

**ESTUDIOS DE VIGILANCIA
TECNOLÓGICA APLICADOS
A CADENAS PRODUCTIVAS
DEL SECTOR AGROPECUARIO
COLOMBIANO**

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL
PROYECTO TRANSICIÓN DE LA AGRICULTURA

**ESTUDIOS DE VIGILANCIA
TECNOLÓGICA APLICADOS
A CADENAS PRODUCTIVAS
DEL SECTOR AGROPECUARIO
COLOMBIANO**

**CUATRO EJERCICIOS PILOTO
PARA LA DEFINICIÓN DE AGENDAS
DE INVESTIGACIÓN**

BOGOTÁ, 2008

**MINISTERIO DE
AGRICULTURA Y
DESARROLLO RURAL**
**Ministro de Agricultura y
Desarrollo Rural**
Andrés Felipe Arias Leiva
**Viceministro de Agricultura y
Desarrollo Rural**
Juan Camilo Salazar Rueda
**Director Desarrollo Tecnológico
y Protección Sanitaria**
José Leónidas Tobón T.
Directora Cadenas Productivas
Nohora Beatriz Iregui González
**Coordinador Proyecto
Transición de la Agricultura**
Camilo Silva Martínez
**Asesores Proyecto Transición de
la Agricultura**
Claudia Uribe Galvis
Gustavo Bernal Ramos
Interventora
Luisa Sarmiento

**INSTITUTO COLOMBIANO
PARA EL DESARROLLO DE LA
CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA**
«FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS»
COLCIENCIAS
Director General
Juan Francisco Miranda M.
**Subdirector de Programas
Estratégicos**
Alexis de Greiff A.
**Profesor Asociado de la
Universidad Nacional**
Directores Técnicos
Javier Medina Vásquez
**Jefe Programa Nacional de
Prospectiva Tecnológica e
Industrial**
**Profesor Titular de la
Universidad del Valle**
Asesoría Técnica
Jenny Marcela Sánchez Torres
Programa Nacional de Prospectiva
Tecnológica e industrial
Vigías Tecnológicos
Andrés Mauricio León
Lina Marcela Landínez

**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA**
**Grupo de Investigación y
Desarrollo BioGestión**
Rector
Moisés Wasserman L.
Decano Facultad de Ingeniería
Diego Hernández L.
Coordinador
Oscar Castellanos D.
Equipo BioGestión
Luz Marina Torres P.
Sandra Lorena Fonseca R.
Victor Mauricio Montañez F.

**OBSERVATORIO
COLOMBIANO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**
-OCyT
Investigadores
Diana Usgame
Jorge Charum
Giovanni Usgame

**UNIVERSIDAD EXTERNADO
DE COLOMBIA**
**CENTRO DE PENSAMIENTO
ESTRATÉGICO Y PROSPECTIVA**
- CPEP
**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN
DE EMPRESAS**
Director CPEP
Francisco Mójica
Investigadores Asociados
Raúl Trujillo Cabezas
Investigadores Auxiliares
Julián Mora
Fabián Olarte
Carlos Andrés Ramírez

ISBN: 978-958-97128-7-0

© Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

Esta publicación fue financiada por el Proyecto Transición de la Agricultura, Contrato de Empréstito 7313-CO.

Diseño y diagramación:

Mauricio Calle Ujueta

Preparación litográfica e Impresión:

Giro Editores Ltda.

giroeditores@etb.net.co

Bogotá, D.C., Colombia

Impreso en Colombia

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
PRESENTACIÓN	11
APOYO EN LA DEFINICIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN A TRAVÉS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA	13
1. VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA	13
2. TIPOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA	16
3. EL CICLO DE TRABAJO DE VT E IC	17
4. LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS DE VT E IC	19
5. DEFINICIÓN DE AGENDAS TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DE EJERCICIOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA EN CUATRO CADENAS PRODUCTIVAS AGROINDUSTRIALES EN COLOMBIA	20
Definición de Necesidades	23
Búsqueda de Información	23
Análisis de Información	25
Consideraciones Adicionales	25
6. CONCLUSIONES	25
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y MERCADO EN LA CADENA PRODUCTIVA DE CACAO-CHOCOLATE	29
1. INTRODUCCIÓN	29

1.1	Estado del arte de Cacao-Chocolate	34
1.2.	Estado del arte en investigación básica y aplicada	35
1.3	Estado del arte en desarrollo tecnológico	48
2.	DINÁMICA COMERCIAL DE LOS PRODUCTOS FINALES DE LA CADENA PRODUCTIVA	55
3.	CAPACIDADES NACIONALES DE INVESTIGACIÓN	58
4.	CONCLUSIONES	62
5.	BIBLIOGRAFÍA	63

CADENA COLOMBIANA DE LA TILAPIA		
INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA		65
AGRADECIMIENTOS		65
1.	INTRODUCCIÓN	65
	Objetivo General	66
	Objetivos Específicos	66
	Estrategia seguida para abordar el estudio de vigilancia tecnológica:.....	67
2.	METODOLOGÍA	67
	La información básica	67
	El método de análisis	68
3.	RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES	70
3.1	Resumen Ejecutivo	70
3.2	Conclusiones.....	74
	Sobre las capacidades nacionales identificadas en las investigaciones realizadas sobre tilapia en el período 1980-2006	74
	Sobre el análisis internacional de los estudios sobre nutrición, su evolución en los últimos 10 años y la correspondencia con las demandas tecnológicas formuladas para los factores críticos calidad y precio del alimento balanceado ..	77
	Categorías de estudios internacionales vinculados con las demandas tecnológicas formuladas por los expertos de la cadena colombiana de tilapia:	79
	Categorías de estudios internacionales complementarias a las demandas tecnológicas formuladas para la cadena de tilapia:	79
4.	ESTUDIO CIENCIOMÉTRICO	80

5.	PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	81
6.	BIBLIOGRAFÍA	111
CADENA LÁCTEA COLOMBIANA		
	INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA	113
1.	INTRODUCCIÓN	113
2.	RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES RELEVANTES	117
2.1	Resumen ejecutivo	117
2.2	Conclusiones relevantes	118
2.2.1	Manejo de la leche	118
2.2.2	Nutrición Animal	119
3.	ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EN EL MANEJO DE LA LECHE	123
3.1	Dinámica de producción académica	124
3.2	Producción de artículos científicos	125
3.3	Patentes relacionadas con el manejo de la leche	125
3.3.1	Titulares de patentes	125
3.3.2	Perfiles y áreas de desarrollo de los principales titulares	126
3.3.3	Citación de patentes	126
3.3.4	Areas temáticas de las patentes	126
3.3.5	Comparación de la actividad de patentes y la actividad de publicaciones científicas	127
4.	ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EN NUTRICIÓN ANIMAL	128
4.1	Dinámica de producción académica	128
4.2	Producción de artículos científicos	129
4.3	Patentes relacionadas con la nutrición del ganado lechero	129
4.3.1	Titulares de patentes	130
4.3.2	Perfiles y áreas de desarrollo de los principales titulares	130
4.3.3	Citación de patentes	130
4.3.4	Areas temáticas de las patentes	130
4.3.5	Comparación de la actividad de patentes y la actividad de publicaciones científicas	131
5.	ESTUDIO DE INTELIGENCIA COMPETITIVA	131
5.1	Producción de patentes concernientes a productos lácteos de las principales empresas en el entorno internacional	132
5.2	Caracterización de cuatro cadenas lácteas	124
5.2.1	Caracterización de la cadena láctea de Estados Unidos	124
5.2.2	Caracterización de la cadena láctea de México	125
5.2.3	Caracterización de la cadena láctea de Argentina	139
5.2.4	Caracterización de la cadena láctea de Uruguay	242

5.2.5 Circuitos de intercambio del sector lácteo en el entorno internacional	244
6. CAPACIDADES NACIONALES	146
7. BIBLIOGRAFÍA	149
INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL	151
1. INTRODUCCIÓN	151
2. ESTADO DEL ARTE EN MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL	154
2.1. Estado del arte en investigación básica y aplicada en MGF	158
2.2. Estado del arte del desarrollo tecnológico en MGF	168
2.3. Tendencias científico-tecnológicas en MGF.	172
2.4. Dinámica comercial de los productos finales de la cadena productiva forestal.....	173
Manejo sostenible del bosque húmedo	175
Responsabilidad social	177
Consumo de moda	177
Sustitutos sintéticos (aluminio, acero, PVC)	178
Sustitutos naturales: Fibras vegetales y residuos agrícolas	179
Sustitución entre especies maderables: maderas semi-duras, plantaciones de rápido crecimiento, maderas blandas, uso de especies no tradicionales para producir madera de alto valor.	179
Consolidación y globalización de la industria entre los productores y distribuidores del norte.	180
La emergencia de China como jugador importante en el mercado de madera y productos de madera	181
En resumen... ..	182
Capacidades nacionales	182
3. CONCLUSIONES	186
4. BIBLIOGRAFÍA	189
ANEXO 1. METODOLOGÍA	192
ANEXO 2. FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS DE BÚSQUEDA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	196
ANEXO 3. ESPECIES FORESTALES MEJORADAS DISPONIBLES EN COLOMBIA	199
ANEXO 4. PRINCIPALES EMPRESAS EN COLOMBIA QUE PROVEEN MATERIAL VEGETAL CON MGF	200

INTRODUCCIÓN

Las condiciones de baja productividad y rentabilidad, tienen fuertes efectos sobre el empleo, la acumulación y distribución de la riqueza, la formación de recurso humano y el nivel tecnológico. Con el fin de mejorar estas condiciones, la inversión en Ciencia y Tecnología para el sector agropecuario ha sido una prioridad del Gobierno Nacional en los últimos años, concientes de que la investigación es un factor decisivo en el crecimiento económico, y que los países que han optado por el liderazgo en este tipo de inversiones, han logrado mayores niveles de crecimiento y desarrollo.

En consecuencia, la asignación de recursos para Ciencia y Tecnología, no debe realizarse con visión de corto plazo que responda exclusivamente a situaciones coyunturales, impidiéndole a la investigación proponer soluciones innovadoras de largo plazo, que generen conocimientos que redunden en una mejor competitividad de las cadenas.

La construcción de Agendas de Investigación para las cadenas agropecuarias, desde su definición hasta su financiación, ha sido un proceso ampliamente participativo, cuya estrategia se ha ido consolidando, y en donde los actores reconocen un proceso continuo y encadenado a muchas acciones y respuestas, y que ha sido orientador en la medida que ha focalizado la asignación de recursos a unos sectores específicos y prioritarios para el país.

En este sentido, se debe continuar avanzando en la búsqueda de herramientas que permitan consolidar una Agenda Prospectiva de Investigación, soportada en un mayor rigor científico y metodológico, orientada hacia la atención a las exigencias de los mercados, con enfoque de demanda, y construida mediante una evaluación objetiva de las prioridades de las cadenas.

Los resultados generados por los estudios prospectivos y de vigilancia tecnológica para la construcción de las Agendas Prospectivas de Investigación, son base para la financiación de la investigación del sector agropecuario, en temas relacionados con la ciencia, la tecnología y la innovación y que conducen definitivamente a las mejoras en su competitividad, facilitando la captura o ampliación de mercados, como

consecuencia de una mayor eficiencia, productividad y mejora en las condiciones de calidad e inocuidad de los productos ofrecidos.

Este tipo de estudios también orienta la formulación de la política pública agropecuaria, mediante la identificación de demandas no tecnológicas, direccionando la inversión de recursos públicos en temas estratégicos, motivando a los privados a la inversión y participación en la generación de empresa en el sector agropecuario.

También proporciona elementos, para la toma de decisiones del sector agroindustrial, en aspectos relacionados con posibles amenazas de países competidores y oportunidades de conquistar nuevos mercados o sustituir importaciones. Así mismo, la Vigilancia Tecnológica, permite el acceso a los adelantos científicos y tecnológicos mundiales en provecho del desarrollo y posicionamiento de productos con ventajas competitivas.

Por último, es importante también, capitalizar la formación que se viene dando al recurso humano en esta metodología, y dejar una capacidad formada en el sector agropecuario que permita la continuidad en la realización de este tipo de estudios, dejando establecidas además, unidades de análisis al interior de las cadenas e instituciones, para que brinden soporte continuo para la toma de decisiones empresariales.

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, ha previsto la definición de agendas de investigación de largo plazo. Con recursos del Proyecto Transición de la Agricultura, se ha fijado la meta de veinte agendas de investigación para igual número de cadenas productivas. Parte de los resultados alcanzados de los primeros cuatro estudios para las cadenas piscícola, forestal, láctea y cacao-chocolate con la aplicación de herramientas de vigilancia tecnológica es lo que se recoge en el presente documento.

PRESENTACIÓN

El presente documento hace parte de la colección de estudios de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, especialmente diseñados para perfilar las agendas de investigación de las Cadenas Productivas Agroindustriales del país. Esta colección es fruto de la cooperación entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Colciencias, quienes han aunado esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para apoyar el desarrollo del Proyecto de Transición de la Agricultura, con recursos del Banco Mundial.

Esta cooperación se enmarca dentro del Programa Nacional de Prospectiva, puesto en marcha desde el año 2003 gracias a la cooperación y el financiamiento de Colciencias, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y la Corporación Andina de Fomento, con el propósito de desarrollar capacidades nacionales de prospectiva y vigilancia tecnológica.

Con este tipo de ejercicios es posible realizar un análisis sistemático y permanente con los objetivos de: a) establecer el estado del arte de la tecnología; b) buscar soluciones a problemas tecnológicos; c) identificar socios tecnológicos, tendencias tecnológicas y tecnologías adquiribles; d) elaborar perfiles tecnológicos; y, e) ayudar a los tomadores de decisiones de programas de ciencia y tecnología en la identificación de sectores emergentes. Los ejercicios facilitan comprender los movimientos del entorno para tomar mejores decisiones estratégicas, es decir, aquellas con altos impactos, altos costos y efectos irreversibles a corto, mediano y largo plazo. De esta manera, se pretende contribuir al reconocimiento de las tendencias internacionales y las capacidades nacionales en campos estratégicos, con miras a la búsqueda de caminos a recorrer por Colombia para aprovechar las oportunidades de la Sociedad de Conocimiento.

Los Consultores Nacionales que participaron en la realización de cuatro estudios piloto para las cadenas productivas fueron: Biogestión de la Universidad Nacional de Colombia para la cadena de cacao, Tecnos para la cadena forestal, el Centro de Pensamiento Estratégico de la Universidad Externado de Colombia para la cadena láctea y el Observatorio de Ciencia y Tecnología para la Cadena piscícola. Los consultores nacionales siguieron la metodología de vigilancia tecnológica que fue adap-

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

tada a través de un protocolo específico diseñado por el Programa Nacional de Prospectiva y Triz XXI con el aporte de expertos de estas cadenas productivas. El apoyo y seguimiento metodológico para los ejercicios de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva estuvo a cargo de la Dra. Jenny Marcela Sánchez, Asesora del Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial profesora asistente de la Universidad Nacional.

Se agradece de manera especial a todas las personas e instituciones que han hecho posible la realización de los ejercicios. Al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, su Ministro Dr. Andrés Felipe Arias L.; al Director de Desarrollo Tecnológico Protección Sanitaria Dr. José Leonidas Tobón T.; a los integrantes del Proyecto de Transición de la Agricultura, Camilo Silva, Claudia Uribe G. y Gustavo Bernal R. Al SENA, su director Dr. Darío Montoya, y sus asesores Pablo Orozco y Verónica Gómez. A Colciencias, su Director General Dr. Juan Francisco Miranda Miranda y sus exdirectores Dr. Felipe García Vallejo, Dra. María del Rosario Guerra y Dra. Margarita Garrido; a sus subdirectores Dr. Alexis De Greiff, Ing. Carlos Enrique Arroyave Posada y Dr. Hernando Sánchez Moreno, y sus exsubdirectores Ing. Fernando García, Dr. Rafael Gutiérrez y Dr. Alvaro Turriago Hoyos; a la División de Planeación Estratégica y Evaluación, su directora Dra. Mónica Salazar; al exjefe del Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial, Dr. Javier Medina; a la jefe del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, Dra. Irma Baquero Haeblerlin y exjefes Dr. Oscar Alberto Duarte Torres y Dr. Orlando Meneses Peña y, a los asesores y profesionales Sara María Campos y Edison Suárez. A la División de Sistemas de Información en Ciencia y Tecnología, a todos los funcionarios de Colciencias que facilitaron la labor logística y administrativa, y en especial a Patricia León.

APOYO EN LA DEFINICIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN A TRAVÉS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

Ing. Jenny Marcela Sánchez-Torres, PhD**

1. VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

Desde siempre hemos vivido en entornos cambiantes, sin embargo, hoy por hoy, la velocidad con que se observan y se presentan estos cambios es mayor. La sociedad se enfrenta a varios fenómenos, por ejemplo al espectacular desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones -TIC- que inciden y generan nuevas formas de relaciones en la sociedad; a la velocidad del avance técnico en diferentes áreas; a la generación de gran cantidad de información y conocimiento que se difunden en tan sólo unos instantes; al desarrollo de sociedades cuyo principal motor de crecimiento es el conocimiento; a la globalización en la que existen muchos países, recientemente industrializados, que compiten de forma agresiva por una porción, no sólo de sus mercados locales, sino de mercados internacionales; a la tendencia creciente hacia la liberalización en la que en varios países, e instituciones financieras como el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, han actuado para bajar los aranceles y otras barreras comerciales que exponen a los mercados a una competencia abierta.

Todos los anteriores fenómenos son factores que causan una amenaza considerable para muchas organizaciones¹, incluso países que tradicionalmente habían estado aislados de todas las posibilidades y niveles de la competencia global, pero que

** Doctora en Economía y Gestión de la Innovación y Política Tecnológica. Profesora Asistente de la Universidad Nacional de Colombia. jmsanchezt@unal.edu.co

¹ Se entiende organización en un sentido amplio, es decir, empresas, universidades, entidades estatales, organizaciones con o sin ánimo de lucro, grupos de investigación, etc.

pese a ello, han tenido que adaptarse, aprender y modificar su entorno. Es decir, ha sido necesario tomar decisiones: anticiparse, estar atento a un sin número de variables y señales del entorno que inciden en el comportamiento y supervivencia de la organización.

Sin embargo, actividades tan necesarias y cotidianas como hablar con los clientes, con sus proveedores, leer tanto revistas técnicas, como estudios de mercado o asistir a congresos y ferias tecnológicas, estar atento a la aparición de nuevos competidores, entre otras, no son realizadas de manera sistemática y continua. Se presentan fallos, así, cada sección o departamento en la organización recoge información del exterior, pero no hace circular sus hallazgos dentro de los diferentes departamentos; lo anterior deriva en que muchas veces se tenga información redundante, se dupliquen esfuerzos en un mismo empeño; otro de los inconvenientes se presenta cuando se hace circular información o se está pendiente de una señal del entorno, y esta actividad se hace de manera aislada y puntual.

En consecuencia, una manera para estar atento a los cambios del entorno de forma sistemática es a través de la práctica de la Vigilancia Tecnológica (VT) y la Inteligencia Competitiva (IC), que se define como un **proceso sistemático en el que se capta, analiza y difunde información de diversa índole** —económica, tecnológica, política, social, cultural, legislativa—, mediante métodos legales, con el ánimo de **identificar y anticipar oportunidades o riesgos**, para mejorar la formulación y ejecución de la estrategia de las organizaciones (Sánchez-Torres, 2005).²

² En la literatura anglosajona a la inteligencia empresarial suele denominársele Competitor Intelligence, Competitive Intelligence o Business Intelligence. La diferencia entre ellas está en que la primera se enfoca únicamente en el estudio de los competidores; la segunda incluye el estudio del mercado, los clientes y los proveedores; la tercera incluye los factores PESTEL: –Políticos, Económicos, Sociales, Tecnológicos, Ecológicos y Legales y cualquier factor externo que pueda afectar los objetivos de la organización. También es conocida con otras acepciones como Monitoring, environmental scanning o competitive early warning. Por su parte, en la literatura francesa se le denomina Intelligence Économique, veille stratégique. Cuando esta disciplina se ciñe estrictamente al campo científico tecnológico es conocida en inglés como “Technological Watch” o “Competitive Technical Intelligence” y en francés como veille technologique. Estos sintagmas incluyen las diversas formas de vigilancia. El término inteligencia se ha adoptado gracias a la supremacía que la literatura en inglés tiene hoy. Adicionalmente, el término inteligencia en el mundo anglosajón significa “información para la acción”. Además, para la cultura hispánica el término inteligencia se define como el “conocimiento o acto de entender y comprender las cosas” y para la lengua francesa se define como “la aptitud para adaptarse a una situación”. Por tanto, la inteligencia abarca no sólo la recolección de información, sino también su comprensión para finalmente actuar, por lo que el término es adecuado para denominar el tema que se está tratando. También vale la pena aclarar que para algunos autores como Escorsa y Tena, el sintagma Inteligencia Competitiva es la evolución del sintagma Vigilancia Tecnológica. Así las cosas, lo que está claro es que no tiene sentido hacer vigilancia tecnológica sino se toman decisiones, y no tiene sentido generar

Un proceso de VT e IC realizado de modo coordinado y continuo posibilita el desarrollo de competencias en el ámbito de la Innovación, productividad y competitividad. Como resultado, las organizaciones pueden identificar un conjunto de servicios y productos que lleguen a ser competitivos en los mercados globales. Adicionalmente, facilitan la respuesta a diferentes entornos, por parte de las empresas, las universidades e instituciones del gobierno de fomento al desarrollo productivo.

En esencia la VT e IC permite a las empresas y organizaciones claros beneficios (Palop y Vicente, 1999):

- **anticiparse**, pues alerta sobre cambios o amenazas provenientes de sectores distintos al de la organización, le señala posibles nuevos nichos de mercado.
- **reducir riesgos** al detectar competidores o productos entrantes o sustitutivos.
- **ayuda en el proceso** de innovación porque ayuda a decidir el programa de I+D+I y su estrategia, igualmente a justificar el abandonar proyectos, resolver problemas específicos de carácter técnico.
- **cooperación** al conocer nuevos socios, al establecer su capacidad e idoneidad de trabajo, también le permite identificar enlaces academia–sector productivo, entre otros.

No practicar la VT e IC ocasiona pérdidas de mercado y de posiciones competitivas para las empresas. También se ha cuantificado que, por ejemplo, año a año las empresas europeas pierden cerca de 25000 millones de euros por investigar y desarrollar productos ya patentados (Escorsa et al, 2002).

La VT e IC se practica, usualmente, en las empresas. No obstante, es importante agregar que no es cierto que la práctica de la VT e IC esté reservada únicamente a las grandes empresas, no tiene por qué ser de esta manera. Las PYMES y MICROPYMES también pueden llevarla a cabo. De hecho, su menor tamaño les facilita compartir información. Lo importante, es ser conscientes de la necesidad de estar atentos, de incorporarla dentro de la cultura, es convertirla en un estilo de vida.

Ahora bien, aunque la VT e IC se practica, usualmente, en las empresas también tiene sentido para otras organizaciones, por ejemplo, instituciones educativas, centros tecnológicos, grupos de investigación, entidades estatales interesados en la Innovación y la Investigación y Desarrollo de procesos y productos.

Inteligencia si previamente no se ha hecho una búsqueda concienzuda en el entorno. En suma, en castellano pueden utilizarse los dos sintagmas o el sintagma completo, el punto relevante es que ambos son complementarios y no pueden existir el uno sin el otro.

En estas organizaciones la práctica de la VT e IC trae beneficios como (Sánchez - Torres, 2007):

- Puede ayudarles para alértales sobre cambios en el desarrollo científico, señalando sectores emergentes de investigación.
- Les facilita la actualización de conocimientos, señala posibles nichos en los que puede llegar a competir el país u organización.
- Evita destinar recursos humanos y económicos en áreas cuya obsolescencia es inevitable.
- Puede ayudar a decidir el rumbo de las políticas de Ciencia Tecnología e Innovación, al igual que líneas de investigación.
- Permite identificar las capacidades de instituciones, grupos de investigadores e incluso empresas para llevar a cabo acuerdos de I+D+I.
- Permite identificar actores, como expertos de talla internacional o instituciones, que les sirvan como pares evaluadores o como posibles socios.

Por tanto, la VT e IC aporta información relevante para la elaboración de políticas de Ciencia Tecnología e Innovación.

Es aquí donde otros agentes de los Sistemas Nacionales de Innovación como los Centros de Desarrollo Tecnológico, las incubadoras de empresas, los parques tecnológicos tienen una forma de apoyar el desarrollo productivo sectorial, en la medida que pueden ofertar servicios de VT e IC para las Pymes de su sector.

Por todo lo anterior, en las empresas e instituciones latinoamericanas, la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva es viable, es una disciplina necesaria que les permitirá abrir los ojos, aguzar los oídos, estar pendientes de los nuevos productos y actividades de los nuevos competidores tanto internos, como de aquellos que los tratados comerciales traen, de tal forma que puedan acceder a todos los beneficios mencionados y convertirse en una herramienta de toma de decisiones en pro del desarrollo económico y social.

2. TIPOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

En cuanto a los tipos de VT e IC se pueden tener diversas clasificaciones atendiendo a criterios como: la forma como se realiza la VT e IC, el foco de trabajo o el tipo de beneficiario.

Según la forma, existen dos tipos, vigilancia pasiva (scanning) o vigilancia activa (monitoring). Palop y Vicente (1999) indican que la Vigilancia Pasiva implica un equipo de VT e IC establecido que continuamente recolecta información en sentido

amplio. Por su parte, la Vigilancia Activa implica que dicho equipo recolecta información de forma continua en temas específicos.

Dependiendo del foco pueden establecerse diferentes tipos, con base en las preguntas que el proceso de VT e IC esté intentando resolver se habla de vigilancia científico tecnológica, jurídica, cultural, social, de competidores, de mercado, de clientes, de prácticas de reclutamiento, de proveedores, etc. (Ashton, 2004)

Finalmente, es importante considerar quién es el beneficiario de la VT e IC, porque ello incide en el tipo de productos que debe esperar. Así pues, generalmente cuando se habla de organizaciones que definen los lineamientos de política pública en Ciencia, Tecnología e Innovación, la VT e IC debe señalarles las tendencias y las instituciones, los grupos de investigadores, los inventores, las temáticas, las redes de trabajo etc. Mientras que en las organizaciones en las cuáles existen equipos de I+D o se realiza alguna actividad de innovación, la VT e IC, además de indicarles lo ya señalado, debe dar insumos para resolver los problemas científicos y tecnológicos que afrontan tales equipos, indicando los métodos y los procedimientos que se han utilizado o se utilizan por otros para atacar tal problema.

3. EL CICLO DE TRABAJO DE VT E IC

La puesta en marcha de unidades y de ejercicios de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva consiste en la implementación de un sistema en el que a través de un conjunto de métodos, procedimientos y recursos la información es sistemáticamente captada, analizada y difundida como inteligencia a los directivos, quienes pueden actuar a partir de ella. Tales sistemas son denominados Sistemas de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva —SVTIC. Este proceso se da gracias a la implementación del ciclo de trabajo de la VT e IC³ —Figura 1— el cual se caracteriza así:

1. Un ciclo, fundamentalmente está compuesto por una serie de fases sucesivas entre sí: las primeras dos fases son de captación y organización de la información, las tres últimas son de generación de “inteligencia” para la toma de decisiones.

Esta sutil pero vital diferenciación lleva detrás un concepto fundamental: la cadena de transformación de la información. Es decir, en las primeras fases de captación, se tienen los datos e incluso información con sentido general, mientras que en las segundas fases la información tiene un valor añadido que la

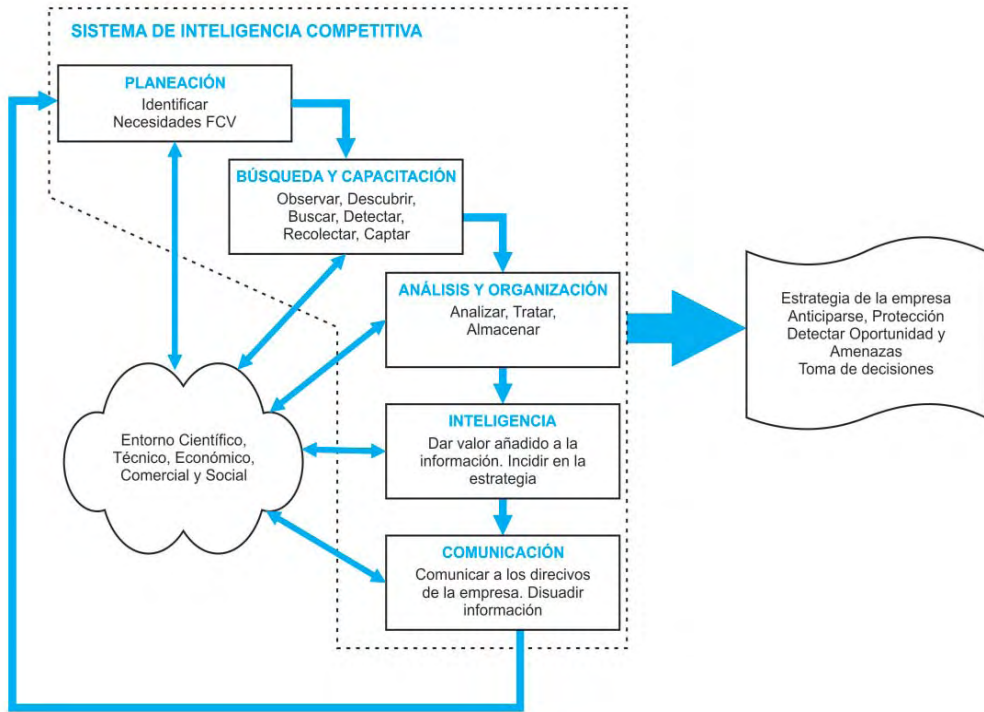
³ Son varios los autores que consideran que el buen desempeño de un SVTIC dependerá de la forma como se implemente el ciclo de trabajo de VTIC (Fuld, 1995, Sawka et al, 1996; Ashton y Klavans, 1997; McDonald y Richardson, 1997; Postigo, 2000; Jakobiak, 2005).

convierte en conocimiento y que al ser utilizado para la toma de decisiones se convierte en Inteligencia.

2. Cada una de las fases del ciclo de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, a pesar de su secuencialidad debe retroalimentar, interactuar y validar cada uno de sus resultados con el entorno y con los expertos.
3. El entorno corresponde a la revisión de factores científicos, tecnológicos, económicos, legislativos, culturales, etc. Y los expertos hacen referencia a actores conocedores del tema.
4. En la primera fase de planeación se identifican los Factores Críticos de Vigilancia (FCV)⁴, es decir, temáticas en las cuales se concentrará el trabajo. Los FCV permiten dar al ciclo las características de continuidad y focalización: continuidad en la medida en que los FCV o las necesidades de hoy, no obligatoriamente son las necesidades del mañana y por ello se tiene un circuito de retroalimentación; y, focalización porque, tal y como lo señala Gilad (2004), es determinante realizar el monitoreo de riesgos y oportunidades estratégicas para garantizar la sobrevivencia de la organización.
5. La última fase de comunicación es muy importante. Los hallazgos no tienen sentido sino se difunden en la organización. Por tanto, es necesario identificar los canales de comunicación y la forma como se toman decisiones en el interior de la organización.
6. El ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva puede llevarse a cabo iterativa e infinitamente, sin embargo, si este no tiene como objetivo incidir en el futuro de la organización, en la definición de su estrategia no tiene sentido realizar ninguna de las fases del ciclo.

⁴ Los Factores Críticos de Vigilancia fueron propuestos por ROCKART, J.F. y BULLEN (1981).

Figura 1.
Ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva



Fuente: Sánchez, J. M y Palop, F (2002).

4. LOS PRODUCTOS Y SERVICIOS DE VT E IC

Las unidades de VTIC pueden prestar, básicamente, dos tipos de servicios, vigilancia pasiva (scanning) o vigilancia activa (monitoring).

En cuanto a los productos, se pueden ofrecer unos de carácter regular y otros de carácter especializado. Los primeros, se caracterizan por su mayor frecuencia de elaboración. Los segundos, se distinguen por la profundidad en los contenidos a tratar.

Dentro de los primeros, se encuentran los boletines, que suelen presentar información agregada, es usual que presenten estadísticas. Dentro de los segundos, se encuentran los informes especializados, que suelen presentar con detalle las respuestas a las preguntas que se realizan a través de los FCV, además de un contexto del tema, sus tendencias e información cuantitativa.

Ambos productos, para ser considerados productos derivados de un proceso de VT e IC deben incluir las **implicaciones** para la organización de los hallazgos y las **recomendaciones** de posibles caminos a seguir.

5. DEFINICIÓN DE AGENDAS TEMÁTICAS DE INVESTIGACIÓN A TRAVÉS DE EJERCICIOS DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA EN CUATRO CADENAS PRODUCTIVAS AGROINDUSTRIALES EN COLOMBIA

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Colciencias durante 2005 a 2007 aunaron esfuerzos técnicos, administrativos y financieros para apoyar el desarrollo de agendas de investigación acordes con las necesidades y expectativas de las Cadenas Productivas.

Tal conjunción de esfuerzos se reflejan en el diseño de ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva para cuatro cadenas productivas agroindustriales que tienen como principal objetivo apoyar el diseño de agendas de investigación de cada una de las cadenas con base en la identificación previa de demandas tecnológicas y no tecnológicas al interior de estas.

Adicionalmente, se pretende fortalecer las capacidades del MADR, de las cadenas y de los actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología del sector agropecuario para implementar prácticas de prospectiva y vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva de manera sistemática y continuada en el tiempo.

Para alcanzar tales objetivos se estableció una estructura en el que los actores principales son el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colciencias, un consultor internacional, cuatro Consultores Nacionales en Prospectiva y Vigilancia Tecnológica, y las cuatro Cadenas Productivas Agroindustriales.

Así bien, Colciencias, a través de los Programas Nacionales de Prospectiva Tecnológica e Industrial y de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, se encarga de: a) la coordinación de la interacción entre los diferentes actores; b) la definición de la metodología y alcance de cada uno de los ejercicios; c) el seguimiento de los ejercicios; d) brindar la formación de alto nivel para el desarrollo de capacidades en Prospectiva y Vigilancia Tecnológica; e) brindar la asesoría metodológica para el desarrollo de los ejercicios de VT e IC; f) brindar la formación para la utilización de herramientas de software especializadas en prospectiva y vigilancia tecnológica; g) brindar la plataforma tecnológica necesaria para que los ejercicios puedan utilizar las herramientas de software especializadas a través de la unidad de prospectiva y

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

vigilancia tecnológica de Colciencias; y, h) financiar la transferencia tecnológica de los consultores internacionales.

