palma. Adaptado de: WIPO 2016.



Figura 14. Actividad de patentamiento por año de las tecnologías asociadas al proceso de producción de aceite de palma. Adaptado de: WIPO, 2016.

Indonesia es el primer productor de aceite de palma en el mundo, con más de 11 millones de hectáreas sembradas, no figura dentro del ranking de los países con mayor producción de patentes relacionadas con la producción de aceite de palma.

En las economías del sudeste de Asia, América Latina y África la producción de aceite de palma también desempeña un papel importante, destacándose un número significativo de familias de patentes en países como Tailandia, Brasil, México, Argentina y Colombia (Figura 16). Para el caso de América Latina, las patentes relevantes fueron presentadas predominantemente por solicitantes extranjeros, es decir, por empresas agroquímicas y de biotecnología agrícola con casa matriz en Estados Unidos y Europa. Asimismo, la MPOB también presentó activamente patentes en Brasil y Colombia (WIPO, 2016).

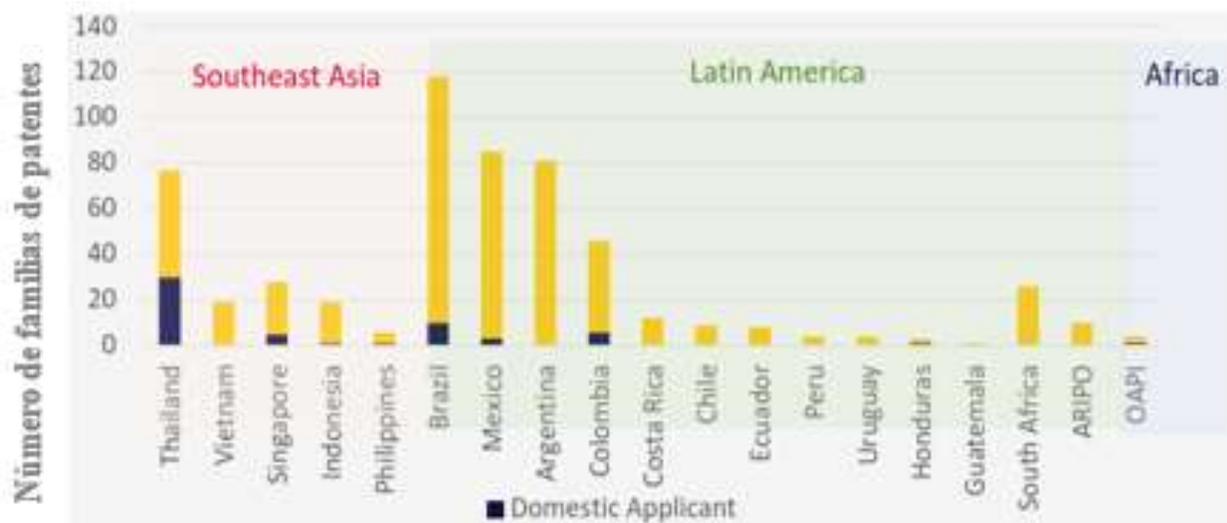
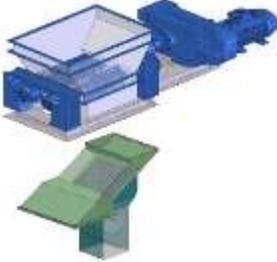
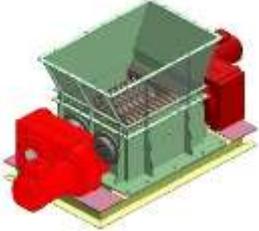


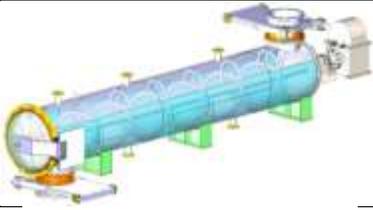
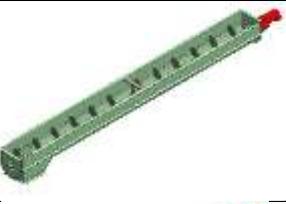
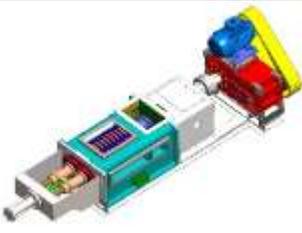
Figura 16. Actividad de patentamiento en el sudeste asiático, América Latina y África. Adaptado de: WIPO, 2016.

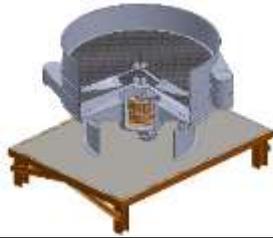
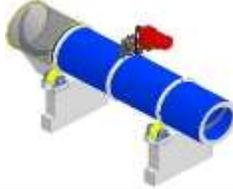
Estrategia de búsqueda y tratamiento de datos. Para la definición de las palabras de búsqueda con relación al sistema patentado Avatar es necesario considerar inicialmente los componentes de esta tecnología para la extracción de aceite de palma y determinar su carácter innovador. De esta manera, se definen los principales componentes tecnológicos del sistema:

Tabla 3.

Principales componentes tecnológicos del sistema Avatar para la extracción de aceite de palma.

Etapa	Descripción	Gráfica	Carácter Innovador
1	Tolva de recepción y dosificación de fruto fresco		Elemento común a la industria
2	Transportador del fruto fresco entero		Elemento común a la industria
3	Maquina fracturadora		Elemento innovador (Innovación disruptiva)
4	Maquina desgranadora		Elemento innovador (Innovación disruptiva)

Etapa	Descripción	Gráfica	Carácter Innovador
5	Transportador de fruto fragmentado		Elemento común a la industria
6	Esterilizador dinámico		Elemento innovador (Innovación disruptiva)
7	Preclarificador		Elemento común a la industria
8	Transportador de descarga a esterilizadores dinámicos		Elemento común a la industria
9	Transportador inclinado para transporte de material a fondo vivo		Elemento común a la industria
10	Vasija de fondo vivo		Elemento común a la industria
11	Prensa de extracción de aceite		Innovación incremental

Etapa	Descripción	Gráfica	Carácter Innovador
12	Tamiz vibratorio		Elemento común a la industria
13	Transportador secador de torta		Elemento común a la industria
14	Columna de separación neumática		Elemento común a la industria
15	Tambor pulidor de nueces		Elemento común a la industria
16	Condensador de vapor		Elemento común a la industria

De los componentes de la tecnología Avatar listados en la tabla 3 se consideran como elementos altamente innovadores los pertenecientes a las etapas 3,4 y 6 que corresponden a la maquina fracturadora, desgranadora y esterilizador dinámico respectivamente. A diferencia de los demás elementos enlistados, estos equipos cuentan con diseños y elementos técnicos considerados nuevos para la industria de extracción de aceite de palma a nivel nacional e internacional,

dando de esta manera el carácter de innovación disruptiva a la tecnología Avatar, cuyas patentes de invención y PCT en los diferentes países se enlistan en la tabla 4.

Tabla 4.

Patentes concedidas del sistema Avatar para la extracción de aceite de palma y PCT en los diferentes países solicitados.

Nombre de la patente	Número de Patente/Aplicación	País	Fecha de aprobación/solicitud
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante el fracturado, desgranado, esterilización dinámica del fruto fresco donde se transporta el 100% del fruto fracturado y desgranado a una batería de esterilizadores para realizar el proceso de esterilización y digestión al mismo tiempo	Resolución N° 84765 Certificado 29943	Colombia	30- 09- 2013
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	Resolución N° 14528 Cer- tificado 29453 PCT/CO2014/000011	Colombia	01-04-2013
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	91063 - 01	Panamá	18-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	PI 20 6700993	Malasia	21-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	MX/a/ 2016 / 003688	México	18-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	A-2016-000062	Guatemala	30-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	IEPI-2016-16130	Ecuador	20-04-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	BR 11 2016 005817-8	Brasil	17-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del	2016-0144	Costa Rica	30-03-2016

fruto fresco			
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	15/074516	Estados Unidos	18-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	HN/P/2016000476	Honduras	09-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	P00201601707	Indonesia	14-03-2016
Sistema y procedimiento para la extracción de aceite de palma mediante fracturado, desgranado y esterilización dinámica del fruto fresco	000361-2016DIN	Perú	10-03-2016

De esta manera, aunque en la lista de los componentes tecnológicos del sistema Avatar se evidencian otros equipos innovadores durante la recepción y tratamiento inicial del fruto como la fracturadora y desgranadora, se enfocó la búsqueda sólo sobre la sección de esterilización dinámica. Así, las palabras claves seleccionadas para realizar la búsqueda en Scopus corresponden a: *sterilization, bunches, palm oil, dynamic, technology* y las fórmulas empleadas con los resultados obtenidos se muestran en la tabla 5.

Tabla 5.

Criterios de búsqueda empleados en Scopus.

#	Consulta	Resultados
1	(TITLE-ABS-KEY(sterilization) AND TITLE-ABS-KEY (palm oil))	67
2	(TITLE-ABS-KEY (sterilization) AND TITLE-ABS-KEY (bunches) AND TITLE-ABS-KEY (palm AND oil))	27
3	(TITLE-ABS-KEY (technology) AND TITLE-ABS-KEY ("palm oil") AND TITLE-ABS-KEY (sterilization))	17
4	(TITLE-ABS-KEY (technology) AND TITLE-ABS-KEY ("palm oil") AND TITLE-ABS-KEY (dynamic sterilization))	0
5	(TITLE-ABS-KEY (technology) AND TITLE-ABS-KEY ("palm oil") AND TITLE-ABS-KEY (dynamic sterilization) AND TITLE-ABS-KEY (bunches))	0

Como se observa en la tabla 5 en todas las consultas se mantuvo constante en la fórmula las palabras *sterilization* y *palm oil* con el fin de obtener resultados más precisos. Asimismo, para fórmulas más específicas que contenían mayor número de palabras claves (Consultas 4 y 5), la base de datos arrojó resultados nulos. De esta manera, se presenta el análisis de los resultados más relevantes hallados, los cuales corresponden a los de la consulta N° 1.

Los resultados para la consulta N° 1 fueron revisados y filtrados por áreas de investigación afines al objeto del estudio. De esta manera, como se observa en la figura 17 el mayor número de las publicaciones corresponden al área de agricultura y ciencias biológicas, seguido por ingeniería e ingeniería química. Asimismo, el 80% del total de dichas publicaciones corresponde a artículos científicos, un 13% a reportes de conferencias y un 7% a reviews.

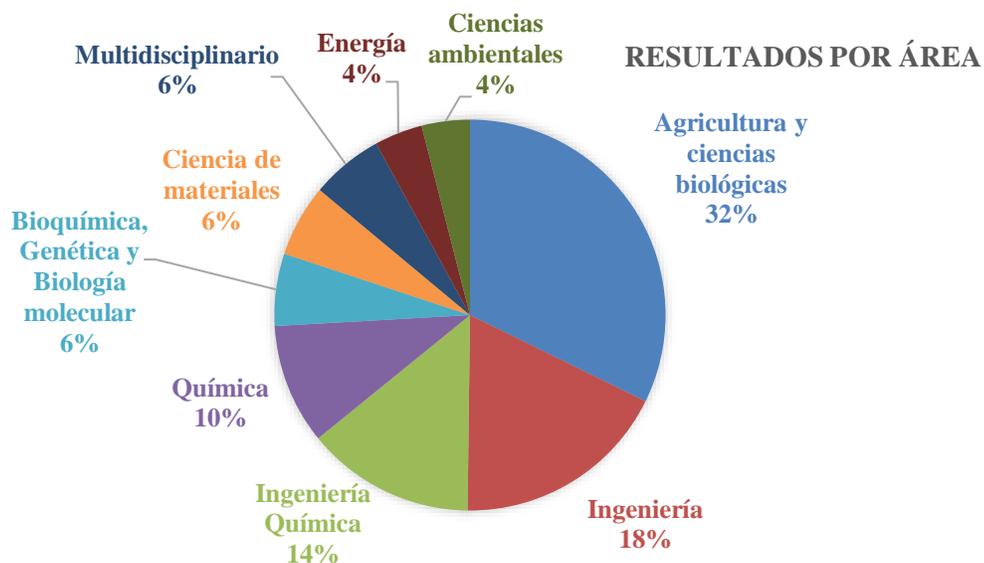


Figura 17. Distribución de los resultados según el área de investigación.

Adicionalmente, como se observa en las figuras 18 y 19 las publicaciones están lideradas por Malasia, siendo el país con el mayor número de reportes (55%) seguido por Nigeria con un 24% de las publicaciones halladas. Consecuentemente, las universidades que reportan más artículos sobre el tema se ubican en estos dos países. En el caso de Latinoamérica, sólo Brasil ha reportado publicaciones relevantes en esta área.

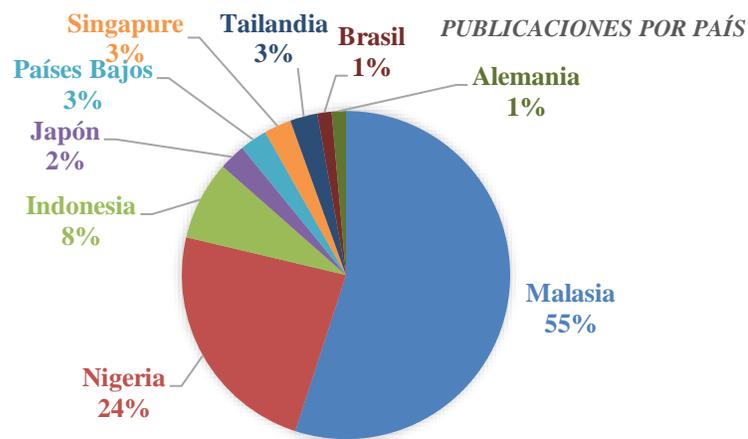


Figura 18. Distribución de las publicaciones según el país.

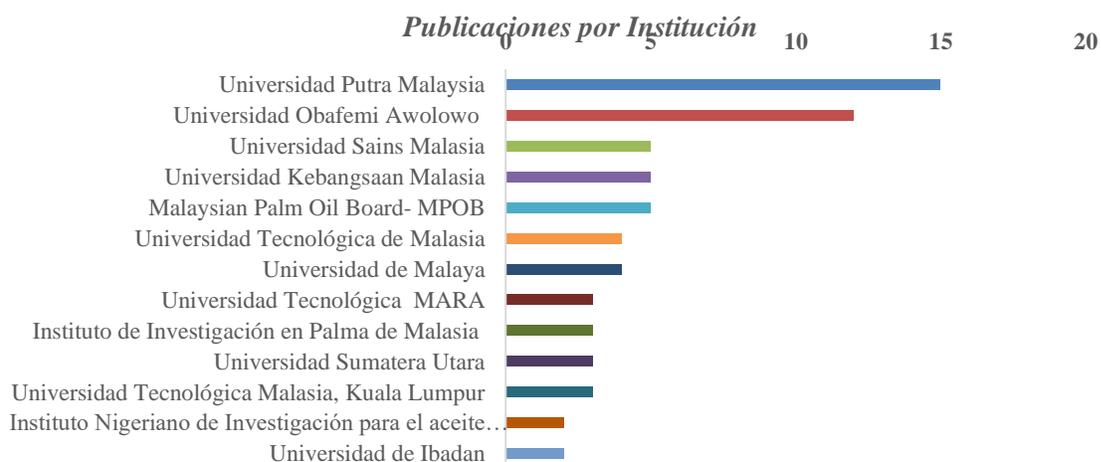


Figura 19. Distribución de las publicaciones según la institución.

Con relación al comportamiento cronológico de los resultados, se hallaron publicaciones desde 1981 hasta 2005, siendo el año 1992 el que presenta mayor número de reportes. Asimismo, se observa que desde 2005 hasta 2017 no se reportan resultados para los parámetros de búsqueda empleados. Adicionalmente, en la figura 20 se muestran los autores con mayor número de publicaciones reportadas para los parámetros de búsqueda seleccionados.

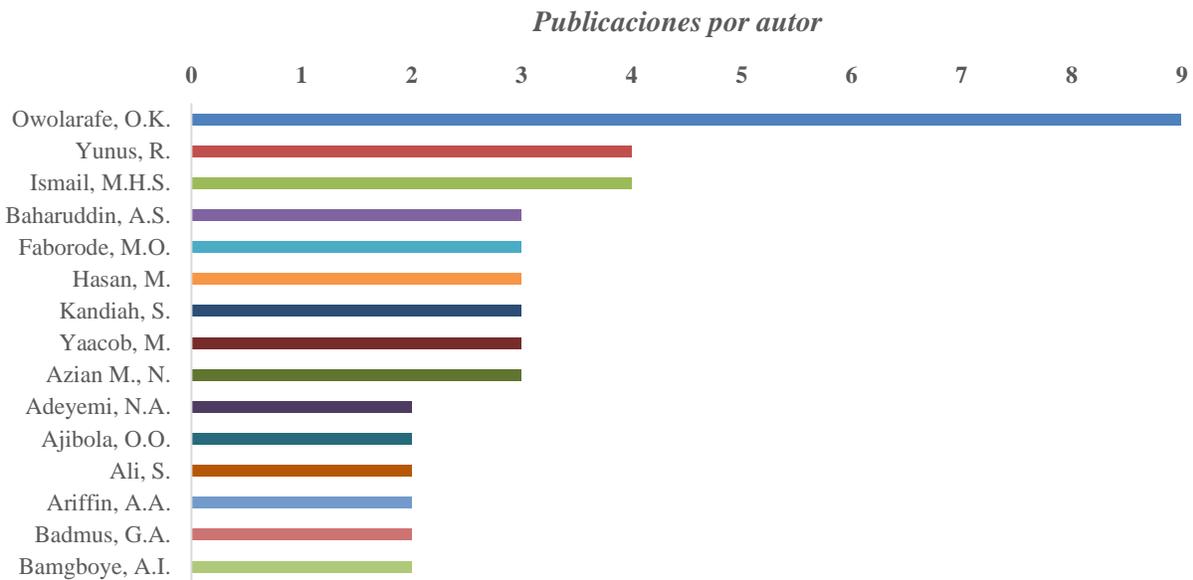


Figura 20. Distribución de las publicaciones por autor.