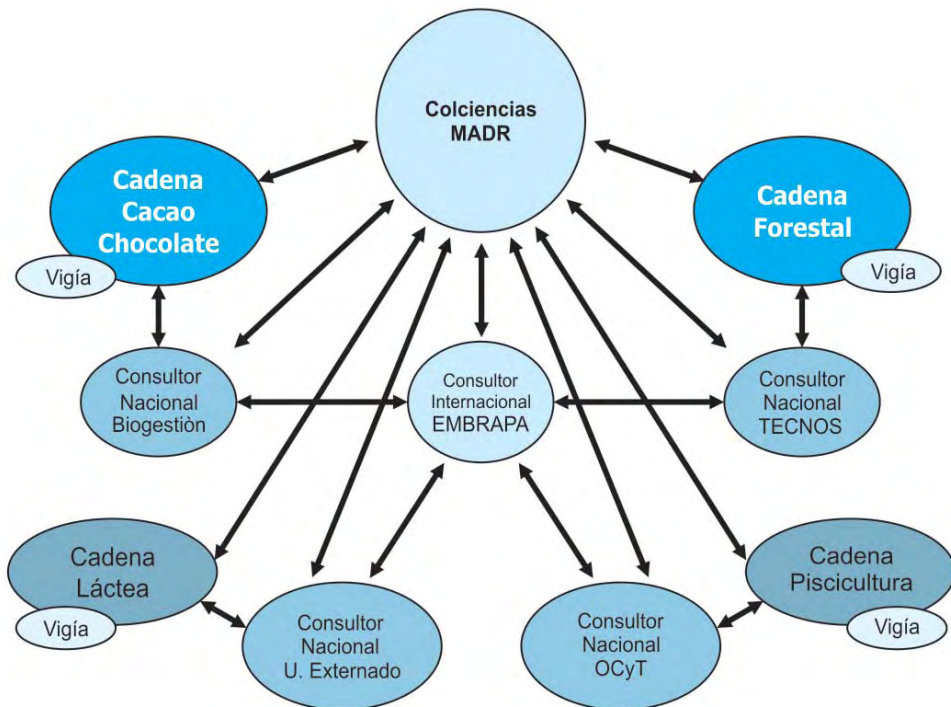
El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural a través de la Dirección de Desarrollo Tecnológico y Protección Sanitaria se encarga de: a) la coordinación de la interacción entre los diferentes actores; b) la identificación y selección de cuatro cadenas productivas que participan en el ejercicio; c) el seguimiento del desarrollo de los ejercicios; y, d) dar el apoyo económico para contratar tanto a los consultores nacionales que interactúan y desarrollan el ejercicio como a los vigías que les apoyan.

El grupo consultor internacional está integrado por los Doctores Antonio Maria Gomes de Castro y Suzana Valle Lima, investigadores pertenecientes a EMBRAPA y con una experiencia de más de quince años en el desarrollo de ejercicios de prospectiva en cadenas productivas en el sector agropecuario, quienes brindan la tutoría necesaria para que los consultores nacionales sigan su metodología y se desarrollen los ejercicios.

Por su parte, los consultores nacionales, para el desarrollo del ejercicio en su componente de prospectiva, siguen la metodología de EMBRAPA en cada una de las cadenas seleccionadas y contextualizan los requerimientos y resultados según su conocimiento y experiencia. A su vez, siguen la metodología definida por el Programa Nacional de Prospectiva de Colciencias para el desarrollo del ejercicio en su componente de VT e IC.

En las Cadenas Productivas Agroindustriales existen varios actores importantes para el adecuado desarrollo del ejercicio: el Secretario de la Cadena, el vigía y los actores de la Cadena. El Secretario juega un papel fundamental en el desarrollo del ejercicio como quiera que él es el enlace entre los actores de la Cadena y el MADR y, a su vez, es el experto que conoce con detalle la forma de trabajo de la Cadena y de las posibles fuentes de información primaria que los Consultores Nacionales deberían acceder. El vigía se encarga de ser el enlace entre el Consultor Nacional y la Cadena Productiva, y a la vez apoya el desarrollo del ejercicio.

Figura 1.
Caracterización de los Ejercicios de Prospectiva, Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva en Cadenas Productivas Agroindustriales Cadena Piscicultura



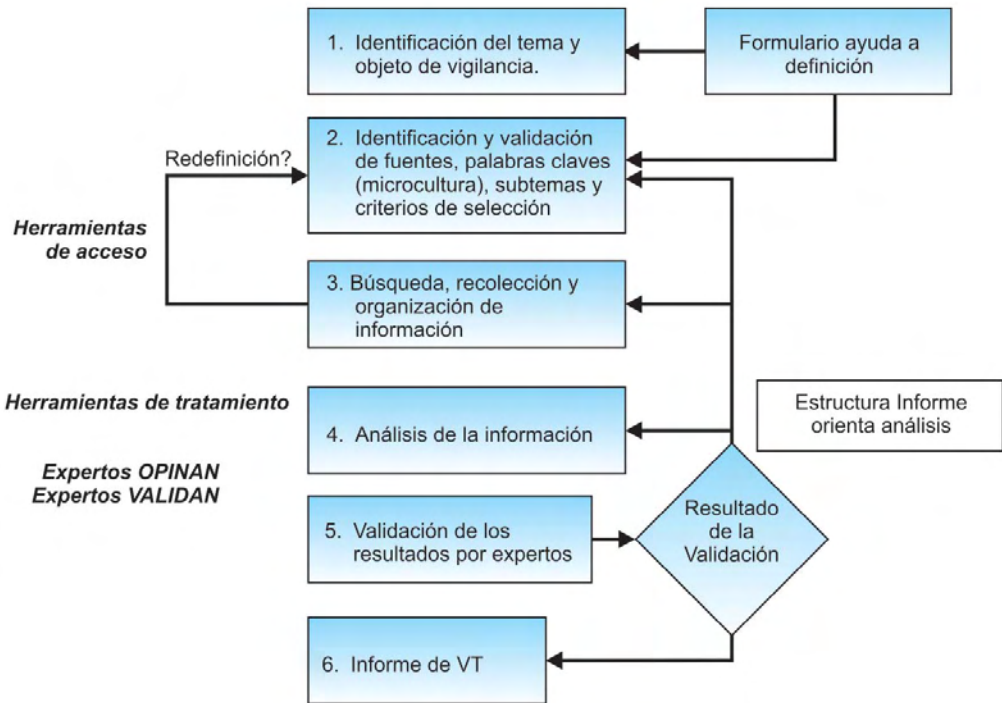
Fuente: Sánchez-Torres y Medina (2007).

En consecuencia, cada cadena desarrolló de forma coordinada y paralela un ejercicio de Prospectiva y un ejercicio de VT e IC cuyos resultados son utilizados para la configuración de sus respectivas agendas de investigación.⁵

Para el caso específico de los ejercicios de VT e IC se adaptó el ciclo de VTIC presentado anteriormente a través de un protocolo establecido por consenso con los Jefes de los Programas de Nacionales de Ciencia y Tecnología, el cual tiene básicamente, cuatro grandes fases: una de definición de la temática, otra de recolección, análisis y validación de la información, otra fase de elaboración de conclusiones con base en los resultados y análisis realizados y una última fase de difusión.

⁵ Se sugiere ver los informes de prospectiva derivados de esta experiencia. Disponibles en la Web de Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, www.minagricultura.gov.co

Gráfico 1.
**Proceso de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva para los
ejercicios del MADR.**



Fuente: Colciencias – TRIZ XXI, 2006.

DEFINICIÓN DE NECESIDADES

La primera fase del protocolo establece la definición del alcance del ejercicio, a través del diligenciamiento de la ficha de definición de necesidades de vigilancia tecnológica, la cual plantea la especificación del tema principal de vigilancia, los subtemas, los objetivos específicos y los términos clave para las búsquedas. Así mismo, esta ficha describe las fuentes de consulta y los autores relevantes a tener en cuenta para realizar las búsquedas.

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

El desarrollo del informe contempla la consulta de información tanto no estructurada como información estructurada.

Así pues, la información no estructurada se obtuvo a través de motores de búsqueda en Internet. Particular interés se ha puesto en identificar trabajos realizados sobre el tema en otros países con objetivos similares al presente estudio.

La búsqueda de información se realizó para identificar centros de investigación; programas de formación; observatorios; fuentes importantes de consulta; información de publicaciones científicas para identificar países líderes, instituciones, investigadores y dinámicas de publicaciones.

En cuanto a la información estructurada, la investigación se centró en la información científica a través de bases de datos científicas como Scopus y Web of Knowledge en el producto Web of Science.

Para la búsqueda de patentes, se consultaron las bases de datos internacionales como la estadounidense –USPTO, la europea –ESPACENET, la internacional –WIPO, y los abstracts de la japonesa mediante el software Goldfire®, con el fin de conocer las tecnologías, los inventores, las empresas que patentan y la dinámica.

Además, se configuró el panorama de capacidades nacionales en el tema, conforme la metodología utilizada en el documento sobre *Aproximación al Análisis de Capacidades Nacionales* (Medina et al, 2007). Estos elementos son capacidad de investigación y capacidad de formación.

Para obtener los grupos de investigación se consultó principalmente la Plataforma ScienTI; y para determinar los proyectos financiados por Colciencias en este campo se consultó la base de datos del Sistema Integral de Gestión de Proyectos-SIGP. Para obtener los programas de formación se consultó la base de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior-SNIES;

Hay necesidad de hacer un par de aclaraciones. La primera hace referencia a que, en el caso de la producción incluida Plataforma ScienTI y en Publindex⁶, sólo se ha revisado la declaración de líneas de investigación en los temas; falta aún la revisión exhaustiva de los resultados de investigación e innovación reportados como parte de la producción de grupos e investigadores colombianos. La segunda se refiere a que, aunque se podría considerar que esta revisión de la producción nacional, es una necesidad en un trabajo de este tipo, se ha priorizado un enfoque internacional que busca situar la posición de nuestro país en el contexto mundial y obtener mejores prácticas y visibilidad internacional. Esto no quiere decir que en posteriores análisis no se recoja toda esta información y se incorpore al mismo.

⁶ Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CT+I

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La información obtenida se clasificó de acuerdo con los objetivos del informe; inicialmente fue incorporada al software Vantage Point® para ser indexada y procesada, y generar distintas representaciones gráficas de tendencias de evolución, ranking de posición, correlaciones entre palabras clave y entidades, etc. Con la fase de análisis se extraen conclusiones pertinentes que buscan proporcionarle valor agregado al informe y que este sirva como elemento de juicio para decisiones estratégicas a futuro de cada una de las Cadenas productivas participantes en los ejercicios.

Igualmente se trabajó La información de la Plataforma ScienTI, SIGP y SNIES para presentar resultados estructurados y consolidados que permitan configurar y determinar las capacidades nacionales en cada una de las temáticas identificadas por las cadenas.

CONSIDERACIONES ADICIONALES

Es importante resaltar que la validación de los resultados obtenidos tanto en la Información estructurada como en la no estructurada, estuvo a cargo de investigadores expertos.

Cabe señalar algunos obstáculos presentados para el desarrollo del estudio. Se destacan diferencias entre los motores de búsqueda de información científica, toda vez que Scopus e ISI WoS consultan fuentes distintas y los períodos de tiempo son limitados, especialmente en la base de datos de ISI WoS, debido a que la ventana de tiempo de consulta va desde el 2000 hasta el 2007, mientras que en Scopus es más extendida, desde 1960 hasta 2007. Por su parte, la información obtenida del Sistema Integrado de Gestión de Proyectos-SIGP sólo pudo ser consultada para el período 2002 a noviembre de 2006, por lo que los proyectos financiados son sólo una parte representativa de lo que Colciencias apoya en proyectos de investigación.

El desarrollo de los ejercicios, pese a seguir una única metodología, ha sido muy diferente para cada Cadena, son varios los factores a considerar allí que van desde la articulación y madurez de la Cadena, pasando por las habilidades del Vigía, hasta las capacidades desarrolladas por los Consultores Nacionales.

6. CONCLUSIONES

La Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva (VT/IC) explora fenómenos que están ocurriendo y en especial aquellas señales débiles del entorno que pueden incidir o convertirse en hechos portadores de futuro.

El potencial de desarrollo de la VT e IC es inmenso en América Latina para identificar información valorativa para la toma de decisiones, especialmente en la definición de política pública y agendas de investigación en Ciencia Tecnología e Innovación.

El desarrollo del proyecto entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Colciencias muestra las posibilidades de cooperación que se pueden dar entre diferentes instituciones gubernamentales para apoyar el desarrollo de actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación. El aprendizaje mutuo de las entidades participantes está relacionado tanto con aspectos tangibles –técnicos y metodológicos– como intangibles–culturales, administrativos y organizativos. Ambas instituciones afianzan su rol como dinamizadores de actividades para impulsar sectores estratégicos de gran impacto y cobertura para el país, cumpliendo así parte de su papel como agentes dentro del Sistema Nacional de Ciencia, tecnología e Innovación.

A partir de la metodología de trabajo establecida entre los ejecutores de los ejercicios –consultores nacionales– y los asesores metodológicos de VT e IC –integrantes del Programa Nacional de Prospectiva Colciencias– garantizó la transferencia de conocimiento que permitió en unos casos el desarrollo de capacidades en VT e IC, y en otros el fortalecimiento de las mismas.

La sinergia de la interacción entre consultores nacionales y asesores metodológicos deriva en la construcción de una red de investigadores e instituciones que están en la capacidad de prestar servicios de VT e IC, en los que se incluye la utilización de herramientas informáticas especializadas en VT e IC.

Finalmente, el desarrollo paralelo, coordinado y complementario del ciclo de prospectiva tecnológica y del ciclo de VT e IC, permitieron la generación de las agendas de investigación, demostrando de manera práctica la sinergia existente entre la VT e IC y la Prospectiva tecnológica.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASHTON W. (2004). *Technical Intelligence for Business*.

ASHTON W. Y KLAVANS R. (1997) *Keeping abreast of Science and Technology. Technical Intelligence for Business*. Batelle Press. Columbus USA.

ESCORSA, Pere y MASPONS Ramon. (2002). *De la vigilancia tecnológica a la inteligencia competitiva*. Ed. Financial Times Prentice Hall. Madrid.

FULD, Leonard. (1995). *The new competitor Intelligence, the complete guide for finding, analyzing and using information about your competitors*.

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

- GILAD, B. (2004) *Early Warning: using competitive intelligence to anticipate market shifts, control risk, and create powerful strategies*. New York.
- INSTITUTO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” —COLCIENCIAS y TRIZ XXI (2006). *Protocolo General para Ejercicios de Vigilancia Tecnológica para Colciencias*. Bogotá. Documento Interno de trabajo. Agosto.
- JACOBIAK, F. (2005). *Décisions stratégiques et IE: un mariage de raison*. En: *European Symposium 2005 Competia*. Barcelona. Abril.
- McDONALD y RICHARDSON. (1997) “*Desingning and implementing Technological Intelligence Systems*”. En: ASHTON y KLAVANS Op. Cit.
- MEDINA, J; SÁNCHEZ-TORRES, J.M; AGUILERA, A; LANDINEZ L.M; LEÓN, A. (2007). *Aproximación al Análisis de Capacidades Nacionales en Investigación, Educación e Innovación*. Documento sin publicar.
- PALOP, Fernando y VICENTE José (1999). *Vigilancia Tecnológica e inteligencia competitiva. Su potencial para la empresa española*. Serie Estudios Cotec. Número 15. Fundación COTEC. Madrid.
- POSTIGO, Jorge. (2000). *Competitive Intelligence in Spain: An investigation into current practices and future possibilities*. Tesina de Master.
- ROCKART, J.F. y BULLEN. (1981) *A primer on critical success factors*. Report CISR WP 69 SLOAN WP1270-81. Center of information systems Research. Sloan School of Management. Massachussets Institute of Technology.
- SÁNCHEZ-TORRES, J. M (2005) *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva como proceso sistemático de gestión de la información y la innovación*. En: *Portafolio Innovación y Desarrollo Empresarial: Información poder de la innovación*. Octubre.
- . (2007) *Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva*. En: Medina, J y Ortigón E. (2007). *Manual de prospectiva y decisión estratégica*. Enero. Disponible en: www.cepal.org/ilpes
- y MEDINA, J. (2007) *Definición de agendas temáticas de investigación a través de ejercicios de prospectiva y vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en cadenas productivas agroindustriales* En: *Revista Intelus*. Incubadora Genesis. Rionegro. Antioquia. Abril de 2007.

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

SAWKA, K, FRANCIS D. HERRING, J. (1996). Evaluating Business Intelligence Systems: How Does your company rate? Competitive Intelligence Review, Vol 7 Supplement 1 S65 – S68.

TENDENCIAS EN INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO Y MERCADO EN LA CADENA PRODUCTIVA DE CACAO-CHOCOLATE

ESTUDIO VIGILANCIA TECNOLÓGICA Y COMERCIAL: PARA LA DEFINICIÓN DE LA AGENDA PROSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA CADENA PRODUCTIVA DEL CACAO

GRUPO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN GESTIÓN,
PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD BIOGESTIÓN,
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
Oscar Fernando Castellanos D., Luz Marina Torres P.,
Sandra Lorena Fonseca R., Victor Mauricio Montañez F.

1. INTRODUCCIÓN

El componente tecnológico se presenta como una de las áreas organizacionales sobre las cuales se construyen las ventajas competitivas de los sistemas productivos de la actualidad. El desarrollo tecnológico, entendido como la **capacidad de aplicar el conocimiento sobre la tecnología de procesos y productos a la solución de problemas y en la innovación**, se convierte en una opción estratégica para no solo mejorar el desempeño, sino también para mejorar el posicionamiento comercial a través del **dominio de las tecnologías clave de los sistemas productivos**, que permiten la generación de nuevos productos y servicios y el mejoramiento de los existentes. Sin embargo, el **desarrollo tecnológico** genera **ventajas sostenibles** en el tiempo cuando se encuentra **articulado con procesos de investigación** científica, básica y aplicada, que se orienten a resolver las demandas del mercado y de los clientes finales, y que soportan el desarrollo y utilización de nuevos adelantos tecnológicos que garanticen a su vez, un mejor desempeño y una mejor posición competitiva y comercial.

El enfoque de trabajo articulado entre la investigación y el desarrollo tecnológico posee **características especiales de acuerdo con el sistema** sobre el cual se desenvuelva y el tipo de clientes a los cuales se dirigen los resultados de este proceso. Las cadenas productivas agroindustriales, como estructuras de **integración de**

actores que participan en procesos de comercialización de suministros, cultivo de bienes agrícolas, transformación industrial y comercialización de bienes y servicios finales, **presentan diferentes demandas tecnológicas y de mercado** en cada uno de los aparatos productivos de la cadena, estableciendo la necesidad de ampliar la visión de I+D hacia una perspectiva más integrada. El monitoreo de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico contribuye a **evaluar la pertinencia de los procesos que se adelantan en un país, sistema productivo o institución** y además permite situar la posición de nuestro país en el contexto mundial de investigación competitiva con el fin de obtener mejores prácticas y visibilidad internacional.

Dentro del proyecto para la *“Definición de la Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Cadena Productiva de Cacao-Chocolate”* se contempla el desarrollo de un estudio de vigilancia tecnológica y comercial que permita **establecer el estado actual de la investigación y el desarrollo tecnológico a nivel mundial y determinar las características más importantes del mercado de productos finales en la cadena productiva** en un cierto momento de una línea de trabajo que se ha desarrollado en el tiempo y por ende los análisis, resultados y tendencias mostrados corresponden a un estadio parcial y en constante evolución. El estudio se desarrolló con la finalidad de contribuir a la identificación de factores críticos que aporten en la construcción de la Agenda Prospectiva de Investigación a través de la exploración de tendencias mundiales y de las capacidades nacionales. Para ello se plantea un conjunto de preguntas de investigación que guían el estudio, tanto en el componente tecnológico como comercial (*Ver Tabla 1*).

La metodología vincula la aplicación de la vigilancia tecnológica⁷, como **esquema estructurado de análisis de la información científica y tecnológica sobre la cadena productiva**. Las actividades fundamentales de planeación, definición de áreas de vigilancia, identificación de fuentes de información, gestión y análisis de información y el proceso de divulgación de resultados, comprenden las etapas básicas del proceso. La vigilancia comercial se aborda de manera similar a la vigilancia tecnológica en términos metodológicos.

⁷ De acuerdo con Castellanos et al. (2006) la vigilancia tecnológica en el contexto de las economías emergentes es entendida cada vez más como el esfuerzo sistemático realizado por una organización para la planeación, búsqueda, análisis y difusión de información científica y tecnológica con el fin de monitorear el desarrollo científico y tecnológico.

Tabla 1.
Preguntas de Investigación del Estudio de Vigilancia Tecnológica y Comercial en la Cadena Productiva de Cacao-Chocolate

Vigilancia Tecnológica	Vigilancia Comercial
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué tecnologías emergentes merecen la atención en la cadena productiva? • ¿Qué áreas tecnológicas son especialmente importantes? • ¿Cuáles son los componentes tecnológicos que contribuyen de manera más notoria al desarrollo tecnológico en la cadena productiva? • ¿Cuáles son los conductores del desarrollo tecnológico en la cadena productiva? • ¿Cuáles son los competidores clave en el desarrollo tecnológico de la cadena? • ¿Cuáles son las rutas más probables de desarrollo en la cadena productiva? • ¿Qué oportunidades tienen las instituciones de investigación del país en el desarrollo de tecnologías emergentes en la cadena productiva? • ¿Cuáles son las oportunidades a nivel mundial de incursionar con desarrollos tecnológicos en productos o procesos? • ¿Cuáles son las tecnologías con mayor impacto futuro? • ¿Qué instituciones y redes de trabajo existen en el mundo que contribuyen significativamente al desarrollo científico y tecnológico de la cadena productiva? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las características principales del mercado de productos finales de la cadena productiva? • ¿Cuáles son los segmentos de mercado más dinámicos y cuál es el posicionamiento de los productos de la cadena en dichos segmentos? • ¿Cuáles son los condicionantes de la demanda de los productos finales de la cadena? • ¿Qué mercados y áreas geográficas presentan las mejores oportunidades para la cadena productiva? • ¿Cuáles son las macrotendencias de consumo de los productos finales de la cadena productiva? • ¿Cuál es la relación entre el desarrollo tecnológico de la cadena productiva y la actividad comercial? • ¿Qué empresas y corporaciones dominan el mercado de productos finales de la cadena productiva?

El estudio realizado en la cadena productiva de cacao-chocolate contempló tres aspectos: **1) la determinación de tendencias mundiales de investigación y desarrollo, 2) el análisis de la dinámica comercial de productos finales, y 3) la identificación de las capacidades nacionales.** Para la determinación de tendencias mundiales en investigación se realizó búsqueda y análisis de información científica, a través de artículos científicos de investigación, publicados en revistas internacionales en **siete (7) áreas** de análisis (mejoramiento genético, condiciones del cultivo, control fitosanitario, beneficio y fermentación, transformación primaria, transformación secundaria, y productos y consumidor final) definidas con el objetivo de tener una cobertura total de las actividades involucradas para toda la **cadena productiva**; así mismo, el desarrollo tecnológico en la cadena se evaluó a partir de las patentes registradas a nivel mundial. El período de observación fue el comprendido **entre 1990 y mayo de 2007**. El acceso a las fuentes de información se

realizó a través de la plataforma de bases de datos Blackwell Sinergy®, Engineering Village 2®, ISI Web of Knowledge® y Scopus® disponibles a través del **Sistema Nacional de Bibliotecas SINAB de la Universidad Nacional de Colombia**, mientras que el **Programa Nacional de Prospectiva y Vigilancia Tecnológica de Colciencias** facilitó el acceso a las herramientas especializadas de análisis y procesamiento de datos como Vantage Point® y Goldfire®.

Un total de **1.471 artículos científicos y 1.079 patentes** fueron analizados en el estudio de Vigilancia Tecnológica, mientras que la información más actualizada de la dinámica comercial de la cadena fue consultada en el marco de la Vigilancia Comercial. El procesamiento y análisis de la información se realizó a través de indicadores cuantitativos y de redes, que contribuyen al **entendimiento de la dinámica que presenta la cadena productiva en el contexto mundial, dentro de las áreas de investigación, desarrollo tecnológico y comercial**. Para configurar el **panorama de capacidades nacionales** se consultó la **Plataforma SCienTI**, realizando búsquedas por línea de investigación, productos y proyectos registrados, con el objetivo de establecer cuáles son las capacidades de investigación a través de los grupos de investigación registrados y de los proyectos aprobados en Colciencias, y mediante la consulta de la Base de Datos del **Sistema de Integrado de Gestión de Proyectos-SIGP** se lograron identificar los proyectos financiados por Colciencias en este campo, en el **período 2002 a noviembre de 2006**.

Es evidente que en los resultados obtenidos la **investigación** y el **desarrollo tecnológico de temas asociados con** la cadena productiva presentan un comportamiento creciente en términos de los resultados de estos procesos, documentados de manera formal a través de **artículos científicos y patentes**. Así mismo se detectó que las **alianzas estratégicas** entre instituciones de investigación y el sector productivo cobran gran importancia en la consolidación de los resultados y su satisfactoria aplicación, siendo una lección que aprender para Colombia teniendo en cuenta que existe desarticulación entre la investigación realizada principalmente por instituciones académicas y los requerimientos de las empresas de acuerdo con los datos obtenidos del SIGP de Colciencias, en donde se encuentra que existe un limitado número de proyectos registrados (tres) y baja participación del sector productivo.

La concentración geográfica de las publicaciones científicas en países altamente desarrollados como Estados Unidos e Inglaterra revela la trascendencia de **instituciones de investigación** de prestigio en el ámbito mundial y de la concentración de la investigación en estos países en temáticas de **transformación secundaria** y de los productos finales de la cadena a base de chocolate, contrastando con la investigación en nuestro país donde existe una alta concentración de investigación en el área agrícola. De manera análoga en los países con una industria de chocolates fuerte, se encuentran los investigadores con mayor nivel de publicaciones que

nes trabajan en temas estratégicos para la industria como son los sustitutos o **equivalentes de manteca de cacao**, el mejoramiento de la **resistencia a las plagas y enfermedades** (principalmente a la *Phytophthora*), y quizás el tema de mayor trascendencia en la investigación de la cadena en el ámbito mundial: el **desarrollo de productos funcionales**, aquéllos que pueden proporcionar un beneficio para la salud además de nutrición básica. El análisis semántico de las publicaciones corroboró la concentración de las publicaciones en las áreas temáticas finales de la cadena productiva, donde la cadena colombiana no posee capacidades de investigación que soporten el desarrollo y posicionamiento de los productos finales de la cadena.

En el ámbito mundial las instituciones con mayor importancia en términos de sus resultados e impacto de los procesos de investigación se encuentran diseminadas en las principales regiones productoras de cacao como son África, Asia Pacífico y América Latina. Se resalta en este aspecto el papel del Centro de Investigación de Nestlé, una de las instituciones con mayor número de publicaciones en el período analizado y concentración de la misma, hacia el desarrollo de nuevas características organolépticas de los productos de chocolate. La investigación en torno a los temas de **control fitosanitario** revela una oportunidad cada vez mayor en torno al desarrollo de soluciones al control de la Monilia del cacao, la enfermedad con mayor incidencia en Colombia y los países centroamericanos. La localización de esta plaga en la región y su ausencia en otras regiones del mundo con índices de producción altos como por ejemplo África, ha impedido que el trabajo de investigación sea más alto, tanto en volumen como en calidad. Sin embargo, a través de la exploración en patentes fue posible establecer que algunos centros especializados en biotecnología agrícola como Iogenetics o Universidades como la de Arizona que trabaja conjuntamente con esta corporación, pueden contemplarse como potenciales **aliados en la generación de soluciones** para problemas fitosanitarios propios de nuestra región, debido a su amplia experiencia de investigación en temas relacionados.

El desarrollo tecnológico en cuanto a patentes, reveló una alta concentración en la solicitud y concesión de patentes que abordan la **composición de productos** y alimentos derivados del cacao, fundamentalmente los **productos de chocolate**. También con una importante participación se encuentran los desarrollos tecnológicos en términos de **procesos y maquinaria** para la producción de chocolate, tal es el caso de las patentes relacionadas con procesos de enfriamiento en la fabricación de chocolate, el cual es uno de los principales problemas que deben enfrentar los pequeños transformadores colombianos, siendo posible a través de la revisión de estas investigaciones y de la contextualización de las condiciones de proceso propias establecer estrategias de mejoramiento para las mipymes. El perfil empresarial definido para las empresas multinacionales, revela la importancia que presenta el **dominio de tecnologías** a lo largo de toda la cadena de valor para el **desarrollo comercial**. El componente comercial revela una gran expansión de la industria de

chocolates en términos económicos y geográficos, hacia regiones donde el consumo ha crecido a tasas cada vez más altas. Así mismo, las características de los productos y el surgimiento de segmentos específicos en torno a los **alimentos funcionales y orgánicos**, presentan un conjunto de oportunidades para la cadena productiva colombiana de cacao-chocolate.

1.1 ESTADO DEL ARTE DE CACAO-CHOCOLATE

El sector agropecuario y agroforestal es de gran relevancia económica para Colombia, debido que constituye una de las cinco primeras actividades que más contribuyen al Producto Interno Bruto (PIB) y a que hace un significativo aporte a otros sectores como la industria manufacturera a través del suministro de materias primas y servicios. En lo que respecta a la Cadena Productiva del Cacao – Chocolate, ésta es una muestra de la integración donde el encadenamiento de actividades de producción agrícola, transformación industrial, comercialización intermedia y final, y consumo, son desarrollados por distintos sistemas productivos que se ubican en sectores diversos de la economía, como el agrícola, el manufacturero y el de servicios.

De acuerdo con la información de Agrocadenas (2006), la Cadena del Cacao-Chocolate **aporta el 2.4% del empleo agrícola, en la industria de transformación del cacao y de fabricación de chocolates el aporte es de 1.5% al total de la industria de alimentos y del 0.3% en el total de la industria manufacturera;** su aporte a la producción del sector manufacturero también es considerable si se tiene en cuenta que la producción de **la industria transformadora de cacao ha experimentado un crecimiento de 4.1% anual desde mediados de los años noventa (DANE, 2004).** Así mismo, **el nivel de exportaciones de las partidas arancelarias asociadas al cacao y su transformación han experimentado un crecimiento promedio del 4.5% durante el periodo 1998-2005,** con un valor acumulado superior a los US\$ 198 millones. Además en la Apuesta Exportadora Agropecuaria 2005-2010, ha sido establecido como **uno de los cultivos de tardío rendimiento prioritarios** en razón de las oportunidades de mercado, sus indicadores de competitividad y el cumplimiento de los requisitos necesarios para lograr una adecuada inserción en los mercados internacionales (MADR, 2006).

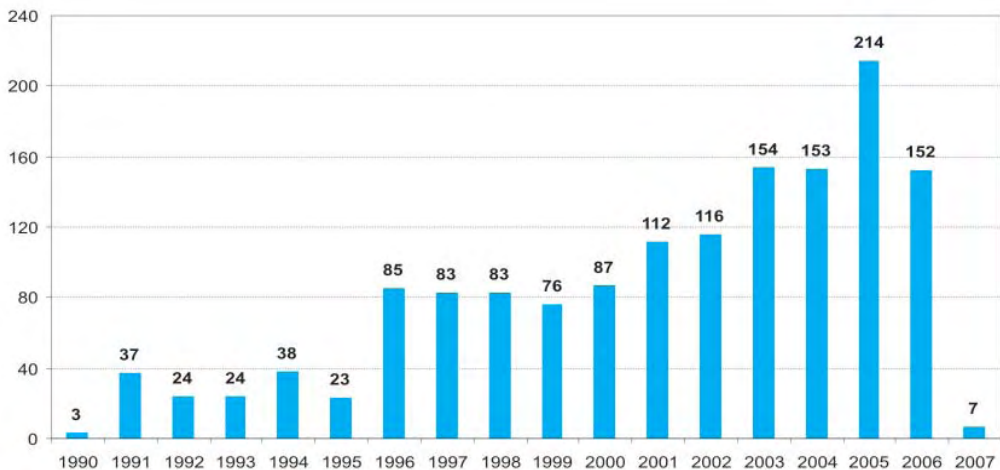
La importancia **económica y social de las actividades de la cadena cacao-chocolate y el potencial exportador del grano,** aunado a los esfuerzos del gobierno nacional como de entidades internacionales de fomento al sector agroindustrial, por convertir al cacao en una opción para la sustitución de cultivos ilícitos, le conceden una relevancia significativa para estudiar su estado actual y hacer un estudio que permita la **identificación de tendencias tecnológicas y comerciales del sector cacaotero** en el ámbito mundial con el objetivo de contribuir al fortalecimiento de las capacidades de la cadena.

Los resultados del estudio se documentan en 5 secciones. Inicialmente se establece el **estado del arte en investigación científica**, tanto básica como aplicada a partir del análisis cuantitativo de las publicaciones en revistas internacionales, y se documenta el estado del arte en cuanto al desarrollo tecnológico a través del análisis de las patentes concedidas y solicitadas en las tecnologías de la cadena productiva. En segundo lugar se presentan los resultados del análisis de vigilancia comercial realizado para la cadena. Finalmente, se realiza una **revisión de las capacidades nacionales** en investigación de las principales instituciones asociadas a la cadena productiva. Para complementar los resultados presentados se anexa la metodología utilizada en el estudio.

1.2. ESTADO DEL ARTE EN INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA

La investigación dentro de la Cadena Productiva de Cacao-Chocolate, presenta un comportamiento creciente en cuanto al número de publicaciones en el período de observación 1990-2007 (Ver Figura 1).

Figura 1.
Dinámica de publicación en el período 1990 - 2007.

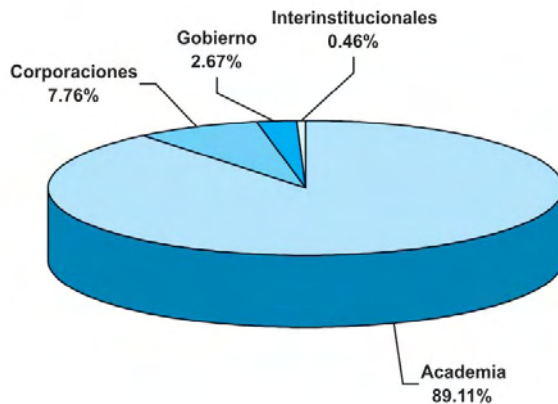


Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®, cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Microsoft Excel®.

Este comportamiento se atribuye principalmente a la formalización de la información en bases de datos ocurrida después de la segunda mitad de la década del noventa y al creciente interés que ha despertado la investigación y el desarrollo

tecnológico de un sector productivo que se circunscribe en el ámbito mundial. La dinámica comercial que experimenta el sector cacaoero y de confitería a base de este producto agrícola, ha jalonado muchos de los procesos de investigación que se analizan en este estudio. Sin embargo, como se muestra en la Figura 2, **el desarrollo de nuevo conocimiento, aplicado y experimental, se ha llevado a cabo principalmente en instituciones académicas** las cuales concentran las publicaciones en un **89.11%** durante el período bajo observación. En menor proporción se encuentran las **Corporaciones (7.76%)** y las **instituciones gubernamentales (2.67%)**.

Figura 2.
Distribución de las publicaciones por tipo de institución



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®, cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Microsoft Excel®.

En el ámbito mundial, países como Estados Unidos, Reino Unido y Brasil concentran la mayor cantidad de publicaciones en torno al cacao. En el caso de **Estados Unidos** y del **Reino Unido** se presenta una característica particular de las temáticas tratadas en los artículos científicos y es la **importancia que tienen en temas como el desarrollo y mejoramiento de las características organolépticas de los productos de chocolatería**, particularmente en bebidas achocolatadas con leche en el caso norteamericano, y en la confitería a base de chocolate en el caso inglés.

Tabla 2.
Top 3 Países Líderes en Publicaciones

Países [Publicaciones]	Instituciones [Publicaciones]	Palabras Clave [Frecuencia]
Estados Unidos[255]	Department of Food Science, Pennsylvania State University [13]	Chocolate[119] Cocoa[111] Food[103]
	Dept. of Food Science and Technology, Univ. of California[9] Analytics and Applied Sciences Group, M&M/MARS[6]	Products[83] Cacao[80]
Reino Unido[117]	Department of Biology, University of Bath[6]	Cocoa[71] Chocolate[50] Products[33]
	Department of Chemical Engineering, University of Cambridge[5] Herchel Smith Lab. for Med. Chem., University of Cambridge[5]	Time[31]
Brasil[98]	Departamento de Biologia Geral, BIOAGRO, Universidade Federal de Vicosa[6]	Cacao[27] Brazil[98]
	Biochem.-Pharmaceut. Technol. Dept., Universidade de Sao Paulo[4]	Cocoa[62] Cacao[45]
	Departamento de Biologia Celular, Universidade de Brasília[4]	Theobroma Cacao[40] Theobroma [39]

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-COLCIENCIAS, cálculos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®, cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Vantage Point®

En el caso de **Brasil**, se presenta una porción importante de las publicaciones en la documentación de casos de estudio en el territorio brasileño, en torno al **mejoramiento genético y la identificación de variedades clonales de cacao altamente productivas y resistentes a plagas y enfermedades**, el mejoramiento genético de las distintas variedades de cacao.

Un análisis de redes de los países que investigan en las temáticas asociadas a la cadena productiva de cacao-chocolate refleja una importante concentración de la investigación en los países europeos, Estados Unidos y algunos países latinoamericanos como Brasil y Venezuela. La Figura 3 representa la interacción existente entre los países de acuerdo con las temáticas de investigación y los términos utilizados.

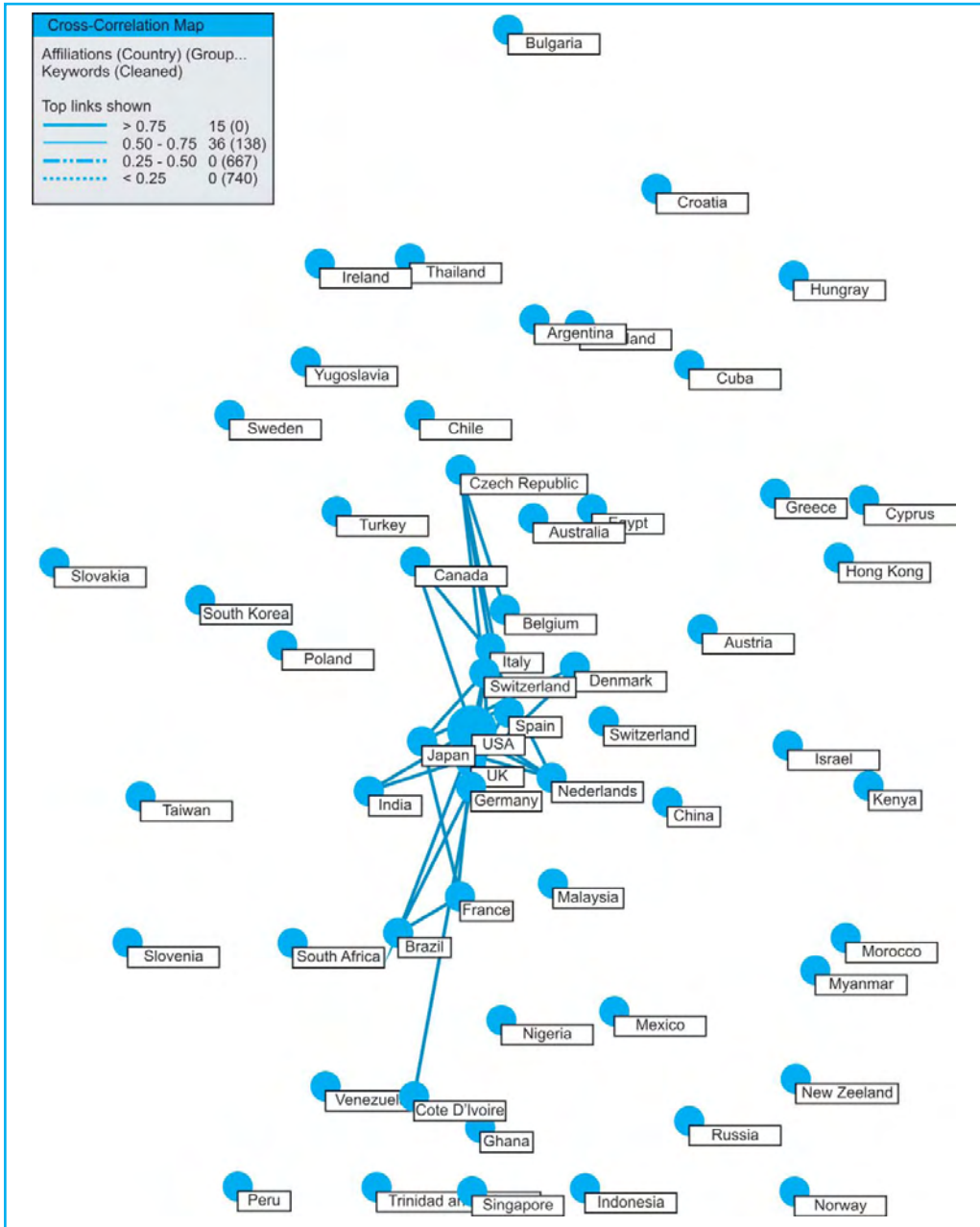
Países como **Holanda** concentran su investigación en el **análisis y mejoramiento de los procesos de transformación primaria del cacao, y de manera importante en la producción de manteca de cacao**, debido al papel que desempeñan

en el ámbito mundial como uno de los principales productores de este subproducto de la cadena productiva. La industria de chocolates, concentrada en Europa y Estados Unidos enfoca sus investigaciones en las dos principales áreas geográficas de la cadena en términos comerciales.

Al analizar las **principales instituciones** que publican resultados de investigación en los países con mayor número de registros entre 1990 y mayo de 2007⁸ se encuentra de manera particular en el caso norteamericano, la presencia de una de las principales multinacionales del negocio de chocolates en el ámbito mundial **Mars Inc.** quienes han documentado los **resultados de investigación en torno a la cromatografía de líquidos y la espectrometría de masa en los procesos de producción del chocolate** del Grupo de Ciencias Aplicadas de M&M, una de sus principales unidades de negocio. Otra institución de importancia en el entorno estadounidense, es el **Departamento de Ciencias de Alimentos de la Universidad del Estado de Pensilvania** quienes trabajan en diversos temas asociados a las **propiedades de los chocolates y su mejoramiento** a partir de los procesos de producción.

⁸ El criterio de selección de los países fue un número superior o muy cercano a 100 publicaciones durante el período 1990-2007.

Figura 3. Relación entre países de acuerdo con las temáticas de investigación



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-COLCIENCIAS, cálculos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®; cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Vantage Point®.

En el **Reino Unido** las principales instituciones son la **Universidad de Bath** y la **Universidad de Cambridge** con institutos que trabajan en el **mejoramiento de las características del cacao desde su expresión genética**, en el caso del Departamento de Biología de la Universidad de Bath, y en el mejoramiento de las propiedades reológicas de la manteca de cacao y el estudio de la migración de lípidos en la producción de confitería a base de chocolate, esto último en la Universidad de Cambridge. El caso de las instituciones de **Brasil** es diferente al de sus homólogas norteamericanas e inglesas, ya que en este país las universidades trabajan en el **desarrollo de nuevas variedades clonales del cacao** y estudian su **resistencia a enfermedades** comunes de esta región del mundo como la enfermedad de la “Mazorca Negra”. Aquellas universidades como la Universidad de San Pablo que posee vínculos con empresas multinacionales realizan proyectos conjuntos donde también se contempla el análisis de las propiedades físicas de productos como la manteca de cacao.

Tabla 3. Perfil de los Investigadores Líderes en el ámbito mundial

Autores [# Artículos]	Filiación Institucional [# Artículos]	Frases de Interés [Frecuencia]	Tendencias de Publicación
Anklam, E.[23]	European Commission, DG Joint Research Centre, Inst. for Ref. Mat. and Measurements, Belgium	cocoa butter[12] detection[6] chocolate[5] CBEs[5]	
Keen, C.L.[21]	Department of Nutrition, University of California, United States	procyanidin[7] cocoa flavanols[6] cocoa[4] flavan-3-ols[4]	
Schmitz, H.H.[20]	Analyt. and Applied Sciences Group, M&M/ MARS, United States	procyanidin[8] cocoa[3] cocoa flavanols[3] flavan-3-ols[3]	
Cilas, C. [15]	CIRAD, Montpellier France	theobroma cacao[4] phytophthora[3] resistance[3] field resistance[2]	

Osakabe, N. [15]	Food R&D Laboratories, Meiji Seika Kaisha, Japan	cacao[3] cacao liquor[3] chocolate[3] inhibitory effect[2]	
------------------	--	---	--

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-COLCIENCIAS, cálculos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®; cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Vantage Point®.

La Tabla 3 presenta un perfil de los principales investigadores en el ámbito mundial en el cacao y su transformación. Los investigadores con mayor número de publicaciones se encuentran en distintos países del mundo. Anklam E., es el autor más prolífico con 23 publicaciones, trabaja en el **Centro de Investigación conjunta de la Comisión Europea** donde ha realizado la mayoría de sus trabajos, estudiando principalmente las **propiedades físico-químicas de los Equivalentes de Manteca de Cacao o CBEs** (por sus siglas en inglés), los cuales son de gran importancia por su papel en la **reducción de costos en la industria de chocolates**. Anklam ha trabajado de manera constante durante los últimos 10 años en distintas entidades de investigación europeas.

Por su parte, Keen, C.L., es investigador del **Departamento de Nutrición de la Universidad de California (USA)** donde estudia el **influjo de los flavanoles y las procianidas, sustancias beneficiosas para el ser humano, presentes en el cacao y su aplicación en productos funcionales a base de chocolate**. Schmitz, H.H., es investigador del **Grupo de Ciencias Analíticas y Aplicadas de M&M – Mars Inc.** y al igual que Keen, C.L., investiga el impacto de los **flavanoles y las procianidas** en la salud humana, de manera que puedan ser obtenidos de forma natural e integrados en los productos de chocolate.

Cilas, C. ha trabajado de manera importante en los últimos 5 años en el estudio de una de las plagas más comunes del cacao en el ámbito mundial conocida como *Phytophthora*, debido a la familia a la cual pertenecen las variantes de esta enfermedad, presente en casi todos los países del mundo. El **desarrollo de germoplasmas de cacao** más resistentes al ataque de la *Phytophthora* ha sido uno de los campos de trabajo más importantes de este investigador. Finalmente, Osakabe, N. trabaja para una de las **empresas japonesas más importantes de producción de chocolate**, Meiji Seika Kaisha, en donde se desempeña en como investigador de los Laboratorios de I+D del área de alimentos de la compañía su investigación está centrada en el **análisis y caracterización de los polifenoles existentes en los distintos productos y subproductos de la transformación industrial del cacao**.

El análisis de redes de investigación en las temáticas de la cadena productiva de cacao-chocolate presenta 5 clusters de investigadores que trabajan en temas comunes. En primer lugar se encuentra el grupo de Anklam E., quien ha trabajado con Ulberth F. y Buchgraber M. en investigaciones en la caracterización y clasificación de muestras de manteca de cacao y de sus equivalentes, así como de las propiedades reológicas de dichos equivalentes. Otra red de trabajo importante la conforman Jamilah B., Jinap, M. S. y Nazamid S. investigadores de la **Facultad de Ciencias de los Alimentos en la Universidad Putra de Malasia** quienes trabajan en **procesos asociados a la fermentación del cacao y su impacto en las características organolépticas de los productos de la transformación del grano de cacao**. Este grupo es de especial atención puesto que en Colombia se han identificado serias falencias en los procesos de fermentación del grano en la totalidad de regiones productoras de cacao.

Otra de las **redes de conocimiento** que se muestran en la Figura 4 asocia las investigaciones realizadas por instituciones de investigación y fomento en **países africanos como Camerún, Costa de Marfil y Nigeria, en América, el caso de Trinidad y Tobago y en Europa**, el trabajo en Francia. Esta red agrupa a un conjunto importante de autores donde se destacan Cilas C. y Eskes A.B., y el trabajo se concentra en el mejoramiento genético y la caracterización de germoplasmas de cacao, resistentes a enfermedades como la mazorca negra y la *phytophthora* comunes en África. El tema de los flavanoles y las procianidas presentes en los chocolates es abordado por investigadores de Estados Unidos y Argentina principalmente y autores como Schmitz H.H. y Keen C.L. son los más relevantes. Finalmente la red de conocimiento en el tema de polifenoles del cacao vincula a los investigadores de la compañía japonesa Meiji Seika Kaisha Ltd. donde Natzume M., Osakabe N. y Takizawa T. son los autores más prolíficos en el tema.

En cuanto a las instituciones que realizan procesos de investigación en torno al cacao y su transformación (ver Tabla 4), y que publican sus resultados, se destaca el **Instituto de Investigación de Cacao de Ghana**, institución que divulga su conocimiento a través de revistas científicas de agricultura tropical, fundamentalmente. El tema de los **sistemas agroforestales de sombrero y su incidencia en el cultivo del cacao en zonas específicas del país**, es uno de los temas más importantes en los que trabaja esta institución. La segunda entidad con el mayor número de publicaciones es el **Centro de Investigaciones de Nestlé en Suiza**, quienes abordan una temática amplia en torno al cacao, donde incluyen todas las áreas del cacao, **desde su mejoramiento genético hasta el desarrollo de instrumentos de evaluación de preferencias del consumidor**. De acuerdo con los *journals* en los cuales se publican los resultados de la investigación, el área de la química de los alimentos es la más importante para la divulgación del conocimiento generado.

Tabla 4. Perfil de las Instituciones Líderes en Publicaciones

Instituciones [# Artículos]	Journals [# Artículos]	Autores [# Artículos]	Palabras Clave [Frecuencia]
Cocoa Research Institute of Ghana, Ghana [23]	Tropical Science[11] Crop Protection[3] Tropical Agriculture[3]	Ackonor, J.B.[6] Opoku, I.Y.[5] Adomako, B. [4]	cocoa[23] Ghana[23] Shade[8] Phytophthora[5]
Nestlé Research Center, Switzerland [15]	Journal of Agricultural and Food Chemistry[5] Food Chemistry[2] Journal of the Science of Food and Agriculture[2]	Hansen, C.E.[3] Redgwell, R.J.[3] Burri, C. [2]	cocoa[12] analysis[9] acid[8] chocolate[6]
Cocoa Research Unit, University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad and Tobago [14]	Euphytica [3] Genetic Resources and Crop Evolution [3] European Journal of Plant Pathology [2]	Iwaro, A.D.[8] Butler, D.R.[6] Sreenivasan, T.N.[6]	Trinidad[14] resistance[10] genotype[9] Phytophthora [9]
Fac. of Food Sci. and Biotechnology, Universiti Putra Malaysia, Selangor, Malaysia [14]	Food Chemistry [4] Journal of the Science of Food and Agriculture [4] Journal of Food Processing and Preservation [2]	Jinap, M.S.[9] Jamilah, B.[7] Selamat, J.[5]	Food[14] Malaysia[10] Biotechnology[9] Fermentation [6]

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

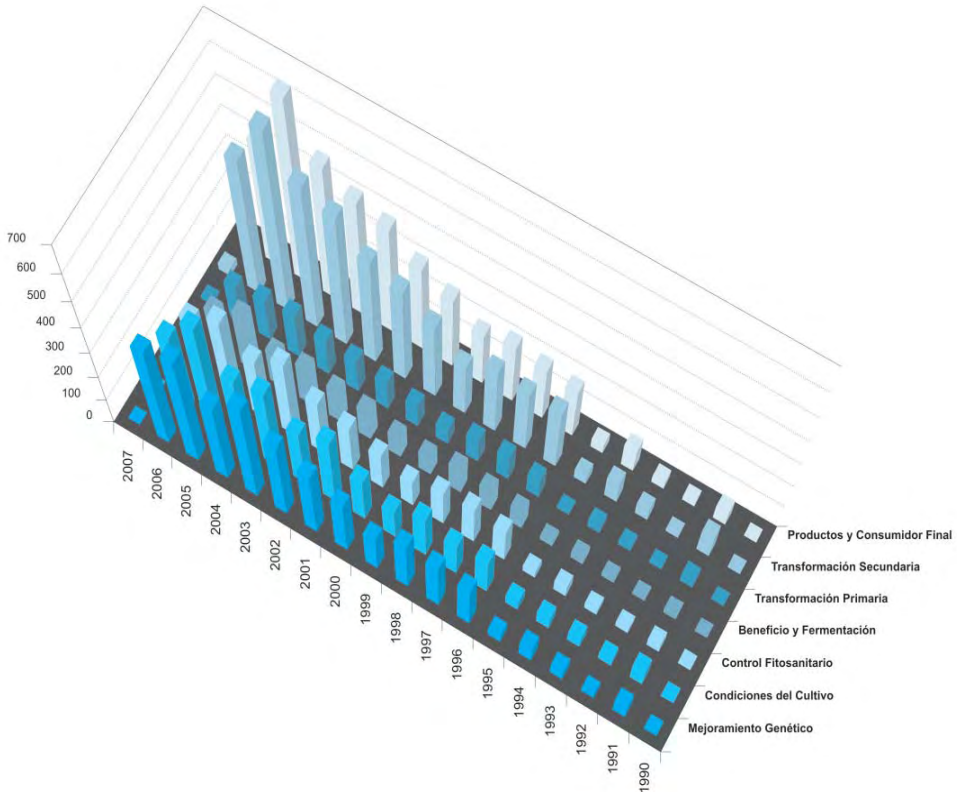
Department of Food Science, Pennsylvania State University, United States[13]	Plant Cell Reports[2] ACS Symposium Series [1] Australian Journal of Dairy Technology [1]	Ziegler, G.R.[5] Guiltinan, M.J.[4] Dimick, P.S.[3]	Cocoa [8] Food [8] Chocolate [7] Fat [6]
--	---	---	---

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-COLCIENCIAS, cálculos basados en la información de la Bdd: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®; cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Vantage Point®.

Por su parte la **Unidad de Investigación en Cacao de la Universidad de las Indias del Este en Trinidad y Tobago**, trabaja de manera permanente en la **caracterización de germoplasmas** de cacao más resistentes a la *Phytophthora* traduciendo su inclinación a publicar en revistas de patología y de recursos genéticos, mientras que la **Universidad de Malasia** utiliza métodos biotecnológicos en sus procesos de investigación para el **mejoramiento de los procesos de fermentación del grano de cacao** y el desarrollo de propiedades del grano en dicha fermentación. Finalmente, el **Departamento de Ciencias de los Alimentos de la Universidad de Pensilvania** no presenta un conjunto definido de *journals*, sino que más bien, su trabajo se haya atomizado en diferentes áreas de trabajo, con un foco y es el análisis de chocolate como un alimento básico del ser humano y su impacto en el organismo.

Para tener una mayor comprensión del estado del arte de la investigación científica en la cadena productiva de cacao-chocolate, se establecieron **7 áreas temáticas** dentro de las cuales se analizaron y clasificaron los distintos documentos encontrados y se establecieron los indicadores de actividad y relacionales para cada una de las áreas encontradas. En primer lugar, se encuentra el **Mejoramiento Genético** donde se agrupan aquellos procesos de investigación que buscan el mejoramiento del material vegetal de cultivo a través del desarrollo de nuevos germoplasmas de cacao más productivos y resistentes a enfermedades. Como se aprecia en la Figura 5, es una de las áreas temáticas de mayor dinamismo en los últimos años. La segunda área considerada se denominó **Condiciones del Cultivo** y reúne la investigación realizada sobre el impacto de los sistemas agroforestales, el manejo del cultivo de cacao y los estudios de caso de la situación del cultivo en diversos países del mundo.

Figura 5. Dinámica de publicación en áreas temáticas de la Cadena Productiva



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-COLCIENCIAS, cálculos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®, cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Vantage Point® y Microsoft Excel®.

El **Control Fitosanitario** también se definió como un área en la cual se referencia el conjunto de investigaciones para el tratamiento y control del impacto de las enfermedades y plagas del cacao. El **Beneficio y Fermentación** del grano de cacao se constituyó en la cuarta área temática agrupando temas específicos como la alcoholólisis durante el proceso de fermentación del grano. Dada la complejidad del proceso de transformación del cacao para la producción de los productos y subproductos de la cadena, se analizó la información obtenida del proceso de búsqueda en dos grandes grupos: la **Transformación Primaria**, la cual hizo referencia a la investigación en la obtención de los primeros subproductos de la cadena, principalmente el licor de cacao, la pasta de cacao y la manteca de cacao. El segundo grupo o de **Transformación Secundaria** contempló los resultados de investigación alrededor de los procesos productivos para la obtención de los derivados finales del cacao

(chocolatería principalmente). Finalmente, se analizó también como un área temática el desarrollo de procesos de investigación en torno a los productos finales y al consumidor final, desde la perspectiva de su mejoramiento en términos de los requerimientos cambiantes del mercado. La Tabla 5 muestra las principales palabras clave asociadas a las áreas temáticas de la cadena productiva.

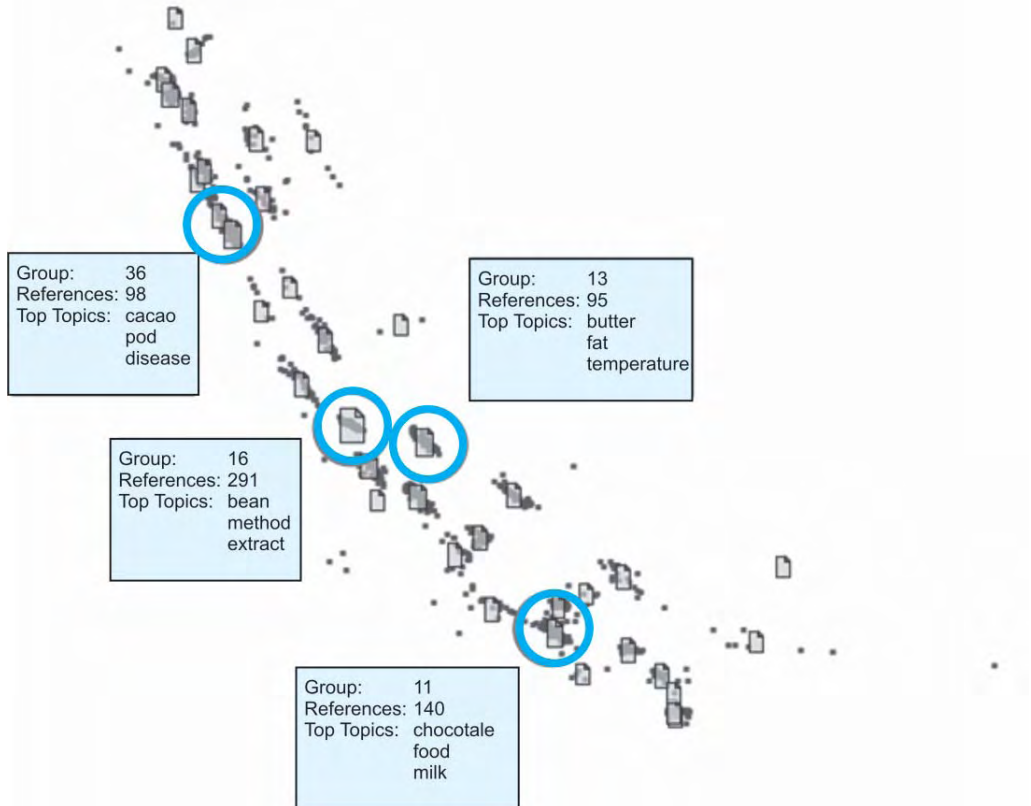
Tabla 5. Principales Palabras Clave según Áreas Temáticas

Mejoramiento Genético	Condiciones del Cultivo	Control Fitosanitario	Beneficio y Fermentación
Theobroma cacao[309] Acid [252] Protein[143] Genotype[121] Clone[119]	Development [170] Seed[159] Yield [156] Growth[118] Forest[88]	Cocoa Bean [209] Temperature[174] Treatment [95] Resistance[89] Detection[87]	Time [261] Temperature[174] Water [113] Sugar[120] Storage[63]
Transformación Primaria	Transformación Secundaria	Productos y Consumidor Final	
Cocoa butter[211] Quality [126] Processing[93] Cocoa butter equivalent[84] Extraction[70]	Fat [288] Sugar[120] Oil [107] Antioxidant [92] Flavanol[91]	Fat [288] Milk[162] Values[134] Polyphenol[120] Mixture [102]	

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA-COLCIENCIAS, cálculos basados en la información de la Bdd: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®, cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis Vantage Point®.

La definición de las áreas temáticas fue corroborada a través de un análisis semántico de los resúmenes y títulos de los artículos científicos analizados. El resultado de este tratamiento de la información se muestra en la Figura 6. El esquema presentado permitió establecer un mapa de la investigación a través de cada uno de los eslabones de la cadena productiva y su relación a partir de conceptos clave. En la Figura 6, cada uno de los puntos azules representa a cada uno de los **1491 artículos analizados**, mientras que las hojas representan grupos de artículos que se relacionan a través de los conceptos clave establecidos. **Los segmentos con mayor número de documentos fueron la Transformación Primaria y las investigaciones acerca de los Productos y el Consumidor Final.**

Figura 6. Mapa de las publicaciones científicas en la Cadena



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®, cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, Software de Análisis RefViz 2.1®

1.3 ESTADO DEL ARTE EN DESARROLLO TECNOLÓGICO

La industria de chocolates se caracteriza por la presencia de multinacionales que operan en distintos países a nivel comercial. Sin embargo, sus operaciones de investigación y desarrollo tecnológico se concentran en ciertas regiones y sobre determinadas tecnologías de interés y su posicionamiento a nivel de mercado. En este aspecto, el registro de patentes es el mecanismo de protección legal empleado para la generación de ventajas competitivas a partir de la tecnología. Como se observa en la Figura 7, el desarrollo de patentes en el cacao y la industria de transformación han mantenido un comportamiento constante durante el período de observación siendo los años 2002 y 2003 los años con el mayor número de patentes.

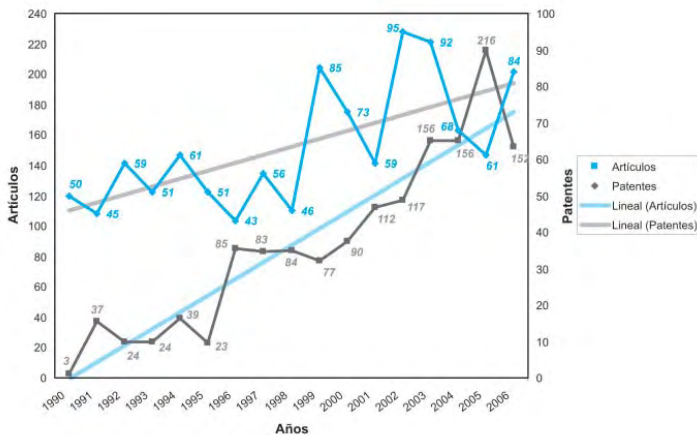
Figura 7. Dinámica de solicitud y concesión de patentes en la Cadena Productiva



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: Engineering Village2®; cobertura 1990- 12/05/2007 17:31, Software de Análisis Microsoft Excel®.

La importancia de la investigación y su incidencia en el desarrollo tecnológico llevó a realizar un análisis de correlación entre la dinámica de publicaciones y la solicitud y concesión de patentes. La Figura 8 muestra una creciente evolución de la investigación y su impacto en los procesos de investigación.

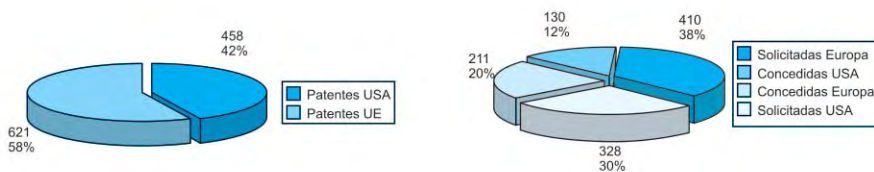
Figura 8. Correlación entre las publicaciones científicas y patentes



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos para artículos basados en la información de la BdD: ISI Web of Knowledge®, Scopus®, Engineering Village 2®, Blackwell Sinergy®; cobertura 1990- 09/05/2007 11:55, cálculos para patentes basados en la información de la BdD: Engineering Village 2®; cobertura 1990- 12/05/2007 17:31 Software de Análisis Microsoft Excel®.

La dinámica comercial y tecnológica existente en los Estados Unidos y en Europa lleva a los inventores y empresas a proteger sus activos intangibles. Las patentes analizadas provienen de la **Oficina Europea de Patentes (621)** y de la **Oficina de Patentes de Estados Unidos (458)**. Ese conjunto de patentes presenta la mayor proporción de patentes solicitadas en la oficina europea, y en segundo lugar, las patentes concedidas en la oficina de los Estados Unidos. La Figura 9 muestra los datos más relevantes sobre la naturaleza de las patentes analizadas.

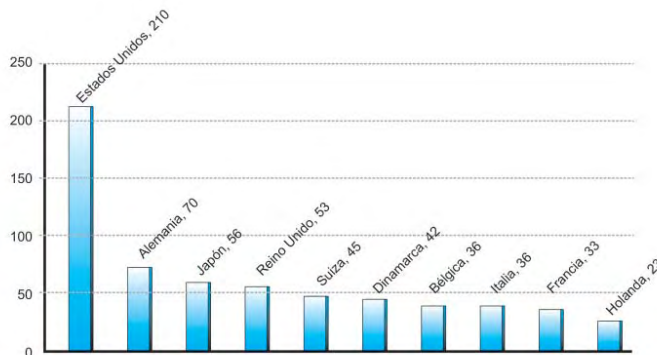
Figura 9. Origen y estado actual de las patentes



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: Engineering Village2®; cobertura 1990- 12/05/2007 17:31 Software de Análisis Microsoft Excel®.

Estados Unidos es el principal país donde reside la propiedad de las patentes de la cadena productiva con 210 registros. Siguen **Alemania, Japón, Reino Unido y Suiza**, países con una tradición importante en la industria de chocolates. Las tecnologías que **se patentan en estos países hacen referencia a procesos y productos finales de la cadena productiva**. Otros países como **Dinamarca y Holanda** concentran la transformación primaria del cacao y la producción de manteca de cacao y pasta de cacao.

Figura 10. Distribución de las patentes



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: Engineering Village2®; cobertura 1990- 12/05/2007 17:31 Software de Análisis Microsoft Excel®.

Las principales áreas tecnológicas en las cuales se concentra el desarrollo de patentes en la industria de chocolates se muestran en la Tabla 6.

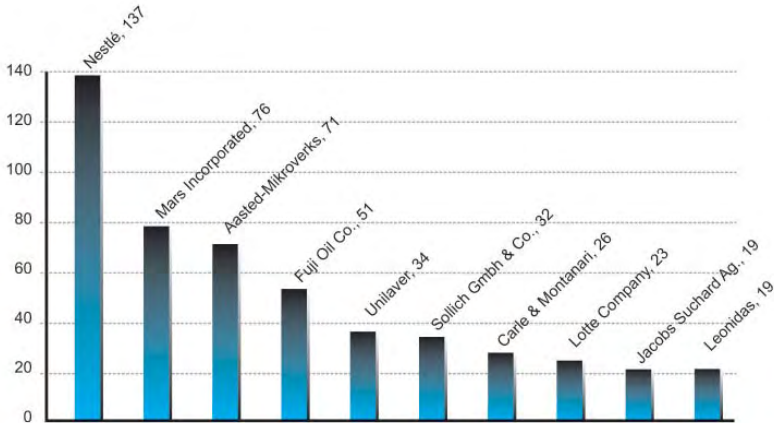
Tabla 6. Descripción de las Principales Áreas Tecnológicas

IPC	Número de Patentes	Descripción
A23G/00	422	Cacao; Productos de Cacao, p.e. Chocolate, substitutos para el cacao o productos derivados de este, p.e confitería, goma de mascar, helado y preparaciones que los contienen.
A23G1/04	129	Aparatos especialmente adaptados para manufactura o tratamiento de productos derivados del cacao.
A23G1/20	92	Aparatos para moldeo, corte o dispensadores de chocolate.
A23G1/18	84	Aparatos de transformación de masas de chocolate para el moldeo.
A23G3/00	81	Confitería: productos rellenos o en concha
A23G1/21	62	Aparatos para el moldeo y fabricación de productos rellenos, conchas u otros artículos que tienen cavidades.
A23G3/20	54	Aparatos para el recubrimiento o relleno de caramelos o confitería.
A23G1/02	52	Tratamiento preliminar, p.e. Fermentación del cacao.
A23G1/10	50	Aparatos de mezcla, molinos para la preparación de chocolate.
A23G3/02	50	Aparatos especialmente adaptados para la manufactura o tratamiento de caramelos y confitería; accesorios que los contienen.

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: Engineering Village2®; cobertura 1990- 12/05/2007 17:31 Software de Análisis Microsoft Excel®.

Cuando se analizan las empresas propietarias de los derechos de las patentes solicitadas y concedidas se encuentra un dominio importante de **Société des Produits NESTLÉ S.A.**, una de las empresas más importantes de alimentos del mundo. La Figura 11 muestra las 10 empresas con el mayor número de patentes solicitadas y concedidas. Empresas de chocolates como **Mars Inc. y Fuji Oil Co.** son las más representativas dentro del conjunto de empresas que participan en la transformación del cacao. Las demás empresas con patentes incluyen empresas que **diseñan y fabrican maquinaria para la transformación y producción de chocolate.**

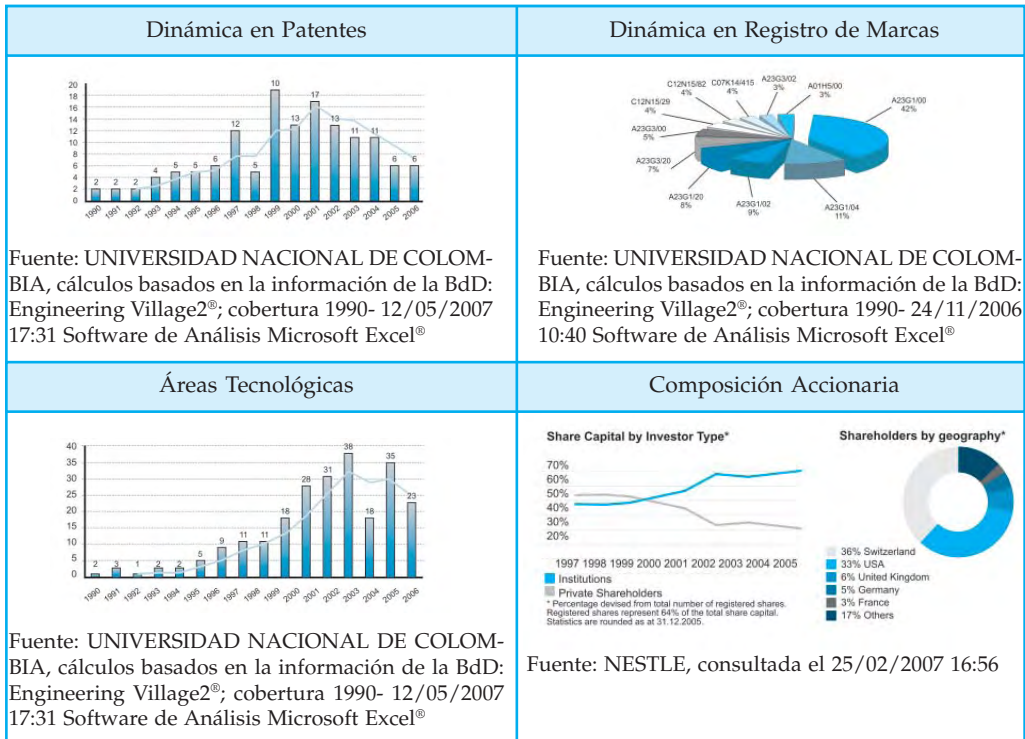
Figura 11. Principales compañías con patentes



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: Engineering Village2®; cobertura 1990- 12/05/2007 17:31 Software de Análisis Microsoft Excel®.