6.1.2 Determinación del nivel de madurez de la tecnología. Con base en la clasificación del nivel de madurez tecnológica (TRL) propuesta por el Programa Marco de Investigación (2014-2020), más conocido como H2020 de la Comisión Europea, se evaluó la tecnología Avatar: Esterilización dinámica (Tabla 6).

Tabla 6.

Evaluación del nivel de madurez tecnológica del sistema Avatar.

TRL	Descripción	Soporte
1	Principios básicos observados y reportados	Año 2007. A partir del análisis de los insights del sector palma y de sus problemáticas en las pérdidas de aceite e impregnación de fibras, se genera la idea de hacer una modificación sustancial al proceso habitual de extracción de aceite de palma.
2	Formulación de la tecnología	Año 2009. Presentación ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) de la patente de invención que describe en detalle el proceso de la tecnología para el fracturado, desgranado y esterilización del fruto fresco de palma de aceite
3	Investigación aplicada. Prueba de concepto	Se construyen los primeros prototipos a escala semi-industrial de los equipos del tratamiento inicial del fruto fresco, fracturadora y desgranadora, para ser probados con frutos en condiciones de prueba piloto.
4	Desarrollo a pequeña escala (laboratorio)	Con recursos de cofinanciación de Innpulsa Mipyme y Colciencias se construye un sistema piloto de 2 t/h para probar la tecnología.
5	Desarrollo a escala real	Con la validación de CENIPALMA, se realizan pruebas bajo condiciones industriales controladas para probar la validez, eficiencia y desempeño de la tecnología Avatar. Se analizan variables de flujo de masa.
6	Sistema validado en entorno simulado	
7	Sistema validado en entorno real	Se construye la planta extractora a Braganza de la Organización Abagó SAS en Puerto Gaitán -Meta con una capacidad instalada de 20 t/h.
8	Primer sistema comercial	Implementación de la tecnología AVATAR en la planta de extracción de la Paz en San Carlos de Guaroa en donde cuenta en la actualidad con esterilización inclinada. Contratación y construcción de una planta extractora con sistema Avatar: Esterilización dinámica de 10 t/h para la organización Aceites del Magdalena Medio en Santander del sur.
9	Aplicación comercial	Venta de diseño para planta extractora de 30 t/h con tecnología Avatar a Isla Verde S.A en Venezuela. Licenciamiento de la tecnología con la empresa portuguesa INCBIO S.A para su comercialización en el mercado asiático, Brasil y Ecuador. Firma de contrato de Joint Venture con la empresa Tasinsa S.A de Guatemala para el mercado Centroamericano. Licenciamiento comercial de la tecnología a la empresa metalmecánica AVM S.A para comercialización en el mercado colombiano.

Con base en la evaluación del sistema Avatar realizada en la tabla 6 se evidencia que esta tecnología se encuentra en un TRL 9 dado que se ha logrado consolidar ventas a nivel nacional e internacional y se ha licenciado la tecnología a actores potenciales del mercado, lo que sumado al estado de su propiedad intelectual (Tabla 4), la califica como un producto con alto potencial de comercialización.

6.2 Identificación De Potenciales Actores Participantes De La Sinergia

6.2.1 Recolección de información. El sector metalmeccánico es uno de los sectores industriales de mayor dinamismo en la historia económica de Colombia. La fase embrionaria de este sector se remonta a principios del siglo XIX, en donde se encuentran una serie de propulsores que describen su evolución inicial. En el periodo comprendido entre el 2002 y 2009, el sector metalmeccánico ocupó aproximadamente a 350.000 personas y generó ventas anuales cercanas a los 24,5 billones de pesos, lo que lo llevó a convertirse en un impulsor de la economía nacional (DANE, 2009).

A pesar de que el país no cuenta con recursos naturales propios para cubrir la demanda interna y que importa más del 70% de la materia prima destinada a la metalmeccánica, esta cadena productiva representa el 13,5% del producto interno bruto industrial del país y el 36.5% de la inversión neta, convirtiéndose en uno de los dos sectores más importantes del país junto con el de alimentos (Giraldo y Sarache, 2007). De acuerdo con la información de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del 2009 en Colombia existen 9,135 establecimientos dedicados a la industria, de los cuales 1,618 –es decir, el 17.7%– corresponden al sector metalmeccánico. Las micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes) juegan un rol importante en el crecimiento de este sector dado que constituyen el 94% de los establecimientos de la industria metalmeccánica (1521 empresas) en el país (Trujillo e Iglesias, 2012).

Con relación a la distribución geográfica del sector, la industria metalmecánica muestra una disposición regional similar al del conjunto de la industria colombiana. Así su localización se da en las siguientes zonas o regiones según el rango de importancia:

1. Bogotá y Boyacá
2. Medellín y Valle de Aburrá
3. Cali, Yumbo y Palmira
4. Barranquilla, Cartagena y Bucaramanga - (Norte)
5. Viejo Caldas (zona industrial de Manizales y Pereira)

El resto de las regiones o zonas del país representan menos del 5% de la producción metalmecánica nacional (Córdoba, 2012).

La cadena productiva metalmecánica (Figura 21) se compone de tres eslabones, los cuales corresponden a (IMEBU, 2010):

Proveedores de Insumo: Incluye la extracción, transformación y comercialización de materias primas e insumos (hierro, acero, materiales ferrosos y no ferrosos).

Transformación: Componente netamente industrial que incluye la transformación de los bienes intermedios obtenidos anteriormente en bienes de consumo final. Se subdivide según el uso al cual se destina el producto (automotor, industrial, estructural, agropecuario, transporte, alimentos, etc).

Comercialización: Encadenamiento final con clientes como hogares, comercio, agricultura, construcción y otras industrias.

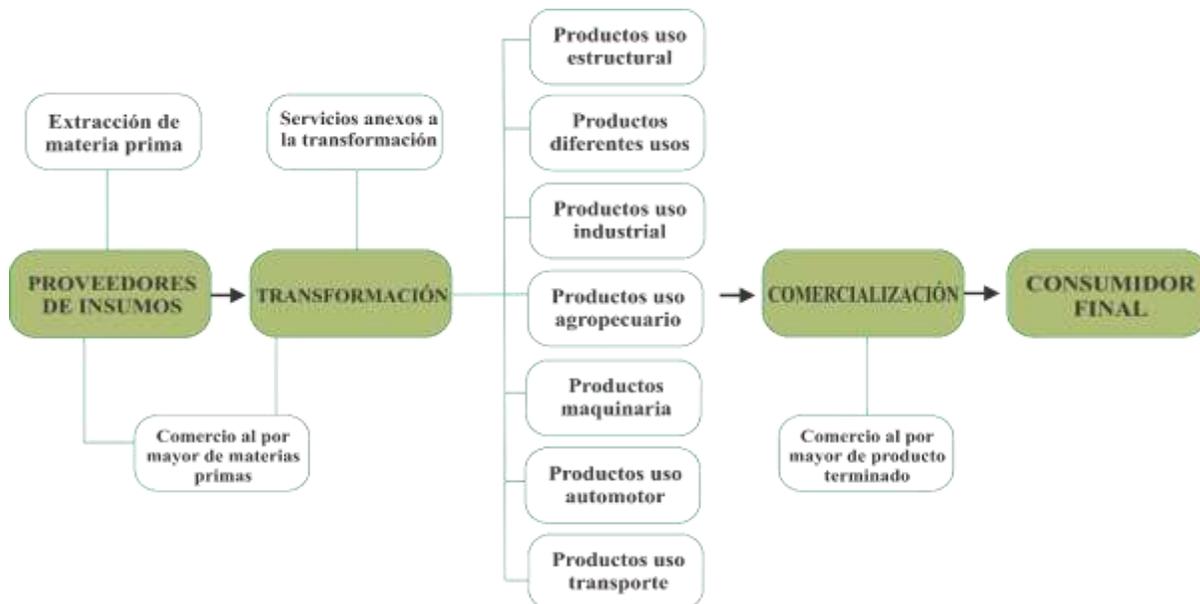


Figura 21. Eslabones de la cadena productiva metalmeccánica. Adaptado de: IMEBU, 2010.

De acuerdo con los datos reportados en el informe del observatorio del mercado de trabajo del 2010 sobre el sector metalmeccánico, la participación de la industria metalmeccánica de Santander en la metalmeccánica de Colombia se halla alrededor del 2,9%. Así entonces, la industria metalmeccánica santandereana se compone de actividades como fabricación, mantenimiento y reparación de maquinaria y equipo industrial de uso general y de uso especial, comercio al por mayor y menor de metales, maquinaria y equipo para diferentes sectores productivos, carpintería metálica, servicios de fundición, mecanizado, forjado, tratamiento de metales y superficies, fabricación de maquinaria de oficina, aparatos eléctricos y producción de piezas y accesorios para todo tipo de transporte (IMEBU, 2010). Las principales cifras económicas del sector a nivel departamental y nacional se presentan en la tabla 7 (Santander Competitivo, 2011).

Tabla 7.

Cifras económicas del sector metalmeccánico en Santander y su participación en la industria nacional.

Indicador	Industria Metalmeccánica Santander	de Industria Metalmeccánica Nacional	Total Industria Nacional	% de participación metalmeccánica de Santander en Met Nacional
Número de establecimientos	47	1.618	9.135	2,9%
Personal ocupado	2.762	109.579	637.621	2,52%
Personal remunerado directamente	1.778	79273	463.203	2,23%
Valor agregado	\$ 122.246 millones COP	10,57 billones COP	61,47 billones COP	1,2%
Total activos	\$ 111.989 millones COP	10,57 billones COP	78,95 billones COP	1,0%

Adaptado de: Santander Competitivo, 2011.

En el panorama regional, la mayor parte de la oferta metalmeccánica está concentrada en el área metropolitana de Bucaramanga, en tanto que para el año 2010 se encontraban registradas en la Cámara de Comercio de Bucaramanga más de 811 empresas dedicadas a 135 actividades relacionadas con la cadena metalmeccánica (proveedores de insumos, transformación y comercialización). El mayor porcentaje de estas empresas (76,4%) se ubican en el eslabón de transformación de los insumos en bienes finales, seguido por un 13,9% de compañías dedicadas a la proveeduría de insumos y tan sólo un 9,6% dedicado a la comercialización de productos terminados. Nuevamente a nivel local para esta cadena productiva predomina el alto volumen de microempresas que constituyen el mayor porcentaje con un 89,03% de los establecimientos, seguido por las pequeñas empresas con un 7,89%, las medianas por su parte constituyen el 2,34% y las grandes empresas sólo el 0,74% del total (Figura 22) (IMEBU, 2010).

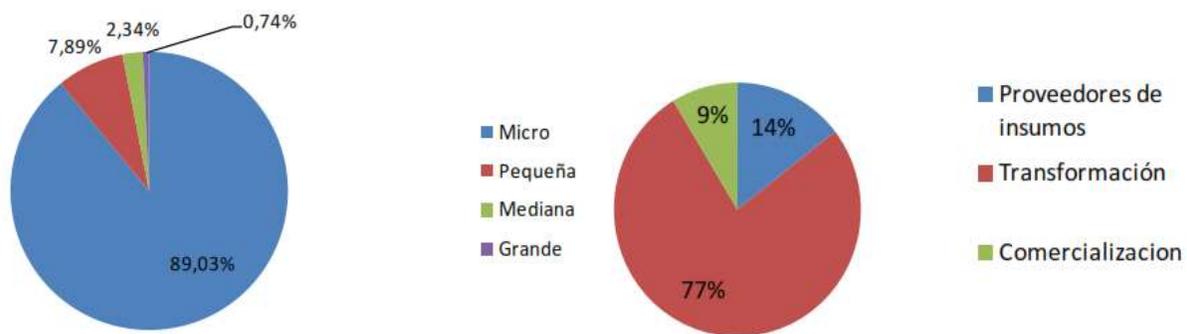


Figura 22. Distribución de la cadena metalmecánica en Bucaramanga. Adaptado de: IMEBU, 2010

Pese a los aportes del sector metalmecánico a la economía regional y nacional, el informe del observatorio del mercado de trabajo del 2010 lo describe como un sector con un nivel tecnológico bajo en el que en la mayor parte de las empresas predominan las tecnologías tradicionales y en otras la subutilización de sus capacidades tecnológicas, es decir, de sus técnicas y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías que posibiliten la innovación, el crecimiento y el desarrollo sostenido de la organización (Velosa & Sánchez, 2011). Asimismo, la evidencia empírica muestra que, al interior del sector metalmecánico, predomina el contraste entre empresas innovadoras frente a otras que sistemáticamente imitan, lo que reafirma el papel de la tecnología como un factor variable, dado que la competencia local incentiva la adopción de nuevas tecnologías para acelerar el crecimiento industrial (Trujillo e Iglesias, 2012).

A lo anterior debe sumarse que el uso de la capacidad instalada del sector ha sido baja durante más de dos décadas, manteniendo un comportamiento decreciente con cifras alrededor del 60% tal como lo ha mostrado la caracterización más reciente del SENA que evidencia cómo las

empresas trabajan por debajo de su potencial (SENA, 2012). Frente a este panorama, organizaciones como la ANDI y Fedemetal recalcan la importancia de establecer planes de mejoramiento en el área de producción y acciones estratégicas que permitan maximizar el uso de la capacidad instalada, como trabajar en modelos asociativos con otras compañías para ofrecer servicios de diseño, manufactura y evaluación de calidad de productos, entre otros (Celedón, 2013).

Adicionalmente, el nivel tecnológico y capacidad instalada están relacionados directamente con el desempeño exportador y la diversificación de mercados de las Mipymes lo que repercute en su capacidad para generar redes internacionales con clientes, aliados y proveedores. Así, mientras mayores sean estas capacidades, mayor será la tendencia de las Mipymes a alcanzar una mejor participación en mercados internacionales (Trujillo e Iglesias, 2012). Este fundamento explica el comportamiento de la industria metalmecánica nacional y local que durante décadas ha carecido de una tendencia exportadora. A nivel local se estima que sólo el 14% del sector realiza operaciones de comercio internacional mientras que la mayoría abastece sólo al mercado regional y nacional. (IMEBU, 2010). De esta manera, se ha evidenciado que dentro del sector metalmecánico son las empresas que cuentan con más de 10 años de constitución las que proyectan su portafolio al exterior mientras que la mayor parte empresas con menos de 5 años de permanencia en el mercado no realizan la exportación de sus productos (Fernández, 2013).

Dentro de los factores más relevantes por los cuales las empresas del sector no le apuestan a la internacionalización de su propuesta de valor se destacan la falta de una estructura comercial y logística enfocada a cumplir estándares internacionales, alta incertidumbre sobre los mercados objetivos y el desconocimiento de los aliados y acuerdos comerciales con los que

cuenta el país para favorecer el comercio internacional. De hecho, en la actualidad Colombia cuenta con 15 acuerdos y tratados comerciales vigentes con más de 55 países lo que permite el acceso de millones de consumidores a nivel global. Algunos de los acuerdos comerciales en los cuales el sector metalmecánico puede encontrar beneficios aduaneros y arancelarios son el acuerdo de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), el acuerdo de Complementación Económica con Chile, la Alianza del Pacífico, el tratado de libre comercio (TLC) Colombia - Estados Unidos, el TLC Colombia – México, el TLC con el triángulo Norte (Guatemala, El Salvador y Honduras) y el Acuerdo de Complementación Económica N° 72 ACE-72 para productos industriales como textiles, confecciones, metalmecánica y vehículos que entrará en vigor próximamente (Sice, s.f).

De esta manera, a nivel local, regional y nacional las Mipymes del sector metalmecánico requieren mejorar su desempeño empresarial y fortalecer sus capacidades tecnológicas y de innovación de modo que logren consolidar ventajas competitivas frente a mercados globales y se minimicen las amenazas inherentes a ellos (Fernández, 2013). Así, con el fin de ser más competitivas y mantener su papel impulsor para el desarrollo de otros sectores de la economía nacional, las empresas metalmecánicas requieren asociarse estratégicamente con actores de las competencias básicas o núcleo de negocio, es decir, es preciso implementar estrategias de trabajo colaborativo que les permitan ingresar a ecosistemas globales (Velosa & Sánchez, 2011). La generación de redes de aliados y la integración habilidades de diferentes organizaciones permiten promover los negocios de forma más eficiente y con éxito (Fernández, 2013).