La importancia del conocimiento y la referenciación competitiva de las prácticas empresariales de las grandes corporaciones contribuye a un mejor entendimiento de las bases competitivas sobre las cuales las empresas de clase mundial apuestan para su sostenibilidad y su liderazgo. En la Figura 12 se detalla un **perfil empresarial de Nestlé S.A.** La dinámica de patentes en Nestlé S.A. tuvo su **máximo número de patentes en los años 1999 y 2002**. Sin embargo, lo más interesante es la **correlación directa que existe entre el desarrollo comercial y el impacto que la actividad de registro de marcas posee para la empresa**. Se recoge también el desarrollo tecnológico y la concentración de la actividad en patentes, analizando el contenido de las patentes solicitadas y concedidas para la empresa. En este sentido, se observa una participación importante de patentes en el desarrollo comercial y el lanzamiento de nuevos productos al mercado.

Figura 12. Perfil tecnológico y comercial de la Corporación NESTLÉ S.A.



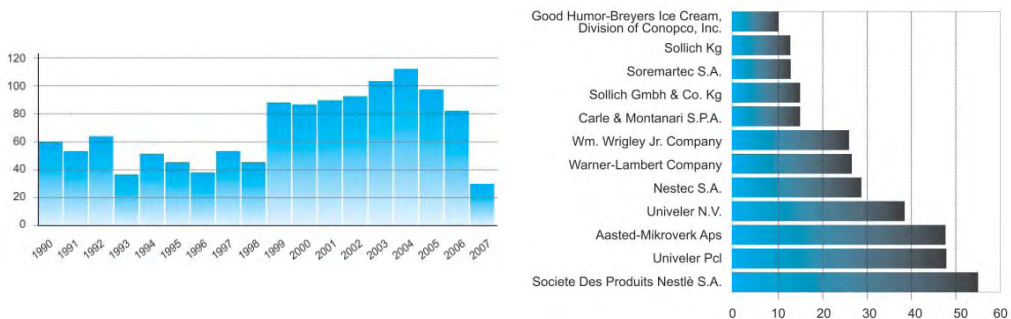
Además de permitir la identificación de perfiles empresariales de potenciales competidores en mercados internacionales y de **posibles asesores técnicos en la transferencia de tecnologías de proceso**, pe. maquinaria, el análisis de patentes permite buscar soluciones a problemas específicos de la cadena, enfocando los esfuerzos en identificar aquellas tecnologías ya desarrolladas o en la distinción de posibles actores para **alianzas estratégicas**. En el diagnóstico realizado en el marco del estudio prospectivo para la definición de agendas, se lograron identificar ciertas falencias en tres eslabones de la cadena: (a) **dificultades en el control de la Monilia**, enfermedad causante de pérdidas cuantiosas de grano, (b) **procesos de fermentación y beneficio del grano poco rentables**, (c) **altos costos de producción de chocolate de mesa para pequeños transformadores debido a los procesos de enfriamiento**. Tomando como referencia estas dificultades, mediante Golfire[®] se realizó una búsqueda de patentes que pudiesen dar elementos para la solución de estos problemas. Como resultado se encontró:

- Control de la Monilia en los cultivos: aunque **no se encuentran resultados específicos para Monilia si se reportan estudios y patentes relacionadas con el control biológico**, los cuales pueden ser extrapolables al

contexto de la cadena en Colombia, es de resaltar que las patentes registradas en el tema están asignadas a IoGenetics, una entidad dedicada a la investigación en Biotecnología agrícola, que ha trabajado de manera conjunta con la Universidad de Arizona.

- Mejoramiento de los procesos de fermentación del grano de cacao: los resultados encontrados en este tema son bastante reducidos y se identificaron patentes únicamente de Nestlé asignadas a **la Société des Produits Nestlé S.A y a Nestec S.A**. La tecnología patentada consiste en pasar los granos de cacao antes de ser fermentados por una despulpadora que retira el 80% en peso de la pulpa. Aunque se reportan publicaciones científicas en el tema, la dinámica de patentes es muy reducida.
- Enfriamiento en la fabricación de chocolate: en relación al enfriamiento, la dinámica de publicación de patentes es muy diferente a los dos casos anteriores, tal como se evidencia en la Figura 13, el número de patentes en el tema ha aumentado en los últimos nueve años, aunque con leves disminuciones en años más recientes, los países con industrias más sólidas en la producción de chocolates son los que más patentan siendo **Estados Unidos el poseedor del 39,6% de las patentes y Europa el 46,5 % distribuidas en principalmente en Alemania, reino Unido, Italia, Dinamarca, Francia, Suiza, Bélgica y Holanda**. Las principales entidades poseedoras de las patentes son Nestlé, Unilever y Aasted-Mikroverk, ésta última dedicada a la fabricación de maquinaria. Debido a la amplitud de tecnologías disponibles el primer paso es establecer cuáles son las condiciones que tienen los pequeños transformadores en estos procesos y buscar la tecnología que permitirá mejoras en la eficiencia.

Figura 13. Dinámica de patentamiento en proceso de enfriamiento en la producción de chocolate



Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, cálculos basados en la información de la BdD: Engineering Village2®; cobertura 1990- 25/06/2007 14:00 Software de Análisis Microsoft Excel®

2. DINÁMICA COMERCIAL DE LOS PRODUCTOS FINALES DE LA CADENA PRODUCTIVA

En el contexto mundial existen dos tipos de industria procesadora de cacao: el ***prensado o molienda*** que elabora licor o pasta de cacao, manteca de cacao, tortas y cacao en polvo; y la ***fabricación de chocolates*** en sus distintas variedades. De acuerdo con la International Cocoa Organization (ICCO), aproximadamente **2/3 de la producción mundial de cacao en grano es usada para fabricar chocolates**, de las cuales la gran mayoría llegan a la industria de fabricación de chocolates como productos intermedios obtenidos de las industrias procesadoras de cacao.

Los productos asociados a la cadena productiva de cacao-chocolate se pueden clasificar de acuerdo con los usos dados al cacao en grano. El cacao es la **materia prima para muchas industrias** entre las que se encuentran la **industria confitera, productora de chocolate, de cosméticos y farmacéuticos**. De acuerdo con Agrocadenas (2002), los productos asociados a la cadena productiva del cacao comprenden tres tipos de bienes: 1) **Primarios**: cacao en grano; 2) **Intermedios**: manteca, polvo y pasta de cacao; y 3) **Finales**: chocolate para mesa y golosinas a base de chocolate.

A pesar de esta diferenciación de procesos existente, el portafolio de productos de las empresas dedicadas a la producción de chocolates incluye desde el cacao en grano, productos semielaborados (manteca, licor y torta de cacao) y productos finales como golosinas de chocolate, coberturas de chocolates, bebidas achocolatadas y el chocolate de mesa o taza⁹. Dentro de los productos intermedios se encuentran la pasta o licor de cacao la cual es un semiproducto de la industria de chocolate que se deriva del descascarillado y molturación de los granos de cacao. Esta pasta generalmente se moldea en bloques, panes o tabletas y en esta forma se comercializa a otras industrias como la pastelería o la misma industria de confitería. Uno de los usos más importantes que tiene la pasta o licor de cacao es la preparación de manteca y polvo de cacao o para la industria de chocolate mezclada con azúcar. La manteca de cacao se presenta corrientemente en forma de placas y es utilizada en chocolatería para enriquecer la pasta de cacao, siendo precisamente su disponibilidad la que llevó a la fabricación de chocolate. En confitería la manteca de cacao es utilizada para la preparación de algunos caramelos; en perfumería, para la extracción de perfumes por el procedimiento de enflorado y para la fabricación de cosméticos; y en farmacia para la preparación de cremas y jabones.

⁹ El chocolate de mesa es conocido en algunas regiones del mundo como chocolate negro y normalmente tiene una proporción de cacao inferior al 50%. Se le ha añadido una pequeña cantidad de fécula (harina de maíz, generalmente) para que a la hora de cocerlo aumente su espesor. Si bien es un producto muy conocido en Colombia y algunos países del mundo, no tiene una gran participación comercial a nivel global.

Tabla 7. Ventas en el ámbito mundial por sectores de confitería (en billones de US\$)

Segmento	2003	2004	2005	CAGR 2003-2005 (%)
Chocolates	59.6	64.3	68.1	4.54
Confitería a base de azúcar	38.9	39.0	41.2	1.93
Goma de Mascar	14.0	15.6	17.2	7.10
Total Confitería	112.5	118.9	126.4	3.96

Fuente: A partir de Pacyaniak (2005) y Stiff (2006) Con datos de Euromonitor International.

En la actualidad, **el mercado mundial de los productos finales a base de chocolate se enfrenta a una dualidad de oportunidades y retos, producto de los cambios constantes que se presentan en los hábitos de consumo, la regulación y las transformaciones en las formas de comercio.** Este comportamiento no se presenta únicamente en mercados tradicionales como los de Norteamérica y Europa Occidental, sino también en los mercados emergentes de Asia, Latinoamérica y Europa Oriental. De acuerdo con Stiff (2006), el mercado de golosinas a base de chocolate exige a las empresas que compiten en este mercado un flujo constante de innovación en los productos ofrecidos, y un seguimiento exhaustivo de los requerimientos del consumidor en los diferentes segmentos del mercado. Sin embargo, la existencia de multinacionales con grandes cuotas de mercado es una de las características más importantes en términos de competencia del sector, no se excluye la entrada de nuevos jugadores quienes se concentran en **canales cautivos** y establecen sus **nichos de mercado en sectores específicos** como el de golosinas a base de materias primas **de origen orgánico y en el segmento de confitería funcional**¹⁰.

El mercado mundial de golosinas se compone de productos a base de chocolate, confitería a base de azúcar y los productos de goma de mascar (Datamonitor, 2006). **La confitería a base de chocolate es el segmento del mercado con mayor participación a nivel mundial.** En 2005 alcanzó el 53.87%, equivalente a US\$ 68.1 billones (Stiff, 2006). La Tabla 7 muestra la evolución del volumen de ventas de la industria de confitería por sectores para el período 2003-2005. Las estadísticas por sectores no son posibles de obtener hasta este momento, pero el Travel Retail Executive New Digest, establece que en el tercer cuarto del año 2006 las ventas de

¹⁰ Los alimentos funcionales o alimentos medicinales, entre ellos las golosinas, son cualquier alimento fresco o procesado que tiene un efecto positivo mayor o la propiedad de reducir la aparición de enfermedades en el consumidor, que los nutrientes presentes en productos de consumo tradicional. A esta categoría pertenecen aquellos productos fortificados con vitaminas y minerales, alimentos probióticos, entre otros.

confitería en el ámbito mundial alcanzaron los US\$113.9 billones (TREND, 2007). Es evidente un crecimiento de todos los sectores, donde la goma de mascar y los productos asociados a esta, crecieron en volumen de ventas a un ritmo mayor que los demás sectores. El segmento de confitería a base de chocolate alcanzó una **tasa compuesta anual de crecimiento** (*Compound Annual Growth Rate -CAGR*, por sus siglas en inglés) **de 4.54%**.

Este panorama resulta bastante atractivo si se tiene en cuenta que la industria colombiana esta en la capacidad de producir productos para satisfacer el creciente mercado internacional, aunque tal como se evidenció a lo largo del estudio es necesario fortalecer las capacidades de innovación y de investigación de mercados.

Tabla 8. Ventas a escala mundial por sectores de confitería

Segmento	2005	2010	CAGR 2005-2010 (%)
Chocolates	\$68.1	\$77.5	2.6
Tablets ¹¹	\$16.1	\$18.9	3.3
Countlines ¹²	\$18.2	\$20.4	2.3
Bagged selflines/softlines ¹³	\$10.1	\$11.3	2.3
Boxed assortments ¹⁴	\$13.6	\$15.6	2.8
Seasonal chocolate ¹⁵	\$7.6	\$8.5	2.4
Chocolate with toys ¹⁶	\$1.9	\$2.0	1.7
Alfajores ¹⁷	\$0.2	\$0.25	2.5
Otros chocolates	\$0.4	\$0.47	1.7
Confitería a base de azúcar	\$41.2	\$45.8	2.2
Goma de Mascar	\$17.2	\$20.0	3.1
Total Confitería	\$126.4	\$143.3	2.5

Fuente: Euromonitor International (2006) en Stiff (2006).

¹¹ Chocolates en tabletas (pastillas).

¹² Barras cubiertas de chocolate en tamaños personales. Incluye aquellas que son empacados en bolsas.

¹³ Productos idénticos empacados en cajas o "maletas".

¹⁴ Chocolates individuales empacados en cajas, usados frecuentemente como regalos.

¹⁵ Chocolates para épocas particulares del año (San Valentín, Navidad, Cuaresma).

¹⁶ Chocolates que traen juegos.

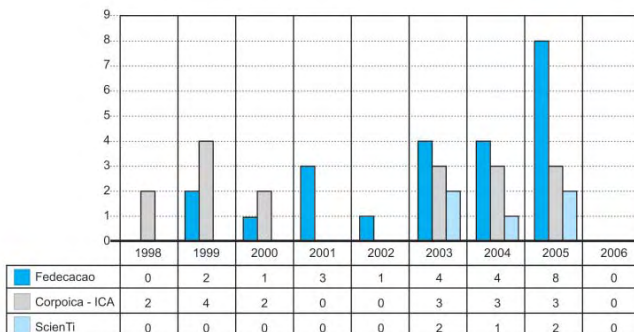
¹⁷ Sándwich de galleta acompañado de dulce de leche y cubierto o relleno con chocolate.

3. CAPACIDADES NACIONALES DE INVESTIGACIÓN

En Colombia los procesos de Investigación alrededor del cacao y en general, de la cadena productiva de cacao-chocolate han sido abordados por entidades de fomento e investigación y por las universidades a través de sus centros y grupos de investigación. **La Federación Nacional de Cacaoteros FEDECACAO, CORPOICA y el ICA, son las instituciones con mayor conocimiento y capacidades a nivel del país para la construcción del desarrollo científico de la cadena.** Además de estas instituciones se encuentran las universidades quienes a través de recursos propios o de entidades de fomento trabajan en la cadena productiva y cuyos resultados de investigación son formalizados en el sistema nacional de información científica y tecnológica que es administrado por Colciencias, al cual se accede a través de la plataforma ScienTI. Así mismo se encuentra el apoyo financiero que proporciona Colciencias para proyectos de desarrollo tecnológico, información disponible en el SIGP de ésta entidad.

La Figura 14 muestra la dinámica de las publicaciones científicas alrededor del cacao. Es conveniente aclarar que la información consultada y analizada hace referencia a las publicaciones que se encuentran con algún grado de **formalización** en los sitios de Internet de las instituciones y en la disponibilidad de acceso a la plataforma ScienTI. Se hace evidente una **baja tasa de formalización de la investigación en cacao en Colombia**, a pesar de la existencia de proyectos de investigación en las entidades analizadas. Al detallar el análisis de los documentos referidos en las fuentes de información consultadas, se observa una **concentración importante en el mejoramiento de las condiciones del cultivo del cacao y el manejo fitosanitario del cultivo del mismo. La investigación acerca de las demandas tecnológicas de los eslabones de transformación es limitada**, a pesar de evidenciarse problemas tecnológicos en la industria productora de chocolate de mesa, esencialmente en la pequeña industria de transformación.

Figura 14. Dinámica de las publicaciones científicas nacionales en Cacao



Fuente: COLCIENCIAS-
FEDECACAO-CORPOICA,
cálculos basados en
información Web y de la BdD
SIEN TI consultadas el 09/05/
2007 11:55 Software de
Análisis Microsoft Excel®.

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Al contrastar los resultados por publicaciones en el tema con el número de grupos registrados en Colciencias que trabajan en temas relacionados con la cadena, ver Tabla 9, se encuentra congruencia debido a que **existe un número reducido de grupos de investigación**, tan sólo 10, de los cuales cuatro se encuentran ubicados en Santander, una de las principales regiones productoras del grano, y pertenecen en su mayoría a Universidades. **Estos grupos trabajan principalmente en Ciencias Básicas y Ciencias y Tecnologías Agropecuarias**, esto verifica la concentración de la investigación en ciencias básicas y agropecuarias más que en el área agroindustrial. Desde el punto de vista de proyectos cofinanciados, se encuentra que **desde hace tres años no se registran proyectos relacionados con la cadena**, tal como se aprecia en la Tabla 10, y en los últimos seis años sólo se han realizado tres proyectos, en los cuales sólo participo una empresa como beneficiaria, el resto de participantes y entidades ejecutores correspondieron a entidades de investigación e instituciones académicas. Revelándose de este modo un panorama poco alentador para la cadena de Cacao-Chocolate por las pocas capacidades de investigación y desarrollo con que se cuentan en Colombia.

Tabla 9. Ficha de Capacidades en ScienTI – Grupos de Investigación

Perfil	Base de datos	Total registros	Herramienta de Procesamiento	Fecha del Informe	Ventana de tiempo analizada
GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	SCIENTI	4818	VANTAGE POINT™ y MICROSOFT EXCEL®	JUNIO DE 2007	CIERRE A SEPTIEMBRE DE 2006
Número de Grupos de Investigación	Total de instituciones				
10 Grupos	7				
Creación de grupos por años					
Grupos de investigación por departamento					
Instituciones Líderes					
Género del total de investigadores					
Género de investigador líder					
Afiliación Programa Nacional					

Fuente: PNP, basado en la Información de la BId SCIENTI, Software de análisis VantagePoint®

Tabla 10. Ficha de Capacidades en SIGP Colciencias – Proyectos de Investigación

Perfil	Base de datos	Total registros	Herramienta de Procesamiento	Fecha del Informe	Ventana de tiempo analizada
PROYECTOS APROBADOS	SIGP	1497	VANTAGE POINT y MICROSOFT EXCEL	JUNIO DE 2007	2002 a NOV / 2006
<p>Número de Proyectos Aprobados</p>					
<p>Aprobación de proyectos por años</p>					
<p>Proyectos aprobados por departamento</p>			<p>Entidades Ejecutoras Top</p>		
<p>Afiliación a Programa Nacional</p>					
<p>Proyectos aprobados por tipo de entidades participante</p>			<p>Proyecto aprobado por tipo de entidades ejecutora</p>		

Fuente: PNP, basado en la Información de la BdD SIGP – Software de Procesamiento VantagePoint®

4. CONCLUSIONES

- El sector de la **producción y transformación del cacao** ha desarrollado en los últimos años en el ámbito mundial **dinámicas importantes**, las cuales se traducen en un alto número de publicaciones científicas y patentes registradas, estas se deben principalmente a su crecimiento económico.
- La vigilancia tecnológica revela que en **Colombia** existen pocas **capacidades de investigación y desarrollo** que fortalezcan las competencias tecnológicas e innovativas de la cadena de Cacao-Chocolate, es por ello que se hace imperativo buscar mecanismos que permitan el **fortalecimiento** en este aspecto, el cual puede darse por diferentes vías: **formación de investigadores** en países líderes en investigación y desarrollo en el sector, **seguimiento de tecnologías** de proceso y producto desarrolladas y la **realización de alianzas estratégicas** para la investigación con otros países. De acuerdo con los resultados del estudio cada país tiene un enfoque de investigación diferente, el cual se evidencia en sus publicaciones científicas y patentes realizadas, en el caso **Brasil** éste puede ser un buen aliado a **nivel agrícola**, en temas como mejoramiento genético y variedades clonales, mientras que para el **desarrollo** de productos y subproductos **Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Japón y Suiza** tienen una tradición importante en la industria de chocolates. Holanda posee fuertes capacidades en análisis y mejoramiento de procesos de transformación primaria, y en **fermentación** del grano de cacao **Malasia**, específicamente la Universidad Putra, lleva un amplio recorrido.
- Una **tendencia** mundial por **productos más saludables** ha impulsado el desarrollo y la correspondiente investigación, en **nichos de mercado específicos** como productos de origen **orgánico y confitería funcional**, así como el estudio de las sustancias benéficas del cacao, y no sólo en centros de investigación sino en grandes empresas como M&M.
- Los países africanos como **Camerún, Costa de Marfil y Nigeria** son un buen ejemplo de **mejor práctica** a nivel de **conformación de redes de conocimiento** con investigadores de Europa para dar solución a problemas regionales.
- A nivel comercial fue posible establecer que el **mercado** de chocolates es uno de los más exigentes dada su **dinamicidad**, con una tasa compuesta anual de **crecimiento** del 4.54%, por lo cual se requiere realizar esfuerzos constantes para generar innovaciones, incluyendo la realización de un **seguimiento** exhaustivo de los requerimientos del **consumidor** en los diferentes segmentos del mercado, y de este modo enfrentar un mercado caracterizado en términos de **competencia** por la presencia de **grandes multinacionales**.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AGROCADENAS OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD AGROCADENAS COLOMBIA** (2006). MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL E INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). <http://www.agrocadenas.gov.co/>
- AGROCADENAS OBSERVATORIO DE COMPETITIVIDAD AGROCADENAS COLOMBIA.** (2002). *“La Industria de Chocolates en Colombia”*. Agroindustria del Cacao. Pág. 131-179.
- CAMARGO, J.M.** (2002). *“Estudio del Mercado Mundial del Cacao”*. J.E. Austin Associates. Arlington(Virginia). Corporación CEA. Bogotá D.C.
- CASTELLANOS, O.; JIMÉNEZ, C.; SINITSYN, A.; MONTAÑEZ, M.; SINITSYNA, O.** (2006). *“La Vigilancia Tecnológica como Instrumento de Integración Estratégica entre Grupos de Investigación a Nivel Internacional”*. Congreso Internacional de Información Info’2006. Cuba.
- DANE - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA** (2004). Documento metodológico de cacao. Bogotá D.C., Colombia
- DATAMONITOR.** (2006). *“Global Confectionery Industry Profile”*. Datamonitor Plc. September.
- DNP.** (2004). Departamento Nacional de Planeación. *“Azúcar, Confitería y chocolatería. Estudio sobre Cadenas Productivas. Estructura, Comercio Internacional y Protección”*. Bogotá D.C.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL.** (2006). Agendas de investigación, innovación y desarrollo tecnológico del sector agropecuario, Avance 2003-2005. Bogotá. <http://www.minagricultura.gov.co/>
- NESTLÉ S.A.** (2006). *“Management Report 2005”*. Société des Produits Nestlé S.A. Suiza.
- PACYNIAK, B.** (2005). *“Special report: Taking Turns at Tracking”*. Confectionery Industry. August.
- PORTER, A.L. y CUNNINGHAM S.W.** (2004). *“Tech Mining: Exploiting New Technologies for Competitive Advantage”*. Wiley-Interscience. Hoboken, USA.
- STIFF, P.** (2006). *“Developing Markets Primed for Growth”*. Candy Industry. June.
- TREND.** (2007). *“Market positioning: Value/volume?”* Generation Research. January 15.

CADENA COLOMBIANA DE LA TILAPIA INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología
Usgame, Diana; Charum, Jorge; Valverde, Camilo; Usgame, Giovanni

AGRADECIMIENTOS

Los autores realizan un reconocimiento especial al Dr. Walter Vásquez. Investigador del Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos -IALL por su apoyo y colaboración permanente en el análisis de la problemática nutrición y su incidencia en el desempeño competitivo de la cadena. De la misma forma por el análisis de los resultados del estudio de vigilancia, su utilidad y apropiación.

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación competitiva de una cadena productiva requiere de un amplio conocimiento de sus procesos productivos, de sus actores, de la caracterización de sus actividades y del establecimiento de sus diferentes modalidades de relación. Esta opción, que ha orientado el estudio de prospectiva tecnológica de la cadena colombiana de la tilapia bajo la metodología construida por CASTRO, A.M.G. de; COBBE, R.V.; GOEDERT, W. J. (1995), amplía la complejidad de las problemáticas tecnológicas identificadas toda vez que se establecen las redes causales de su aparición, el impacto en los segmentos de actores específicos y la incidencia en la eficiencia, calidad y competitividad de la cadena. La identificación de investigaciones en el ámbito internacional en las que se han tomado como referencia problemáticas análogas a las establecidas en el estudio de prospectiva permiten considerar las diferentes opciones de análisis, avances en conocimientos, tecnologías, procedimientos y propuestas para su solución.

Una de las problemáticas que se ha constituido en un limitante tecnológico de gran impacto en el desempeño de la cadena de la tilapia ha sido el tema de la nutrición y la calidad del alimento balanceado. En la actualidad no se cuenta con la información necesaria para la estandarización de las dietas de alimento balanceado que

elaboran las casas comerciales, los productores en general no han establecido parámetros unificados para la alimentación de los peces según los sistemas productivos en los que se desarrolla la actividad piscícola. Esta situación sumada a la inadecuada manipulación y almacenamiento del alimento incide en la disminución de la eficiencia y productividad de la cadena; aumento en el tiempo del ciclo productivo para lograr los pesos especificados para la comercialización, diferencias en los factores de conversión entre piscicultores estimadas entre 1:1,6 y 1:2,0, aumento en la producción de vísceras y contaminación del agua.

El Estudio de vigilancia tecnológica toma como problemática de análisis el tema de la nutrición, establece como marco de interés la propuesta de acciones para el mejoramiento competitivo de la cadena y el acercamiento que en este sentido y en la apropiación de los resultados de la investigación debe darse entre el sector productivo y el académico. La identificación de las problemáticas y sus efectos en la cadena, el trabajo con sus distintos actores, las formas de validación de los resultados y las soluciones propuestas por los expertos que han participado en las diferentes etapas del estudio de prospectiva tecnológica han permitido avanzar en la formulación de acciones para el mejoramiento competitivo de la cadena frente al tema de nutrición, y evidenciar desde un punto de vista metodológico la importancia de la articulación de los resultados de los estudios de prospectiva y vigilancia tecnológica.

Tema Principal: Nutrición.

Ámbito de Aplicación: Eslabones de productores de insumos y productores de carne.

OBJETIVO GENERAL

Identificar las investigaciones y tendencias de investigación en nutrición de tilapia en los últimos 10 años a nivel nacional e internacional con el fin de establecer avances en el conocimiento del tema y establecer relaciones entre los proyectos desarrollados y las demandas específicas de investigaciones referidas en la agenda de investigación de la cadena.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los estudios realizados en tilapia a nivel nacional mediante el análisis de los proyectos y productos registrados en la base GrupLAC en el período comprendido entre 1980 y 2006.
- Analizar las tendencias de investigación en los últimos 10 años en el tema de la nutrición y las propuestas teóricas y metodológicas formuladas a

nivel internacional y registradas en la base bibliográfica *Aquatic Science and Fisheries Abstracts* - ASFA.

- Analizar las demandas tecnológicas establecidas para la agenda de investigación y los proyectos y productos desarrollados a nivel internacional que hayan abordado las demandas específicas. Se espera formular de esta manera actividades de cooperación y proyectos de transferencia tecnológica con instituciones internacionales.

ESTRATEGIA SEGUIDA PARA ABORDAR EL ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA:

- i) Tomar como referencia la noción de cadena productiva establecida como marco de análisis en el estudio de prospectiva tecnológica y los criterios de eficiencia, calidad y competitividad para su evaluación. Esta opción permitió identificar y analizar las problemáticas actuales de la cadena y el impacto de cada una de estas problemáticas en el desempeño actual y futuro de la cadena;
- ii) Establecer categorías de factores críticos según los campos de acción en los que deben realizarse acciones por los distintos tipos de agentes y actores de la cadena productiva para mejorar su desempeño competitivo;
- iii) Analizar los factores críticos referidos en los campos de acción investigación básica y transferencia de conocimientos y de tecnología. El impacto de los factores críticos en el desempeño de la cadena incidió en la elección del tema de nutrición, en el análisis de la investigación mundial y nacional en temáticas vinculadas al problema y en la identificación de dinámicas y tendencias de investigación.
- iv) Identificar los investigadores e instituciones de afiliación vinculadas a las temáticas del problema de nutrición durante los últimos diez años.
- v) Establecer categorías de los temas en los que se encuentran elementos de respuesta a los problemas identificados y demandas tecnológicas formuladas por los actores de los eslabones productores de insumos y productores de carne y validadas por los expertos de los sectores productivo, académico y gubernamentales.

2. METODOLOGÍA

LA INFORMACIÓN BÁSICA

Se realizó una extracción de la información bibliográfica de los documentos sobre la Tilapia publicados en el período 1965 a 2006 de la base bibliográfica *Aquatic Science and Fishing Abstract* -ASFA. Se seleccionó esta base bibliográfica me-

diante el análisis de cubrimiento internacional de los temas vinculados a la acuicultura, del procesamiento y tratamiento catalográfico para la indización de la información y del establecimiento de la calidad de su indización para el análisis específico de las temáticas que analiza y de sus posibilidades para la aplicación del método seleccionado de palabras asociadas. El análisis mediante el método de palabras asociadas se restringió al período 1997-2006.

Las fichas bibliográficas tienen los siguientes metadatos:

- i) Título del documento.
- ii) Autores.
- iii) Instituciones de afiliación del primer autor.
- iv) Fuente primaria de los documentos: nombre de la fuente, si se trata de una publicación seriada, año, vol, n , páginas inicial y final.
- v) Descriptores. Estos descriptores son asignados por documentalistas de manera controlada a partir de un tesoro del que se conoce la estructura y se provee la definición de cada uno de sus términos (lo que permite la interpretación de un conjunto de descriptores asignados a un documento).
Un ejemplo de descriptores asignados a un documento es:

2249 MO: Diseases and disorders/Microbial diseases/Oreochromis aureus (El número corresponde al documento dentro de la base)

Constitución del corpus documental. El corpus documental se constituyó a partir del conjunto de las fichas bibliográficas de los documentos seleccionados y está formado por los registros ordenados, cada uno con un código numérico que lo identifica y con el conjunto de los descriptores asignados.

Construcción de los archivos. Los archivos básicos para realizar los análisis se formaron tomando lapsos de tiempo definidos de interés introduciendo así segmentaciones temporales en el *corpus*. Los datos bibliográficos se organizaron en diez archivos, uno para cada año del período 1997-2006. Es posible hacer otras segmentaciones del tiempo para lapsos de tiempo más amplios.

EL MÉTODO DE ANÁLISIS

El método de las palabras asociadas es una técnica de representación de la ciencia y la tecnología que se basa en el análisis de las frecuencias de aparición común de palabras dentro de un corpus de documentos que se considera representativo de uno o varios dominios del conocimiento. Cada uno de los documentos debe estar acompañado de una lista de palabras, *en nuestro caso de descriptores*. Se considera que dos documentos están

asociados si hay más de una coincidencia en las listas de sus descriptores. El método permite identificar las asociaciones entre los documentos dentro del corpus. Se considera que un tema está formado por un conjunto de descriptores. La conformación de cada uno de los temas se basa en la consideración del grado de asociación entre los descriptores medido por el coeficiente de asociación

$$E_{ij} = (c_{ij})^2 / c_i \cdot c_j$$

donde c_{ij} es el número de veces que se encuentran asociados los descriptores i y j , c_i y c_j son, respectivamente, el número de veces que aparecen el descriptor i y el descriptor j en el conjunto de documentos.

El método permite establecer los temas que son subconjuntos o agregados de descriptores que se encuentran más fuertemente vinculados entre sí, es decir, con mayor coeficiente de asociación, y que pueden ser interpretados como temas que son centros de interés de los investigadores. Si estos agregados tienen muchos descriptores es difícil su interpretación por lo que se fija un número máximo, por ejemplo, diez, y un número mínimo, por ejemplo tres. Estos parámetros definen a su vez un umbral de saturación que es el valor del primer vínculo rechazado al alcanzar el número máximo de elementos de un agregado. Tan pronto como se construye un agregado se procede a formar otro agregado con todos los otros temas restantes y así sucesivamente hasta agotar el conjunto total de los descriptores.

El análisis de los agregados o temas y de sus vínculos externos, dados por los coeficientes de asociación entre descriptores de un agregado con descriptores de otros agregados, permite establecer cuáles nuevos agregados son en realidad prolongaciones de otros que ya se habían formado y cuáles son independientes, en el sentido de no tener vínculos con otros agregados. Así, es posible establecer subredes entre descriptores formadas por los agregados asociados dentro de la red general definida por todas las asociaciones entre todos los descriptores. Los agregados aislados o independientes forman subredes temáticas relativamente autónomas.

Un tema puede clasificarse según su centralidad, caracterizada por los niveles de asociación de palabras que hacen parte del tema con palabras de otros temas y, según su nivel de desarrollo, caracterizado por los niveles de asociación de las palabras dentro del tema, y puede representarse en un esquema bajo la forma de un plano dividido en cuadrantes: el primero corresponde a temas que son centrales y altamente desarrollados; el segundo a temas centrales, pero poco desarrollados; el tercero, a temas que son periféricos y poco desarrollados; el cuarto a temas periféricos y altamente desarrollados. La posición de un tema en un cierto cuadrante señala su posición dentro de la red formada por todos los temas.

Tabla 1. Desarrollo del estudio de vigilancia. Etapas y expertos consultados

ETAPA / ACTIVIDAD	ENTIDAD	EXPERTOS CONSULTADOS
Estudio de prospectiva tecnológica. Etapa de diagnóstico (identificación de factores críticos y análisis de impacto en la cadena)	Cadena piscícola. Sector productivo	Visitas de campo y entrevistas con actores de la cadena en los departamentos de Huila, Meta y Tolima.
Establecimiento de factores críticos e impacto en el desempeño competitivo de la cadena	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadena Piscícola.	Fernando Bajes. Secretario técnico cadena piscícola.
	Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos - IALL.	Walter Vásquez. Investigador
Establecimientos de las demandas tecnológicas y no tecnológicas en el tema de nutrición (calidad del alimento balanceado, precio en el alimento balanceado).	Colciencias	Irma Baquero
	Ceniacua.	Sara patricia Bonilla. Secretaría ejecutiva.
	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cadena Piscícola.	Maria Cristina Arbeláez. Secretaria técnica departamento del Huila.
	Cadena Piscícola.	Alonso Orrego. Comercializador
	Universidad de Caldas	Alberto Grajales. Investigador

3. RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES

Descriptor: Tilapia, *Oreochromis S.P*, *Oreochromis niloticus*, Vigilancia Tecnológica, Nutrition, Diets.

3.1 RESUMEN EJECUTIVO

En la etapa de diagnóstico del estudio prospectivo de la cadena colombiana de la tilapia (análisis de desempeño), se establecieron los procesos productivos y las relaciones entre los actores enmarcadas en los flujos de material y capital y sus modalidades de transacción. La definición en este marco de las oportunidades y limitaciones en cada uno de los eslabones que hacen parte de la cadena: proveedores de insumos, productores de carne, agroindustria, comercialización mayorista, comercialización minorista y consumidor final junto con las problemáticas particulares dadas por la relación de las instituciones que tiene alguna incidencia en la cadena se constituyeron como el insumo sobre el que se identificaron factores críticos en cada uno de los segmentos específicos referidos. Los factores críticos son considerados como variables o estructuras con impacto relevante sobre el desempeño de la cadena, derivados de problemas, eventos, cambios, conflictos, en los procesos productivos, en las transacciones o en el contexto organizacional o

institucional de una cadena pueden clasificarse en factores de tipo científico, tecnológico, políticos, ecológicos, sociales, económicos o culturales. Castro, AMG. de y S.M.V. Lima, S. (2007).

En el marco del estudio de la cadena de la tilapia se establecieron 20 factores críticos y se analizó su impacto en los factores de desempeño. Dos de los factores críticos identificados que se constituyeron en limitantes de gran impacto para la cadena fueron el precio y la calidad del alimento balanceado. Según el análisis de los costos de producción el alimento balanceado se constituye en el insumo que tiene mayor incidencia en los costos de producción; representa el 63,67% para el segmento de empresarios, 71,33% para los microempresarios y 78,67% para la unidad campesina¹⁸. Las diferencias en estos porcentajes está representada por las acciones que cada uno de estos segmentos establece con los comercializadores, los descuentos brindados por la adquisición según economías de escala es la principal razón que da cuenta de las diferencias entre los porcentajes. El alto costo en el alimento balanceado incide en la pérdida de competitividad de la cadena frente a otras que compiten con precios menores en mercados internacionales y en la disminución de la productividad vista a través de la reducción de la capacidad de los piscicultores en producir mayores cantidades del producto con los mismos recursos disponibles.

Las diferencias existentes en la calidad de las fórmulas de alimento balanceado de las casas comerciales, las materias primas que se utilizan para su conformación, la inadecuada manipulación del alimento y las deficientes condiciones que se han dispuesto para su conservación inciden también en la pérdida de eficiencia y calidad de los productos. En efecto se evidencian diferencias importantes en los factores de conversión y niveles de digestibilidad de los peces según los sistemas productivos en los que se desarrolla la actividad piscícola en el país¹⁹. Se han estimado

¹⁸ Según la metodología adoptada se deben caracterizar los actores, sus actividades y los procesos productivos que se desarrollan en la cadena. Un primer nivel de caracterización se establece mediante la conformación de un modelo general de la cadena, la representación en él de sus actores y sus relaciones para la producción o comercialización de un producto. El modelo está conformado por eslabones y segmentos. Los eslabones representan las actividades generales que se desarrollan en la cadena. Para el caso de la cadena colombiana de la tilapia los eslabones que la conforman son: proveedores de insumos, productores de carne, procesamiento agroindustrial, comercialización mayorista, comercialización minorista y consumidor final. En los segmentos se especifican procesos, actividades o se establecen agrupaciones de actores que dan cuenta de las actividades o procesos indicados en los eslabones. En el eslabón de productores de la cadena colombiana de la tilapia se establecieron las agrupaciones de empresarios, microempresarios y unidades campesinas. Las orientaciones que dieron lugar a su establecimiento pueden ampliarse en el informe general del estudio de prospectiva tecnológica.

¹⁹ Los factores de conversión representan la relación que se ha establecido para medir la cantidad de alimento balanceado que es suministrado al pez para la producción de un kilo de carne.

los siguientes factores de conversión en kilogramos según segmentos: Empresarios -EM: 1:1.6, Microempresarios -MC: 1:1.8, Unidad Campesina -UC: 1: 2.0. Estas problemáticas tienen impacto en la disminución de la productividad, eficiencia y calidad de los productos; aumento en el tiempo del ciclo productivo para lograr los pesos comerciales de los peces, disminución de la calidad del producto determinadas por la presencia en las fórmulas del alimento balanceado de sustancias y microorganismos patógenos en los peces y disminución de la productividad ocasionada por el aumento de vísceras en los peces y contaminación del agua por heces.

Frente a estas problemáticas diversas acciones se han emprendido por los actores de la cadena, las casas comerciales están ajustando permanentemente la composición de sus dietas para establecer una mejor relación frente a la rentabilidad y mayores factores de conversión; los piscicultores, principalmente los empresarios, formalizan alianzas con las casas comerciales para obtener mayores descuentos según niveles de compra y economías de escala, aquellos que exportan sus productos solicitan a las casas fabricantes la elaboración del alimento balanceado según composiciones de materias primas específicas que aseguren una mayor calidad del alimento y mayores niveles de digestibilidad, de esta manera pueden competir en mercados internacionales con las normas que se exigen para asegurar la sanidad e inocuidad de los productos. El Ministerio de Agricultura por su parte, se ha preocupado por establecer acciones orientadas a la eliminación de gravámenes arancelarios para la importación de materias primas que componen la base del alimento y que las casas fabricantes formularon como una de las razones de los altos precios. También está financiando proyectos de investigación en los que se estudie los niveles de digestibilidad de la tilapia y se busque la conformación de fórmulas según sus niveles de digestibilidad.

El estudio de vigilancia tecnológica establece como marco de interés la identificación de capacidades nacionales representadas en proyectos y publicaciones desarrolladas por grupos de investigación del país frente a las problemáticas relacionadas con la tilapia, en un segundo nivel, busca formular acciones para el mejoramiento competitivo de la cadena y el acercamiento que en este sentido y en la apropiación de los resultados de las investigaciones desarrolladas debería realizarse entre el sector productivo y el académico frente al tema específico de la nutrición. Se identifican dos modelos sobre los que se ha desarrollado la investigación en el país, el primero sostenido por las políticas de Colciencias orientadas al fomento de la investigación, a la constitución de una masa crítica de investigadores, a la conformación de grupos de investigación, a la creación de revistas especializadas y a la divulgación en ellas de los resultados de las investigaciones.

En el país se han establecido el sistema de jaulas flotantes y de estanques para el desarrollo de la actividad piscícola.

Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano

En este nivel se identificaron los proyectos y publicaciones desarrolladas por grupos de investigación e investigadores que han trabajado en problemáticas relacionadas con la tilapia en las bases GrupLAC y CvLAC para el período comprendido entre 1980 y 2006.

Un segundo modelo da cuenta de las políticas que ha buscado implementar el Ministerio de agricultura para financiar investigación contratada de acuerdo a las problemáticas del sector productivo. La conformación de agendas de investigación en las que se analizan los problemas que enfrentan las cadenas productivas en la actualidad y la necesidad de gestionar los recursos disponibles para solucionarlos ha conducido a la realización de convocatorias en las que se invita a participar a los grupos e investigadores del país en la formulación de proyectos en área temáticas y líneas estratégicas que se han establecidos prioritarias. El Ministerio facilitó la información general de los proyectos aprobados para los años 2006 y 2007. Esta información permitió en un primer momento identificar los proyectos que se han desarrollado para responder a las problemáticas de la cadena de la tilapia y en un segundo momento identificar los alcances de aquellos que trabajaron o vienen trabajando en el tema de la nutrición.

La necesidad de establecer referencias validadas sobre los alcances del estudio de prospectiva tecnológica, el análisis de las problemáticas de la cadena, de su impacto en la eficiencia, calidad y competitividad de sus productos, así como la formulación de acciones que deberían ser emprendidas para el mejoramiento competitivo de la cadena dio lugar a la conformación de paneles de expertos e investigadores que se convocaron a lo largo del estudio. Productores, comercializadores, secretarios técnicos (nacional y regionales), investigadores y representantes de las instituciones que tienen alguna incidencia en la cadena fueron convocados.

La comprensión de los impactos de los factores críticos identificados, el establecimiento de las relaciones entre ellos y la formulación de diversos tipos de proyectos que bajo la metodología adoptada se especificaron como demandas tecnológicas y no tecnológicas fueron los principios sobre los que se trabajó para integrar los resultados parciales de los estudios de prospectiva y vigilancia tecnológica²⁰. Se pasó de la identificación de países, instituciones y publicaciones líderes a nivel interna-

²⁰ Las demandas son entendidas como las necesidades de conocimiento y de tecnologías que ayudarían a reducir el impacto de las limitaciones identificadas en los componentes de la cadena y en los factores de gestión. En la agenda de investigación que se definió para la cadena de la tilapia se establecen categorías de demandas bajo la opción metodológica de (Castro et al., 2001) ; demandas tecnológicas y no tecnológicas. Las demandas tecnológicas establecen procesos de investigación específicos o la apropiación de los que ya han sido realizados. Las demandas no tecnológicas están ligadas a factores complementarios e infraestructuras de apoyo y se constituyen en materia prima sobre las que es posible formular planes estratégicos.

cional que correspondían con las demandas formuladas por los expertos, al análisis cualitativo de estudios específicos frente al tema nutrición y las relaciones que es posible establecer con otras temáticas de investigación.

El análisis cualitativo frente al tema nutrición estuvo orientado por el reconocimiento inicial en los estudios internacionales registrados en ASFA de aquellos que correspondían a las demandas tecnológicas explícitas formuladas por los expertos para solucionar los problemas derivados de los factores críticos calidad y precio del alimento balanceado. Las demandas establecieron la necesidad de trabajar en la conformación de dietas en las que se consideren las condiciones ecológicas de los sistemas productivos de cultivo, la identificación de materias primas sustitutas, el estudio de los niveles de digestibilidad de las materias que se están utilizando en la actualidad, el análisis de digestibilidad de posibles materias primas sustitutas y el estudio de los niveles de productividad natural del medio ambiente en el que se desarrolla el pez y su aprovechamiento para la reducción de costos.

Un segundo nivel de análisis estuvo orientado por el establecimiento de categorías derivadas del análisis cualitativo del subconjunto de estudios que hacen parte del tema nutrición. Gran parte de las categorías responden a las demandas tecnológicas referidas por los expertos y evidencian los trabajos experimentales y las diversas opciones que han tomado los países en la búsqueda de dietas más eficientes y que se ajustan mejor a los niveles de digestibilidad de los peces. Las relaciones entre temáticas evidenciaron también la complejidad del problema de la nutrición y su relación con problemas vinculados como el medio ambiente y la genética. En las categorías incidencias del alimento en cambios genéticos, condiciones ambientales-alimentación y transversal se identifican estudios y proyectos que muestran estas relaciones.

3.2 CONCLUSIONES

SOBRE LAS CAPACIDADES NACIONALES IDENTIFICADAS EN LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS SOBRE TILAPIA EN EL PERÍODO 1980-2006

La extracción de la información registrada en las bases GrupLAC y CvLAC de los grupos e investigadores que han trabajado en problemas relacionados con la tilapia en el período comprendido entre enero 1980 y septiembre de 2006 mostró que en el país se han desarrollado competencias referidas por la conformación de 95 grupos, 101 proyectos de investigación y un número importante de publicaciones que fueron divulgadas principalmente en revistas nacionales. Hay una correspondencia entre los grupos más prolíficos en relación a publicaciones y proyectos realizados con las instituciones que tienen programas técnicos, tecnológicos y universitarios en acuicultura. La clasificación derivada de los temas

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

de los productos y proyectos registrados por los grupos e investigadores del país mostró los temas generales en los que se ha trabajado y las problemáticas que han sido consideradas. Cinco categorías fueron establecidas: nutrición, genética, enfermedades, sostenibilidad ambiental y desarrollo de subproductos. Nutrición, enfermedades y genética son los temas en los que más se ha trabajado y donde se concentran el mayor número de proyectos y publicaciones. En la tabla 2 Grupos de investigación con producción bibliográfica en temas relacionados sobre Tilapia 1980-2006, se relacionan los grupos específicos de investigación que han trabajado y el número de publicaciones según las categorías referidas.

El análisis de las problemáticas actuales de la cadena, su impacto en el desempeño y las demandas tecnológicas y no tecnológicas que formularon los expertos para su solución orientó, en un segundo momento, el análisis de la información disponible de proyectos y publicaciones realizadas en tilapia. Se establecieron de esta manera las capacidades disponibles en los grupos y el nivel de trabajo en las demandas formuladas por los expertos. Esta información es referida para cada uno de los factores críticos que componen la agenda de investigación de la cadena y los proyectos de investigación, adaptación tecnológica y de gestión que podrían realizarse.

Con el objeto de analizar los niveles de difusión y apropiación de los resultados de los proyectos se realizaron entrevistas a piscicultores en los departamentos de Huila, Meta y Tolima. Las entrevistas mostraron que el nivel de conocimiento de los resultados de las investigaciones realizadas era casi nula y por consiguiente no hay en general apropiación de las investigaciones, los secretarios regionales de cadena mostraron su desconocimiento por los ámbitos en los cuales se realizaba la difusión y socialización de las investigaciones. La inexistencia de bases de información de las investigaciones realizadas es también muy evidente.

Pese a los esfuerzos emprendidos por el MADR para la financiación de proyectos de investigación en los que se articulen actores del sector académico y productivo. Las entrevistas a actores de estos sectores señalaron que aún no se establecen relaciones fuertes de cooperación. El trabajo conjunto está caracterizado por la temporalidad en la formulación y realización de los proyectos. Se evidencia también una desarticulación en el trabajo entre regiones, los proyectos muestran una fuerte tendencia regionalista y un número importante de los que concursan para la asignación de recursos presentan la búsqueda de problemas comunes.

Tabla 2. Grupos de investigación con producción bibliográfica en temas relacionados sobre Tilapia, 1980-2006.

Tema	Grupo	Publicaciones
Nutrición	Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos	21
	Fisiología de Peces	8
	UN - ACUICTIO	4
	Grupo del Centro de Investigación Piscícola de la U. De Córdoba (CINPIC)	3
	Nutrición Animal de UNCP	1
	Grupo de Estudios en Recursos Hidrobiológicos Continentales	1
	Grupo Reproducción	1
Subtotal		39
Sostenibilidad ambiental	Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias -GRICA-	3
	Grupo del Centro de Investigación Piscícola de la U. de Córdoba (CINPIC)	3
Subtotal		6
Enfermedades	Grupo de investigación en patobiología veterinaria	19
	Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos	3
	Grupo del Centro de Investigación Piscícola de la U. de Córdoba (CINPIC)	3
	Genética Molecular Animal	1
	Grupo de Recursos Genéticos en los Sistemas de Producción Animal	1
Subtotal		27
Genética	Grupo de Investigación en Ciencias Agrarias -GRICA-	3
	Recursos Zoogenéticos Palmira	1
	Fisiología de Peces	1
	INVEMAR - Bioprospección Marina	1
	Genética y Mejoramiento Animal	1
	GRITOX - Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos	1
	INVEMAR - Ecología Pesquera	1
	Instituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos	1
	INVEMAR - Grupo de Taxonomía, Sistemática y Ecología Marina	1
	Grupo del Centro de Investigación Piscícola de la U. de Córdoba (CINPIC)	1
	Biología Celular e Inmunogenética, CIB, U. de A., U.P.B	1
Subtotal		13
Subproductos	Creatividad y Sistemas Empresariales Agropecuarios	1
	Gestión de la empresa agropecuaria	1
Subtotal		2
Total		87

**SOBRE EL ANÁLISIS INTERNACIONAL DE LOS ESTUDIOS SOBRE NUTRICIÓN, SU
EVOLUCIÓN EN LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS Y LA CORRESPONDENCIA CON LAS
DEMANDAS TECNOLÓGICAS FORMULADAS PARA LOS FACTORES CRÍTICOS
CALIDAD Y PRECIO DEL ALIMENTO BALANCEADO**

Los resultados de la aplicación del método de palabras asociadas pueden considerarse como una representación estructurada de las redes científicas y su transformación en el tiempo. Se trata de resultados que pueden ser interpretados según cada generación y que deben, además, ser interpretados en conjunto para conocer la estructura del campo, los paradigmas locales que orientan la selección de los problemas de investigación y las formas de enfrentarlos.

La ubicación gráfica de los resultados de la aplicación del método representada por los valores numéricos de los coeficientes de densidad y centralidad²¹ y su posición en un esquema bajo la forma de plano dividido en cuatro cuadrantes da cuenta de los niveles de trabajo en un tema particular, la magnitud de los grupos e investigadores que estudian el problema y las interrelaciones entre ellos y entre sus propuestas teóricas y metodológicas para enfrentarlo. Un tema puede entonces clasificarse en: a) central y desarrollado; b) central y poco desarrollado; c) periférico y poco desarrollado y, d) periférico y desarrollado.

Considerando el impacto actual que representa para la cadena los problemas relacionados con la calidad y precio del alimento balanceado, las propuestas formuladas en términos de demandas tecnológicas de los expertos convocados para su solución y las posibilidades que brinda el método de palabras asociadas, se optó por orientar el estudio de vigilancia tecnológica sobre el problema de la nutrición. La construcción y análisis de los corpus para el período comprendido entre 1997 y 2006 mostró que el problema de la nutrición es también una de las problemáticas en las que más se ha trabajado a nivel internacional; durante todo el período emergieron *clusters* que trabajaron el problema.

En la tabla 3 se muestra la evolución de las temáticas que conforman el tema NUTRICIÓN, excepto en el año 2000, cuando se forma el tema FISH CULTURE. Para cada año se señalan las temáticas que hacen parte del tema en cada generación, se muestran las temáticas que persisten de una generación a otra, las que aparecen en una cierta generación y las que dejan de estar presentes. Los análisis de las relaciones entre temáticas y las relaciones del tema NUTRICIÓN con

²¹ El coeficiente de densidad representa la intensidad de asociación entre las palabras que conforman un tema en su interior.
El coeficiente de centralidad representa la intensidad de asociación entre las palabras que hacen parte de un tema con palabras que hacen parte de otros temas para un año determinados.

otros temas muestra que en 1997 y 1998 las investigaciones se orientaron principalmente al establecimiento de los requerimientos de energía del pez, la asimilación del alimento y conversión en musculatura. En 1999 las temáticas refieren estudios sobre el crecimiento y cuidado de las tilapias en cautiverio. Las relaciones externas del cluster con los *clusters* FEEDING BEHAVIOUR y DEVELOPMENT señalan la aparición de técnicas para la alimentación en cautiverio, desarrollo del animal, tasa de alimentación y tasa de crecimiento. Para 2001 son evidentes los trabajos específicamente en tilapia plateada. En 2002 y 2003 hay una densificación de los trabajos en composición del alimento y niveles de digestibilidad, así como estudios experimentales en la composición del alimento en las etapas de levante y engorde. En 2004 y 2005 se analizan los efectos del alimento en el comportamiento fisiológico y genéticos de los peces. En 2006 las relaciones externas del tema Nutrición con temas como GENETICS evidencia trabajos frente al comportamiento de los peces, factores de conversión de alimentos considerando sus características genéticas. En las tablas 6 a la 14 se especifican los países, instituciones y revistas en las que se han publicado las investigaciones para cada año.

Las demandas tecnológicas formuladas por los expertos para solucionar los problemas frente a la calidad y precio del alimento balanceado orientaron el análisis cualitativo del estudio de vigilancia. La búsqueda de investigaciones en cada una de las temáticas que conformaron el tema nutrición a lo largo del período 1996-2007 mostró la correspondencia existente entre los trabajos publicados y las demandas formuladas por los expertos especialmente en las temáticas FEEDING BEHAVIOUR, ENERGY BUDGET, FEEDIGN RATE y FEEDING EXPERIMENTS. En la tabla 5 se identifican las temáticas en las que se identificaron investigaciones que respondían a las demandas tecnológicas en cada período.

El análisis cualitativo y perfil semántico de las investigaciones que hacen parte de las temáticas que componen el tema nutrición permitieron establecer dimensiones complementarias del problema y las propuestas teóricas y metodológicas de otros investigadores en el ámbito internacional. La incidencia del alimento en cambios genéticos en el animal, en el ciclo de vida y en su comportamiento alimenticio bajo condiciones ambientales de contaminación son algunos de los problemas que aparecen vinculados. Este análisis cualitativo dio lugar al establecimiento de categorías conformadas según afinidades en problemas específicos. Se establecieron dos grupos de categorías; el primer grupo se enmarca bajo las demandas tecnológicas formuladas por los expertos convocados y el segundo grupo en otro tipo de problemas vinculados a la Nutrición en los que se ha investigado en el ámbito internacional. Se constituyó una base que contiene los registros de las investigaciones para el período 1997-2006 según las categorías específicas.

CATEGORÍAS DE ESTUDIOS INTERNACIONALES VINCULADOS CON LAS DEMANDAS TECNOLÓGICAS FORMULADAS POR LOS EXPERTOS DE LA CADENA COLOMBIANA DE TILAPIA:

Digestibilidad: Hay una gran cantidad de estudios vinculados a esta categoría. Comprende proyectos en los que se estudia el nivel de absorción y aprovechamiento de los nutrientes del alimento y los niveles de gasto de energía de los peces en diferentes procesos, especialmente en las etapas de su crecimiento y su relación con sus características fenotípicas. Estos niveles de aprovechamiento son analizados de acuerdo con la cantidad del alimento por raciones, el número de raciones y la frecuencia con que es suministrado.

Dosificación del Alimento: Esta categoría tiene vínculos estrechos con la categoría anterior, las investigaciones están relacionadas con estudios experimentales sobre tasas de alimentación y niveles de respuesta en los peces. Este tipo de estudios pueden considerarse como insumo para el establecimiento de estándares frente a la dosificación del alimento. Esta es una de las principales problemáticas de la cadena en general.

Materias Primas Sustitutas: Los proyectos de investigación se enfocan en la identificación, aprovechamiento y desarrollo de nuevas materias primas que garanticen los niveles de nutrientes necesarios para el desarrollo del organismo, pero que a la vez sean mucho más económicas que las que se implementan en la actualidad.

Experimentos en Alimentación: Estudios experimentales orientados a los niveles de respuesta en los peces y niveles de aprovechamiento según diversidad de dietas alimenticias constituidas con materias primas sustitutas. Así como el análisis de suplementos con el alimento balanceado.

Productividad Natural: Proyectos de investigación orientados a estudiar las interacciones ecológicas, ingestión, asimilación, utilización y efectos, del consumo de plancton por parte de las tilapias, especialmente en cuerpos de aguas, como lagos o embalses, con el objetivo de reducir los costos de producción. Se evalúan diferentes especies pertenecientes al fitoplancton, zooplancton y perifiton y el efecto que causan en el desarrollo de los individuos cultivados.

CATEGORÍAS DE ESTUDIOS INTERNACIONALES COMPLEMENTARIAS A LAS DEMANDAS TECNOLÓGICAS FORMULADAS PARA LA CADENA DE TILAPIA:

Incidencia del alimento en cambios genéticos (Comportamiento Alimenticio – Genética): Contiene proyectos que identifican cambios a nivel genético ocasionados por la alimentación de los peces. Está conformado por estudios de diferente

nivel; según el área de investigación podría clasificarse en reproductivo, de crecimiento y específicos. En reproductivos se encuentran todos aquellos que evidencian cambios en los procesos reproductivos como tasas de sexo, espermatogénesis, incubación, entre otros. De igual forma existen algunas investigaciones que hacen referencia al crecimiento de los organismos y otras a situaciones específicas, en este caso con procesos en la sangre.

Condiciones Ambientales – Alimentación: Investigaciones que evalúan las incidencias del medio ambiente sobre los procesos de alimentación y su repercusión en el crecimiento de los peces. Algunos de estos estudios se enfocan en condiciones de crecimiento en ambientes que presentan niveles de salinidad, fitoplancton y temperatura fuera de lo normal. El análisis de este tipo de estudios podría considerarse si se opta por el desarrollo piscícola en el país en ambientes salobres.

Otro grupo de proyectos se concentra en la evaluación del crecimiento, toma de alimento y aprovechamiento del mismo en ambientes contaminados especialmente por aceites o pesticidas.

Tipo de Cultivo - Alimentación:

Investigaciones que estudian los efectos en el aprovechamiento del alimento y niveles de crecimiento de los peces según tipo de cultivo y manejo de sus densidades. También en la relación entre la resistencia de los peces frente a la presencia de agentes patógenos.

A nivel nacional se han identificado falencias en el sistema empleado para la construcción de la infraestructura en la que se desarrollan los cultivos de tilapia.

Transversal: En esta variable se agruparon estudios que muestran relaciones con el problema de la nutrición. Proyectos vinculados con aspectos ecológicos relacionados especialmente con la calidad del agua, estudios sobre la relación entre crecimiento y la hormona *17 a metil testosterona* e investigaciones orientadas al desarrollo de nuevas líneas de tilapia con mejores rendimientos y mejoramiento de la calidad de la semilla.

4. ESTUDIO CIENCIOMÉTRICO

Con el fin de establecer relaciones entre agregados a través del tiempo se formaron archivos por periodos sucesivos. En la Tabla se muestran las características de los archivos constituidos para los diez años, el número de documentos y los años a los que corresponden, el número de descriptores efectivamente utilizados luego de la aplicación de los parámetros.

Tabla 3. Características de los archivos base

Año	Número de documentos	Número de descriptores con frecuencia mayor o igual a 4	Número de clusters
1997	290	148	{ ¹ C _j } j=1, 2,11
1998	297	150	{ ² C _j } j=1, ...,11
1999	320	161	{ ³ C _j } j=1,...,14
2000	338	195	{ ⁴ C _j } j=1,...,14
2001	329	166	{ ⁵ C _j } j=1,...,13
2002	367	200	{ ⁶ C _j } j=1,...,14
2003	373	233	{ ¹ C _j } j=1,...,17
2004	314	192	{ ¹ C _j } j=1,...,13
2005	343	210	{ ¹ C _j } j=1,...,17
2006	234	134	{ ¹ C _j } j=1,...,13

5. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

En esta parte se presentan los resultados de la aplicación del método a los diez archivos de base *corpus*. Para cada año se construyeron los diferentes agregados o *clusters*, que en adelante se llamarán temas, están formados por las temáticas que dentro del *corpus* correspondiente se encuentran más asociadas. Cada temática, que corresponde a un descriptor del tesauro de la base de ASFA, tiene un significado específico, lo que permite hacer la interpretación sobre las diferentes temáticas que hacen parte del tema correspondiente. El máximo número posible de las temáticas que hacen parte de un tema es de diez. Hay, sin embargo, asociaciones entre temas. Para obtener una representación de todos los temas identificados en cada año ha construido un plano a partir de los ejes de densidad y centralidad. La posición de cada tema en el plano está dada por su densidad, que es un indicador estructural de la fuerza de las asociaciones entre las temáticas de un tema, y su centralidad, que es un indicador estructural sobre la posición relativa que tiene el tema con todos los otros temas. Para obtener la representación de las temáticas presentes en un tema se ha construido el agregado o *cluster* correspondiente, en donde las líneas que unen dos temáticas significan asociaciones entre ellas. Por supuesto que el coeficiente de asociación entre temáticas varía. Es posible, aunque no se presenta aquí, tener los valores de los coeficientes de asociación entre las temáticas en el interior de un tema.

Para hacer una presentación de la forma que adaptan los resultados se ha tomado como eje el tema NUTRITION, que ha sido escogido por su relación con el factor crítico ALIMENTACIÓN, encontrado como uno de los problemas en el estudio de la cadena productiva y se muestra el tema en cada año; *Relaciones internas, tema*

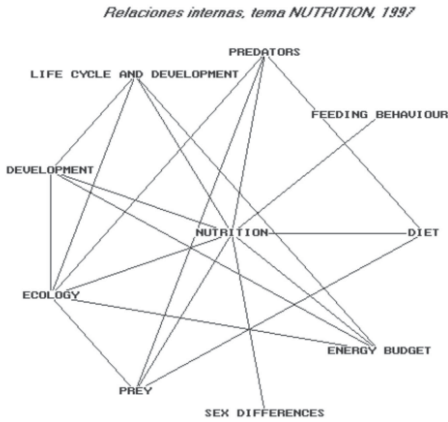
NUTRITION, y su posición en ese año con respecto a los otros temas, *Relaciones externas, tema NUTRITION*. En el año 2000, cuando no se constituyó un agregado alrededor de la temática *Nutrition*, se muestra el formado alrededor de la temática *Fish culture* con temáticas relacionadas con la primera como *Nutritional requirements*.

La inspección de los resultados mostraron que el problema de la alimentación es sólo una parte de la nutrición y que la investigación en esta temática está asociada a muchas otras temáticas: comportamiento en la alimentación, el ciclo de vida, la dieta, la diferencias de sexo, los predadores y la presa, para citar sólo las que forman el *cluster* *NUTRITION* de 1997. Es posible así conocer el comportamiento en cada generación -cada generación corresponde a un año- del tema, las temáticas que en ella le están asociadas. También es significativa la relación de asociación que tiene con otros temas, lo que se muestra en las gráficas con las relaciones externas. Así, por ejemplo, se asocia con el tema *FISH CULTURE, GENETICS, LAND ZONES* en 1998. De especial interés es su vínculo con *BIOCHEMISTRY, AÑOS 2001 y 2003*.

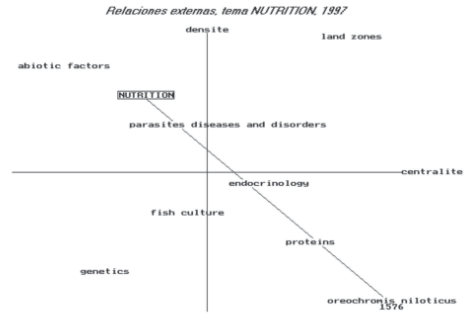
En la Tabla 4 se quiere mostrar la evolución en el tiempo señalando las temáticas que conforman el tema *NUTRITION* durante el periodo 1997-2006, excepto en el año 2000, cuando se forma el tema *FISH CULTURE*. Para cada año se señalan las temáticas que hacen parte del tema *NUTRITION* en cada generación, se muestran las temáticas que persisten de una generación a otra, las que aparecen en una cierta generación, las que dejan de estar presentes. El coeficiente de permanencia permite tener elementos para establecer su evolución. Los coeficientes de centralidad y densidad muestran la estructura del tema en cada una de las generaciones en que este se forma durante el periodo considerado.

En las tablas 6 a 14 se muestra la producción de los documentos que permitieron la constitución del tema a lo largo del período, las instituciones de los autores, el país, las revistas en donde se publicaron. Esta información es especialmente útil para la identificación de las publicaciones y sus autores en las que están asociadas temáticas de interés para los investigadores.

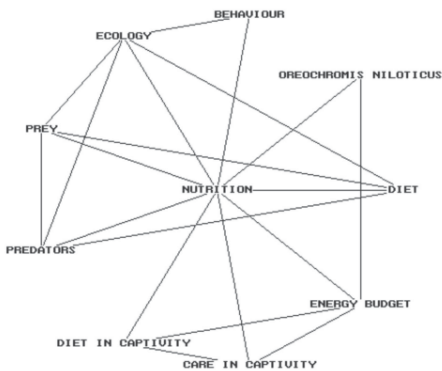
Gráfica 1. Relaciones internas tema Nutrición, 1997.



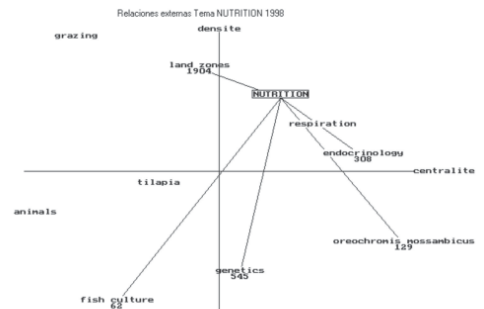
Gráfica 2. Relaciones externas del tema Nutrición, 1997.



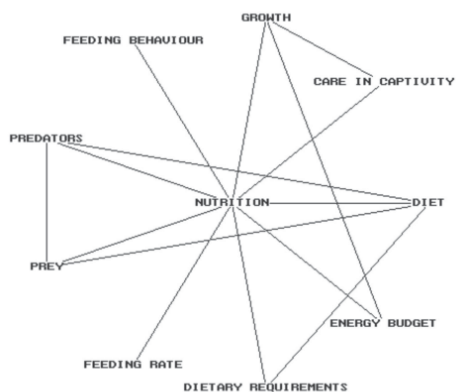
Gráfica 3. Relaciones internas tema Nutrición, 1998.



Gráfica 4. Relaciones externas del tema Nutrición, 1998.



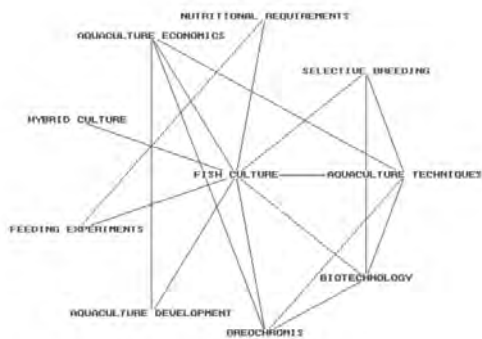
Gráfica 5. Relaciones internas del tema Nutrición, 1999.



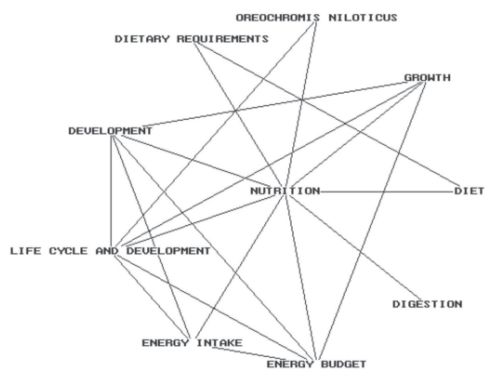
Gráfica 6. Relaciones externas del tema Nutrición, 1999.



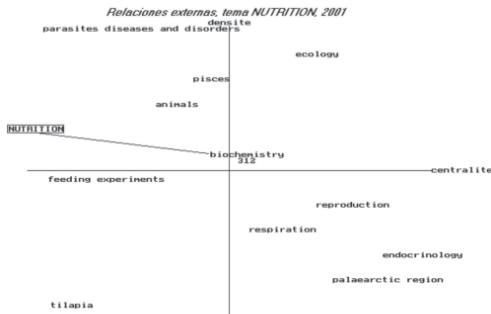
Gráfica 7. Relaciones del tema NUTRITIONAL REQUERIMENTS con FISH CULTURE, 2000.



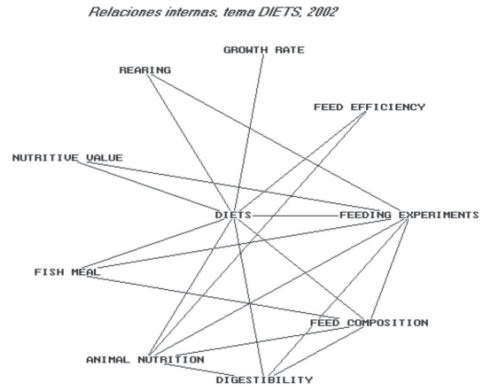
Gráfica 8. Relaciones internas del tema Nutrición, 2001.