Estudios sectoriales y la observación directa del mercado han evidenciado que existe una falta de colaboración entre las empresas metalmecánicas, las cuales por lo general actúan como unidades aisladas que no se ofrecen ningún tipo de soporte y se rehúsan al intercambio de información (Trujillo e Iglesias, 2012). Sin embargo, durante la última década se han consolidado a nivel nacional y local diferentes iniciativas de trabajo colaborativo entre empresas del sector enfocadas al aumento de las capacidades tecnológicas, competitivas y de innovación para la generación de valor agregado que impulse el desarrollo industrial. Así, por ejemplo, en la Red Clúster Colombia para el sector metalmecánico y siderúrgico se registra sólo un clúster con iniciativa en el departamento de Caldas y otros tres clústeres sin iniciativas en el Atlántico, Bolívar y Boyacá (Red clúster, s.f).

Para el área metropolitana de Bucaramanga (AMB) se destacan dos iniciativas de trabajo asociativo entre empresas de la cadena metalmecánicas. La primera de ellas corresponde a ASOMECSA, la Asociación de Empresas del sector Metalmecánico de Santander, fundada en octubre de 2009 con enfoque en competitividad y apalancamiento de proyectos a través de aliados estratégicos (Asomecsa, 2014). La segunda iniciativa corresponde al Grupo Metalmecánico 10M que nació en el año 2010 con el fin de aumentar la rentabilidad de las empresas y aprovechar de manera asociativa grandes oportunidades de negocios (Grupo metalmecánico 10M, 2012). Las empresas que conforman cada una de las asociaciones citadas se muestran en la tabla 8.

Tabla 8.

Empresas que conforman las iniciativas de trabajo colaborativo del sector metalmecánico en el AMB.

ASOMECSA	GRUPO 10 M
Industrial de Accesorios Ltda	Industrias Lavco Ltda
Industrias Electromecánicas Acuña	Fantaxias SAS
Afilasol Ltda	Industrias Tanuzi S.A
Fundedar SA	Transejes Colombia
Agrindco	Famag Ltda
Industrias Pico Ltda	Oisa S.A
Metalizadora del Oriente S.A	Industrias Falcon SAS
Maquinados y Montajes SAS	Hierros y Rolados SAS
Multiservicios Industriales Ltda	Metalúrgica De Santander Ltda
Torno Partes	Forjados S.A
Metalgreen SAS	Farmavicola SA
Prada Alviar Ltda	Penagos Hermanos & Cía Ltda

Adaptado de: Asomecsa, 2014 y Grupo 10M, 2012.

6.2.2 Selección y convocatoria de actores principales. Empleando el sistema de consulta en internet de Compite 360, se realizó una revisión sectorial enfocada en el subsector de fabricación de maquinaria y equipo N.C.P en Bucaramanga. Los resultados otorgados por la plataforma mostraron un total de 105 registros, de los cuales 58 corresponden a inscripciones de personas naturales y 47 a sociedades o empresas. La distribución por tamaño y antigüedad de las 47 empresas del subsector seleccionadas se encuentran en la figura 23.

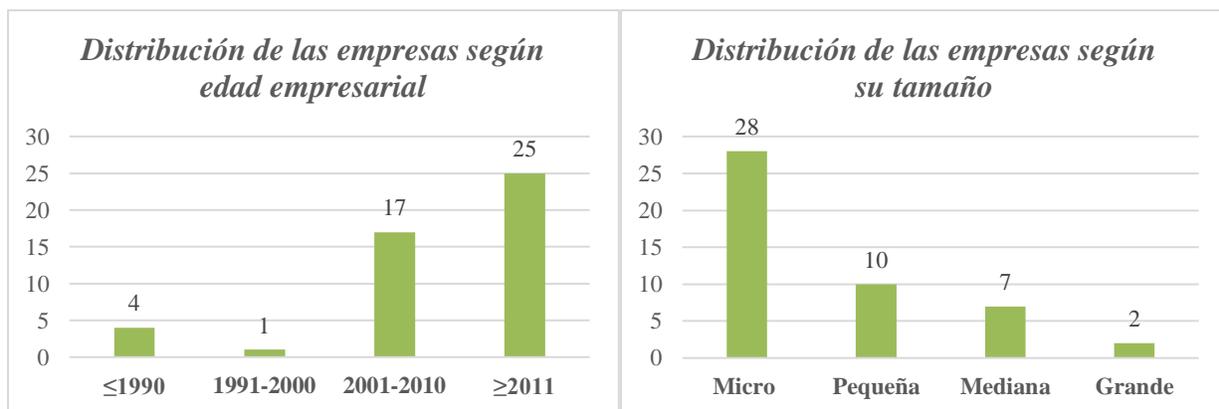


Figura 23. Perfil de las empresas del subsector de fabricación de maquinaria y equipo N.C.P en Bucaramanga. Adaptado de: Compite 360.

Como lo evidencian los datos recopilados en el figura 23, el 53% de las empresas identificadas para este subsector cuentan con una fecha de constitución no mayor a 6 años y sólo el 8% tienen más de 27 años de conformación. De otra parte, el 60% de estas compañías corresponden a microempresas, el 21% a pequeñas, el 15% a medianas y sólo el 4% a grandes empresas (Compite 360, 2017).

De acuerdo con los objetivos de este trabajo de aplicación enfocado en la internacionalización del portafolio al mercado centroamericano, los resultados del subsector seleccionado se filtraron para identificar sólo a las empresas con actividad exportadora de maquinaria y equipos. Las empresas identificadas bajo este criterio se hallan en la tabla 9.

Tabla 9.

Empresas del subsector de fabricación de maquinaria y equipo N.C.P con actividad exportadora.

Empresa	NIT
C.I. Adipack Ltda	804.016.072-7
EUQIM Equipos y Montajes S.A.S	900.445.194-5
Filtros Partmo S.A.S	900.994.125-1
Industrias Acuña Ltda- INAL	804.016.740-9
Industrias AVM S.A.	800.225.769-3
Industrias Metalex S.A.S	900.489.117-7
Industrias Tanuzi S.A.	890.204.448-1
Metalteco S.A.S	800.042.867-0
Penagos Hermanos & Compañía S.A.S	890.200.686-1
Productora Nacional de extintores S.A.S	900.551.913-8
SCIPEM Ltda	804.015.879-9

Adaptado de: Compite 360.

Tras analizar las características del sector metalmecánico nacional y local se han identificado elementos claros sobre los actores potenciales para el desarrollo de este trabajo de aplica-

ción. De esta manera, con base en la revisión del portafolio de productos y servicios para el sector de extracción de aceite de palma ofrecidos en las páginas web de las empresas metalmeccánicas de las tablas 8 y 9 y considerando el relacionamiento comercial de éstas con Industrias Acuña Ltda, empresa a la que pertenece la propiedad intelectual de la tecnología Avatar, así como factores de confianza técnica y estratégica y disposición para trabajar en modelos asociativos, se han seleccionado las siguientes 5 empresas como actores potenciales (Tabla 10) :

Tabla 10.

Actores potenciales seleccionados del sector metalmeccánico con enfoque en la industria de palma.

Empresa	NIT
Fábrica de Maquinaria Agrícola- Famag Ltda	890.208.586-8
Industrias AVM S.A.	800.225.769-3
Industrias Tanuzi S.A.	890.204.448-1
Metalteco S.A.S	800.042.867-0
Metal Green S.A.S	900.471.169-0

Adicional a las empresas convocadas se incluye a Industrias Acuña Ltda dentro del grupo de empresas a analizar como empresa líder al contar con los derechos de propiedad de la tecnología Avatar: Esterilización dinámica.

Tras realizar las visitas y reuniones con los directivos de las empresas convocadas, se recibieron las cartas de interés de participación y las encuestas diligenciadas por cada compañía. Dichas encuestas que constaban de 8 secciones (Perfil general, calidad, capacidad tecnológica, productividad/competitividad, innovación y desarrollo, propiedad intelectual, definición de objetivos, definición de estrategias) se realizaron con el fin de obtener una caracterización más detallada de cada compañía y poder así determinar su potencial para el modelo asociativo objeto de

este trabajo. Se presentan a continuación los resultados del instrumento (Encuesta) aplicado a las empresas participantes:

a) Perfil de las empresas

Tabla 11.

Ficha descriptiva de los actores potenciales convocados.

	Industrias Acuña Ltda	Famag Ltda	Industrias AVM S.A	Industrias Tanuzi S.A	Metalteco S.A.S	MetalGreen S.A.S
<i>Año de constitución</i>	1985	1982	1994	1974	1988	2011
<i>Página Web</i>	in- al.com.co	famaglt- da.com	avm.com.c o	industriasta- nuzi.com	metal- teco.com	metal- green.com.co
<i>CIIU</i>	2829	2821	2825	2829	2819	2431
<i>Nº Total de empleados 2017</i>	72	14	86	74	140	12
<i>Administrativo</i>	15	4	53	26	17	3
<i>Operativo</i>	57	10	33	48	123	9

b) Sobre el mercado de la empresa:

- De la(s) línea(s) de negocio(s) enfocada(s) al sector Palma ¿Quiénes son sus principales clientes?

Tabla 12.

Distribución geográfica del mercado de palma de las empresas convocadas.

Empresa	Extractoras zona norte	Extractoras zona central	Extractoras zona sur occidental	Extractoras zona oriental	Extractoras en el exterior
INAL	x	x	x	x	x
TANUZI	x			x	
AVM	x	x		x	x
METALTECO	x	x		x	
METALGREEN	x	x	x	x	
FAMAG	x			x	

Como se observa en la tabla 12, el mercado de plantas extractoras para las empresas convocadas se centra en la zona norte (Antioquia, Atlántico, Bolívar, Cesar, Sucre, Chocó, Córdoba, La Guajira, Magdalena) y oriental (Arauca, Casanare, Meta, Vichada) del país. De las 6 empresas, sólo Industrias Acuña Ltda – INAL e Industrias AVM cuentan en la actualidad con clientes en el exterior para este sector.

- ¿Cómo ha encontrado sus clientes o compradores en el extranjero?

Los principales mecanismos de las 6 empresas para internacionalizar su portafolio (Figura 24) corresponden a la participación en ferias comerciales y tecnológicas relacionadas con el sector a nivel nacional e internacional, por contactos a través de networking, por referencias de terceros u otros entes de la cadena productiva y finalmente mediante el uso de las herramientas ofrecidas por Procolombia a los empresarios (Macroruedas y agendas de negocio, misiones comerciales y relacionamiento comercial).

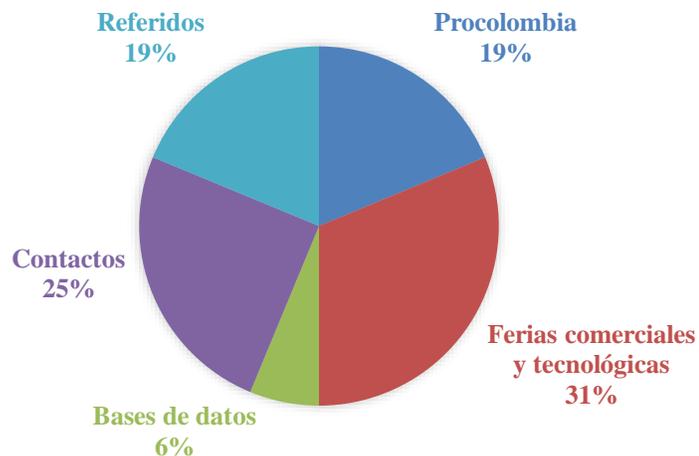


Figura 24. Mecanismos de las empresas convocadas para captar clientes en el exterior.

- Composición de las ventas para el año 2016 (El % restante corresponde a servicios de mantenimiento, montajes, reparación, diseño e ingeniería):

A fin de conocer el enfoque de las empresas con relación a la producción de equipos, repuestos y a la prestación de servicios a nivel nacional e internacional, se indagó sobre la distribución de las ventas durante el periodo 2014-2016. Los resultados del año 2016 se muestran en la tabla 13.

Para la mitad de las empresas el mayor volumen de las ventas corresponde al suministro de repuestos (Igual o superior al 60%) mientras que para la mitad restante la venta de equipos resulta más significativa en el balance total. Con relación a las ventas en el exterior, para el año 2016 sólo 3 empresas lograron consolidar exportaciones. En los tres casos citados el porcentaje de dichas ventas representó entre el 10% y el 17% de las ventas totales.

Tabla 13.

Distribución de las ventas para el año 2016 en las empresas convocadas.

Año 2016	Equipos	Repuestos	Exportaciones	Local/Nacional
INAL	25%	60%	10%	90%
TANUZI	25%	75%	12%	88%
AVM	30%	22%	17%	83%
METALTECO	88%	12%	0%	100%
METALGREEN	0%	90%	0%	100%
FAMAG	65%	10%	0%	100%

- Indique por favor un estimado de sus clientes en el sector palma a nivel nacional:

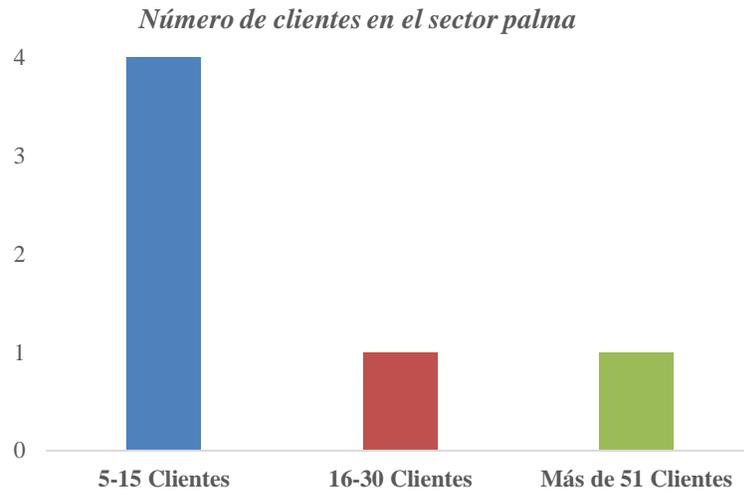


Figura 25. Número de clientes en el sector palma.

Como se observa en la figura 25, para el sector palma colombiano, cuatro de las empresas cuentan con un número de clientes entre 5 -15, mientras que sólo una de las empresas (Industrias AVM S.A) cuenta con más de 51 clientes, teniendo por tanto un alto volumen del mercado que en la actualidad para Colombia corresponde a 66 plantas extractoras.

- Si ha exportado para el sector palma, por favor indique los países a donde ha exportado en los últimos 4 años:

Durante los últimos años sólo tres de las empresas convocadas han logrado consolidar exportaciones como se observa en la tabla 14. Para las 3 empresas exportadoras, el mercado centroamericano es un destino común y de alto potencial.

Tabla 14.

Empresas convocadas con experiencia exportadora y mercados objetivos.

Empresa	Países a los que han exportado
AVM	Guatemala
	Ecuador
	Honduras
	Costa Rica
	Perú
INAL	Guatemala
	Venezuela
	Ecuador
METALTECO	México
	Honduras

b) Calidad

- De la capacidad instalada de su empresa, ¿Qué porcentaje está siendo empleado en la actualidad?:

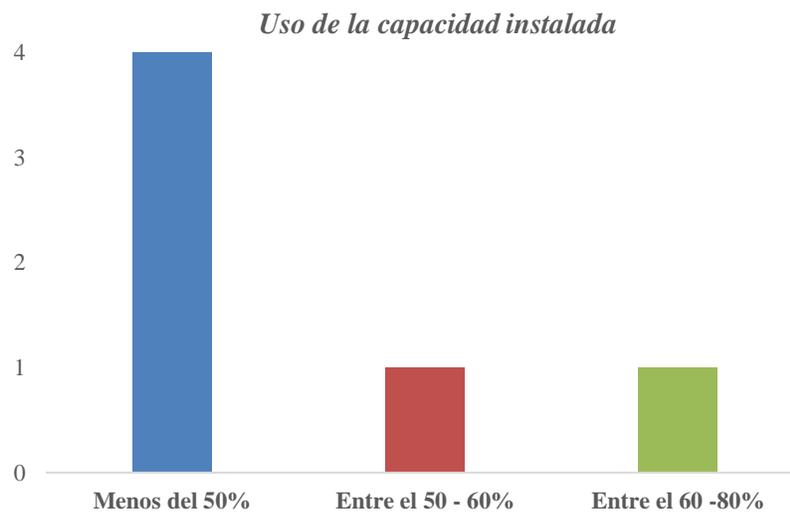


Figura 26. Uso de la capacidad instalada en las empresas participantes.

Sobre la capacidad instalada de sus empresas, cuatro de los actores afirmaron estar usando menos del 50% de la capacidad, mientras que los dos empresarios restantes están entre el 50 y el 80% del uso de la capacidad instalada (Figura 26). De esta manera, todos los actores ratificaron la importancia de acceder a nuevos clientes y mercados que les permitan tener mayor demanda de sus productos y evitar así la subutilización de sus recursos.

- Acerca de su laboratorio de calidad: ¿Tiene laboratorio propio?, ¿Su laboratorio tiene alguna certificación vigente?:

Para lograr una mayor penetración en mercados internacionales es necesario cumplir con altos estándares de calidad y trazabilidad. De esta manera, es vital asegurar la calidad de los insumos y productos finales para poder generar confianza en los clientes globales y mantener los precios a niveles competitivos. En la tabla 15 se muestran los resultados de las empresas con relación al laboratorio de calidad de sus compañías.