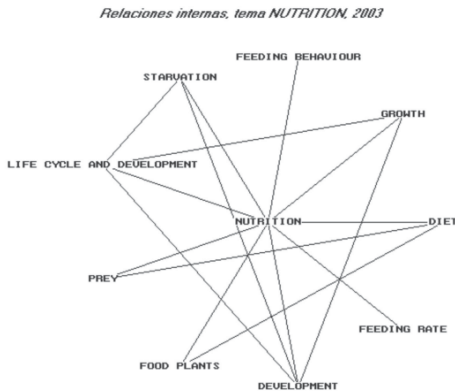
Gráfica 9. Relaciones externas del tema Nutrición, 2001.



Gráfica 10. Relaciones internas del tema Diets, 2002.



Gráfica 11. Relaciones internas del tema Nutrición, 2003.

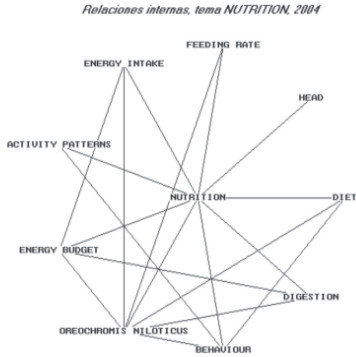


Gráfica 12. Relaciones externas del tema Nutrición, 2003.



Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación

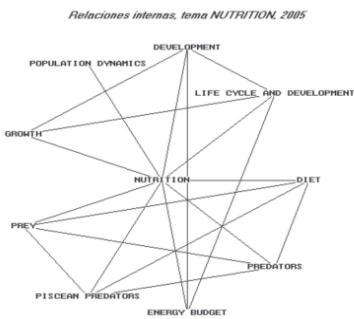
Gráfica 13. Relaciones internas del tema Nutrición, 2004.



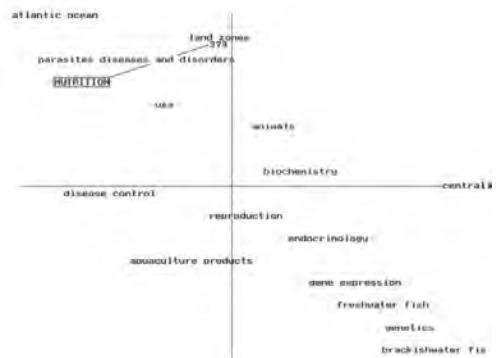
Gráfica 14. Relaciones externas del tema Nutrición, 2004.



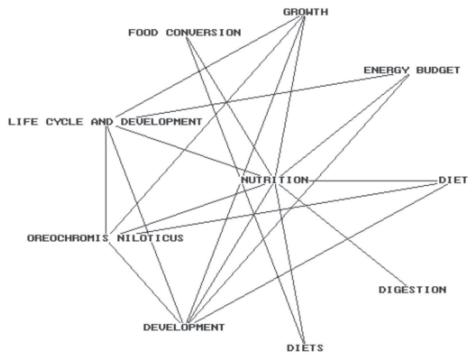
Gráfica 15. Relaciones internas del tema Nutrición, 2005.



Gráfica 16. Relaciones externas del tema Nutrición, 2005.



Gráfica 16. Relaciones internas del tema Nutrición, 2006.



Gráfica 17. Relaciones externas del tema Nutrición, 2006.



Tabla 4. Evolución del tema Nutrición

	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	Nutrition	Nutrition ^e	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition
	Diet	Diet	Diet	Diet	Whole animal physiology ion and water relations	Diet	Diet	Diet	Diet
	Predators	Predators	Predators	Digestion	Metabolic rate	Feeding rate	Digestion	Predators	Digestion
	Prey	Prey	Prey	Energy intake	Temperature relationships	Prey	Behaviour	Prey	Diets
	Energy budget	Energy Budget	Energy Budget	Energy budget	Oxygen consumption	Food plants	Energy Budget	Energy budget	Energy budget
	Ecology	Ecology	Feeding rate	Life cycle and development	Excretion	Life cycle and development	Activity Patterns	Life cycle and development	Life cycle and development
	Development	Care in captivity	Feeding behaviour	Development		Development	Energy intake	Development	Development
	Feeding behaviour	Behaviour	Growth	Growth		Growth	Head	Growth	Growth
	Sex differences	Diet in captivity	Dietary requirement	Dietary requirements		Feeding behaviour	Feeding rate	Population dynamics	Food conversion
	Life cycle and development	Oreochromis niloticus	Care in captivity	Oreochromis niloticus		Starvation	Oreochromis niloticus	Piscian predators	Oreochromis niloticus
Índice de permanencia		0,6	0,5	0,5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6
Generación [icj] ^σ	₁ C ₃	₂ C ₆	₃ C ₃	₅ C ₃	₆ C ₁₁	₇ C ₈	₈ C ₃	₉ C ₇	₁₀ C ₃
Densidad, centralidad ^β	(49,33)	(29,79)	(38,44)	(49,9)	(21,39)	(29,19)	(30,54)	(15,36)	(40,44)

Convenciones: “Se señalan las temáticas que se repiten en dos generaciones sucesivas en letra cursiva; ^β los valores de los coeficientes de densidad y de centralidad han sido multiplicados por 100; ^σ se ha definido el coeficiente de permanencia por la fórmula $F_{hk} = 2f_{hk} / (f_h + f_k)$ donde f_{hk} es el número de temáticas comunes en un tema general en dos generaciones sucesivas, f_h es el número de temáticas del tema general en la generación antecedente y f_k es el número de temáticas del tema general en la generación posterior; ^ε: la notación _iC_j se utiliza para señalar que el tema general se considera en la generación *i* y que corresponde, en esa generación, al tema *j*. Así, por ejemplo ₁C₃ corresponde al tema NUTRITION, durante la primera generación y allí es el tema número tres.

Tabla 5. Temáticas que integran investigaciones que corresponden con las demandas tecnológicas formuladas para los factores críticos calidad y precio del alimento balanceado

	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	Nutrition	Nutrition ^o	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition	Nutrition
	Diet	Diet	Diet	Diet	Whole animal physiology: ion and water relations	Diet	Diet	Diet	Diet
	Predators	Predators	Predators	Digestion	Metabolic rate	Feeding rate	Digestion	Predators	Digestion
	Prey	Prey	Prey	Energy intake	Temperature relationships	Prey	Behaviour	Prey	Diets
	Energy budget	Energy Budget	Energy Budget	Energy budget	Oxygen consumption	Food plants	Energy Budget	Energy budget	Energy budget
	Ecology	Ecology	Feeding rate	Life cycle and development	Excretion	Life cycle and development	Activity Patterns	Life cycle and development	Life cycle and development
	Development	Care in captivity	Feeding behaviour	Development		Development	Energy intake	Development	Development
	Feeding behaviour	Behaviour	Growth	Growth		Growth	Head	Growth	Growth
	Sex differences	Diet in captivity	Dietary requirement	Dietary requirements		Feeding behaviour	Feeding rate	Population dynamics	Food conversion
	Life cycle and development	Oreochromis niloticus	Care in captivity	Oreochromis niloticus		Starvation	Oreochromis niloticus	Pisccean predators	Oreochromis niloticus
Índice de permanencia		0,6	0,5	0,5	0,1	0,1	0,2	0,3	0,6
Generación [t _g] ^o	₁ C ₃	₂ C ₆	₃ C ₃	₅ C ₃	₆ C ₁₁	₇ C ₈	₈ C ₃	₉ C ₇	₁₀ C ₃
Densidad, centralidad ^β	(49,33)	(29,79)	(38,44)	(49,9)	(21,39)	(29,19)	(30,54)	(15,36)	(40,44)

Convenciones: ^o Se señalan las temáticas que se repiten en dos generaciones sucesivas en letra cursiva; ^β los valores de los coeficientes de densidad y de centralidad han sido multiplicados por 100; ^γ se ha definido el coeficiente de permanencia por la fórmula $F_{hk} = 2f_{hk} / (f_h + f_k)$ donde f_{hk} es el número de temáticas comunes en un tema general en dos generaciones sucesivas, f_h es el número de temáticas del tema general en la generación antecedente y f_k es el número de temáticas del tema general en la generación posterior; ^o: la notación _iC_j se utiliza para señalar que el tema general se considera en la generación *i* y que corresponde, en esa generación, al tema *j*. Así, por ejemplo ₁C₃ corresponde al tema NUTRITION, durante la primera generación y allí es el tema número tres.

Tabla 6. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_3

País	Instituciones	Auto-res	Doc.	Publicaciones
Australia	Deakin University - School of Aquatic Science and Natural Resources Management	6	1	Aquaculture
Bangladesh	Bangladesh Agricultural University - Department of Fisheries Biology and Genetics	2	1	Journal of aquaculture in the tropics
Belgica	Laboratory of Fish Demography and Aquaculture - University of Liege	4	1	Aquatic Living Resources
Brasil	UNESP - Aluno do CPG em Zootecnia	5	1	Pesquisa Agropecuaria Brasileira
	Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Instituto de Biociencias - Departamento de Morfología	4	1	Mammalia
Bulgaria	Stara Zagora – Thracian University	2	1	Zhivotnov dmi Nauki
Cameroon	IRAD/IRZV Fish Culture Research Station	6	1	Aquaculture
China	Chinese Academy of Fishery Sciences - Heilongjiang River Fishery Research Institute	2	1	Journal of fishery sciences of China/ Zhongguo Shuichan Kexue
	Dalian Fisheries College - Department of Aquaculture	6	1	Journal of fisheries of China/Shuichan Xuebao. Shanghai
	National University of Singapore - School of Biological Sciences	4	1	Aquaculture
	The Chinese Academy of Sciences - Institute of Hydrobiology	12	2	Asian Fisheries Science
				Aquaculture
	The Chinese University of Hong Kong - Department of Biology	8	1	Journal of Applied Ichthyology
Colombia	Universidad Nacional de Colombia - Facultad de Ciencias - Departamento de Biología	2	2	Dalia
Cuba	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología - Mammalian Cell Genetics Division	24	1	Molecular Marine Biology and Biotechnology
Egypt	Ain Shams University - Faculty of Agriculture - Department of Plant Protection	1	2	Journal of oceanography of Huanghai and Bohai Seas/Huangpo Hai Haiyang. Qingdao
	Alexandria University - Faculty of Agriculture (Saba Basha) - Department of Animal and Fish Production	4	1	Fischwirt
	Mansoura University - Damietta - Faculty of Science - Zoology Department	1	1	Cahiers Options Mediterranennes
	National Institute of Oceanography and Fisheries	6	1	Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh
				Bulletin of the National Institute of Oceanography and Fisheries

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Pais	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Francia	Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)/Laboratoire de Physiologie des Poissons	7	1	Physiology & Behavior
Germany	Abteilung Osteopathologie /Zentrum Biomechanik - Universitaet Hamburg	4	1	Journal of Applied Ichthyology
India	Loyola College - Department of Zoology	2	1	Journal of Entomological Research (New Delhi)
	University of Kalyani - Department of Zoology	2	1	Philippine Journal of Science
Israel	Tel-Aviv University - Department of Zoology	5	1	Fish Physiology and Biochemistry
Japan	Kyoto University - Faculty of Agriculture - Department of Fisheries	5	1	General and Comparative Endocrinology
	The Nippon Dental University - Department of Anatomy	1	1	Journal of Anatomy
	University of the Ryukyus - Tropical Biosphere Research Center - Sesoko Station	4	1	Fish & Shellfish Immunology
	University of Tokyo - Ocean Research Institute	4	1	Cell & Tissue Research
Malasya	The University of Adelaide - Department of Zoology; Universiti Pertanian Malaysia - Faculty of Fisheries and Marine Science	2	1	Aquaculture
Netherlands	Wageningen Agricultural University - Wageningen Institute of Animal Sciences - Department of Fish Culture and Fisheries	6	1	Aquaculture Research
Norway	High Technology Center - University of Bergen - Department of Fisheries and Marine Biology	3	1	Aquaculture Research
Taiwan	National Taiwan Ocean University - Department of Marine Food Science	1	1	Aquaculture
		2	1	Fisheries Science (Tokyo)
	Tunghai University - Department of Biology	6	1	Fish Physiology and Biochemistry
USA	University of Florida - Department of Fisheries and Aquatic Sciences	6	1	Ecology
	University of Hawaii - Hawaii Institute of Marine Biology	9	1	Fish Physiology and Biochemistry
		20	1	Proceedings of the National Academy of Sciences
Zimbabwe	De Beers Research Laboratory	6	1	Journal of Applied Ecology

Tabla 7. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_6

País	Instituciones	Auto-res	Doc.	Publicaciones
Australia	University of Western Australia - Department of Zoology	6	1	Anatomical Record. Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology
Bangladesh	Bangladesh Fisheries Research Institute - Freshwater Station	6	1	Aquaculture International
Belgica	Catholic University of Leuven - Laboratory of Comparative Endocrinology	5	1	Fish Physiology and Biochemistry
	Laboratoire d'Ichthyologie - Musee Royal de l'Afrique Centrale; Laboratoire Ichtyol. - Musee Royal de l'Afrique Centrale	8	1	Belgian Journal of Zoology
	Zoological Institute - Laboratory of Comparative Endocrinology	12	1	Fish Physiology and Biochemistry
Brasil	EMVZ/UNESP	4	1	Revista Brasileira de Zootecnia
	UFRCG - Instituto de Biociencias - Departamento de Fisiologia	3	1	Comparative Biochemistry and Physiology
	UNESP - IBILCE - Departamento de Zoologia - Laboratory of Fish Behavior	4	1	Boletim Tecnico do CEPTA
	Universidade de Sao Paulo - FFCLRP - Departamento de Biologia	3	1	Revista Brasileira de Biologia
Canada	Dalhousie University - Departments of Biology and Pathology	6	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology
	McMaster University - Department of Biology	6	1	Comparative Biochemistry and Physiology
	University of Guelph - Ontario Veterinary College - Fish Pathology Laboratory	8	1	Journal of Fish Diseases
China	Ministry of Agriculture - Key Laboratory of Ecology and Physiology in Aquaculture	6	1	Acta Zool. Sin./Dongwu Xuebao
Egypt	Assiut Univ. - Fac. of Vet. Med. - Dept. of Animal Hygiene	1	1	Assiut Veterinary Medical Journal
	'Egypt - Cairo - Apt. 23 - Siquir-Korish - 12 Maadi El-Gededa	2	1	Aquaculture Research
	National Institute of Oceanography and Fisheries	6	1	Bulletin of the National Institute of Oceanography and Fisheries
Ethiopia	Department of Biology - Bahir Dar Teachers College	8	1	Ecology of Freshwater Fish
Francia	Orstom Gamet	6	1	Environmental Biology of Fishes
Germany	Hohenheim University - Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics (480) - Department of Animal Nutrition and Aquaculture	6	1	Journal of Applied Ichthyology
	Zentrum Biomechanik/ Abteilung Osteopathologie - Universitaet Hamburg	6	1	Canadian Journal of Zoology

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Pais	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Ghana	University of Ghana - Zoology Department	12	1	Ibis
India	The New College - P.G. & Research Department of Zoology	3	1	Geobios (Jodhpur)
	University of Gorakhpur - Department of Zoology	2	1	General and Comparative Endocrinology
	University of Kalyani - Department of Zoology - Aquaculture and Applied Limnology Research Unit	4	1	Journal of Fish Biology
Israel	Kiryat Shmona - Galilee Technological Center	8	1	Hydrobiologia
Japan	Faculty of Fisheries - Kagoshima University - The United Graduated School of Agricultural Science	6	2	Journal of the World Aquaculture Society
	Nippon Medical School - Department of Physiology	6	1	General and Comparative Endocrinology
Kenya	Sangoro Riverine Research Centre - Kenya Marine Fisheries Research Institute	3	1	African Journal of Tropical Hydrobiology and Fisheries
Norway	Institute of Aquaculture Research (AKVAFORSK)	22	1	Aquaculture
Taiwan	National Taiwan Ocean University - Department of Marine Food Science	4	1	Aquaculture
	University Road - National Chiayi Institute of Technology - Department of Aquaculture	6	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology
Thailand	Asian Institute of Technology - Resources and Development - School of Environment - Agricultural and Aquatic Systems Program	1	1	Aquacult. Eng
United Kingdom	University of Glasgow - I.B.L.S. - Division of Environmental & Evolutionary Biology - Fish Biology Group	6	1	Animal Behaviour
	University of Stirling - Institute of Aquaculture	9	1	Bulletin of the European Association of Fish Pathologists. Weymouth
USA	Tennessee Technological University - Department of Biology	4	1	Progressive Fish-Culturist
	Texas Christian University - Department of Biology	4	1	Canadian journal of fisheries and aquatic sciences / journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques. Ottawa
	University of Kansas - Department of Systematics and Ecology	3	1	Environmental Biology of Fishes
	University of New Hampshire - Department of Zoology	10	1	Genetics
	Virginia Polytechnic Institute and State University - Maryland Regional College of Veterinary Medicine - Department of Biomedical Sciences and Pathobiology	12	1	Aquatic Toxicology

Tabla 8. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_3

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Arabia Saudita	King Faisal University - College of Agricultural and Food Sciences - Department of Aquatic Resources Department	2	1	Aquaculture Research
	Natural Resources and Environment Research Institute – Food Resources Division	1	1	Aquaculture Research
Bélgica	Laboratory of Fish Demography and Aquaculture – University of Liege	1	1	Journal of Fish Biology
Brasil	UFV - Dep. de Biologia Animal	4	1	Pesquisa Agropecuaria Brasileira
Canada	University of Guelph - Department of Zoology	3	1	Physiological and Biochemical Zoology
China	Ocean University of Qingdao	4	1	Journal of Huazhong Agricultural University
Czech Republic	Laboratory Pohorelice Videnska 717 - University of South Bohemia - Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology Vodnany	3	1	Ribarstvo, Zagreb
Egypt	Cairo University - Faculty of Agriculture - Animal Production Department	4	1	Bulletin of Faculty of Agriculture Cairo University 50(4) - ISSN: 0526-8613
España	Cairo University - Faculty of Veterinary Medicine - Department Parasitol Univ. Almeria - Escuela Politecnica Superior - Departamento Biologia Aplicada	1	1	Assiut Veterinary Medical Journal
	Station d'» Hydrobiologie INRA - Unite mixte INRA-IFREMER de Nutrition des Poissons	8	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology
Francia	Federal University of Technology - Department of Fisheries and Wildlife	1	1	Cybitium. Paris
Nigeria	University of Jos - Department of Zoology - Fisheries Research Unit	3	1	Aquaculture Research
	Federal University of Technology - Department of Fisheries Technology; The University of Reading - School of Animal & Microbial Sciences	4	1	Acta Hydrobiologica
Taiwan	National Taiwan Ocean University - Department of Food Science	6	1	Ecotoxicology and Environmental Safety
	National Taiwan Ocean University - Department of Marine Food Science	4	1	Aquaculture
	Cukurova University - Faculty of Fishery Sciences	4	1	Fisheries Science (Tokyo)
Turkey	Faculty of Fisheries - University of Cukurova	4	1	North American Journal of Aquaculture
		10	1	Aquaculture
		1	1	Turkish Journal of Zoology

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
United Kingdom	University Field Station - Fish Biology Group; University of Aberdeen - Department of Zoology	6	1	Journal of Fish Biology
	University of Glasgow - Institute of Biomedical and Life Sciences - Graham Kerr Building - Division of Environmental and Evolutionary Biology	6	1	Animal Behaviour
USA	Agricultural Research Service - U.S. Department of Agriculture - National Center for Agricultural Utilization Research - Biopolymer Research Unit	8	1	North American Journal of Aquaculture

Tabla 9. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C₃

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Arabia Saudita	Fish Farming Center	1	1	Assiut Veterinary Medical Journal
Belgica	Zoological Institute - Laboratory of Comparative Endocrinology	18	1	General and Comparative Endocrinology
Brasil	CESUMAR - Centro de Ensino Superior de Maringa	7	1	Acta scientiarum
	Embrapa Clima Temperado	4	1	Brazilian Journal of Biology
	UNESP - Departamento de Fisiologia IB - Laboratorio de Fisiologia Animal e Comportamento	4	1	Brazilian Journal of Medical and Biological Research
	UNESP - University Estadual Paulista - Department of Chemistry and Biochemistry	8	1	Environmental Pollution
	Universidade Estadual de Maringa - Departamento de Zootecnia	5	1	Acta scientiarum
Burkina Faso	Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Medicina Veterinaria e Zootecnia - Departamento de Nutrição Animal	6	1	Revista Brasileira de Zootecnia
	Onagadougou - Onchocerciais Control Programme in West Africa	5	1	Chemosphere
Canada	BioNutriAg	2	1	Animal Research
	Osoyoos Crescent	6	1	Journal of Experimental Zoology

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

Pais	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones	
China	College of Fisheries	1	1	Oceanologia et limnologia sinica/Haiyang Yu Huzhao. Qingdao	
	Minister of Agriculture of China - Laboratory of Ecology and Physiology of Aquaculture - Shanghai Fisheries University - College of Fisheries	1	1	Oceanologia et limnologia sinica/Haiyang Yu Huzhao. Qingdao	
	National Chung-Hsing University - Department of Food Science	2	1	Journal of Food Protection	
	Ocean University of Qingdao	6	1	Yingyong Shengtai Xuebao	
	Pearl River Fishery Research Institute	5	1	Journal of Dalian Fisheries College/Dalian Shuichan Xueyuan Xuebao. Dalian.	
	Shanghai Fisheries University	8	1	Asian Fisheries Science	
			10	1	J. Shanghai Fish. Univ./Shanghai Shuichan Daxue Xuebao
	The Chinese Academy of Sciences - Institute of Hydrobiology - State Key Laboratory of Freshwater Ecology and Biotechnology	12	1	Journal of Fish Biology	
	Al-Kanater Fish Farm - Fish Rearing Lab. - National Institute of Oceanography and Fisheries	1	1	Egyptian Journal of Zoology	
	Al-Kanater Fish Farm - Fish Rearing Lab. - National Institute of Oceanography and Fisheries	2	1	Egyptian Journal of Zoology	
Egypt	Assiut University - Faculty of Agriculture - Department of Animal Production	2	1	Biological Invasions	
	Cairo University - Faculty of Science - Dept. of Zoology	4	1	Journal of Union of Arab Biologists Cairo A Zoology	
	Cairo University - Faculty of Veterinary Medicine - Department of Cytology and Histology	3	1	Veterinary Medical Journal Giza	
	Zagazig University - Faculty of Science - Zoology Department	1	1	Journal of Union of Arab Biologists Cairo A Zoology	
		10	1	Molecular Reproduction and Development	
		5	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology	
Francia	CIRAD-EMVT (Centre de Cooperation International en Recherche Agronomique pour le Developpement)	10	1	Molecular Reproduction and Development	
	Faculte de Sciences et Techniques de St Jerome - Institut de Recherche pour le Developpement c/o Institut Mediterranee de Recherche en Nutrition - IRD	5	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology	

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Pais	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
	INRA-SCRIBE - Campus de Beaulieu - Group in Physiology of Adaptation and Stress	8	1	General and Comparative Endocrinology
	Institut de Recherche pour le Developpement	4	1	Fishery Bulletin (Seattle)
	Rennes cedex France – INRA - SCRIBE campus de Beaulieu	2	1	Aquatic Living Resources
	SCRIBE - CIRAD-EMVT	10	1	Journal of Experimental Zoology
Germany	Universite d'Aix-Marseille - Institut Mediterranee de Recherche en Nutrition - Institut de Recherche pour le Developpement - IRD - Faculte de Sciences et Techniques de St Jerome	5	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology
	University of Hohenheim - Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics - Department of Animal Nutrition and Aquaculture	6	1	Comparative Biochemistry and Physiology Part C Pharmacology Toxicology & Endocrinology
Indonesia	Bogor Agricultural University - Zoology Laboratory Department of Biologi Fac. of Mathematics and Natural Sciences	1	1	Tropical Biodiversity
Israel	The Israel Institute of Technology - Department of Food Engineering and Biotechnology; Agricultural Research Organization - Institute of Animal Science	14	1	Animal Genetics
Italy	Centre of Environmental Studies «Demetra»	2	1	Contributions to Zoology
Japan	Kagoshima University - Faculty of Fisheries - Laboratory of Aquatic Animal Nutrition	10	1	Asian Fisheries Science
	Kagoshima University - Faculty of Fisheries - Laboratory of Fishing Technology	12	1	Aquaculture Research
	Miyazaki University - Faculty of Agriculture	4	1	Fish & Shellfish Immunology
	Nihon University - College of Bioresource Sciences - Department of Veterinary Medicine	4	1	Developmental & Comparative Immunology
Kenya	The University of Tokyo - Ocean Research Institute - Otsuchi Marine Research Center	2	1	Zoological Science
	Tokyo University of Agriculture - Junior College - Department of Brewing and Fermentation	2	1	Nippon Suisan Gakkaishi. Tokyo
	University of Tokyo - Ocean Research Institute	12	1	Journal of Experimental Biology
	University of Jos - Department of Zoology - Fisheries Research Unit	3	1	Journal of Aquatic Sciences

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Kuwait	Kuwait Institute for Scientific Research - Mariculture and Fisheries Department	2	1	Asian Fisheries Science
Malasya	Universiti Sains Malaysia - School of Biological Sciences - Fish Nutrition Laboratory	8	1	Aquaculture Research
Mexico	Universidad Autonoma de Guadalajara - Laboratorio de Ciencias Marinas	3	1	Journal of the World Aquaculture Society
Nigeria	University of Jos - Department of Zoology - Fisheries Research Unit	3	1	Journal of aquatic sciences. Jos.
	University of Nigeria - Department of Zoology	3	1	Journal of Aquatic Sciences; Journal of aquatic sciences. Jos.
Oman	Sultan Qaboos University - College of Agriculture - Department of Marine Science and Fisheries	4	1	Aquaculture
Scotland	University of Stirling - Institute of Aquaculture	12	1	Fish Physiology and Biochemistry
Taiwan	National Taiwan Ocean University - Department of Food Science	2	1	Animal Science
			1	Fisheries Science (Tokyo)
Turkey	Cukurova Ueniversitesi - Su Ueruenleri Fakultesi	1	1	Su urunleri dergisi/ Journal of fisheries and aquatic sciences
	Cukurova Universitesi Su Urunleri Fakultesi	1	1	Su urunleri dergisi/ Journal of fisheries and aquatic sciences
United Kingdom	University of Southampton - School of Biological Sciences - Division of Cell Sciences	20	1	Journal of Fish Biology
	University of Stirling - Institute of Aquaculture	9	1	Developmental & Comparative Immunology
		12	1	Fish & Shellfish Immunology
USA	Department of Agriculture - Agricultural Research Service - Aquatic Animal Health Research Laboratory	8	1	Journal of Applied Aquaculture
	Johns Hopkins University School of Medicine - Pediatric Endocrinology	4	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology
	University of Arkansas at Pine Bluff - Aquaculture/Fisheries Center	1	1	Journal of Applied Aquaculture
	University of California - Department of Environmental Studies and Institute of Marine Sciences	2	1	Experimental Gerontology
	University of California - Group in Endocrinology and Cancer Research Laboratory - Department of Integrative Biology	4	1	General and Comparative Endocrinology

Pais	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
	University of Georgia - College of Veterinary Medicine - Department of Medical Microbiology and Parasitology	6	1	General and Comparative Endocrinology
	University of Hawaii - Department of Zoology and Hawaii Institute of Marine Biology	6	1	Developmental & Comparative Immunology
			1	Diseases of Aquatic Organisms
		18	1	Fish Physiology and Biochemistry

Tabla 10. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_{11}

Pais	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
China	Shenzhen - Shenzhen Polytechnic College - Department of Biological Applied Engineering	1	1	Yingyong Shengtai Xuebao
Japan	Tokyo - Minato – Tokyo University of Fisheries - Department of Aquatic Biosciences	2	1	World Aquaculture
Indonesia	Bogor Agricultural University - Zoology Laboratory Department of Biologi Fac. of Mathematics and Natural Sciences	2	1	Fisheries Science (Tokyo)
		3	2	Fisheries Science (Tokyo)
		1	1	Tropical Biodiversity
Egypt	Al-Menufiya University - Faculty of Science - Department of Zoology	1	1	Canadian Journal of Zoology
	Dept of Animal & Fish Production. Fac Of Agric Suez Canal University. Ismailia	3	1	Annals of Agricultural Science, Moshtohor
	Mansoura University - Damietta Faculty of Science - Zoology Department	4	1	Canadian Journal of Zoology
	Theodor Bilharz Research Institute - Department of Environmental Research and Medical Malacology	2	1	Journal of the Egyptian Society of Parasitology
USA	Clark Atlanta University - Research Center for Science and Technology	2	1	Bioresource Technology
	Cornell University - College of Veterinary Medicine - Department of Microbiology and Immunology – Aquatic Animal Health Program	6	1	Aquaculture
	Dept Biol Sci - Univ Rhode Isl	2	1	Journal of Experimental Zoology

País	Instituciones	Auto-res	Doc.	Publicaciones
	Harbor Branch Oceanographic Institution - Agricultural Research Service - United States Department of Agriculture	10	1	Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgheh
	Pennsylvania State University - School of Forest Resources	4	1	Animal Biology; Animal Biology
	University of Florida - Department of Fisheries and Aquatic Sciences	4	1	Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies
	University of Florida - Department of Zoology	5	1	African journal of ecology. Nairobi
	University of Maryland - Department of Biology and Center for Comparative and Evolutionary Biology of Hearing	6	1	Journal of Experimental Biology
	University of New Hampshire - Hubbard Center for Genome Studies	10	1	Aquaculture Research

Tabla 11. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_8

País	Instituciones	Auto-res	Doc.	Publicaciones
Belgica	Natuurpunt vzw - BirdLife Belgium	1	1	Aves (Liege)
	Tervuren and Katholieke Universiteit Leuven - Ichthyological Laboratory; Laboratory of Comparative Anatomy and Biodiversity	4	1	Hidrobiología
Brasil	UNESP - IB - Departamento de Fisiología	3	1	Brazilian Journal of Medical and Biological Research
	UNESP – Instituto de Biociencias - Departamento de Morfología	8	1	Tissue & Cell
Bulgaria	Agricultural Faculty - Tracian University	2	1	Zhivotnov»dmi Nauki
Canada	IWK Health Centre and Dalhousie University - Faculty of Medicine - Surgery and Biomedical Engineering - Departments of Pathology - Islet Transplant Laboratory	8	1	Journal of Fish Biology
	University of Victoria - Department of Biochemistry and Microbiology	3	1	Journal of Comparative Physiology, B.
China	Shanghai Fisheries University - Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecology	3	1	J. Shanghai Fish. Univ./Shanghai Shuichan Daxue Xuebao
	South China Agricultural University - School of Animal Science - Department of Aquaculture	4	1	Aquaculture

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Pais	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Egypt	Al-Menufiya University - Faculty of Science - Department of Zoology	1	1	Canadian Journal of Zoology
	Dept of Animal & Fish Production. Fac Of Agric Suez Canal University. Ismailia	3	1	Annals of Agricultural Science, Moshtohor
	Mansoura University - Damietta Faculty of Science - Zoology Department	4	1	Canadian Journal of Zoology
	Theodor Bilharz Research Institute - Department of Environmental Research and Medical Malacology	2	1	Journal of the Egyptian Society of Parasitology
Germany	University of Hohenheim - Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics - Department of Aquaculture Systems and Animal Nutrition	8	1	Journal of Fish Biology
India	Indian Statistical Institute - Embryology Research Unit	3	1	Ecological Modelling
Irbid	Yarmouk University – Faculty of Science - Department of Biological Sciences	3	1	Acta Zool. Sin./Dongwu Xuebao
Israel	The Hebrew University of Jerusalem - Food and Environmental Quality Sciences – Faculty of Agricultural - Department of Animal Sciences	3	1	Biotechnology progress
Japan	Department of Molecular Biomechanics - Graduate University for Advanced Studies	7	1	Fish Physiology and Biochemistry
	National Institute for Basic Biology - Laboratory of Reproductive Biology	6	1	Fish Physiology and Biochemistry
	Nippon Medical School - Molecular Neuroendocrinology Unit - Department of Physiology	4	1	General and Comparative Endocrinology
	Tokyo University of Marine Science and Technology - Faculty of Marine Science	2	1	Fisheries Science (Tokyo)
	University of the Ryukyus - Faculty of Science - Laboratory of Fisheries and Science & coral Reef Studies	2	1	Suisan Zoshoku
Netherlands	University of the Ryukyus - Faculty of Science - Laboratory of Fisheries Science & Coral Reef Studies	2	1	Suisan Zoshoku
	Wageningen University - Wageningen Institute of Animal Sciences - Fish Culture and Fisheries Group	5	1	Aquaculture Research
Nigeria	Delta State University - Department of Zoology	2	1	African Zoology
Sri Lanka	University of Kelaniya - Department of Zoology	6	1	Environmental Biology of Fishes
Sweden	Uppsala University - Department of Limnology	8	1	Aquatic ecology

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Taiwan	National Sun Yat-Sen University - Department of Marine Resources University Road - National Chiayi University - Department of Aquatic Biosciences	4	1	Journal of Neuroendocrinology
		3	1	Archives of Environmental Contamination and Toxicology
		4	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology
Tivon	University of Haifa at Oranim - Department of Biology	3	1	Aquaculture Research
Turkey	University of Cukurova - Biology Department	3	1	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology
United Kingdom	University of Oxford - Department of Zoology	6	1	African Journal of aquatic sciences
USA	College Station - Texas A and M University - Department of Wildlife and Fisheries Sciences	4	1	Journal of Fish Biology
	Clemson University - and Agricultural and Biological Engineering - Fisheries and Wildlife - Departments of Aquaculture	6	1	Aquaculture Research
	Clemson University - Fisheries and Wildlife - Department of Aquaculture	6	1	Aquaculture
	Johns Hopkins Univ. School of Medicine - Div. of Endocrinology - Dept. of Pediatrics	4	1	American Journal of Physiology
	Princess Anne - University of Maryland Eastern Shore – USGS-BRD Maryland Cooperative Fish and Wildlife Research Unit	8	1	Journal of Applied Aquaculture
	University of Hawaii - Hawaii Institute of Marine Biology	8	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology
	University of Hawaii - Hawaii Institute of Marine Biology - Department of Zoology	6	1	Comparative Biochemistry and Physiology B Biochemistry & Molecular Biology