La mitad de los actores potenciales cuentan con laboratorio de calidad propio en sus instalaciones para verificar las condiciones de sus productos finales. Sin embargo, de estas empresas, sólo una tiene su laboratorio certificado. Las tres empresas restantes no cuentan con laboratorio de calidad lo que podría representar un factor limitante en el futuro para el ingreso efectivo en mercados globales altamente competitivos.

Tabla 15. *Laboratorios de calidad en las empresas convocadas.*

Empresa	¿Laboratorio Propio?	¿Laboratorio certificado?
	No	No
TANUZI	Si	No
AVM	Si	Si
METALTECO	No	No
METALGREEN	Si	No
FAMAG	No	No

- Señale las entradas para el diseño o especificaciones de sus productos:

Un factor que tiene un gran impacto sobre la calidad del producto final es la fase de diseño. Requiere comunicación oportuna y efectiva entre el cliente y la empresa. Para este fin, las empresas convocadas emplean principalmente las especificaciones técnicas que le son suministradas por un cliente o un tercero, la adecuación de planos propios, los términos de referencia del cliente en caso de licitaciones o proyectos de mayor nivel y la comparación física con productos de referencia o imitación de productos (Figura 27).

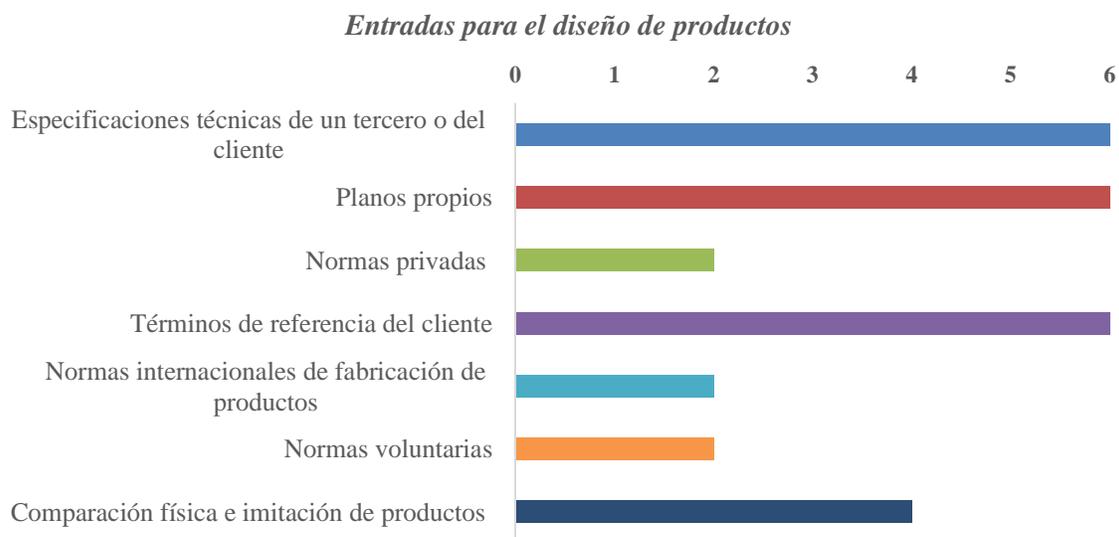


Figura 27. Entradas para el diseño de productos en las empresas convocadas.

c) *Capacidad tecnológica*

- ¿Cuál es su estrategia para mejorar sus competencias técnicas y tecnológicas?:

Para mejorar sus capacidades, competencias técnicas y tecnológicas, adquirir nuevo conocimiento técnico avanzado y por tanto potencializar su competitividad en el mercado, las empresas encuestadas recurren principalmente a instituciones como el SENA, a desarrollar trabajo conjunto con el cliente para la solución de sus necesidades específicas, a generar alianzas con otras empresas del sector metalmecánico y realizar investigación propia. Como lo ilustra la figura 28, las instituciones privadas como los centros de investigación o de innovación y las instituciones de educación superior son las alternativas menos preferidas por estos empresarios.

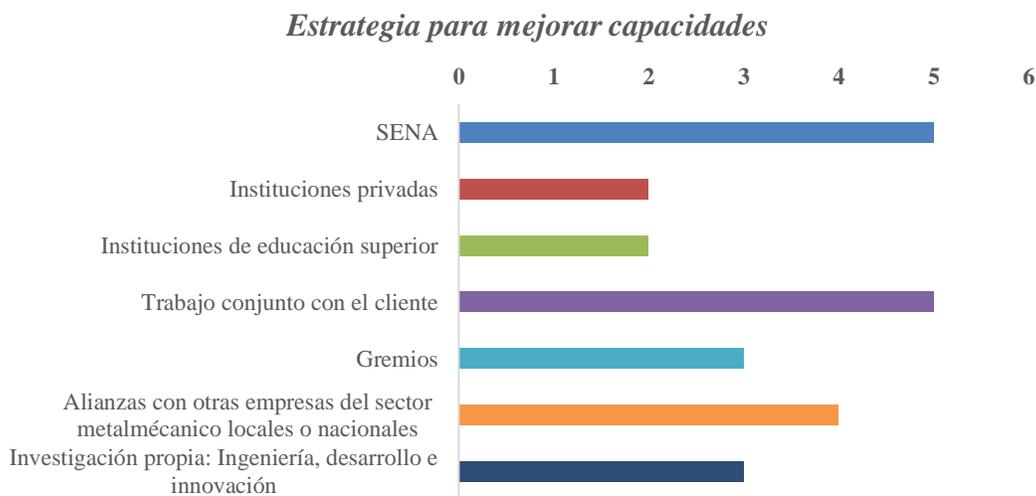


Figura 28. Estrategias de las empresas para mejorar su nivel tecnológico.

- ¿Cuál es su estrategia para mejorar la capacidad de ingeniería de innovación y desarrollo?:

Las seis empresas encuestadas cuentan con un departamento de ingeniería formalizado en sus compañías y por tanto con los softwares de diseño especializados, sin embargo, a fin de mejorar sus competencias tecnológicas recurren principalmente a estrategias como generar alianzas con otras empresas y a trabajar en conjunto con el cliente, entre otras (Figura 29).



Figura 29. Estrategias de las empresas para mejorar su ingeniería, innovación y desarrollo.

- Señale con cuáles de los siguientes equipos/herramientas cuenta su compañía:

Como parte del conocimiento de las capacidades técnicas de las empresas convocadas, resulta de gran importancia conocer el inventario de las principales máquinas asociadas a la producción de los componentes de una planta extractora de aceite de palma con el sistema Avatar. En la tabla 16 se muestra el inventario reportado por cada empresa, en donde se observa un alto grado de actualización tecnológica por parte de la mayoría de los actores potenciales, dado que cuentan con maquinaria avanzada como centros de mecanizado, soldadura robotizada, tornos automáticos y tecnologías CAD- CAM-CAE para el desarrollo de la técnica.

Tabla 16. *Equipos y herramientas principales de las empresas.*

Equipos - Herramientas	INAL	TANUZI	AVM	METALTECO	METAL GREEN	FAMAG
Tornos paralelos	x	x	x	x		x
Tornos automáticos	x	x	x	x		x
Cortadoras de tubo y lámina			x			x
Dobladoras, enrolladoras			x	x		x
Centros de mecanizado	x	x	x	x		x
Troqueladoras						x
Tronzadoras						
Fresadoras	x		x			x
Equipos de soldadura eléctrica	x	x	x	x	x	x
Soldadura robotizada	x	x				
Curvadoras de perfiles			x			x
Equipos de corte con agua						
Tecnologías CAD-CAM-CAE	x	x	x		x	

- Indique el número de empleados en la compañía a 2016 según su nivel educativo:

Las competencias y formación del capital humano impactan en gran medida la competitividad de las empresas y su capacidad para afrontar nuevos retos como el de posicionarse en mercados internacionales. De esta manera, resulta de gran importancia que las empresas cuenten con equipos de trabajo especializados que les permitan generar mayor valor agregado. La distribución del personal de las empresas encuestadas se observa en la tabla 17. En la mayoría de las empresas el mayor volumen del personal cuenta un nivel educativo de técnico profesional, tecnólogo y universitario profesional. Sólo tres de las empresas del diagnóstico cuentan con personal con estudios de posgrado de maestría dentro de su organización.

Tabla 17.

Número de empleados por empresa según nivel educativo.

	INAL	TANUZI	AVM	METALTECO	METAL GREEN	FAMAG
Nivel	Nº Empleados a 2016					
Doctorado	0	0	0	0	0	0
Maestría	3	1	1	0	0	0
Especialización	3	3	5	3	0	1
Universitario (Profesional)	9	8	19	40	3	3
Tecnólogo	10	5	11	20	2	2
Técnico Profesional	30	8	22	20	1	3
Educación	7	26	26	27	0	0

secundaria						
Educación Primaria	1	11	1	10	0	0
Formación Profesional Integral (SENA)	3	12	1	20	6	5

- Señale en cuáles de los siguientes aspectos trabaja/trabajaría con otras empresas:

Con el objetivo de determinar la experiencia y la disposición de los actores potenciales con relación a iniciativas de trabajo colaborativo, se indagó sobre los intereses de las empresas para este tipo de estrategias de cooperación. Como se muestra en la figura 30, a las empresas encuestadas le resulta atractiva la posibilidad de consolidar estrategias de comercialización, generar ofertas conjuntas para mercados internacionales y mejorar la productividad mediante la asociatividad con otras compañías.

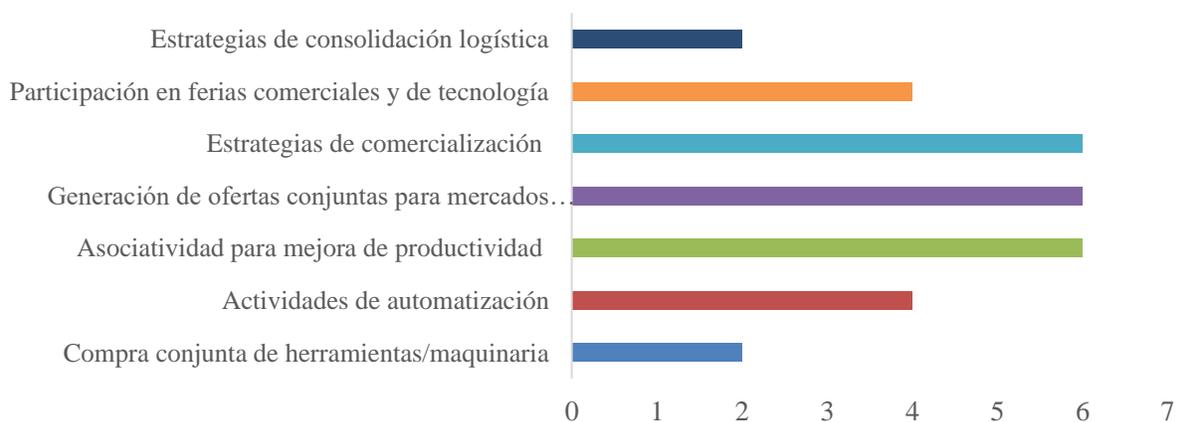


Figura 30. Interés de las empresas para trabajo colaborativo.

d) Productividad y competitividad

- Califique el nivel de exposición de su negocio con relación a los siguientes aspectos de acuerdo con el mercado de extracción de aceite de palma. Exposición significa el nivel de impacto tanto positivo como negativo ante un cambio en cada aspecto (0 = Sin exposición; 1 = Baja exposición; 2 = Alta exposición).

Con relación a la percepción de las empresas acerca del impacto sobre su posición competitiva de factores externos a nivel nacional e internacional como el comportamiento de las divisas, los costos de transporte/logística, los precios y la capacidad de producción de la competencia, se observó en el diagnóstico que cinco de las seis empresas consideran tener una baja exposición ante la mayoría de las condiciones previamente citadas en el ámbito nacional (Tabla 18). Sin embargo, a nivel internacional la percepción de las empresas cambia pasando a un nivel de alta exposición ante estas variables (Tabla 19). De esta manera cualquier cambio en estas condiciones puede generar considerables impactos positivos o negativos en la posición competitiva de las compañías.

Tabla 18.

Exposición de las empresas en el mercado nacional.

<i>Condición</i>	<i>Mercado Nacional</i>					
	INA L	TANU- ZI	AV M	METALTE- CO	METAL GREEN	FA- MAG
Comportamiento de divisas	1	0	1	1	0	2
Costos de transporte/logística	1	1	2	1	1	2
Precios ofertados por la competencia	2	1	2	1	2	2
Capacidad de producción de la competencia	1	1	1	1	1	1

Tabla 19.

Exposición de las empresas en el mercado internacional.

<i>Condición</i>	<i>Mercado Internacional</i>					
	INA L	TANU- ZI	AV M	METALTE- CO	METAL GREEN	FA- MAG
Comportamiento de divisas	2	1	2	0	0	2
Costos de transporte/logística	2	2	1	1	1	2
Precios ofertados por la competencia	2	2	2	2	2	2
Capacidad de producción de la competencia	2	2	2	1	1	1

- Señale la condición ventajosa o desventajosa de los siguientes aspectos de su compañía con relación al promedio dentro del sector de extracción de aceite de palma a nivel nacional e internacional.

Mediante autoevaluación se les solicitó a los empresarios determinar su posición en ventaja o en desventaja con relación diferentes condiciones del mercado de extracción de aceite de palma nacional e internacional (Tabla 20 y 21). Los resultados indican que para el mercado nacional e internacional la mayoría de las empresas (4 de 6 empresas) consideran que se encuentran en una posición ventajosa para todas las condiciones planteadas. El único factor de desventaja común a la mayoría de las empresas corresponde al régimen tributario del país, que puede resultar una limitante para el crecimiento corporativo.

Tabla 20.

Condición de las empresas en el mercado de extracción de aceite nacional.

Condición	Mercado Nacional					
	INAL	TANUZI	AVM	METALTECO	METAL GREEN	FAMAG
Localización geográfica	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Tiempo de respuesta a solicitud de compra	Ventaja	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Logística/Transporte	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Nivel de inventarios	Desventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Capacidad de producción	Desventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Portafolio de productos/Servicios	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Régimen tributario	Desventaja	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Desventaja	Desventaja

Tabla 21.

Condición de las empresas en mercado de extracción de aceite internacional.

Condición	Mercado Internacional					
	INAL	TANUZI	AVM	METALTECO	METAL GREEN	FAMAG
Localización geográfica	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Desventaja
Tiempo de respuesta a solicitud de compra	Desventaja	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Logística/Transporte	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Nivel de inventarios	Desventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Capacidad de producción	Desventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Portafolio de productos/Servicios	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja	Ventaja
Régimen tributario	Ventaja	Ventaja	Desventaja	Ventaja	Desventaja	Ventaja

- Sobre el departamento/área de comercio exterior en su empresa:

Para llegar de manera eficiente y sostenible a mercados internacionales es necesario que las empresas destinen recursos para la estructuración de procesos internos enfocados en la internacionalización, la investigación de los mercados y el fortalecimiento de las capacidades compe-

titivas. Así, los resultados del diagnóstico (Figura 31) muestran que sólo la mitad de las empresas cuenta con un área de comercio exterior/internacionalización con personal especializado y con un plan exportador definido y actualizado. Adicionalmente, ninguna de las empresas realiza estudios de mercado de manera sistemática en busca de oportunidades de negocio, evidenciando que la exploración de mercados internacionales está siendo relegada, cuando puede ser aprovechada como una alternativa de diversificación y generación de valor.

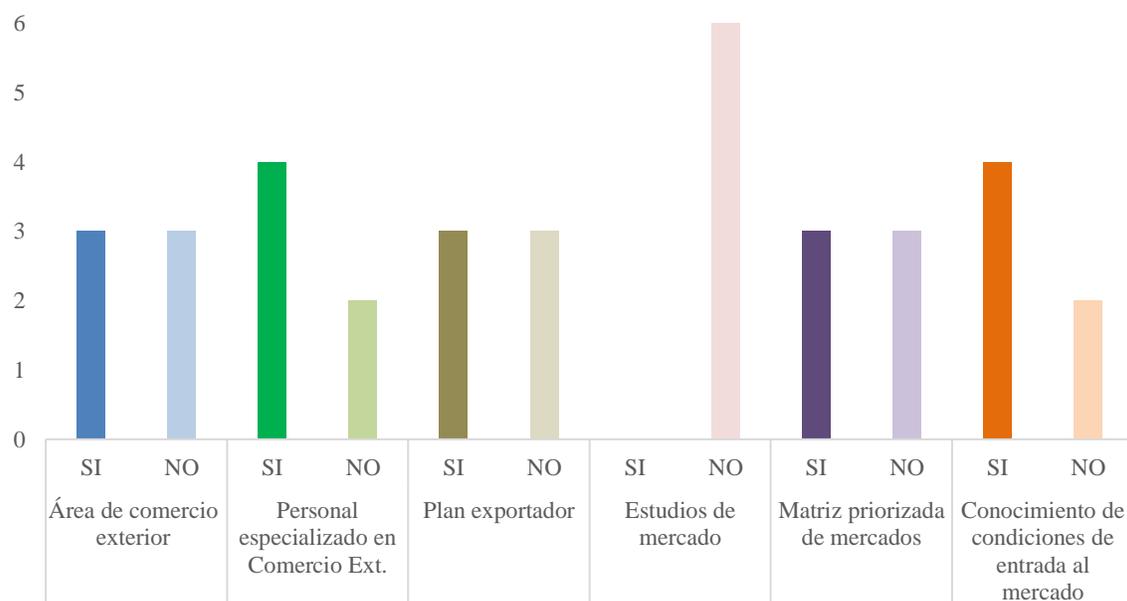


Figura 31. Comercio internacional en las empresas convocadas.

e) Innovación y desarrollo

Para ser un competidor de clase mundial es necesario priorizar la adición de valor y ampliar la estrategia corporativa más allá de la mera reducción de los costos de producción. Para ello, se requiere consolidar las capacidades para la gestión de la innovación y la genera-

ción de propiedad intelectual. Los resultados del diagnóstico indican que sólo dos de las empresas convocadas cuentan con un área de innovación y desarrollo consolidada, pero sólo una de ellas tiene un presupuesto anual asignado para las actividades de ciencia, desarrollo y tecnología.

- Indique si durante el período 2010-2016 su empresa introdujo algunas de las siguientes innovaciones:

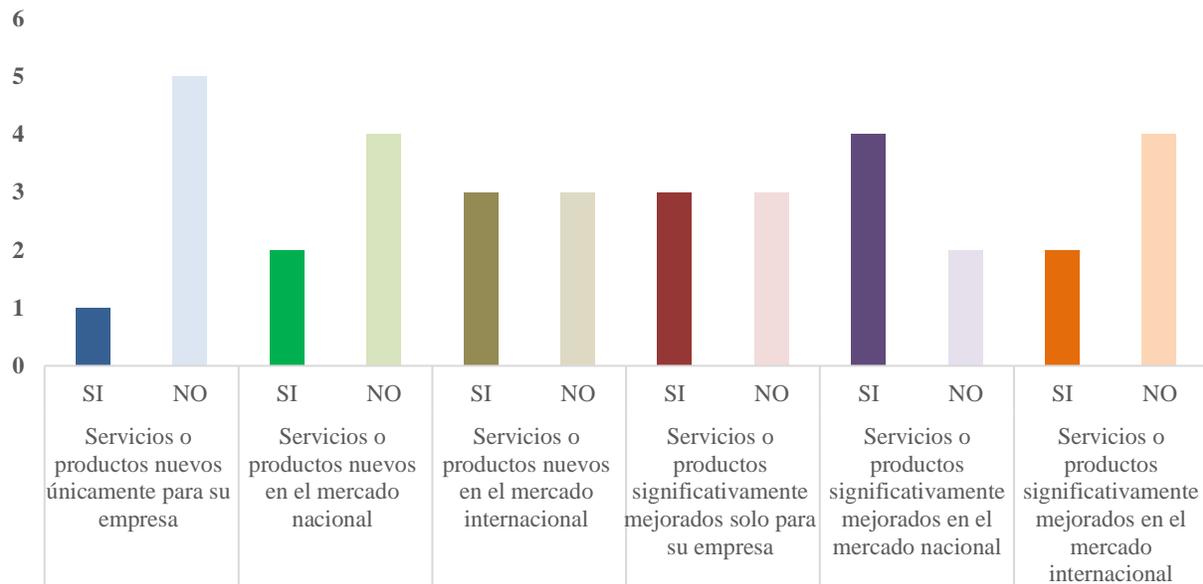


Figura 32. Inventario de innovaciones de las empresas convocadas.

Aún sin departamento de innovación formalizado, las empresas encuestadas realizan actividades de investigación e innovación con recursos propios y/o de la banca financiera que les ha permitido desarrollar productos/servicios nuevos o significativamente mejorados para sus empresas y para el mercado nacional o internacional (Figura 32).

- Señale el grado de importancia (ALTA, MEDIA, BAJA) que tiene para su empresa cada uno de los siguientes aspectos:

Entre los objetivos estratégicos principales que son transversales a las empresas encuestadas se destacan la generación de ideas para innovar, el aumento de la productividad y el mayor acceso a mercados nacionales e internacionales (Figura 33), aspectos que se alinean completamente con los propósitos del modelo asociativo entre empresas que se busca propiciar con este trabajo de aplicación.

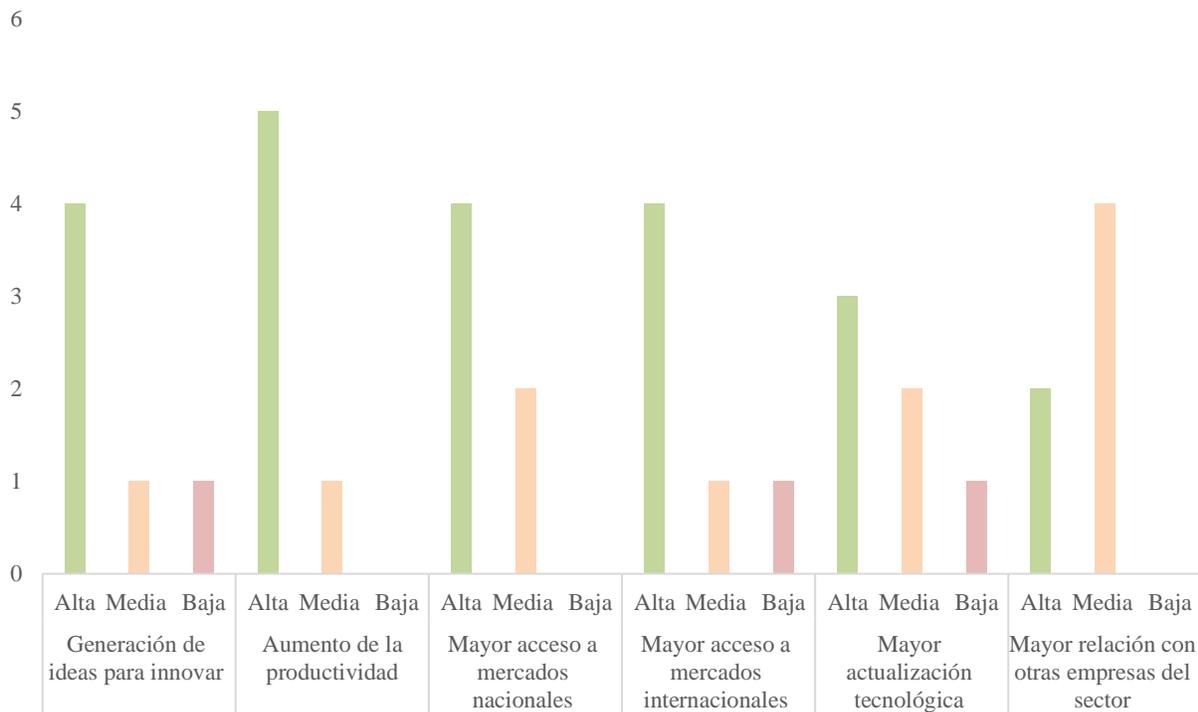


Figura 33. Prioridades para las empresas convocadas.

g) Propiedad Intelectual

A las empresas convocadas se les indagó sobre los métodos de protección y se les solicitó indicar si la empresa era titular de derechos de autor sobre mecanismos como patentes de invención, modelos de utilidad, diseños industriales y registros de marca y otros signos distintivos. De las 6 empresas, sólo Industrias Acuña Ltda cuenta con 3 patentes de invención y 1 patente de modelo de utilidad (En proceso de aprobación). Ninguno de los actores potenciales cuenta con diseños industriales registrados a la fecha. Con relación a registros de marca, las 6 empresas tienen sus nombres comerciales registrados como marcas mixtas ante la Superintendencia de Industria y Comercio.

Sobre otros métodos de protección la mayoría de las empresas afirmaron estar familiarizadas con el uso de acuerdos de confidencialidad con otras empresas o empleados y sólo la mitad de ellas cuentan con secretos industriales y alta complejidad en el diseño.

6.3 Caracterización Tecnológica Del Mercado Objetivo

El aceite de palma se ha utilizado en la preparación de alimentos durante más de 5.000 años y es el aceite vegetal comestible más ampliamente producido a nivel global. El mercado mundial de aceite de palma fue valorado en 2015 en USD 73.73 miles de millones y se espera que alcance los USD 92.84 miles de millones en 2021, presentando una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR, Compound Annual Growth Rate) de 7,2% entre 2016 y 2021 (WIPO, 2016).

Para los países tropicales, la palma de aceite representa una alternativa con excelentes proyecciones de negocio y rentabilidad. Este cultivo produce 10 veces más del rendimiento de aceite proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos, y los avances en biotecnología y mejoramiento de semillas permitirán que la diferencia en rendimiento sea cada vez mayor. Indonesia es el principal productor de aceite de palma con, aproximadamente, un 45% de la producción mundial y cerca de 11 millones de hectáreas sembradas, seguido por Malasia que cuenta con 5.74 millones de hectáreas sembradas y 453 plantas extractoras, convirtiéndose este cultivo en el pilar de sus economías y desarrollo. En el panorama occidental los mayores productores de palma en Centro América son Guatemala, Costa Rica, Honduras y México, mientras que en América del Sur los mayores productores son Colombia y Ecuador (Yean y ZhiDong, 2012). Entre enero y septiembre de 2016 el volumen total de aceite de palma y sus fracciones exportadas desde Centroamérica aumentó 37%, al pasar de 520 mil toneladas exportadas de enero a septiembre de 2015 a 712 mil toneladas exportadas durante el mismo período de 2016. Durante los primeros tres trimestres de 2016, el 44% del volumen exportado desde Centroamérica tuvo como destinos principales México, Países Bajos y Alemania (Central America Data, 2017).

Para el análisis del potencial del sector metalmecánico en el mercado centroamericano, inicialmente es necesario conocer la dinámica comercial a nivel de la demanda de la maquinaria constituyente de la tecnología Avatar, a fin de evaluar el comportamiento del mercado en torno a estos productos metalmecánicos. De esta manera, se seleccionó la partida arancelaria que representa el conjunto de la maquinaria del sistema Avatar (*Partida 84.79.20.10.00 Máquinas y aparatos para extracción o preparación de grasas o aceites vegetales fijos o animales: Para la ex-*

tracción) y se analizan las exportaciones de Colombia con relación al mundo y las importaciones de Latinoamérica de estos productos.

En la figura 34 se presentan las exportaciones de Colombia para la partida arancelaria 84.79.20.10 durante el año 2016. Las exportaciones del país representan el 0,5% de las exportaciones mundiales para este producto, logrando así una posición relativa N° 15 en las exportaciones globales. Los principales países importadores de esta partida son México, Guatemala, Perú, Estados Unidos y Venezuela. Para el 2016, el 71% de las exportaciones del país bajo esta partida tuvieron como destino México, lo que correspondió a 328 toneladas de productos y \$ 2.264.000 USD. Durante el periodo 2012- 2016, la tasa de crecimiento de las importaciones totales de México para esta maquinaria ha sido del 63%, mientras que para Guatemala se reporta el 25%. Por otra parte, las exportaciones de esta partida a Guatemala representan el 25,1% de las exportaciones de Colombia con 111 toneladas de producto en 2016 (Trademap, 2017).

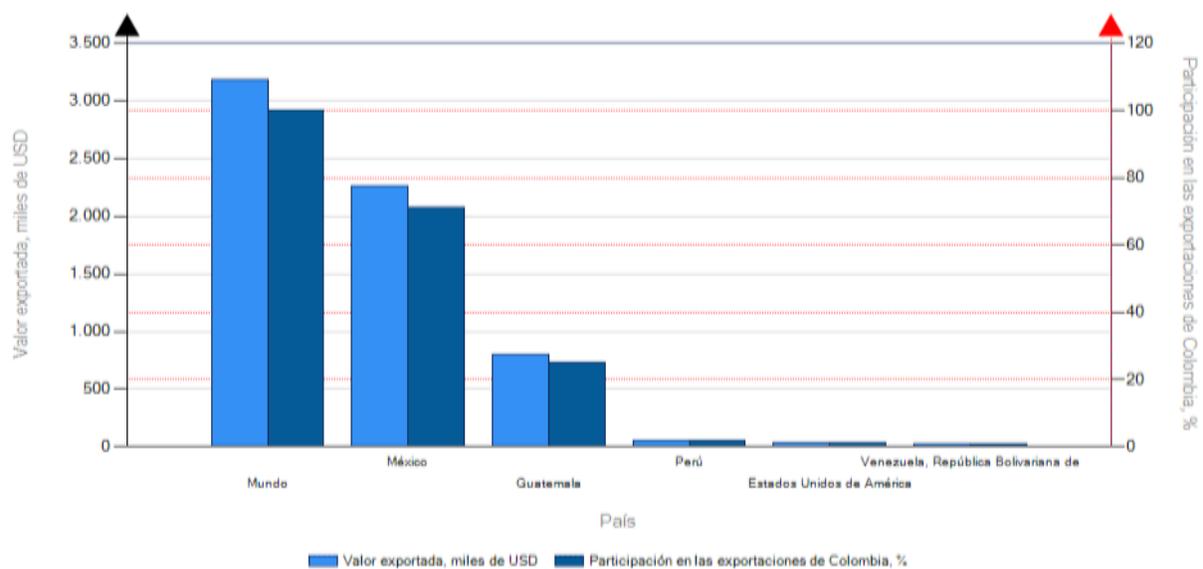


Figura 34. Mercados importadores de la partida 84.79.20.10 desde Colombia para el año 2016.

Adaptado de: Trademap, 2017.

Al analizar la dinámica importadora de la partida arancelaria 84.79.20.10 por parte de América Latina y el Caribe se observa la figura 35 que para los años 2015 y 2016 es México el país con el mayor valor importado de esta maquinaria con \$ 54.359.00 USD en 2016. Otros países de la región que se destacan en la importación de los productos de esta partida son Perú, Guatemala y Brasil. Para 2016, el valor total de las importaciones en el mundo de este producto fue de \$ 623.573.000 USD, de los cuales el 14% corresponde a Latinoamérica y el Caribe (Trademap, 2017).

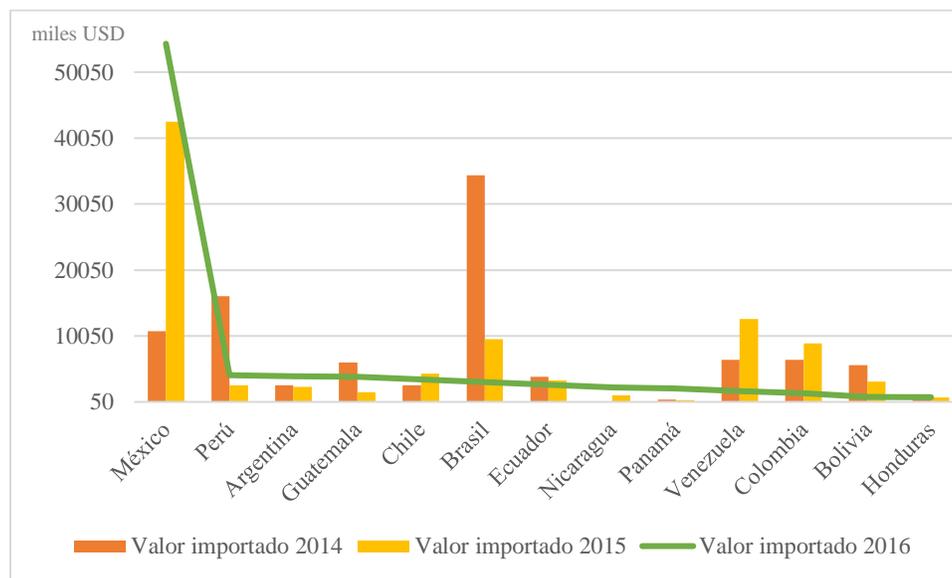


Figura 35. Dinámica importadora de América Latina y el Caribe para la partida arancelaria 84.79.20.10. Adaptado de: Trademap, 2017.

El análisis de la dinámica comercial de esta partida arancelaria permite identificar el tamaño y potencial que tiene el mercado de maquinaria y equipos del sistema Avatar: Esterilización dinámica a nivel global. Las cifras muestran que, en países con producción de aceite de palma como México, Guatemala, Ecuador, Brasil, Venezuela y Perú, la importación de maquina-

ria y equipo para extracción es un mercado atractivo para el sector metalmecánico nacional al que se debe incursionar con productos innovadores y de mayor valor agregado.

6.3.1 Diagnóstico y caracterización tecnológica del sector de extracción de aceite de palma en Centroamérica. En la construcción de la matriz de priorización de los países centroamericanos para la exportación de la tecnología Avatar, es preciso identificar inicialmente el potencial del mercado de extracción de aceite de palma en esta región. De esta manera, se presenta a continuación el perfil del sector palmero de los países de Centroamérica que cuentan con mayor área sembrada de este cultivo.

Costa Rica. Costa Rica es el sexto productor de aceite de palma en Latinoamérica, con una producción nacional de aceite de 250 mil toneladas para el 2015. El país cuenta con un área sembrada de palma de aproximadamente 77,000 hectáreas, con una productividad promedio a nivel nacional de unas 17.5 toneladas métricas de fruta por hectárea-año. Durante los últimos cinco años han obtenido alrededor de 4 toneladas métricas de aceite de palma por hectárea-año (Abrapalma, 2017).