Tabla 12. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_3

País	Instituciones	Auto-res	Doc.	Publicaciones
Australia	The Australian National University - Research School of Biological Sciences - Comparative Genomics Group; University of Stirling - Institute of Aquaculture	12	1	Marine Biotechnology (New York Springer)
Brasil	Departamento de Zootecnia - Universidade Estadual de Maringa	6	1	Aquaculture Research
	FMVZ- Universidade Estadual Paulista - Departamento de Nutricao Animal	5	1	Journal of Fish Diseases
	Ilha do Funddo - Federal University of Rio de Janeiro - Carlos Chagas Filho Biophysics Institute - Laboratory of Cyanobacterial Ecophysiology and Toxicology	6	1	Aquatic Toxicology
	MG - Belo Horizonte - 30130-100 - Av. Alfredo Balena 190 - Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Enfermagem	5	1	Memorias do Instituto Oswaldo Cruz
	Sao Paulo State University - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science - AquaNutri	8	1	Aquaculture
	Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Sao Paulo (SAA) - Instituto de Pesca - Agencia Paulista de Tecnologia dos Agronegocio (apta)	5	1	Boletim do Instituto de Pesca (Sao Paulo)
	UNESP - CAUNESP - Research Center on Animal Welfare - RECAW-IB - Laboratory of Animal Physiology and Behavior	4	1	Journal of Fish Biology
	UNESP - Instituto de Biociencias - Departamento de Anatomia	4	1	Journal of Submicroscopic Cytology and Pathology
Canada	UNESP - Instituto de Biociencias - Departamento de Fisiologia	6	1	Brazilian Journal of Medical and Biological Research
	UNESP - Universidade Estadual Paulista - Instituto de Biociencias - Departamento de Zoologia	4	1	Brazilian Journal of Biology
	Universidade Estadual Paulista - Centro de Aquicultura da Unesp - Caunesp	6	1	Aquaculture Research
	University of Waterloo - Department of Biology	8	1	African journal of aquatic sciences
China	Chinese Academy of Fishery Sciences - Freshwater Fisheries Research Center; Nanjing Agricultural University	6	1	Journal of fishery sciences of China/ Zhongguo Shuichan Kexue
	Chinese Academy of Fishery Sciences - Freshwater Fisheries Research Centre	3	1	Journal of fishery sciences of China/ Zhongguo Shuichan Kexue

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
	Chinese Academy of Sciences - Institute of Hydrobiology	4	1	Acta Hydrobiologica Sinica
	Fisheries College - Huazhong Agriculture University	4	1	Acta Hydrobiologica Sinica
	Shanghai Fisheries University - Laboratory of Genetic Resources and Ecology in Aquaculture	8	1	Chinese Journal of Oceanology and Limnology
	Shanghai Fisheries University - Ministry of Agriculture - Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecosystem	6	1	Aquaculture
	South China Agricultural University - Department of Aquaculture	4	1	Journal of fishery sciences of China/ Zhongguo Shuichan Kexue
Colombia	Universidad Nacional - Escuela de Ciencias Biológicas	2	1	Revista de biología tropical
Denmark	Danish Bilharziasis Laboratory	3	1	Journal of Molluscan Studies
Egypt	Alexandria University Egypt - Faculty of Science - Oceanography Department	6	1	Journal of aquaculture in the tropics
	Cairo University - Faculty of Agriculture - Department of Animal Production	8	1	Aquaculture Research
Ethiopia	Addis Ababa University - Faculty of Science - Department of Biology	2	1	Sinet (Addis Ababa)
Francia	Rennes - Campus de Beaulieu - INRA-SCRIBE	16	1	Journal of Fish Biology
Germany	Hohenheim University - Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics - Department of Animal Nutrition and Aquaculture	5	1	Aquaculture Nutrition
	University of Hohenheim - Department of Aquaculture Systems and Animal Nutrition in the Tropics and Subtropics	4	1	Isotopes in environmental and health studies
Israel	Hebrew University - Faculty of Agriculture	6	1	Aquaculture Research
Japan	Junior College of Tokyo University of Agriculture - Department of Brewing and Fermentation	2	1	Fisheries Science (Tokyo)
	Miyazaki University - Faculty of Agriculture	8	1	Fish & Shellfish Immunology
	Nippon Medical School - Department of Anatomy and Laboratory for Comparative Neuromorphology	16	1	Journal of Comparative Neurology
	Nippon Medical School - Department of Physiology	6	1	Endocrinology
	Tokyo University of Marine Science and Technology - Faculty of Marine Science	8	1	Journal of Fish Biology

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
	Tokyo University of Marine Science and Technology - Faculty of Marine Science - Laboratory of Fish Culture	6	1	Aquaculture
	University of the Ryukyus - Tropical Biosphere Research Center - Sesoko Station	8	1	Aquaculture
Kenya	Kenya Marine and Fisheries Research Institute (KMFRRI)	8	1	African journal of ecology. Nairobi
Leiden	University of Leiden - Institute of Biology Leiden	6	1	Hydrobiologia
Malaysia	Universiti Putra Malaysia - Faculty of Science and Environmental Studies - Department of Biochemistry and Microbiology	12	1	Biochemical Genetics
Mexico	Departamento de Recursos del Mar	12	1	Marine Environmental Research
	Departamento de Recursos del Mar - Centro de Investigacion y de Estudios Avanzados del I.P.N.	6	1	Marine Environmental Research
Philippines	University of Hohenheim - Department of Aquaculture Systems and Animal Nutrition in the Tropics and Subtropics	4	1	Naturwissenschaften
Portugal	CIIMAR-Centro Interdisciplinar de Investigacao Marinha e Ambiental	6	1	Aquaculture
Saudi Arabia	King Abdulaziz City for Science and Technology - Natural Resources and Environment Research Institute - Fish Culture Project	4	1	Aquaculture
Scotland	University of Stirling - Institute of Aquaculture	6	1	Aquaculture Research
Turkey	Abant Izzet Baysal University - Department of Biology	2	1	Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh
	Department of Plant Protection - Faculty of Agriculture - University of Ankara; Faculty of Agriculture - Department of Fisheries and Aquaculture - University of Ankara	4	1	Aquaculture Research
			1	Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh
United Kingdom	University of Stirling - Institute of Aquaculture	10	1	Aquaculture
USA	Clark Atlanta University - Research Center for Science and Technology	2	1	Bioresource Technology
	Cornell University - College of Veterinary Medicine - Department of Microbiology and Immunology - Aquatic Animal Health Program	6	1	Aquaculture
	Dept Biol Sci - Univ Rhode Isl	2	1	Journal of Experimental Zoology
	Harbor Branch Oceanographic Institution - Agricultural Research Service - United States Department of Agriculture	10	1	Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
	Pennsylvania State University - School of Forest Resources	4	1	Animal Biology; Animal Biology
	University of Florida - Department of Fisheries and Aquatic Sciences	4	1	Proceedings of the Annual Conference Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies
	University of Florida - Department of Zoology	5	1	African journal of ecology. Nairobi
	University of Maryland - Department of Biology and Center for Comparative and Evolutionary Biology of Hearing	6	1	Journal of Experimental Biology
	University of New Hampshire - Hubbard Center for Genome Studies	10	1	Aquaculture Research

Tabla 13. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_7

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Australia	Flinders University - School of Biological Sciences	4	1	Aquaculture
Brasil	UNESP - Institute of Biosciences - Department of Morphology	10	1	Journal of Fish Biology
	UNIOESTE - Universidade do Oeste do Estado do Parana - Curso de Engenharia de Pesca	2	2	Revista Brasileira de Zootecnia
	Universidade do Oeste do Estado do Parana - Curso de Engenharia de Pesca	4	1	Cybiyum. Paris
	Universidade Estadual do Oeste do Parana - Curso de Engenharia de Pesca	6	1	Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute
	Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Departamento de Botânica; Instituto de Ciências Biológicas	6	1	Freshwater Biology 50(8) - ISSN: 0046-5070
Canada	University of Waterloo - Department of Biology	15	1	Environmental Biology of Fishes
China	National University of Singapore - Department of Biological Sciences	3	1	Journal of Nutrition
	Ningbo University - Faculty of Life Science and Biotechnology	3	1	Journal of fisheries of China/Shuichan Xuebao. Shanghai
	Shanghai Fisheries University - Laboratory of Aquatic Ecology and Fish Nutrition	4	1	Journal of Applied Ichthyology

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

País	Instituciones	Auto-res	Doc.	Publicaciones
	Shanghai Fisheries University - Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecology	5	1	Journal of fishery sciences of China/ Zhongguo Shuichan Kexue
	Sun Yat-Sen University - School of Life Science - Guangdong Provincial Key Laboratory for Aquatic Economic Animals	14	1	Aquaculture Research
	Zhongshan University - Institute of Aquatic Animal	11	1	Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni
Egypt	Central Laboratory for Aquaculture Research - Fish Ecology Department	2	2	Aquaculture ; Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences
	National Institute of Oceanography and Fisheries	1	1	Acta Scientiarum Biological Sciences
		2	1	Diseases of Aquatic Organisms
Germany	University of Hohenheim (480b) - Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics - Department of Aquaculture Systems and Animal Nutrition	8	1	Comparative Biochemistry and Physiology. A
India	University of Hyderabad	14	1	Fish Physiology and Biochemistry
		18	1	Fish Physiology and Biochemistry
	Wildlife Institute of India	2	1	Journal of Zoology (London)
Israel	Kimron Veterinary Institute	5	1	Journal of Food Protection
Jamaica	National Taiwan Ocean University - Department of Aquaculture	2	1	Journal of the Fisheries Society of Taiwan
Japan	SNP Research Center - The Institute of Physical and Chemical Research	6	1	General and Comparative Endocrinology
	University of Tokyo - Graduate School of Agricultural and Life Sciences - Japan Department of Aquatic Bioscience	10	1	Journal of Experimental Biology
Kalubea	'Kalubea - Kafr Shouker - Tesfa'	3	1	Aquaculture Research
Kariba	University Lake Kariba Research Station	3	1	African journal of aquatic sciences
Malasya	Universiti Sains Malaysia - School of Biological Sciences - Fish Nutrition Laboratory	2	1	Journal of Applied Aquaculture
Mexico	Laboratorio de Limnologia	4	1	Revista de biología tropical
Netherlands	Nefisco Foundation	4	1	Aquaculture Research
Norway	University of Tromso - Norwegian College of Fishery Science'	10	1	Fish & Shellfish Immunology

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Philippines	Binangonan Freshwater Station - SEAFDEC Aquaculture Department	6	1	Aquaculture Research
		8	1	Aquaculture Research
USA	Biological Resources Division - U.S. Geological Survey	6	1	Western North American Naturalist
	University of Southern Mississippi - College of Marine Sciences - Gulf Coast Geospatial Center	2	1	Bulletin Southern California Academy of Sciences
	USGS National Wildlife Health Center; National Wildlife Health Center	8	1	Waterbirds 28 (Special Publication 1)

Tabla 14. Producción documental de instituciones según país del tema *Nutrition*, generación C_{10}

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Arabia Saudita	King Saud University – College of Science - Zoology Department	2	1	Invertebrate reproduction and development
Brasil	Curso de Medicina Veterinaria. Campus I - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinaria	8	1	Aquaculture
	UNESP	3	1	Revista Brasileira de Zootecnia
	UNESP - Instituto de Biociencias - Departamento de Fisiología	4	1	Journal of Ethology
	UNESP	4	1	Ciencia Rural
Canada	University of Saskatchewan - Department of Animal and Poultry Science	5	1	Aquaculture Nutrition
Chiayi	Univ Rd - Dept Aquat Biosci - Natl Chiayi Univ	4	1	Aquaculture
China	Coll Fisheries - Ocean Univ China	5	1	Hydrobiologia
	Coll Food Sci and Technol - Nanjing Agr Univ	3	1	Fish Physiology and Biochemistry
	Inst Oceanol - Chinese Acad Sci'	4	1	Marine Biotechnology (New York Springer)
	Nanjing Agricultural University - College of food Science and Technology	6	1	Acta Hydrobiologica Sinica
	Shanghai Fisheries University - S-F Li	6	1	Aquaculture Research
	the Chinese Academy of Sciences - Institute of Hydrobiology	6	1	Aquaculture
Egypt	Dept Fisheries – Moi Univ; Kenya Marine and Fisheries Research Institute (KMFRI)	12	1	African journal of ecology. Nairobi
	Fac Sci - King Khalid Univ; South Valley University - Faculty of Science (Sohag)	4	1	Ecotoxicology and Environmental Safety

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

País	Instituciones	Auto- res	Doc.	Publicaciones
Germany	Christian-Albrechts University - Leibniz-Institute of Marine Sciences	4	1	Aquaculture
	Institute of Animal Husbandry and Genetics	6	1	Aquaculture
	University of Hohenheim - Institute for Animal Production in the Tropics and Subtropics	4	1	Aquaculture
India	The University of Burdwan - Department of Zoology - Department of Environmental Science	3	1	Journal of Environmental Biology
Japan	Dept Marine Resources - Natl Sun Yat Sen Univ	2	1	General and Comparative Endocrinology
	Moi University - Department of Zoology	4	1	Aquaculture Nutrition
Kalubeia	Tokyo University of Fisheries; Tokyo University of Marine Science and Technology - Faculty of Marine Science	3	1	Aquaculture
	University of the Ryukyus - Tropical Biosphere Research Center	8	1	General and Comparative Endocrinology
	'Kalubeia - 23 El Madraso St Tesfa Kafer Shouker'	1	1	Aquaculture Research
Kenya	Moi University - Department of Biological Sciences	6	1	Aquaculture Research
	Moi University - Department of Biological Sciences - D M Liti	6	1	Aquaculture Research
Kuwait	Aquaculture Fisheries and Marine Environm Dept - Kuwait Inst Sci Res	2	1	Aquaculture Research
Malasya	Universiti Sains Malaysia - School of Biological Sciences	3	1	Aquaculture
Mersin	Univ Mersin - Department of Aquaculture - Faculty of Fisheries	10	1	Aquaculture
Netherlands	Aquaculture and Fisheries Group - Wageningen Institute of Animal Sciences	3	1	Aquaculture
	Wageningen University	8	1	Aquaculture
	Wageningen University - Wageningen Institute of Animal Sciences	12	1	Aquaculture
	Wageningen University - Wageningen Institute of Animal Sciences - Aquaculture and Fisheries Group - Dr M.C.J. Verdegem	4	1	Aquaculture Research
Philippines	Wageningen University - Wageningen Institute of Animal Sciences (WIAS)	6	1	Aquaculture
	Central Luzon State University - Freshwater Aquaculture Center and College of Fisheries	3	1	North American Journal of Aquaculture
	Southeast Asian Fisheries Development Center	4	1	Aquaculture

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

País	Instituciones	Auto-res	Doc.	Publicaciones
Portugal	Universidade de Tras-os-Montes e Alto Douro	8	1	Pesticide Biochemistry and Physiology
		10	1	Pesticide Biochemistry and Physiology
	UTAD-University of Tras-os-Montes and Alto Douro	10	1	Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology
Switzerland	University of Zurich – Institute of Anatomy	10	1	General and Comparative Endocrinology
Taiwan	University Road - Department of Aquatic Biosciences	4	1	Aquaculture
Tanzania	University of Dar es Salaam - Chemistry Department	4	1	Environmental Pollution
Turkey	Ankara University - Faculty of Veterinary Medicine - Department of Pathology	6	1	Environmental Toxicology
	University of Mustafa Kemal - Faculty of Fisheries and Aquaculture - Department of Aquaculture	1	1	Israeli Journal of Aquaculture/Bamidgeh
United Kingdom	University of Plymouth - School of Biological Sciences	4	1	Aquatic Toxicology
USA	ARS – USDA	5	1	Aquaculture Research
	Auburn University	2	1	Aquaculture
	Fisheries Res Stn Baden Wurttemberg	3	1	Fish Physiology and Biochemistry
	Florida Int Univ	12	1	Aquaculture
	Mansfield University - Fisheries Program	1	1	North American Journal of Aquaculture
	Normal - Illinois State University	10	1	General and Comparative Endocrinology
	Old Dominion University - Department of Biological Sciences	3	1	Harmful Algae
	The University of Southern Mississippi	6	1	Environmental Biology of Fishes
	United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service	5	1	Aquaculture
	Visva-Bharati University - Department of Zoology - Fisheries Laboratory - A. Kumar Ray	8	1	Aquaculture Research
Zurich	Walailak University - School of Agricultural Technology	4	1	Journal of the Fisheries Society of Taiwan
	Inst Anat - Univ Zurich	6	1	Cell & Tissue Research

6. BIBLIOGRAFÍA

- Castro, AMG. de y S.M.V. Lima. (2007). Asesoría en análisis prospectivo de cadenas productivas agropecuarias. Taller sobre factores críticos. Bogotá, 17 de julio.
- Charum, J y Usgame, D. (2005). Estructuración de la información bibliográfica en la base CAB de autores vinculados a instituciones colombianas, 1997 a 2002. *Acta biológica colombiana*, Vol. 10, No. 2. pp 17-40.
- Castro, A.M.G. de, R.V. Cobbe y W.R. Goedert. (1995). "Prospecção de Demandas Tecnológicas". *Manual Metodológico para o SNPA*. Brasilia, Brasil: Embrapa.

CADENA LÁCTEA COLOMBIANA

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

Universidad Externado de Colombia, Centro de Pensamiento Estratégico

Francisco José Mojica, Raúl Trujillo Cabezas,
Julián Mora, Fabián Olarte, Carlos Andrés Ramírez

Expertos consultados

Germán Serrano – Corpoica
Juan Fernando Vela – Universidad de la Salle
Carlos Novoa – Universidad Nacional de Colombia

1. INTRODUCCIÓN

Realizar un estudio de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva para la cadena láctea en Colombia en relación con el manejo de la leche y la nutrición animal, representa una oportunidad de suministrar información de calidad para el sistema de observación y análisis del entorno científico, tecnológico y comercial de la cadena; puesto que como es reconocido por los expertos y familiarizados con el sector, la cadena cuenta con una dinámica caracterizada por su variedad de productores, transformadores y comercializadores con múltiples productos y tecnologías afines. En este sentido, el abordaje del estudio de VTelC y la elección temática del manejo de la leche y la nutrición animal, resulta de una priorización desarrollada a partir de una etapa de diagnóstico previa, en la cual se identificaron factores críticos en áreas como la producción, la industrialización, la distribución y la comercialización. A partir de tales hallazgos, se evidenciaron aspectos recurrentes en cada una de las áreas mencionadas, tales como incremento en la productividad tonelada/cabeza ante la disminución de la población, nuevos tipos de productos lácteos que respondan a las necesidades de la salud humana, fortalecimiento de la cadena de frío a través de neveras de bajo costo, en particular con bajos niveles de consumo de energía y bajo costo de fabricación, alimentos e insumos más baratos, necesidad de tecnología de bajo costo para la higienización y/o pasteurización de la leche en procesos de acopio. Consecuencia de tales evidencias, el equipo investigador seleccionó dos temáticas, cada una de ellas tratada en el presente informe: el manejo de la leche y la nutrición animal.

Los objetivos previstos en el estudio de VTelC, permitirán que los actores del sector lácteo colombiano cuenten con información de calidad que les ayudará en nueve (9) aspectos claves:

- Identificación de actividad en ciencia y tecnología relativa al manejo de la leche y la nutrición animal, identificando las áreas primordiales (más recurrentes) de desarrollo en el entorno internacional.
- Identificación de actividad de producción de patentes en tecnologías relativas al manejo de la leche y la nutrición animal.
- Reconocimiento del perfil de I+D de las principales compañías del sector lácteo en el entorno internacional.
- Reconocimiento de las cadenas lácteas competidoras de interés clave para el sector en Colombia, conforme a los focos de atención designados por el Consejo Nacional Lácteo entorno a México, Argentina y Uruguay.
- Disponer de información relevante al mercado lácteo en Estados Unidos.
- Identificar cómo desde el punto de vista de desarrollo e innovación tecnológica pueden ser enfrentados los factores críticos identificados en la etapa de diagnóstico de la cadena láctea colombiana.
- Proveer información que facilite a los actores de la cadena láctea en Colombia, tener la oportunidad a partir de la información presentada en el presente informe de VTelC, crear “technology roadmaps” (trayectorias tecnológicas) para impulsar el sector lácteo colombiano a partir del conocimiento de los perfiles de I+D identificados en el entorno internacional.
- Contar con información valiosa relativa a la actividad científica y tecnológica, tanto de competencia como insumo a emplear en la etapa de estudio prospectivo de la cadena láctea colombiana.
- Contar con información valiosa para desarrollar iniciativas comerciales, soportada en información de referencia de competencia y mercados relativa a:
 - Catálogo de 636 empresas lácteas reconocidas en el entorno internacional, identificando nombre, nacionalidad, sitio web (si esta disponible) y logotipo.
 - Para las cadenas lácteas de Estados Unidos, México, Argentina y Uruguay, se presenta información del contexto relativo a su desempeño incluyendo información de precios, importación y exportación para cada uno de los renglones de productos.

Tema Principal: Manejo de la leche para mejorar la disponibilidad y cantidad de producción de leche, Nutrición animal para mejorar la calidad y cantidad de producción de leche.

Ámbito de Aplicación: Ciencias agrícolas y agropecuarias.

OBJETIVO GENERAL

Identificar cuáles son los desarrollos de la actividad científica y tecnológica alrededor del manejo de la leche y la nutrición animal en función a la producción lechera considerando una ventana de observación 2003-2007.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

El informe de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva para la agenda de investigación de Cadena Láctea en Colombia debe presentar resultados de acuerdo con los siguientes parámetros.

- Identificar los actores más relevantes en desarrollos tecnológicos en manejo de la leche y nutrición animal, con relación a:
 - Países líderes.
 - Investigadores destacados.
 - Instituciones y centros de investigación.
- Identificar los actores más relevantes en la arena comercial del sector láctea en el entorno internacional, con relación a:
 - Empresas.
 - Áreas de interés para registro de patentes.
 - Circuitos de intercambio.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este informe de VTelC sobre preguntas clave relativas a factores críticos de especial interés de cadena láctea en Colombia, se empleó como base metodológica, el protocolo de vigilancia tecnológica dispuesto por Colciencias, el cual contempla cuatro componentes:

1. Una definición temática.
2. Recolección de información, análisis y validación de la información.
3. Elaboración de conclusiones.
4. Difusión.

La metodología es desarrollada a través del diligenciamiento de una ficha de definición de necesidades de vigilancia tecnológica, la cual plantea la especificación del tema de vigilancia, los objetivos específicos, los términos clave para las búsquedas y las fuentes de consulta.

La investigación tomó como referente los resultados de la etapa previa de diagnóstico (análisis de desempeño de la cadena productiva), en particular con los elementos relativos a los factores críticos identificados para la cadena láctea en Colombia, desde cuya evaluación se establecieron apuestas iniciales de temáticas de interés para la investigación. A partir de los referentes mencionados se realiza una exploración utilizando bases de datos científicas como: Scopus, Web of Knowledge en el producto Web of Science, de aquí en adelante ISI WoS, y sobre la búsqueda y análisis de patentes. En el caso específico de patentes se empleó la base de datos internacional WIPO, con el fin de conocer los perfiles en la dinámica de invención para las empresas más destacadas en el escenario internacional.

El estudio ha sido complementado con la búsqueda de información no estructurada accesible en Internet, a través de motores de búsqueda. Particular interés se ha puesto en identificar trabajos realizados sobre el tema en otros países con objetivos similares al presente estudio. La información obtenida se clasificó de acuerdo a los objetivos planteados por el estudio. La información relevante obtenida de las bases de datos estructuradas fue incorporada a software especializados para ser indexada y procesada y generar distintas representaciones gráficas de tendencias de evolución, ranking de posición, correlaciones entre palabras clave y entidades, etc. A partir de estos datos elaborados, se estudia su significado e implicaciones y se extraen conclusiones que sirvan como elemento de juicio para decisiones estratégicas a futuro para los actores de la cadena láctea en Colombia²².

Siguiendo con las recomendaciones de COLCIENCIAS para la elaboración del presente informe, se complementó el estudio de VTelC con una referencia relativa a capacidades nacionales. Se integraron dos elementos de referencia con la ayuda de COLCIENCIAS: Los grupos de investigación, para lo cual se consultó principalmente la Plataforma ScienTI²³; para obtener los programas de formación se consultó la base de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior-SNIES; y para determinar los centros e institutos se consultó a través de diferentes documentos. Una relación detallada de los centros de investigación en el país, es presentado en el anexo M del informe de VTelC, donde en términos de capacidades nacionales se presenta una relación de los principales centros de investigación relacionados con el sector lácteo.

²² Apartes de la referencia metodológica suministrada por COLCIENCIAS para incorporar al presente informe de VTelC

²³ Red Internacional de Sistemas de Información en Ciencia y Tecnología

Es importante señalar algunos obstáculos presentados para el desarrollo del informe. Se destacan diferencias entre los motores de búsqueda de información científica, toda vez que Scopus e ISI WoS consultan fuentes y revistas distintas y los períodos de tiempo son limitados, especialmente en la base de datos de ISI WoS, debido a que la ventana de tiempo de consulta va desde el 2000 hasta el 2007, mientras que en Scopus es más extendida (1960-2007).

2. RESUMEN EJECUTIVO Y CONCLUSIONES RELEVANTES

Se presenta a continuación, tanto el resumen ejecutivo como las conclusiones más relevantes, producto de los hallazgos logrados.

Descriptor: Manejo de la leche, calidad de la leche, nutrición animal, higienización, agricultura de precisión y sector pecuario.

2.1. RESUMEN EJECUTIVO

El sector lácteo colombiano enfrenta grandes retos en distintos aspectos al recorrer cada uno de sus eslabones y segmentos, que pueden ser compilados en una serie de factores.

Enfrentar todos los factores críticos en cada uno de sus eslabones, requiere realizar una priorización en tanto las necesidades, conveniencias e impactos potenciales que un estudio de VTelC puede aportar; más aún al significado que trae este tipo de estudio al constituirse en una oportunidad de contar con una ventana de observación sobre la actividad científica tecnológica y comercial internacional en temas de especial interés para los actores de la cadena láctea en Colombia.

El presente estudio, en atención a lo expuesto, dirige las pesquisas e indagaciones a la actividad científica tecnológica en el manejo de la leche con la intención de encontrar temáticas en la actividad científica y tecnológica que puedan ser empleadas por los actores de la cadena para buscar alternativas para solucionar o mitigar los factores críticos en la producción, en la industrialización y la distribución²⁴.

Complementando la pesquisa de la actividad científica tecnológica, se incluye en lo relativo a la inteligencia competitiva, una revisión particular de cadenas lácteas (por recomendación del CNL –Consejo Nacional Lácteo) tales como la de Estados Unidos, México, Argentina y Uruguay; para proveer soporte en la actividad comercial se incluye revisión de circuitos de flujo de información comercial, en tanto se

²⁴ Un segundo informe de VTelC fue elaborado, tomando como aspecto central la nutrición animal en función de la producción de leche.

presenta un capítulo específico sobre las principales empresas lácteas en el entorno internacional, como de otros aspectos como organizaciones promotoras y eventos más sobresalientes y recientes.

Los actores de cadena láctea en Colombia, contarán con información relevante para apoyar una agenda de ciencia y tecnología, identificar oportunidades de mercado frente a las cadenas de referencia y dispondrán de información muy útil en la gestión comercial.

2.2. CONCLUSIONES RELEVANTES

Realizada una socialización de los resultados del estudio de VTIC en un taller de expertos designados se presentan las siguientes conclusiones:

2.2.1. Manejo de la leche

El reconocimiento de la actividad de investigación internacional representa una gran oportunidad para conocer las áreas de interés en investigación básica y aplicada impulsadas en otros centros de desarrollo y organizaciones dedicadas a impulsar actividades científicas en el sector lácteo, siendo conveniente reconocer el estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva como un medio para proveer información relativa a los aspectos concernientes a ciencia y tecnología, elemento complementario para la planificación de la cadena láctea.

El estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva en este momento de aplicación, centra su atención en la revisión de la actividad científica a partir de la consulta de bases de datos internacionales, aunque resulta de valor en relación con el reconocimiento de la actividad de investigación internacional, debe ser considerado de referencia, en particular por las especificidades que exige el sector lácteo, por su estrecha relación con las condiciones y recursos locales de los ecosistemas locales, de modo que pueda ser complementado con nuevas iniciativas de interés específico que contribuyan a desarrollar áreas alternativas propias (por ejemplo, uso de frutas tropicales).

Dada la naturaleza de la dinámica en investigación y desarrollo de productos, la búsqueda de información sobre la actividad científica en el entorno internacional relativa al sector lácteo resulta importante, sin embargo, por las condiciones actuales del sector lácteo en Colombia, la recomendación en futuras etapas de aplicación de vigilancia tecnológica, deberá constituirse en una plataforma de búsqueda de información aplicada que permita desarrollar procesos de transferencia tecnológica que contribuyan a la adopción de prácticas pertinentes a las necesidades reales de la cadena láctea colombiana como el incentivo de la apropiación

de prácticas reconocidas en lo local, más sin embargo no extendidas en su aplicación y las cuales deben ser armonizadas con la promoción en la adopción de mejores prácticas relativas a la gestión empresarial, que aporten elementos a favor de mejorar las competencias de los actores del sector lácteo en Colombia y sea posible ver atractivas como factibles la aplicación de innovaciones tecnológicas a favor del desarrollo de actividades económicas estratégicas nuevas para la cadena láctea.

2.2.2. Nutrición animal

El estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva ha contemplado como parte de la metodología de trabajo, la utilización de bases de datos –repositorios de artículos científicos– genéricos tales como Scopus e ISI Web, conforme la disponibilidad de suscripción a partir de la colaboración de Colciencias. Sin embargo, resulta recomendable –por parte de los expertos consultados– para futuras iniciativas con énfasis en nuevas temáticas de interés específico integrar ciertas bases de datos específicas para el sector, como es el caso de las variables relacionadas con nutrición animal, como son los agro ecosistemas existentes en el país, el manejo, disponibilidad, palatabilidad y producción de forraje, sistemas de riego, manejo de praderas y sistemas alternativos de alimentación, en las zonas con vocación a la producción de leche.

Aunque resulta clave acompañar la identificación de la actividad científica en el entorno internacional, los hallazgos del estudio de vigilancia tecnológica deben ser armonizados con la promoción en la adopción de mejores prácticas relativas a la gestión empresarial, que aporten elementos a favor de mejorar las competencias de los actores del sector lácteo en Colombia y sea posible ver atractivas como factibles la aplicación de innovaciones tecnológicas a favor del desarrollo de actividades económicas estratégicas nuevas para la cadena láctea. Asimismo, se considera necesario identificar un factor o factores vinculantes a los temas objeto del estudio, con el fin de orientar la investigación a la solución de las necesidades o problemática real de la cadena.

Los resultados presentados en el actual estudio de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva proveen evidencia de los paquetes tecnológicos patentados por actores internacionales, tradicionalmente reconocidos en la cadena láctea en Colombia, lo cual contrasta con el incipiente grado de participación en la publicación de artículos científicos y registro de patentes por parte de nuestros investigadores y organizaciones locales. Tal circunstancia genera una motivación local para prestar especial atención en el registro de artículos y patentes resultado del desarrollo de paquetes tecnológicos propios usando productos y medios acordes a nuestros ecosistemas.

Las conclusiones generales resultado de los hallazgos obtenidos por el estudio de VTeIC, se presentan a continuación:

Las condiciones propias de la producción lechera en Colombia, conforme lo delatan inicialmente los factores críticos identificados en la etapa de diagnóstico, pasan por –entre otras- debilidades expresadas como bajos índices de producción lechera respecto a prácticas y estándares internacionales y países de referencia; como por dificultades en el manejo de la leche, muchas veces mediada por aspectos logísticos o bien por la existencia de incipientes capacidades económicas, pues es conocido que en muchas de las cuencas lecheras de nuestro país, sufren de condiciones de aislamiento tanto en lo social, económico y más aún en lo tecnológico que hacen que prácticas adaptadas y aceptadas como norma no resulten fácilmente realizables. Ante tales retos, el aspecto seleccionado como direccionador principal en la VT, es decir lo referido al manejo de la leche reconoce y enfatiza una apuesta a favor de ayudar a resolver tales dificultades, desde una lectura tecnológica al explorar las experiencias y desarrollos logrados en el entorno internacional.

Aparecen como resultado del estudio del componente específico de VT (Vigilancia Tecnológica), aspectos sobre salientes, como los siguientes:

Manejo de la leche

Primero, la vigilancia tecnológica, producto de los resultados del análisis cuantitativo provee evidencia y confirma la necesidad de prestar de manera continuada la atención en aspectos tales como: Actividad enzimática y análisis químico de la leche.

Los aspectos como actividad enzimática y análisis químico de la leche constituyen un factor clave, pues su abordaje contribuye a reducir pérdidas del producto y elevar los niveles de aprovechamiento del mismo. Así pues, las actividades de ciencia y tecnología tienen amplio y reconocido impacto para todos los eslabones de la cadena láctea. Los resultados del análisis cuantitativo en cada uno de los aspectos mencionados, muestran una actividad científica y tecnológica, especialmente considerable en Estados Unidos y Reino Unido, seguidos por países como España, India, Sur África y Japón. Lamentablemente no hay registros en las bases de datos consultadas sobre trabajo en estos aspectos en Colombia.

Segundo, es importante resaltar en términos de instituciones, el liderazgo compartido por instituciones tales como University of California de Estados Unidos, la Industria de Fermentaciones Industriales de Madrid de España, la Universidad de Reading en el Reino Unido, la Universidad de Ataturk de Turquía, la Universidad de Pretoria de Sur África y la Universidad Católica de Leuven de los Países Bajos,

Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano

como los centros principales de producción de actividad científica y tecnológica en los temas relacionados con el manejo de la leche, bien siendo tratado a partir de tecnologías relativas a la actividad enzimática, al análisis químico de la leche o por aplicaciones diversas para la industria láctea, tratamiento de la leche o como extensión en la industria alimenticia en general.

Nutrición animal

Primero, la vigilancia tecnológica provee evidencia y confirma la necesidad de prestar de manera continuada la atención en aspectos tales como: Alimentación animal, ganadería lechera, composición de la leche y genética del ganado.

Los tres primeros aspectos, aunque resultan familiares para aquellos estrechamente involucrados con la cadena láctea, resulta importante destacar la fortaleza en la actividad desarrollada en estos por parte de países como Estados Unidos, Reino Unido, Canadá; mientras se observa una actividad moderada por parte de países como Francia, Brasil y Finlandia, y una emergente actividad por parte de países como Argentina, México, Nueva Zelanda y para el caso de Colombia, aunque presente, menos intensa. Resulta por tanto necesario insistir en recomendar elevar sustancialmente los esfuerzos en trabajar alrededor de la alimentación animal, los temas relativos a la ganadería lechera y lo relativo a la composición de la leche, de tal manera que sea posible proveer implicaciones e impactos recurrentes en la cadena láctea en Colombia, en términos de adaptación y aprovechamiento de nuestras condiciones favoreciendo la productividad de los animales, incidiendo directamente en el aporte nutricional a la población, a través de vitaminas, minerales y otros elementos esenciales, que hagan del consumo de la leche o de sus derivados una prioridad en la canasta alimentaria de la población.