En Costa Rica el cultivo de palma de aceite data de finales de 1940 y se ha concentrado en las regiones de Quepos y Parrita sobre la costa del Pacífico central. Las principales zonas de producción de este cultivo corresponden a la zona Pacífico Sur, que cuenta con 4 plantas extractoras de aceite; la zona Pacífico Central, con dos plantas extractoras de aceite y finalmente la zona Atlántica con una planta extractora de aceite (Tabla 22). Existen alrededor de 1260 produc-

tores de palma aceitera y aproximadamente el 60% de todo el aceite de palma que se produce en Costa Rica se exporta, siendo el principal destino México (Ureña, 2006).

El mercado está centralizado en Palma Tica S.A, compañía que controla el procesamiento y la comercialización de 80% del aceite crudo y se estima que posee el 40% del total de la superficie de palma sembrada en Costa Rica. En segundo lugar, se encuentra Coopeagropal que maneja el 31% de la superficie de palma sembrada y comercializa un 20% de la producción de aceite (Clare, 2014).

Tabla 22.

Plantas extractoras de aceite de palma en Costa Rica.

Plantas Extractoras de Aceite en Costa Rica
Palmatec
Palma Tica
Coopeagropal
CIPA
Cala y Blanco S. A
Ebasa
Quivel

Adaptado de: Ureña, 2006.

México. Se estima que existen alrededor de 87 mil hectáreas de palma de aceite sembradas y cerca de 11,000 palmicultores. Las zonas productoras de palma están distribuidas en tres grandes regiones, dentro de las áreas de potencial productivo, *Pacífico*: Chiapas; *Golfo de México*: Veracruz y Tabasco, y *Península de Yucatán*: Campeche y Yucatán (Figura 36). El estado productor más importante del país es Chiapas con 79% de la producción, seguido de Veracruz con el 13%. Los productores están organizados bajo diversas formas jurídicas, como las sociedades de producción rural, las sociedades de solidaridad social, la asociación agrícola de produc-

tores de palma y los sectores de producción rural, además de un pequeño porcentaje de productos libres (ProEcuador, 2012).

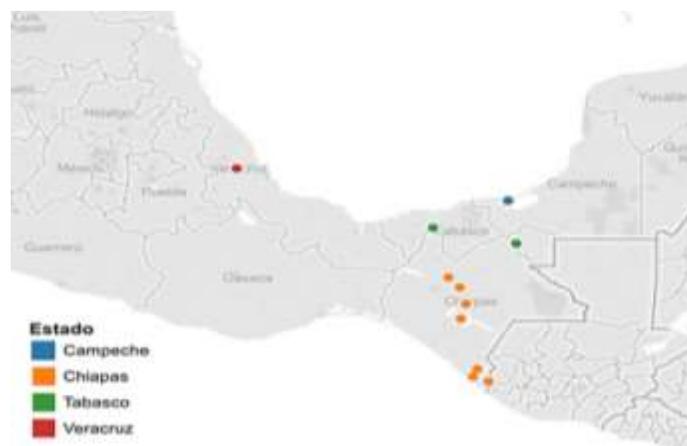


Figura 36. Distribución de las zonas palmeras en México. Adaptado de: ProEcuador, 2012.

El aceite de palma es la tercera fuente de consumo de aceites en México, después de la soya y la canola. El país produce aproximadamente el 20% del aceite de palma que consume. Para la producción de aceite de palma el país cuenta con 11 plantas extractoras que se encuentran en la tabla 23 (Abrapalma, 2017).

Tabla 23.

Plantas extractoras en México.

Estado	Planta Extractora	Capacidad
Chiapas	El desengaño	9 tRFF/h
Chiapas	Bepasa	6 tRFF/h
Chiapas	Propalma	30 tRFF/h
Chiapas	Zitihualt	10 tRFF/h
Chiapas	Palmicultores	6 tRFF/h
Chiapas	Palmatica	35 tRFF/h
Chiapas	Agroimsa	30 tRFF/h
Campeche	Oleofinos del Carmen	30 tRFF/h
Veracruz	Aceites de palma	10 tRFF/h
Tabasco	Agroindustria de los Ríos	ND
Tabasco	Agroipsa	30 tRFF/h

Adaptado de: Abrapalma, 2017.

Honduras. Para Honduras se reportan alrededor de 175 mil hectáreas sembradas de palma, sin embargo, esta cifra se encuentra en expansión debido a políticas e incentivos gubernamentales. El país cuenta con 13 plantas extractoras localizadas en el litoral atlántico, específicamente en Colón, Cortés, Atlántida y Yoro. La palmicultura se ha convertido en la actividad más rentable en el sector agrícola ya que la producción de palma no es una actividad exclusiva de grandes productores o transnacionales. Honduras cuenta con aproximadamente 18.000 productores de palma, de los cuales 16.000 son pequeños productores que manejan el 28% de las hectáreas sembradas. El mayor productor de aceite de palma del país corresponde a la empresa DINANT, propiedad de la familia Facussé, quienes cuentan con 2 plantas extractoras de aceite de palma y una refinería de aceite comestible cerca de las ciudades de Tocoa y Tela con una capacidad instalada de proceso de 150 tRFF/h. La Asociación Industrial De Productores De Aceite De Honduras (AIPAH) está conformada por ocho empresas. Los demás socios son Coinsu, Palcasa, Hondupalma, Asapalsa, Cooperativa Salamá, Palmasa, Honducaribe y Coopalma (La Prensa, 2013).

En este país el proceso de extracción de aceite de palma se hace en once plantas de beneficio tal como se muestra en la tabla 24.

Tabla 24.

Plantas extractoras de aceite en Honduras.

Estado	Planta Extractora	Capacidad	Refinación
Trujillo- Colón	Agripalma	36 tRFF/h	No
Trujillo- Colón	Aceydesa	45 tRFF/h	No
Arizona- Atlántida	Cressida Lean	45 tRFF/h	No
Tocoa- Colón	Crecida Aguan	90 tRFF/h	Si
Trujillo- Colón	Salamá	12 tRFF/h	No
Trujillo- Colón	Coopalma	45 tRFF/h	Si
Jutiapa- Atlántida	Imdisa	8 tRFF/h	No
San Francisco - Atlántida	Caicesa	40 tRFF/h	No

Estado	Planta Extractora	Capacidad	Refinación
Tela- Atlántida	Agrotor	60 tRFF/h	Si
Guayabas-Yoro	Hondupalma	45 tRFF/h	Si
El Progreso - Yoro	Palcasa	30 tRFF/h	No

Adaptado de: La Prensa, 2013.

Guatemala. Guatemala cuenta con 150.000 hectáreas sembradas de aceite de palma, que producen alrededor de 7 toneladas de aceite por hectárea-año, siendo el promedio mundial entre 3 y 4 toneladas por hectárea. El cultivo de palma ocupa el 4% del área total de cultivos sembrados en el país, representando el 1% del PIB. De esta manera, la palma de aceite genera inversiones por más de \$1.800 millones de dólares, lo que le ha permitido al país convertirse en un jugador mundial del mercado de aceite de palma, con el mayor crecimiento internacional en exportaciones durante los últimos 20 años. En 2016 Guatemala fue el mayor exportador de aceite de palma al vender USD \$374 millones, seguido de Honduras con USD \$283 millones y Costa Rica con USD \$102 millones. Como se ilustra en la figura 37 en Guatemala la palma se localiza en tres zonas donde se encuentran en funcionamiento 18 plantas de beneficio y más de 24 áreas de cultivos sembradas: *zona sur Pacífico*: (San Marcos, Quetzaltenango, Escuintla) *zona Nororiente Atlántico* (Izabal, Alta Verapaz) y *zona Norte*: (sur de Petén, norte de alta Verapaz y nororiente de Quiché) (Grepalma, 2016).



Figura 37. Distribución geográfica de la palma de aceite en Guatemala: Adaptado de: Grepalma, 2016.

En los municipios donde se cultiva palma africana, sobre todo en Sayaxché, las empresas de aprovechamiento de aceite de palma cuentan con grandes ventajas económicas y fiscales por parte del gobierno. Por ejemplo, las extractoras de Sayaxché, están calificadas bajo el Decreto 29-89, *Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila*, que en su artículo 12 establece exoneraciones totales y suspensiones temporales de derechos arancelarios e impuestos para estas empresas (Solano, 2011).

Aunque se han contabilizado más de 40 empresas asociadas al cultivo de palma y la producción de aceite, en Guatemala, la industria de extracción de aceite de palma está centralizada en seis principales grupos empresariales, los cuales corresponden a: Olmeca, Indesa, Agrocaribe, Tikindustrias (Ingenio el Pilar), Palmas del Ixcán y NAISA. Cada uno de estos seis complejos

empresariales, según reportes de 2016 del Gremial de Palmicultores de Guatemala (GREPAL-MA), tiene en su planeación estratégica de 2015 -2020 iniciar con la construcción y puesta en marcha de al menos una nueva planta extractora como respuesta al crecimiento exponencial de la industria palmera en el país. En la tabla 25 se expone el perfil de estos grupos empresariales líderes (Grepalma, 2016).

Tabla 25.

Principales empresas del sector palma en Guatemala.

Empresa	OLMECA	INDESA	Agrocaribe	Tiki industrias	Palmas del Ixcán	NAISA
<i>Grupo empresarial</i>	Agroindustrias HAME Corporación Olmeca	Grupo Maegli, Palmas de Desarrollo (PADESA), Grasas y Aceites S.A y PROBESA	Agroamérica y Propalma de México	Ingenio El Pilar	Green Earth Fuels (Carlyle Group), Riverstone Holdings y Goldman Sachs	Alimentos Ideal (IDEALSA), Industria La Popular, Fábrica de Jabón La Luz/Henkel
<i>Ubicación geográfica</i>	Tecún, Umán, San Marcos, Coatepeque, Quetzaltenango; Tiquisate y la Gomera; Escuintla, Sayaxché, Petén y Fraijaines	Mariscos (Finca Chapín) y el Estor (Finca Pataxté), Izabal; Fray Bartolomé de las Casas y Chahal, Alta Verapaz	Morales (Finca Berlín), Izabal.	Sayaxché, Petén (Aldea Las Arenas/Finca El Arenal)	La soledad, Petén; Ixcán, Quiché; Playitas y Rubelsanto, Chisec, Alta Verapaz	Sayaxché, Petén, (Finca La Ceiba)
<i>Propietario/Familia</i>	Molina Espinoza Molina Botrán	Maegli Mueller	Bolaños Valle Arriola Fuxer	Weissenberg Campollo Weissenberg Ossaye	Arriola Fuxer	Kông Vielman Kông Serra Kông Subirá
<i>Capacidad de producción de aceite</i>	450 TM (refinería)	64 mil toneladas al año (refinería)	26 mil a 42 mil toneladas/año (aceite crudo)	No hay reporte disponible	212 mil toneladas al año (aceite crudo)	45 toneladas/hora (aceite crudo)
<i>Producción de biodiesel</i>	No	Si	No	No	No	No
<i>Proyecciones</i>	Actualización tecnológica de plantas	1 extractora en planificación	1 extractora en planificación	1 extractora en planificación	3 extractoras a construir	1 extractora a construir

Adaptado de: Grepalma, 2016.

A continuación, se presentan las plantas extractoras de aceite de palma en Guatemala, el grupo empresarial al que pertenecen y la tecnología de esterilización que poseen. Con relación al nivel tecnológico de la industria de extracción de aceite de palma, como se observa en la tabla 26, de las 18 plantas de beneficio 16 de ellas cuentan con esterilización horizontal o convencional con vagonetas.

Tabla 26.

Plantas extractoras en Guatemala.

#	Planta Extractora	Grupo Empresarial	Tipo de esterilización
1	ACEPALMA, Aceites de Palma S.A.	Grupo OLMECA S.A. (Antiguo Grupo Agroindustrias HAME)	Horizontal
2	REPSA 1, Reforestadora de Palma del Petén S.A.		Horizontal
3	REPSA 2, Reforestadora de Palma del Petén S.A.		Horizontal
4	EXPASA, Extractora de Palma del Pacífico S.A.		Horizontal
5	PAHOSA, Palma del Horizonte S.A.		Horizontal
6	Aceites de Palma S.A.		Horizontal
7	Industrias de Grasas y Aceites Suprema S.A.		Horizontal
8	Extractora Santa Rosa		Horizontal
9	Extractora Unipalma		Horizontal
10	Extractora Uniaceites	Grupo MEME S. A	Horizontal
11	PADESA, Palmas de Desarrollo	Grupo	Horizontal
12	Palmas de Izabal S.A.	NATURACEITES/	Horizontal
13	Palmas del Polochic S.A.	INDESA , Inversiones de Desarrollo	Horizontal
14	Extractora del Atlántico	Grupo AGROCARIBE ,	Horizontal
15	Extractora Agroaceite S.A. / Agroamérica	Corporación Agroindustrial del Caribe S.A.	Horizontal
16	Palmas de Ixcán	Palmas Del Ixcán	Horizontal
17	Industria Chiquibul S.A.	Grupo Unisource Holding, Inc.	Vertical
18	Planta Extractora Palmas de Machaquila	Tikindustrias S.A.	Continua

Adaptado de: Grepalma, 2016.

Matriz de priorización de mercados. Tras la evaluación del potencial del sector de extracción de aceite de palma en los principales países centroamericanos que cuentan con este cultivo (Guatemala, México, Honduras y Costa Rica) y considerando aspectos políticos, económicos, culturales y logísticos se diseñó una matriz de priorización de mercados con el objetivo de

definir el país de mayor potencial y viabilidad para la exportación conjunta de la tecnología Avatar: Esterilización dinámica. La aplicación de las herramientas y el procedimiento descrito en la metodología permitió obtener la matriz que se muestra en la tabla 27.

Los resultados de la evaluación de las variables permiten priorizar a Guatemala como el país de mayor potencial con una puntuación total de 2.5, seguido por México con 2.24, Costa Rica con 1.99 y finalmente Honduras con 1.98. El análisis de la matriz de priorización permite establecer las siguientes observaciones:

- Aunque en diferentes aspectos económicos y logísticos como moneda, PIB, volumen de importaciones, eficiencia aduanera, puntualidad y competitividad del transporte de carga, México presenta mejores indicadores que Guatemala, el potencial del mercado de palma mexicano hace a este país un destino menos atractivo para la exportación de la tecnología Avatar.
- En los aspectos logísticos de distribución física internacional y nacional de la carga, Guatemala presenta indicadores deficientes que deben considerarse al momento de establecer negociaciones y condiciones de entrega de productos a clientes potenciales.
- Colombia cuenta con tratados de libre comercio y acuerdos comerciales que cubren los cuatro países evaluados, sin embargo, Costa Rica es el único país que impone un arancel del 5% para la maquinaria y equipos que constituyen la tecnología Avatar, estableciendo una barrera para la entrada de estos productos.

- De los cuatro países evaluados, Honduras y Costa Rica reportan las mayores inversiones en el sector palmicultor aun cuando cuentan con menor número de plantas extractoras en comparación con Guatemala.
- De los cuatro países, Honduras cuenta con el mayor número de hectáreas de palma sembradas y con la mayor inversión en el sector, sin embargo, las condiciones económicas y logísticas del país no lo califican como un mercado potencial para el objetivo de este estudio, obteniendo por tanto la menor calificación en la matriz.
- Para los cuatro países de la matriz, el promedio de duración del servicio del transporte de carga se estimó con base en el número de contenedores de 40 pies que se requieren para transportar los componentes de una planta extractora con tecnología Avatar de 30 t/h de capacidad desde el puerto de Barranquilla hasta el país destino.

Tabla 27.

Matriz de mercados priorizada.

		PAISES											
		GUATEMALA			MÉXICO			HONDURAS			COSTA RICA		
VARIABLES	IMPORTANCIA	CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO	CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO	CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO	CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO
ASPECTOS POLITICOS													
TLC Firmado con COLOMBIA	5 %	SI	0,15	0,15	SI	0,15	0,15	SI	0,15	0,15	SI	0,15	0,15
ASPECTOS ECONOMICOS													
Moneda	1 %	QUETZAL	0,02	0,02	PESO MEXICANO	0,03	0,03	LEMPIRA	0,01	0,01	COLÓN	0,02	0,02
PIB	1 %	\$63.79 mil millones	0,02	0,02	\$1.144 billones	0,03	0,03	\$20.42 mil millones	0,01	0,01	\$54.14 mil millones	0,02	0,02
PIB Per Cápita	3	3.518 €	0,06	0,06	8.573 €	0,09	0,09	2.314 €	0,03	0,03	10.400 €	0,09	0,09

VARIABLES	IMPORTANCIA	PAISES											
		GUATEMALA			MÉXICO			HONDURAS			COSTA RICA		
		CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO	CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO	CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO	CIFRAS	CALIFICACIÓN	RESULTADO
	%												
Tasa de desempleo	3 %	2,4%	0,09	3,4%	0,06	4,5%	0,03	9,60%	0,09				
Inflación	4 %	2,4%	0,08	3,36%	0,04	3,3%	0,04	0,77%	0,12				
Importaciones desde Colombia (Miles USD)	7 %	\$ 8.951	0,21	\$ 2.065	0,21	\$ 209	0,14	0	0,07				
Importaciones por partida (Mundo)	7 %	\$ 682.101	0,21	\$ 54.359	0,21	\$ 752	0,07	\$ 188	0,07				
Doing Bussines	8 %	81	0,16	45	0,24	105	0,08	60	0,24				
Balanza Comercial	5 %	-6.884,3 M.\$	0,05	-24.508,5 M.\$	0,05	-3.370,0 M.\$	0,15	-5.878,5 M.\$	0,1				
Arancel	8 %	0%	0,24	0%	0,24	0%	0,24	5%	0,16				
Número de extractoras de aceite	10 %	18	0,3	11	0,2	11	0,2	7	0,1				
Número de hectáreas sembradas	10 %	150000	0,3	87000	0,1	175000	0,3	77000	0,1				
Inversión en cultivo de palma (Millones USD)	10 %	\$ 1.800	0,3	\$ 1.100	0,1	\$ 2.500	0,3	\$ 2.000	0,3				
ASPECTOS LOGÍSTICOS													
Eficiencia aduanera	3 %	2,47	0,06	2,88	0,09	2,21	0,03	2,33	0,03				
Competencia y calidad servicios logísticos	3 %	2,3	0,03	3,14	0,09	2,44	0,03	2,55	0,03				
Puntualidad transporte de carga	3 %	2,98	0,06	3,38	0,09	2,91	0,06	2,98	0,06				
Competitividad transporte interno de carga	3 %	2,41	0,03	3	0,09	2,58	0,03	2,89	0,06				
ASPECTOS CULTURALES													
Idioma	1 %	ESPAÑOL	0,03	ESPAÑOL	0,03	ESPAÑOL	0,03	ESPAÑOL	0,03				
RUTAS MARÍTIMAS DESDE COLOMBIA													
Promedio duración servicio	5 %	10 DÍAS	0,1	9 DÍAS	0,1	12 DÍAS	0,05	7 DÍAS	0,15				
		TOTAL	2,5		2,24		1,98		1,99				

Análisis de la competencia. Para el análisis de la competencia se consideraron dos enfoques: el primero corresponde a las opciones en el mercado que satisfacen la demanda con rela-

ción al proceso de esterilización en la extracción de aceite de palma y, en segundo lugar, a la oferta metalmecánica en el mercado priorizado que ofrece soluciones industriales al sector palmero.

Bajo el primer enfoque se considera competencia directa de la tecnología Avatar: Esterilización dinámica a los sistemas de esterilización que son ampliamente utilizados por la industria palmera en Guatemala. Como se ilustra en la tabla 26, la mayoría de las plantas extractoras en Guatemala cuentan con esterilización horizontal o convencional y solo dos cuentan con tecnologías diferentes como vertical y continua. De esta manera, en la tabla 28 se presenta una evaluación técnica de la tecnología Avatar: Esterilización dinámica en comparación con los sistemas comerciales: Esterilización horizontal, vertical, inclinada o basculante y continua, a fin de resaltar los beneficios y el potencial del sistema Avatar.

Tabla 28.

Comparación de la Esterilización dinámica (Tecnología Avatar) con las tecnologías de esterilización ofrecidas en el mercado.

Concepto	Indicador	Esterilización Horizontal	Esterilización inclinada / basculante	Esterilización vertical	Esterilización continua	Esterilización dinámica
Incremento en la Productividad	Tasa de Extracción de Aceite (TEA)	21-22,5%	21-22,5%	21-22,5%	21-22,5%	23 - 25%
	Pérdidas de aceite (Promedio)	3,5%	2,2-4,2%	2,2-4,2%	2,2-4,2%	0,7 – 1,1 %
Reducción de costos de Producción	Consumo de agua (Promedio)	1.000 L/t RFF	1.000 L/t RFF	1.000 L/t RFF	1.000 L/t RFF	300 L/t/RFF
	Consumo de energía eléctrica hasta CPO	16 kwh/t RFF	16 kwh/t RFF	16 kwh/t RFF	14 kwh/t RFF	12 kwh/t RFF
	Requerimiento de mano de	0,56	0,4	0,4	0,4	0,23

Concepto	Indicador	Esterilización Horizontal	Esterilización inclinada / basculante	Esterilización vertical	Esterilización continua	Esterilización dinámica
<i>Ahorros en Inversión</i>	obra / $T_{instalada}$ Consumo de Vapor (Esterilización)	500 kg/t RFF	600 kg/t RFF	600 kg/t RFF	700 kg/t RFF	200 kg/t/RFF
	Costos de mantenimiento (Promedio)	COP \$ 12.000/t RFF	COP \$ 9.000/t RFF	COP \$ 9.000/t RFF	COP \$ 9.000/t RFF	COP \$ 6.500/t RFF
	Costos de Inversión (Plantas de 20 a 30 t/RFF/h)	USD \$500.000/t RFF	USD \$350.000/ t RFF	USD \$350.000/t RFF	USD \$330.000/ t RFF	USD \$275.000/t RFF
	Área Requerida / $T_{instalada}$	125 m ²	80 m ²	80 m ²	90 m ²	50 m ²
	Volumen de efluentes a tratar	850 L/t RFF	1.000 L/t RFF	1.000 L/t RFF	1.200 L/t RFF	400 L/t RFF
	<i>Total de equipos Requeridos para una capacidad de 30 t/h</i>	78	27	27	22	24

En la tabla 28, es claro que la tecnología AVATAR ofrece grandes ventajas competitivas a las plantas de beneficio que operen bajo este sistema patentado pues permite un ahorro aproximado del 60% en el consumo de agua, 20% de disminución en el consumo de energía, 40% en el tiempo del proceso, con un cumplimiento al 100% en normatividad ambiental y con el mejor costo de inversión por tonelada de fruto fresco procesado. Asimismo, en comparación con las demás tecnologías permite una reducción significativa en el área requerida para la construcción de una planta, al igual que en la inversión y los costos de mantenimiento al requerir un menor número de equipos, haciendo rentable y sostenible la implementación de un proyecto. Adicionalmente, con la esterilización dinámica se logran reducir focos de pérdidas en el proceso, permitiendo aumentar la tasa de extracción de aceite de una planta, lo que representa ganancias significativas para el negocio y facilita la sostenibilidad y el mejoramiento del negocio de las plantas extractoras en Colombia y alrededor del mundo (Acuña, 2016).

Dado que la industria metalmecánica guatemalteca enfocada en el sector palma no está ampliamente desarrollada y no reporta innovaciones tecnológicas para este sector, la industria de extracción de aceite en este país suple sus necesidades técnicas y de maquinaria principalmente de países como Malasia, India y Colombia. De esta manera, la industria de palma en Guatemala demanda nuevas soluciones integrales e innovadoras ante las problemáticas de las tecnologías tradicionales que importan desde Malasia e India. Así, bajo el segundo enfoque de la competencia desde el sector metalmecánico se identificaron dos grandes competidores en el mercado guatemalteco, los cuales corresponden a:

CB Industrial Product Holding Berhad- CBIP. Compañía productora de plantas de aceite de palma en Malasia y a nivel global. Son pioneros en el desarrollo de plantas patentadas de aceite de palma de esterilización continua y han logrado posicionarse entre los líderes del mercado en la prestación de servicios para plantas de extracción de aceite de palma de todo el mundo. Entre sus clientes se incluyen algunos de los nombres más importantes en el sector palmicultor mundial. En la actualidad cuentan con aproximadamente 80 extractoras de aceite de palma de esterilización continua en operación a nivel mundial (CBIP, s.f.).

SOLIMEC. Compañía especializada en la asesoría, ingeniería y comercialización de materias primas y equipos para plantas extractoras de aceite de palma africana. A nivel de tecnologías de esterilización comercializan tanto sistemas horizontales tradicionales como esterilizadores continuos en diferentes longitudes y diámetros acordes con la necesidad específica de la planta. Entre su portafolio de productos se destacan: Esterilizadores, mesas de traslación o transfers, chimeneas para condensados y vapor, rieles, aislamientos térmicos, poleas de reenvío, cabrestan-

tes, sistemas de automatización (PLCs), entre otros. Sus principales clientes se encuentran en Colombia, Ecuador, Honduras, Costa Rica, República Dominicana y Guatemala (Solimec, s.f.).

Las demás empresas identificadas en el sector metalmecánico corresponden a microempresas o pequeños talleres tipo informal cuyas capacidades técnicas y tecnológicas no representan en realidad competencia significativa al no ofrecer al mercado la fabricación de maquinaria, ni el montaje o instalación de plantas industriales.

6.4 Elaboración del portafolio de productos y servicios

Para incursionar en el mercado objetivo bajo un modelo asociativo entre las empresas metalmecánicas convocadas, es necesario definir de acuerdo con las capacidades de cada uno de los actores su participación en la producción de los componentes de una planta extractora de 30 t/h con la tecnología Avatar. Se ha definido la capacidad de los equipos y maquinaria inicialmente en 30 t/h dado que, para el mercado priorizado, es decir Guatemala, este tamaño de planta es el de mayor demanda.

6.4.1 Elaboración de inventario de capacidades. Durante las entrevistas a los empresarios se les entregó un formulario con la lista de los componentes de la una planta extractora con tecnología Avatar: Esterilización Dinámica para que seleccionaran la maquinaria/equipos que desde su perspectiva tienen la capacidad de fabricar en sus compañías, indicando un volumen estimado de producción anual para cada componente. De esta manera, en la tabla 29 se muestra el inventario obtenido para las empresas convocadas.

Tabla 29.

Inventario de capacidades de los actores potenciales.

Componente	INAL	AVM	METALTECO	TANUZI	FAMAG	METAL GREEN
Tolva de recibo de fruto		3 u/año	20 u/año			
Redler alimentador		750 m/año	200 u/año			
Fracturadora	8 u/año					
Desgranadora	8 u/año					
Esterilizador dinámico	7 u/año					
Digestor		14 u/año	6 u/año		8 u/año	
Prensa de extracción de aceite rojo	10 u/año	14 u/año	6 u/año			
Tamiz en lámina Inoxidable		4 u/año		10 u/año	6 u/año	
Ciclón desarenador de lodos				10 u/año		
Secador de torta	10 u/año	120 m/año	4 u/año			
Columna de fibras		5 u/año	4 u/año			
Ciclón de fibras		5 u/año	4 u/año			
Esclusa		12 u/año	10 u/año	10 u/año	15 u/año	
Ventilador ciclón de fibras			10 u/año	5 u/año	6 u/año	
Tambor pulidor de nuez	4 u/año	8 u/año	4 u/año			
Transportador sinfín de nuez			10 u/año			
Silo de nuez		6 u/año	5 u/año		10 u/año	
Elevador de cangilones nuez seca y húmeda		10 u/año	10 u/año		10 u/año	
Rompedor centrífugo o Riple mill	10 u/año	14 u/año	10 u/año			
Columna despedregadora		5 u/año	5 u/año			
Columna nuez-cáscara		5 u/año	5 u/año			
Ciclón de almendra-cáscara		5 u/año	10 u/año			
Ventilador ciclón columna de cáscara principal			10 u/año	6 u/año	6 u/año	
Ventilador ciclón columna de cáscara secundaria			10 u/año	6 u/año	6 u/año	
Ventilador ciclón de nueces			10 u/año			
Silo de almendra		8 u/año	5 u/año		5 u/año	
Tolvas de alimentación de prensas		20 u/año	10 u/año			
Filtro de presión	5 u/año					
Sistema de extracción de humos		4 u/año				
Tanque pulmón		6 u/año	20 u/año		10 u/año	
Distribuidor de vapor		4 u/año	5 u/año			
Bomba centrífuga	20 u/año					
Componente de máquinas		48000				240 t/año

Componente	INAL	AVM	METALTECO	TANUZI	FAMAG	METAL GREEN
en aceros fundidos diversas aleaciones (kg)		kg/año				
Tableros eléctricos de control		3 u/año	4 u/año			
Cuartos de Potencia y Cuartos de control			3 u/año			
Acometidas eléctricas de Alta, media y baja tensión (Por planta)			4 u/año			
Obras civiles (m ²)		6000 m ² /año				

6.4.2 Diseño industrial y gráfico del portafolio. Para la presentación técnica de la tecnología Avatar se ha diseñado un portafolio en donde se presentan las especificaciones y planos para la construcción de una planta extractora con esterilización dinámica de 30 t/h de capacidad. La información técnica contenida en este portafolio permitirá estandarizar y unificar la producción de los componentes de la tecnología entre las empresas metalmeccánicas convocadas. Dado que este portafolio contiene información técnica detallada para la fabricación de los equipos, así como las especificaciones técnicas de los mismos, se reserva la confidencialidad de este producto para los actores potenciales y por tanto no se anexa a este trabajo de aplicación.

Para la presentación de la iniciativa de trabajo colaborativo entre las empresas, se ha diseñado un material comercial (Figura 38) que evidencia el rol de los actores potenciales dentro de la construcción de plantas extractoras de aceite de palma con base en el inventario de sus capacidades.



Figura 38. Material comercial de la sinergia metalmeccánica.

6.5 Planteamiento de las acciones estratégicas para lograr la producción y exportación de plantas extractoras de aceite de palma.

Los hallazgos del diagnóstico realizado a los actores metalmeccánicos permitieron identificar su interés en generar alianzas con otras empresas del sector para mejorar capacidades técnicas, de ingeniería e innovación, para establecer estrategias de comercialización y generación de ofertas conjuntas que permitan acelerar su participación en mercados internacionales. Adicionalmente, estas empresas analizadas consideran el trabajo asociativo como una estrategia para potencializar el uso de su capacidad instalada y recursos físicos y humanos, así como para fortalecer su posición competitiva, aumentando la rentabilidad y sostenibilidad de sus negocios. En las entrevistas

realizadas a los empresarios se les solicitó plantear los objetivos y estrategias que desde su perspectiva debería plantearse la sinergia de estas empresas metalmecánicas para la exportación de plantas extractoras tipo Avatar al mercado Centroamericano. Los resultados obtenidos para cada empresa fueron cotejados para establecer objetivos y estrategias transversales a las seis organizaciones.

6.5.1 Definición de objetivos entre actores. Con base en las capacidades tecnológicas y competitivas de las empresas convocadas y considerando sus expectativas para el modelo asociativo propuesto, se definieron los siguientes tres objetivos globales para lograr una consolidación inicial de la sinergia y de su visión exportadora (Figura 39):

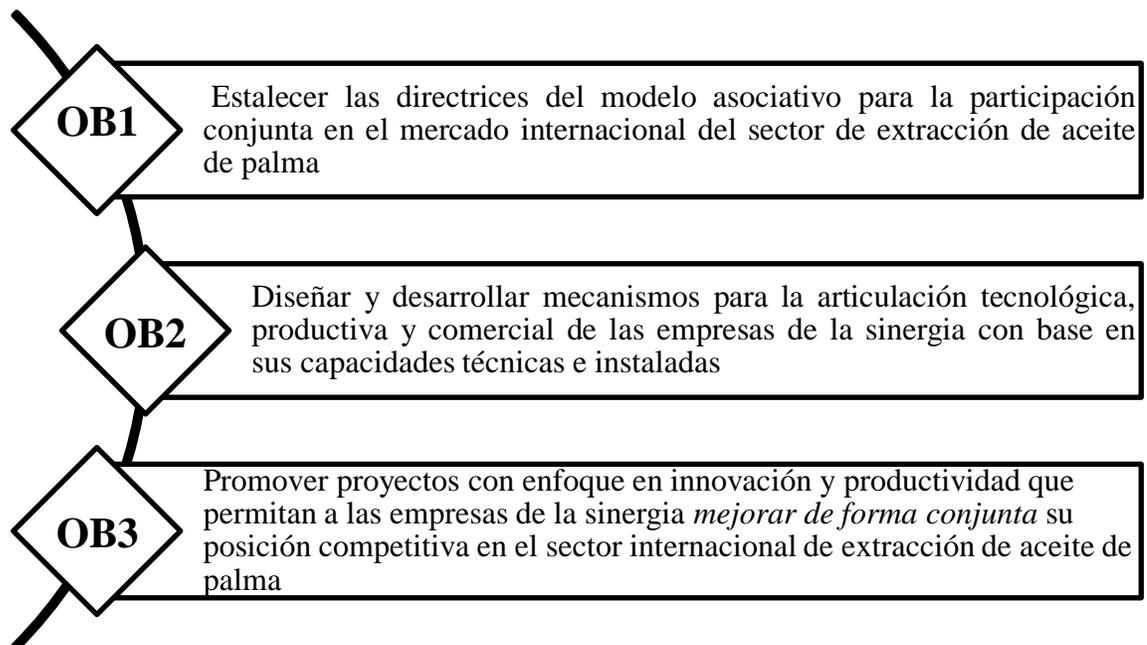


Figura 39. Objetivos establecidos por los actores convocados para el modelo colaborativo.

6.5.2 Definición de acciones estratégicas. Para el cumplimiento de los objetivos se plantean de manera conjunta estrategias generales (Tabla 30) que no representan el total de las acciones necesarias para desarrollar la sinergia metalmecánica propuesta, pero son el inicio de un esfuerzo estructural de largo plazo necesario para consolidar este modelo asociativo para el sector:

Tabla 30.

Acciones estratégicas definidas por los actores convocados.

Objetivos	Acciones estratégicas
OB1	Establecer acuerdos de entendimiento entre las empresas a fin de asegurar el compromiso y la participación de los actores convocados
	Definir los parámetros de gobernanza de la sinergia y las condiciones de participación de los empresarios
	Definir un comité estratégico/directivo para la toma de decisiones de la sinergia
	Plantear las condiciones para el licenciamiento de la tecnología Avatar a los actores
OB2	Conformar mesas de trabajo que direccionen el proceso de transferencia de tecnología e información entre las empresas
	Identificar brechas técnicas y operativas para el diseño y fabricación de los componentes de la tecnología Avatar en las empresas de la sinergia e implementar proyectos de solución
	Implementar un programa para el posicionamiento y relacionamiento comercial de la sinergia en los mercados objetivos
OB3	Establecer una metodología de vigilancia tecnológica conjunta para la identificación de convocatorias y recursos de cofinanciación que fomenten la innovación y la competitividad de las empresas con énfasis en el sector manufacturero para la extracción de aceite de palma
	Conformar alianzas estratégicas con entidades gubernamentales, la academia y otros actores del sector industrial que permitan reforzar las capacidades de la sinergia para la fabricación y exportación conjunta de proyectos con tecnología Avatar

6.5.3 Definición de indicadores críticos. Considerando los objetivos y acciones estratégicas previamente planteadas, se establecen los siguientes indicadores generales para validar el cumplimiento de la planeación trazada (Tabla 31).

Tabla 31.

Indicadores críticos establecidos para el modelo colaborativo.

Objetivos	Indicadores
OB1	Acuerdos de entendimiento entre las empresas
	Contrato y modelo de asociación definido para la sinergia
	Acta de conformación del comité estratégico/directivo
	Acuerdos de licenciamiento de la tecnología Avatar
OB2	Número de mesas de trabajo conformadas > 2
	Número de proyectos/soluciones implementados > 3
	Número de nuevos clientes sector palma > Número de clientes antes de la sinergia
OB3	Participación en convocatorias/programas como sinergia > 2 anuales
	Número de aliados estratégicos consolidados > 3

6.5.4 Carta Gantt para definición de recursos. Considerando las estrategias propuestas y proyectando cuatro escenarios futuros desde el 2018 al 2020 para el modelo colaborativo, se diseñó la carta Gantt que se muestra en la tabla 32.

Tabla 32.

Carta Gantt.

Escenarios Futuros																		
Objetivos	Descripción	Tiempo estimado	2018: Conformación del modelo asociativo				2019: Producción en volumen de los componentes de la tecnología Avatar				2020: Exportación de la primera planta extractora Avatar a Guatemala				2021: Expansión de las exportaciones del modelo asociativo a otros países centroamericanos			
OB1	Establecer acuerdos de entendimiento entre las empresas a fin de asegurar el compromiso y la participación de los actores convocados	2 trimestres																
	Definir los parámetros de gobernanza de la sinergia y las condiciones de participación de los empresarios	1 trimestre																

7. Conclusiones

El análisis del reporte de la propiedad intelectual entorno a la producción de aceite de palma a nivel global realizado por WIPO en 2016 permite identificar a los países más activos en la generación de patentes sobre este cultivo, siendo los líderes mundiales Estados Unidos, Malasia y China. De estos tres países líderes sólo Malasia cuenta con una amplia extensión de hectáreas sembradas de palma, basando su economía y desarrollo en la explotación de este cultivo.

Los aplicantes más activos en la categoría de producción de aceite de palma son el Portal Oficial de la Junta de Aceite de Palma de Malasia (MPOB), la compañía alemana BASF, Agri-nomics y Monsanto, ambas corporaciones multinacionales agroquímicas y de biotecnología agrícola, la Academia China de Ciencias Agrícolas Tropicales (CATAS) y Ningbo Lihao y Nantong Safe, dos fabricantes de maquinaria.

El análisis de la producción científica a nivel global entorno al componente tecnológico de esterilización arrojado por Scopus evidencia que el número de publicaciones enfocadas en esta etapa del proceso productivo es relativamente bajo y se enfoca en áreas de agroindustria y ciencias biológicas, ingeniería e ingeniería química, mostrando liderazgo nuevamente las universidades e instituciones de Malasia.

El nivel de madurez de la tecnología Avatar: Esterilización dinámica se determinó en 9, el mayor grado de madurez, al ser un sistema completamente desarrollado y validado a nivel técnico - comercial en Colombia y en el exterior.

En Colombia, el sector metalmeccánico es uno de los sectores industriales de mayor dinamismo y representa alrededor del 13,5% del producto interno bruto industrial del país. En Santander, la mayor parte de la oferta metalmeccánica está concentrada en el área metropolitana de Bucaramanga con más de 811 empresas dedicadas a 135 actividades relacionadas con la cadena metalmeccánica. La mayor parte de estas empresas corresponde a microempresas dedicadas a procesos de transformación de materias primas.

Aunque estudios sectoriales afirman que el sector metalmeccánico se caracteriza por trabajar de manera aislada, rehusando los modelos colaborativos, a nivel local se destacan en Bucaramanga dos iniciativas de trabajo asociativo que han sido propiciadas en la región por empresas metalmeccánicas: Asomecsa y el grupo metalmeccánico 10 M.

El análisis del sector metalmeccánico a nivel regional y local, así como la búsqueda en bases de datos comerciales y la investigación de los perfiles empresariales en busca de compañías con portafolios para el sector palma, permitió identificar a los actores potenciales para el modelo asociativo entorno a la tecnología Avatar: Esterilización dinámica.

Las encuestas realizadas a los actores potenciales convocados permitió identificar su nivel de madurez empresarial, sus capacidades técnicas, su avance tecnológico, sus principales

mercados en el sector palma así como un estimado del número de clientes, el nivel educativo y distribución del capital humano, las condiciones de sus áreas de innovación, ingeniería, comercio exterior y calidad y finalmente la disposición de las compañías a trabajar en un modelo asociativo enfocado en aumentar la productividad de sus negocios, ingresar a nuevos mercados, aumentar el uso de su capacidad instalada y aumentar la rentabilidad empresarial.

Para la realización de la matriz de priorización de mercados, se evaluó inicialmente el potencial del cultivo de palma de aceite en los países de Centroamérica con mayor número de hectáreas sembradas, los cuales correspondieron a Guatemala, México, Honduras y Costa Rica. La evaluación de aspectos políticos, económicos, logísticos y de transporte internacional arrojó la calificación más alta para Guatemala, siendo este el país de mayor potencial para la exportación conjunta de plantas industriales para la extracción de aceite de palma.

Al comparar la tecnología Avatar: Esterilización dinámica frente a los sistemas comerciales ampliamente usados en la extracción de aceite de palma como esterilización horizontal, inclinada o basculante, vertical y continua, se determinó las ventajas que ofrece la tecnología Avatar al permitir reducción en el consumo de agua, área, vapor, energía, inversión, así como la disminución de equipos y costos de mantenimiento por tonelada de fruto fresco procesada en una planta.

Las encuestas aplicadas a los empresarios permitieron determinar según sus capacidades tecnológicas el número de componentes de una planta extractora con tecnología Avatar que cada compañía puede fabricar en la sinergia para la producción conjunta de plantas extractoras. De manera conjunta con los actores potenciales se definieron los objetivos, las estrategias y los indi-

cadore en los que la sinergia metalmecánica propuesta debería trabajar para lograr la incursión en mercados globales.

Se definieron cuatro escenarios futuros deseados por las compañías convocadas desde 2018 hasta 2021 con relación a la consolidación y avance técnico- comercial de la sinergia metalmecánica y con base en estas premisas, los objetivos y las estrategias planteadas se estructuró una hoja de ruta básica para las empresas metalmecánicas convocadas.

8. Recomendaciones

Para obtener un reporte estadístico más completo con relación a las publicaciones enfocadas en el componente tecnológico de la esterilización durante el proceso de extracción de aceite de palma, se recomienda consultar otras bases de datos científicas y emplear otras fórmulas de búsqueda que optimicen los resultados de las publicaciones.

Aunque para la caracterización del sector metalmecánico nacional y local se realizó una búsqueda exhaustiva de estudios y reportes sobre la dinámica de esta industria, las cifras más actuales datan de 2009- 2012. De esta manera, se recomienda recurrir a entidades e instituciones del Estado que permitan obtener una caracterización más actualizada del sector.

Para la construcción de plantas extractoras de aceite de palma se requieren proveedores clave y eficientes en el tema eléctrico, civil, ambiental y financiero, por lo que se recomienda en la identificación y convocatoria de actores potenciales, contar con este tipo de compañías que permitan consolidar una oferta conjunta más completa y competitiva para el mercado objetivo.

Se recomienda realizar una planeación estratégica más detallada y amplia que permita consolidar la sinergia metalmecánica planteada en este trabajo de aplicación, actuando de manera conjunta con entidades como el Comité Empresa Estado de Santander (CUEES), la OTRI EO, la Cámara de comercio de Bucaramanga, Procolombia y otras entidades gubernamentales que faciliten la conformación del modelo asociativo.

Referencias Bibliográficas

- Abrapalma (2017). Recuperado de: http://www.abrapalma.org/pt/wp-content/uploads/2017/02/Sintec_Oleo_de_palma_Mexico.pdf.
- Acuña A. C. (2016). *Esterilización Dinámica*, Revista Agricultura de las Américas, Edición N° 471, 18-21.
- Ariffin A. A. (2010). *Proceso mejorado de esterilización para aumentar la tasa de extracción de aceite de palma*, Palmas, (31), 19-28.
- Asomecsa (2014). *Asociación de metalmecánicos de Santander*, Revista empresarial, (2), 2 -26.
- Basiron Y. (2007). *Palm oil production through sustainable plantations*, Eur. J. Lipid Sci. Technol, (109), 289–295.
- Basiron Y. y Doong C. H. (2004). *The oil palm and its sustainability*, Journal of Oil Palm Research, (16) 1, 1-10.
- Carrasco J. L. (1995). *Extracción de aceite de palmiste: procesos*, Palmas, (16), 129-137.
- Carvajal A. S. y Torres V. A. (2009). *Caracterización tecnológica de la cadena productiva del aceite de palma en el Magdalena medio*, Universidad Industrial De Santander, Facultad de fisicomecánicas.
- CBIP (s.f.). Recuperado de: <http://www.cbip.com.my/main/>.
- Celedón N. (25 de mayo de 2013). *Empresas Metalmecánicas se asocian para competir, Vanguardia*. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com/economia/local/209726-empresas-de-metalmeccanica-se-asocian-para-competir>.

- Central America Data (2017). Recuperado de: <https://www.centralamericadata.com/es/product/inteligenciaComercialReporte/6647110>.
- Clare P. (2014). *El cultivo tema central de la palma aceitera en costa rica en el contexto del TLC con los Estados Unidos De Norteamérica*, Espiga, (9), 95-123.
- Colombiatrade (s.f). Recuperado de: <http://www.colombiatrade.com.co/inicio>.
- Compite 360 (2017). Recuperado de: <http://www.compite360.com/Website/Reporte-Empresarial.html>.
- Córdoba E. (2012). *El nivel tecnológico de la industria metalmecánica plantea nuevos retos a la Ingeniería Nacional*, Ingeniería e Innovación, 17 -26.
- DANE (2009), Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam>.
- Doong C. H. (2007). *Experiencias De Esterilización Vertical*, Palmas, (28), 127-130.
- El Espectador (2016). *Colombia debe agregar valor en materias primas para exportar*. Recuperado de: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/colombia-debe-agregar-valor-materias-primas-poder-expor-articulo-658962>.
- empresas de la cadena de valor Metalmecánica de Sogamoso*, Ingenio Magno, (4), 11-18.
- Escorsa P., Maspons R. y Rodríguez M. (2000). *Mapas tecnológicos, estrategia empresarial y oportunidades de mercado: El caso de los textiles para usos médicos*, Boletín Intexter (U.P.C.), (117), 57- 68.
- Fedepalma (2015). Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, *Informe de Gestión Fedepalma 2015*, ISSN 2357-5581.
- Fedepalma (2016). Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Área de Economía y de Gestión Comercial Estratégica, *Boletín Económico*, ISSN 2357-5581.

Fernández R. (2013). *Comercio colaborativo como alternativa de competitividad en*

Grepalma (2016). Recuperado de: www.grepalma.org/centro-de-informacion?ai=2.

Grupo metalmecánico 10M (2012). Recuperado de:
<http://grupometalmecanico10m.blogspot.com.co/>.

Hai (2002), WWF Malaysia, *The Palm Oil Industry in Malaysia: From Seed to Frying Pan*.

Hamblin F. K (1991). *Extracción de aceite de palma y nuevos criterios de procesamiento*, Revista Palmas, (12), 74-101.

Héder M. (2017). *From NASA to EU: the evolution of the TRL scale in Public Sector Innovation*, The Innovation Journal: The Public-Sector Innovation Journal, (22) 2, article 3.

Ibáñez J. (2015). *Niveles de madurez de la tecnología: Technology Readiness Levels, TRLs, Una introducción*, Revista Economía Industrial, (393), 165 – 170.

Innpulsa Colombia (2017). Recuperado de:
https://www.innpulsacolombia.com/downloadableFiles/convocatorias/75111586_Presentacion%20Rutas%20Competitivas%20-%20Feb%2012%202013.pdf.

Instituto Municipal de Empleo y Fomento Empresarial de Bucaramanga -IMEBU (2010). *Estudio Sector Metalmecánico Área Metropolitana de Bucaramanga*, Observatorio de mercado de trabajo, Issn 2217, 11-45.

Kandiah S. (2010). *Nuevas tendencias en el procesamiento de aceite de palma*, Palmas, (31), 29-39.

Kappel T. (2001). *Perspectives on roadmaps: How organizations talk about the future*. Journal of Product Innovation Management, (18), 132 – 143.

Klar D., Frishammar J., Roman V. y Hallberg D., (2016). *A Technology Readiness Level scale for iron and steel industries*, Ironmaking and Steelmaking, (43) 7, 494- 499.

- Kostoff R. (2001). *Science and Technology Roadmaps*. IEEE Transactions on engineering Management., (48) 2, 132 – 143.
- La Prensa (2013). Recuperado de: <http://www.laprensa.hn/especiales/381946-273/300000-empleos-genera-el-cultivo-de-la-palma-africana>.
- Portafolio (2017). *En Colombia solo el 0,4% de empresas que podrían exportar lo hacen*. Recuperado de: <http://www.portafolio.co/negocios/exportaciones-en-colombia-499670>.
- Procolombia (s.f.). Recuperado de: <http://www.procolombia.co/estudios-de-mercado/estudios-de-mercado>.
- ProEcuador (2012). *Perfil del aceite de palma en México*, Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 3- 34.
- Red Clúster Colombia (2017). Recuperado de: <http://redclustercolombia.com/contenido/sobre-la-red-cluster-colombia/1>.
- Red clúster Colombia, s.f. Recuperado de: <http://redclustercolombia.com/clusters-en-colombia/mapa-de-clusters>.
- Rodríguez J. A. y Maciá J. L. (2009). *Proyectos de innovación a través de roadmaps*, Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universitat Politècnica de Catalunya.
- Santander Competitivo (2011). Recuperado de: <http://santandercompetitivo.org/multimedia-8-5/biblioteca-recursos.htm>.
- Santander Innova (2017). Recuperado de: <http://www.santanderinnova.org.co/secciones-21-s/mision---vision.htm>.
- Sarache W. y Giraldo J. (2007). *Procedimiento para la definición y jerarquización de prioridades competitivas de fabricación: Aplicaciones en las pymes de la industria metalmecánica*, Ingeniería y Competitividad, (7) 2, 84 – 91.

- SENA (2012). *Caracterización del sector metalmecánico y área de soldadura*, Dirección general Bogotá, 11 -143.
- SICE (s.f). Recuperado de: http://www.sice.oas.org/ctyindex/COL/COLAgreements_s.asp.
- Sivasothy K. (1994). *Proceso combinado de esterilización y desfrutado*, Palmas, (15) 1, 61-66.
- Solano L. (2011). *Palma africana y empresas se expanden aceleradamente a lo largo de la FTN*, Enfoque, (7) 36, 1-23.
- Solimec (s.f.). Recuperado: <http://www.solimec.com.co/portafolio/>.
- Trademap (s.f). Recuperado de: <http://www.trademap.org/Index.aspx>.
- Trujillo J. e Iglesias W. (2012). *Determinantes del crecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas: el caso del sector metalmecánico*, Semestre Económico, (15) 32, 41- 76.
- Ureña G. (2006). *Panorama actual del aceite de palma en Costa Rica*, Acontecer mundial de los aceites vegetales, (6), 1 -5.
- Velosa J. y Sánchez L. (2011). *Análisis de la capacidad tecnológica en Pymes metalmecánicas: una metodología*, Revista escuela administración de negocios, (72), 128-147.
- Wambeck N. (2007). *Desarrollo Actual De La Esterilización* Desarrollo Actual De La Esterilización, Palmas, (28), Tomo 2, 113-118.
- World Intellectual Property Organization (2016). *Patent landscape report on Palm oil production and waste treatment technologies*, WIPO, 3- 124.
- Yean G. y ZhiDong L. (2012). *A study on Malaysia`s palm oil position in the world market to 2035*, The Institute of Electric Engineers of Japan, (11), 1-4.