La genética del ganado, el cuarto aspecto mencionado, resulta de valor estratégico en términos del esfuerzo sostenido y de largo plazo que implica su abordaje y aunque la actividad internacional es menos intensa respecto a los tres temas antes mencionados, se destaca el indiscutible liderazgo de los Estados Unidos seguido muy de lejos por el Reino Unido y Canadá. De nuevo la evidencia de actividad científica y tecnológica para países como Colombia es incipiente y apenas superada por países como Argentina o México. Enfocar esfuerzos alrededor de la genética del ganado significa trabajar alrededor de aspectos como la recuperación de razas nativas o mejor adaptadas, pues el mejoramiento genético es un objetivo a largo plazo, siendo muy importante realizar esfuerzos para encontrar una adaptación tanto de especies animales como de especies vegetales que afecten la nutrición y así mismo tengan implicaciones en la respuesta fisiológica en la producción de leche, estableciéndose una dinámica importante para el logro de rendimientos, reflejados en la eficiencia económica del sistema productivo, en particular al abordar dentro de los

factores que inciden en la composición de la leche los relativos a los nutrientes que junto con los fisiológicos y sanitarios de la vaca representan el 45 por ciento de incidencia (Carulla, 2007).

Segundo, aunque se destacan como líderes los países Estados Unidos, Reino Unido, Canadá y Francia, es importante resaltar en términos de instituciones, el liderazgo indiscutible por parte de instituciones de los Estados Unidos tales como Universidad de Wisconsin-Madison, Universidad de Illinois, Universidad Cornell, seguidas por una de origen canadiense, el Centro Lethbridge de Agricultura y Agro-Alimentos de Canadá y la otra de origen francés, el Instituto Nacional de la Investigación Agronómica, como los centros principales de producción de actividad científica y tecnológica en los temas relacionados con alimentación animal, bien siendo tratado a partir de tecnologías relativas a ganadería lechera, análisis composicional de la leche, genética del ganado, rumen o por aplicaciones diversas para la industria láctea en cuanto a procesos y métodos de alimentación animal.

En cuanto a los resultados específicos del componente de IC (Inteligencia competitiva) se destacan los siguientes aspectos:

Las tendencias actuales del mercado, muestran a un consumidor preocupado por aspectos de salud, nutrición y alternativas ambientales sostenibles, que redundan en productos con normas claras de trazabilidad e inocuidad; dirigiendo la atención hacia cada uno de los procesos que se llevan a cabo desde el mismo momento de la planeación de los sistemas productivos animales, en este caso, hasta el momento en que el producto llega a manos del consumidor final. Lo anterior permite concentrar la atención hacia el logro, nuevamente, de alternativas sostenibles que no solo procuren una producción eficiente, sino que generen valor agregado, representado en la conciencia del uso de los recursos ambientales y su incidencia en aspectos sociales, económicos y culturales.

La revisión de las condiciones de las cadenas lácteas de México, Uruguay, Argentina y Estados Unidos, muestra algunos aspectos de contraste respecto a su desempeño y especialización. Para el caso de México, se presenta como una oportunidad de mercado en tanto sus condiciones actuales, dadas por las experimentadas restricciones climáticas, sus ciclos de producción que afectan su capacidad de abastecimiento y el creciente incremento en los costos de importación de productos lácteos provenientes de Estados Unidos. En el caso de la cadena láctea de los Estados Unidos, es importante destacar el crecimiento sostenido del consumo de leche, producto de campañas de fomento por el consumo de alimentos de origen lácteo en escuelas y diversos centros de servicios sociales, surgiendo entre las alternativas tradicionales al consumo de leche, la promoción por productos lácteos alternos; en tal sentido la cadena láctea colombiana puede encontrar una oportunidad a explorar para proveer soluciones alimenticias complementarias. En el caso de las cade-

nas lácteas de Argentina y Uruguay, se confirma su vocación productora y su importante participación en el segmento de quesos duros al mercado de Estados Unidos; sin embargo, no hay evidencias que limiten la participación de la cadena láctea de Colombia en renglones no tradicionales.

Se evidencia el liderazgo de compañías reconocidas en el mercado internacional, tales como Nestlé, Unilever, Kraft Food y Danone y especialmente el registro de patentes por parte de Nestlé. Sin embargo lo anterior, se identifican diversos jugadores con un buen nivel de registro de patentes, cuando la observación se centra exclusivamente en el tema de manejo de la leche. Se destacan compañías principalmente de origen en los Estados Unidos tales como GTC BIOTHERAPEUTICS Inc., The Regents of the University of California, TAKARA BIO Inc., VENTRIA BIOSCIENCE e Immunotec Research Corp. Ltd.

La revisión de los circuitos de interacción en la arena competitiva confirma a partir del reconocimiento de las empresas lácteas más destacadas en el entorno internacional, como Estados Unidos cuenta con el liderazgo en este renglón pues reúne un tercio del número de las más importantes empresas en el mundo. Si se sigue la revisión del escalafón, se encuentran en un segundo vagón, en términos de número de empresas de origen alemán e italiano sumadas a penas llegan a la mitad de las de Estados Unidos. En el tercer vagón aparecen empresas de mercados tradicionales como Australia, Reino Unido, Francia y Bélgica. En el cuarto vagón aparecen entre otras, empresas de Japón, Canadá, España, Nueva Zelanda, Corea del Sur, India o China. En el quinto vagón hay presencia de empresas de México, Chile y Colombia. Para el último, el sexto vagón aparecen empresas de Suráfrica, Argentina o Rusia. Resulta oportuno estimular la idea de incrementar los esfuerzos de articulación de la cadena láctea en Colombia, con la intención de recorrer los vagones de la competitividad internacional, tanto en la presencia en nuevos mercados y la oportunidad de especializar la producción, para dejar de estar en un quinto vagón a pasar a los vagones delanteros en el concierto internacional. Bien sería oportuno observar con mayor atención, los casos de Nueva Zelanda, India, Bélgica y Australia; puesto que las cadenas lácteas referenciadas inicialmente para el estudio de VTelC por parte del Consejo Nacional Lácteo, aparecen salvo la de Estados Unidos, en el quinto y sexto vagón.

3. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EN MANEJO DE LA LECHE

El manejo de la leche resulta un aspecto fundamental a desarrollar en cuanto la identificación de la actividad científico tecnológica internacional permite encontrar áreas de interés en la construcción de un agenda de trabajo, que ayude a responder ante desafíos producto de las condiciones socio-económicas y de infraestructura existentes en muchas de las cuencas lecheras en Colombia que tal como se mencio-

na en el documento de diagnóstico genera condiciones y comportamientos no deseables en muchos casos, particularmente cuando se trata de pequeños productos, cuyas condiciones de infraestructura, por ejemplo ausencia de infraestructura eléctrica o incipientes vías de acceso genera en el eslabón de producción primaria efectos negativos en cuanto a sus rendimientos de su actividad económica, tanto por el tiempo y dificultad en la entrega del producto y muchas ocasiones agravados por el empleo de medios de transportes no adecuados para asegurar el manejo del producto. Enfrentar estos desafíos incrementarían sustancialmente los retornos sociales a lo largo de la cadena láctea Colombiana, particularmente en el eslabón correspondiente a la producción primaria, caracterizado por la existencia de un alto número de pequeños productores y puede ampliar la capacidad de otros eslabones de la cadena al obtener un producto en mejores condiciones, potencialmente incrementando la capacidad actual de acopio, la calidad y la disponibilidad de producto favoreciendo el incremento de inventarios con miras a atender demandas en mercados externos. Sin perjuicio de lo anterior, resulta una oportunidad de incrementar los volúmenes de oferta para atender el mercado interno en asocio a desarrollar potenciales iniciativas que eleven los índices de consumo.

La ventana de observación cubre el período 2003-2007 y explora la actividad científica en la base de datos Scopus y valida los hallazgos con una consulta complementaria en la base de datos ISI WoS.

3.1. DINÁMICA DE PRODUCCIÓN ACADÉMICA

De acuerdo con la búsqueda de información realizada en las bases de datos científicas²⁵ se obtuvieron 529 artículos publicados entre los años 1971 y 2007 en Scopus, mientras que se identificaron 421 artículos publicados en ISI WoS.

Se destaca como en el período 2003-2007, según los registros identificados en Scopus, la dinámica de producción académica representa el 36,90% para 5 años respecto a la dinámica en el período entre los años 1971 y 2007, para 38 años de observación.

Así mismo la dinámica de producción académica muestra resultados tales como registro de 42 países, de 250 organizaciones (u afiliaciones) y de 353 autores.

El período 2003-2007, en cuanto al comportamiento relativo por año muestra una producción recurrentemente sólida, tal como se muestra en la tabla No.1.

²⁵ Scopus e ISI WoS.

Tabla No. 1
Comportamiento relativo

Años	Artículos	%
2003	70	27%
2004	50	20%
2005	68	27%
2006	41	16%
2007	26	10%
Total	255	100%

Fuente: Fuente: Centro de Pensamiento Estratégico y Prospectiva (CPEP) – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en la información de la BDD Scopus. Cobertura (2003 a 12 de Junio 2007). Software de procesamiento Vantage Point.

3.2. PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Resultado del análisis de la producción de artículos científicos se identificaron 4 áreas en la producción científica a saber:

- Actividad enzimática (enzymatic activity).
- Análisis químico (chemical analysis).
- Industria láctea (dairy industry).
- Industria alimenticia (food industry).

3.3. PATENTES RELACIONADAS CON EL MANEJO DE LA LECHE

La búsqueda de patentes relativas al manejo de la leche empleando ecuaciones de búsqueda semejantes al caso de la revisión de artículos de producción científica, permite caracterizar el tipo de patentes registradas alrededor de este tema de interés.

La innovación en campos como el manejo de la leche es muy dinámica y constantemente se desarrollan nuevos procesos y productos. El análisis de patentes busca conocer cuáles son las patentes que se han publicado sobre este tema, como también conocer las empresas a las que pertenecen estas patentes, el listado de inventores líderes por su número de patentes y la dinámica de patentamiento.

3.3.1. Titulares de patentes

La búsqueda de patentes para la ventana de tiempo de análisis comprendida entre el año 2000 y el año 2007, identificó 296 patentes en este campo, que han sido asignadas a 67 titulares.

GTC BIOTHERAPEUTICS, Inc y The Regents of the University of California, son las instituciones con el mayor número de desarrollos en procesos relativos a la reducción de la actividad biológica para el manejo de la leche cruda con 22 innovaciones, seguidos de un grupo de 4 instituciones TAKARA BIO Inc, VENTRIA BIOSCIENCE, Immunotec Research Corp. Ltd, y Protein Technologies, Inc. con 28 innovaciones en este campo.

Es de destacar, que las instituciones líderes son de Estados Unidos que patentan en el desarrollo de procesos relativos a la reducción de la actividad biológica para el manejo de la leche son instituciones japonesas.

Entre las instituciones seguidoras se destacan de Japón, Estados Unidos y Canadá.

3.3.2. Perfiles y áreas de desarrollo de los principales titulares

Entre los perfiles y áreas de desarrollo de los principales inventores, se destacan los siguientes:

- Clonación molecular
- Agentes terapéuticos
- Metabolismo celular
- Inmunología
- Genética molecular
- Transgénicos

3.3.3. Citación de patentes

De las patentes en este campo, la patente con más citaciones es “Process for large-scale production of antimicrobial peptide in high purity” con un total de 7 citaciones en total. Esta patente está asignada a la compañía “Morinaga Milk Industry Co., Ltd.” de Japón. Resulta importante esta citación por su específica referencia a actividad enzimática, siendo este uno de los temas sustantivos identificados en la actividad científica antes mencionada.

3.3.4. Áreas temáticas de las patentes

Entre los perfiles y áreas de desarrollo de las principales patentes, se destacan los siguientes:

- Procedimientos para elevar la capacidad de inmunidad pasiva (ante patógenos específicos).

Procedimientos para elevar la capacidad de inmunidad activa.

Procedimientos de “*flash pasteurización*”.

Actividad enzimática para reducción de actividad biológica (lactoferrina, tiol, transglutaminasa, hidrización, lisozima, lactoperoxidasa) por biclos.

Métodos de procesamiento de leche cruda: Purificación de actividad biológica de péptidos en la leche.

Sistemas bioquímicos para reducción de la contaminación y detección de células somáticas.

3.3.5. Comparación de la actividad de patentes y la actividad de publicaciones científicas

Es importante destacar que la evolución de la actividad de patentes y la actividad de publicaciones científicas, han estado marcadas por etapas de desarrollo. Por ejemplo, para la evolución de las publicaciones científicas se identifican sólo tres etapas de desarrollo, la primera correspondiente a los años anteriores al período 2003, caracterizado por baja producción de publicaciones científicas, el segundo al período 2003-2007, donde se destaca una acelerada producción en publicaciones científicas. En el caso de la actividad de patentes, se destaca el período 2000-2007, con una elevada dinámica en la actividad de registro de patentes y en particular para los años 2004-2005.

Comparando la actividad de publicaciones científicas respecto a la actividad de patentes, la primera resulta un 20% mayor, por lo que se presenta una cercanía destacada en los desarrollos de las actividades en mención.

Como caso de análisis particular, se identificó un resultado semejante en el registro de patentes WIPO respecto al comportamiento en citación de patentes, puesto que la sección B de la clasificación IPC, en la clase 01, subclase D correspondiente a SEPARACIÓN (separación de sólidos por vía húmeda) dentro de la subclase B01D, se identificó el grupo/subgrupo 15/04, el cual está asociado a procedimientos de separación que implican el tratamiento de líquidos con absorbentes sólidos, por sustancias intercambiadoras de iones como adsorbentes. Las patentes en este campo presentan registros en WIPO desde el año 2000. El período de observación 2003-2007, corresponde a un volumen de patentamiento del 77%, con actividad enzimática, con productos como la lactoperoxidasa por MORINAGA MILK INDUSTRY CO., LTD. en el 2005.

4. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EN NUTRICIÓN ANIMAL

Este ejercicio de vigilancia tecnológica tiene como propósito fundamental la búsqueda de datos e información que permitan identificar en el entorno internacional las tendencias en tecnologías aplicada, referente a la nutrición animal bovina.

La nutrición animal resulta un aspecto fundamental a desarrollar en cuanto la identificación de la actividad científico tecnológica internacional permite encontrar áreas de interés en la construcción de una agenda de trabajo, que ayude a responder ante desafíos como la reducción de la población bovina y contribuir al aumento de los niveles de eficiencia en la producción de leche. Estos dos desafíos incrementarían sustancialmente el desempeño del sector lácteo en Colombia con miras a buscar beneficiar a los distintos eslabones de la cadena, por los beneficios que representa incrementar los índices de producción lechera y por supuesto contar con mejores condiciones competitivas para enfrentar los desafíos de incrementar la internacionalización del sector en términos de incursionar en nuevos mercados, profundizar en aquellos en los cuales hay una presencia importante de los nacionales, como por supuesto tener una relativa mejor posición frente a los niveles de eficiencia en la producción lechera que otras cadenas lácteas ofrecen en el concierto internacional. Sin perjuicio de lo anterior, resulta una oportunidad para incrementar los volúmenes de oferta para atender el mercado interno en asocio a desarrollar potenciales iniciativas que eleven los índices de consumo.

La ventana de observación cubre el período 2003-2007 y explora la actividad científica en la base de datos Scopus y valida los hallazgos con una consulta complementaria en la base de datos ISI WoS.

4.1. DINÁMICA DE LA PRODUCCIÓN ACADÉMICA

De acuerdo con la búsqueda de información realizada en las bases de datos científicas²⁶ se obtuvieron 3.048 artículos publicados entre los años 1971 y 2007 en Scopus, mientras que se identificaron 2.075 artículos publicados en ISI WoS. Entre 2003 y 2007 años objeto de la búsqueda se encontraron 1.289 artículos publicados en Scopus y 779 en ISI WoS.

Se destaca como en el período 2003-2007 según los registros identificados en Scopus, la dinámica de producción académica representa el 42% para 5 años respecto a la dinámica en el período entre los años 1971 y 2007, para 38 años de observación.

Así mismo la dinámica de producción académica muestra resultados muy interesantes tales como registro de 77 países, de 648 organizaciones (u afiliaciones) y de 2.779 autores.

²⁶ Scopus e ISI WoS.

El período 2003-2007, en cuanto al comportamiento relativo por año muestra una producción recurrentemente sólida, tal como se muestra en la tabla No. 4.

Tabla No. 2
Comportamiento relativo

Años	Artículos	%
2003	283	22%
2004	301	23%
2005	322	25%
2006	311	24%
2007	72	6%
Total	1289	100%

Fuente: Elaboración propia del autor a partir de la información suministrada por el Programa Nacional de Prospectiva – Colciencias. Base de datos Scopus, Junio de 2007, Procesado Vantage Point.

4.2. PRODUCCIÓN DE ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Resultado del análisis de la producción de artículos científicos se identificaron 4 áreas en la producción científica a saber:

- Alimentación Animal (animal feed).
- Ganadería Lechera (dairy cattle).
- Composición de la leche (milk composition).
- Genética del Ganado (genetic cattle).
- Rumen (rumen).

4.3. PATENTES RELACIONADAS CON LA NUTRICIÓN DEL GANADO LECHERO

La búsqueda de patentes relativas a nutrición del ganado lechero empleando ecuaciones de búsqueda semejantes al caso de la revisión de artículos de producción científica, permite caracterizar el tipo de patentes registradas alrededor de este tema de interés.

4.3.1 Titulares de patentes

Luego de las búsquedas de patentes efectuadas en la ventana de tiempo comprendida entre el año 2000 y el año 2007, se validaron 417 patentes en este campo, que han sido asignadas a 86 titulares.

Aparece un importante número de patentes con asignación a personas individuales y como instituciones líderes aparecen Eli Lilly and Co., Eastman Kodak Co., Pfizer Inc. y CARGILL, Inc, quienes son las instituciones con el mayor número de desarrollos en métodos y composición para la nutrición del ganado lechero con 67 innovaciones, seguidos de un grupo de once (11) instituciones como Maasland NVm Baylor College of Medicine, the Upjohn Co., American Cyanamid Co., LELY ENTREPRISES AG, Alfa Laval Agri AB, Commonwealth Scientific and Ind. Reserach organization, DeLaval Holding AB, Hoffmann – La Roche Inc., Pacific Kenyon Corp y Purina Mills, Inc. con 66 innovaciones en este campo. Es de destacar, que las instituciones líderes son de Estados Unidos que patentan en el desarrollo de métodos y composición para la nutrición del ganado lechero.

4.3.2 Perfiles y áreas de desarrollo de los principales titulares.

Entre los perfiles y áreas de desarrollo de los principales inventores, se destacan los siguientes:

- Sistemas y métodos de personalización en alimentación animal
- Biología molecular y estructural de proteínas
- Química
- Aminoácidos, péptidos y proteínas

4.3.3 Citación de patentes.

De las patentes en este campo, no aparecen citaciones destacadas, identificándose los casos de mayor citación con un total de 1, para solo 12 patentes del conjunto analizado.

4.3.4 Áreas temáticas de las patentes

Entre los perfiles y áreas de desarrollo de las principales patentes, se destacan los siguientes:

Incremento en la producción de leche

Incremento en la utilización de alimentos por el uso de glicopeptidos

Composición de la alimentación para el ganado lechero

Métodos de alimentación para el ganado lechero, como por ejemplo el incremento o sostenimiento de niveles altos de somatotropinas en la sangre o logro de incrementos selectivos en la producción de leche en rumiantes

Conversión de proteínas provenientes de plantas en una simple proteína para incrementar la concentración de contenido proteínico en la alimentación para el ganado lechero

Nuevos antibióticos

Nuevos procesos de manipulación genética, por ejemplo, aquellos relativos al crecimiento hormonal o a la manipulación de contenidos protéicos

Métodos de incremento en la producción de leche, por ejemplo, aquellos relativos al suministro de lisina o metionina (o su combinación), nuevos productos basados en maíz, o administración de secuencias de ácidos nucleídos.

Terapia enzimática, y

Técnicas de clonación

4.3.5. Comparación de la actividad de patentes y la actividad de publicaciones científicas

Es importante destacar que la evolución de la actividad de patentes y la actividad de publicaciones científicas, han estado marcadas por etapas de desarrollo. Por ejemplo, para la evolución de las publicaciones científicas se identifica un ritmo de producción recurrentemente sólido durante la ventana de observación, es decir, el período 2003-2007. En el caso de la actividad de patentes, se destaca el periodo 2004-2006, con una elevada dinámica en la actividad de registro de patentes y en particular para los años 2004-2005.

Se observa que la actividad de publicaciones científicas es 7 veces mayor que la actividad de patentes, por lo que se presenta una marcada diferencia en los desarrollos de las actividades en mención.

5. ESTUDIO DE INTELIGENCIA COMPETITIVA

El estudio de inteligencia competitiva centra la atención en tres aspectos. La identificación de los perfiles de patentamiento de las compañías con mejor desempeño económico (por volumen de activos) en el entorno internacional, desarrollo de una caracterización respecto a cadenas lácteas de interés y finalmente el desarrollo de los participantes en los circuitos que conforman el sector lácteo en el entorno internacional.

La identificación de los perfiles de patentamiento de las compañías más destacadas a partir de la consulta realizada en WIPO, permite contar con un “mapa” respecto a las áreas de interés, en las cuales las compañías enfocan sus esfuerzos de I+D, traducidos estos luego en el registro de patentes.

La caracterización respecto a cadenas lácteas de interés, cubre dos enfoques, ambos siguiendo las directrices del CNL (Consejo Nacional Lácteo) y en sintonía con las recomendaciones del consultor internacional del estudio (Embrapa). El primero se refiere a explorar el desempeño de cadenas lácteas competidoras, para este caso, las referidas a México, Uruguay y Argentina. El segundo, en prestar atención al sector lácteo en Estados Unidos, como mercado que ofrece interesantes oportunidades en el contexto de la firma de un TLC (Tratado de Libre Comercio).

La identificación de circuitos de relaciones que permitan identificar y seguir los flujos de información del sector lácteo en el orden internacional, con la clara intención de recoger información de soporte para actividades posteriores de exploración de alianzas, competidores o proveedores en desarrollo de iniciativas de inserción en mercados internacionales.

A continuación se presenta el desarrollo de los tres aspectos de principal interés.

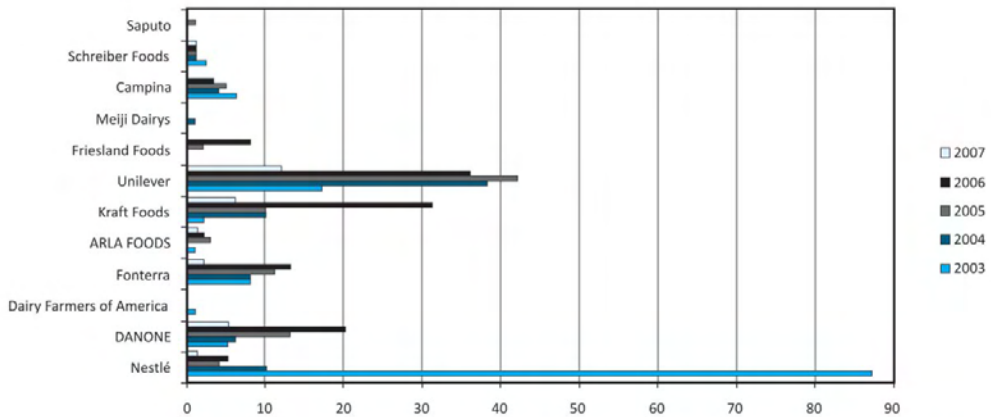
5.1 PRODUCCIÓN DE PATENTES CONCERNIENTES A PRODUCTOS LÁCTEOS DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS EN EL ENTORNO INTERNACIONAL

Una inspección de las patentes publicadas en WIPO, para las 20 compañías más competitivas del entorno internacional para el período 2003-2007, muestra como desde la evidencia de registros y posterior publicación de patentes, 12 de ellas han mantenido una actividad constante en el registro de patentes, tal como se muestra en la gráfica No.1; con una producción de alrededor de 446 patentes durante el período de tiempo referido, cuyo resultado es consistente con los niveles de ingresos operacionales, y particularmente lo que ocurre con 4 empresas Nestlé, Danone, Kraft Foods y Unilever, quienes reúnen el 81% de la producción. En cuanto a clusters de I+D de las 4 empresas antes referidas, dentro de las asociaciones identificadas se encontraron asociaciones como en el caso de Nestlé con la Universidad de Zurich, Danone con la Universidad de Montpellier II, Kraft Foods con Ajinomoto General Foods INC; mientras que en el caso de Unilever no se identificaron asociaciones con instituciones o compañías del sector.

Como complemento a la presentación de la actividad de las principales empresas antes referidas, es conveniente referir al lector al Anexo L del informe de VTeIC,

donde encontrará una breve descripción sobre las principales características de la notación empleada en la WIPO para clasificar patentes.

Gráfica No.1
Resumen de producción de patentes de las principales compañías
del sector lácteo global
Período 2003-2007



Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las bases de datos de electrónicas.

Los resultados anteriormente presentados (ver informe de VTeIC) destacan cómo en más de la mitad de actividad de registro de patentes para las cuatro empresas más destacadas registran trabajo de investigación y desarrollo en áreas de interés muy particulares, mientras en tan solo en el 27,50% hay relativa cercanía en la actividad de registro de patentes y en tan solo el 17,50% existen coincidencias. Es fácilmente reconocible el liderazgo de Nestlé con 27 áreas de desarrollo, seguido de Kraft Foods con 19 áreas, mientras que la actividad de Unilever y Danone se centra en 15 áreas de interés.

Análisis del perfil de patentamiento de Nestlé

La conservación de productos ya sea por la vía de actividad enzimática y/o de equipos desarrollados especialmente para este fin, evidencia que el desarrollo de productos para Nestlé, tiene una marcada tendencia a la prolongación de su vida útil. El patentamiento de esta compañía involucra no solo innovación en la presentación de los productos, sino además el aumento del aporte nutricional en un solo producto (productos multifuncionales).

Análisis del perfil de patentamiento de Unilever

Consideren dentro del desarrollo de productos, la creación de aquellos que confieran una actividad terapéutica, o que además de conservar modifiquen las propiedades o cualidades nutricionales, como parte de las diferentes técnicas para alcanzar el carácter imprescindible de los productos que se incorporan cada vez mas a la canasta familiar.

Análisis del perfil de patentamiento de Kraft Foods y Danone

El perfil de patentamiento de Kraft Foods y Danone es similar en cuanto a que la conservación de los productos para alargar su vida útil, es uno de los elementos que cobra una importancia transversal a raíz del problema de perecibilidad de este tipo de alimentos y se impone de nuevo las diferentes adiciones que se hagan como parte del complemento nutricional y muchas veces de tipo terapéutico.

5.2. CARACTERIZACIÓN DE CUATRO CADENAS LÁCTEAS CLAVES: ESTADOS UNIDOS, MÉXICO, ARGENTINA Y URUGUAY

5.2.1. Caracterización de la cadena de Estados Unidos

En el proceso de indagación de las condiciones de la cadena láctea en Estados Unidos, se emplearon informes de diagnóstico (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL Y ALIMENTACIÓN, 2005) elaborados por el sector lácteo en México, pues es bien conocida la integración económica entre los dos países mencionados.

Comportamiento general del sector lácteo de los Estados Unidos:

Tabla No. 3

Comportamiento general del sector lácteo de los Estados Unidos		
Producción de leche		
Toneladas/año (para 2007)	83 millones	Crecimiento sostenido
Vacas lecheras	9 millones de cabezas	Estable
Leche líquida	9.18 toneladas/cabeza	Crecimiento sostenido
Leche descremada en polvo	700 millones de toneladas	Repunta luego de tres años de descenso

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Importación leche descremada en polvo	2 millones de toneladas	Marginal
Exportación leche descremada en polvo	295 millones de toneladas	
Leche entera en polvo	12 millones de toneladas	
Importación leche entera en polvo	2 millones de toneladas	
Exportación leche entera en polvo	1 millón de toneladas	
Consumo de leche		
Leche fluida	27.5 millones de toneladas	Consumo estable
Leche entera en polvo	13 millones de toneladas	
Producción de queso		
Toneladas/año (para 2007)	4.36 millones	Crecimiento sostenido
Importaciones (2007)	200 millones de toneladas	
Exportaciones	75 millones de toneladas	
Consumo de queso		
Toneladas/año (para 2007)	4.54 millones	

Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas.

5.2.2. Caracterización de la cadena láctea de México

En el proceso de indagación de las condiciones de la cadena láctea mexicana, se identificaron entre las fuentes de información:

- CGG. Coordinación General de Ganadería.
- SIAP. Servicio Nacional de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera.
- SIC-M. Sistema de Información Comercial México.
- BANXICO. Índices de precios Banco de México.

Según el diagnóstico realizado del sector lácteo Mexicano (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL Y ALIMENTACIÓN, 2005) y las entrevistas realizadas²⁷ el comportamiento general del sector lácteo mexicano, es el siguiente:

²⁷ visita a México para establecer contactos y complementar la recolección de la información relevante con entrevistas (ITESM –Instituto Tecnológico Superior de Monterrey– Campus Puebla).

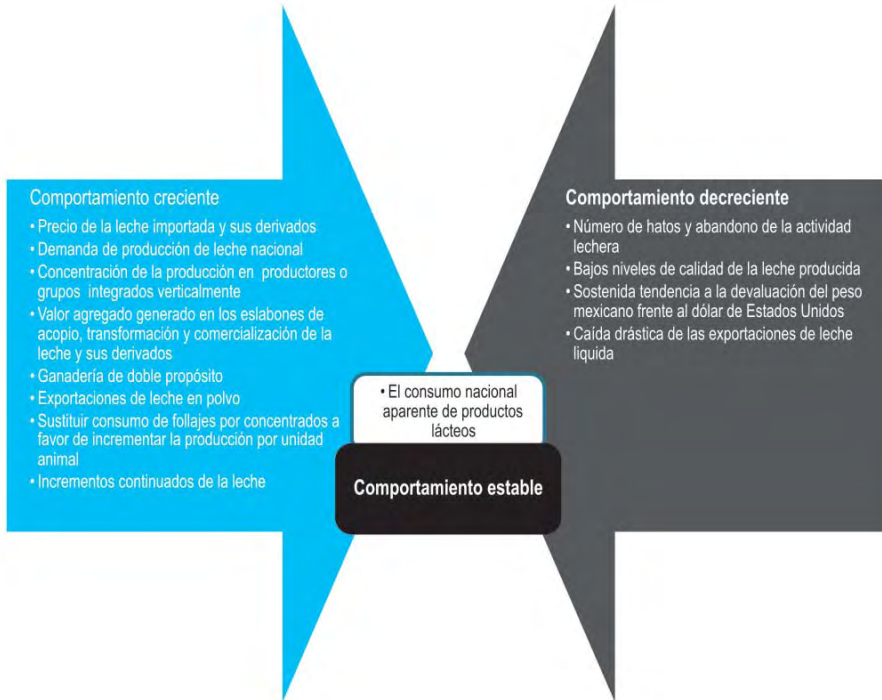
Tabla No.4

Comportamiento general del sector lácteo de México		
Producción de leche		
Litros/año (para 2007)	10 millones	Comportamiento con altibajos, con una tasa de crecimiento anual promedio del 3%
Vacas lecheras	6.9 millones de cabezas	Estable
Leche líquida	1.47 toneladas/cabeza	Crecimiento sostenido
Leche descremada en polvo	160 millones de toneladas	Comportamiento creciente
Importación leche descremada en polvo	95 millones de toneladas	Comportamiento decreciente debido al incremento en los precios
Importación leche entera en polvo	24 millones de toneladas	
Consumo de leche		
Leche fluida	4.4 millones de toneladas	Consumo creciente
Leche descremada en polvo	255 millones de toneladas	Consumo estable
Producción de queso		
Toneladas/año (para 2007)	144-147 millones	Comportamiento estable
Importaciones (2007)	88 millones de toneladas	Comportamiento creciente
Exportaciones	2 millones de toneladas	Comportamiento estable
Consumo de queso		
Toneladas/año (para 2007)	233 millones	

Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas.

Entre las tendencias que presenta la cadena láctea mexicana tenemos las siguientes:

Gráfica No.2 Tendencia cadena láctea mexicana



Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas.

Además de las cifras y tendencias antes presentadas, a continuación se muestran rasgos distintivos del comportamiento de la cadena láctea mexicana:

- El sector primario, los productores, por su heterogeneidad han enfrentado continuamente problemas de comercialización y rentabilidad.
- Clara diferenciación en los precios de la leche en contra de los productores que la venden a transformadores locales versus quienes tienen acuerdos de integración con transformadores nacionales, ocasionado principalmente por la baja calidad de la leche de los primeros.
- La estacionalidad de la producción de leche en la cadena láctea de México, leída por trimestres presenta un comportamiento por debajo del promedio en los dos primeros trimestres del año, una alta producción arriba del promedio para el tercer trimestre y de nuevo una tendencia a la baja para el cuarto trimestre del año.

- Continuo crecimiento de la producción lechera durante los últimos 15 años.
- El dramático cambio en el comportamiento de la producción lechera en México según los hallazgos²⁸ parece ser producto de cambios climáticos importantes y especialmente por deficiencias en el abastecimiento de agua en ciertas zonas del país.
- La vocación industrial de algunos estados, donde sus apuestas en cuanto actividades económicas priorizan industrias secas, pues como ocurre en estados como San Luis Potosí, por nombrar un caso observado, y en particular con la ciudad capital del estado, sus fuentes de suministro de agua provienen de reservar subterráneas para responder a necesidades de una ciudad de dimensiones semejantes a Medellín y su zona metropolitana.
- Caída sistemática en los volúmenes de producción lechera, año tras año, al comparar, como se observa en la gráfica, los niveles de producción de los años 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006.
- Precio creciente de las importaciones de productos lácteos desde Estados Unidos, pues el dólar de Estados Unidos se ha venido revaluando en los últimos años frente al peso mexicano, impulsando un incremento considerable en los precios de los lácteos y particularmente en lo referente a leche líquida.
- Los estados líderes en la producción láctea en México, son siete: Coahuila, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Jalisco, México y Veracruz, quienes representan el 65% del total de la producción nacional. Sin embargo, es de anotar que el desempeño histórico en la producción de estos siete estados se ve disminuida por los crecimientos nulos y en algunos casos negativos para estados como Guanajuato, Jalisco, México y Veracruz, cuyo volumen de producción acumulada representa el 31% del total nacional.
- Estados Unidos es el principal proveedor de productos lácteos enriquecidos con azúcar con alrededor del 46% del total de las importaciones hechas por México.
- Colombia es uno de los exportadores tradicionales hacia México. Proveedores como China, Canadá y Brasil, han incrementado sustancialmente su participación porcentual en perjuicio de proveedores como Taiwán, Estados Unidos y Colombia.

²⁸ Ídem.

Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano

- En el renglón correspondiente a leche crema, se destaca de nuevo Estados Unidos como el principal proveedor para México, representando alrededor del 93% del total de las importaciones realizadas por este país.
- En el renglón correspondiente a yogur, aparece Estados Unidos como el principal proveedor para el mercado de México, acompañado de España y ocasionalmente Canadá.
- En el renglón correspondiente a mantequilla, aunque los Estados Unidos aparece como uno de los principales proveedores, sin embargo en este caso, el primer lugar corresponde a Nueva Zelanda, con alrededor del 69% del total de las importaciones mexicanas.
- Tal como ocurre con la mantequilla en el rubro de crema de leche, los principales proveedores son Nueva Zelanda y Estados Unidos, sin embargo en este caso el segundo reporta alrededor del 70% del total.
- En lo referido a distintas de las variedades de crema de leche, en donde Nueva Zelanda continúa destacándose como uno de los proveedores principales al mercado mexicano.
- En lo relativo a preparaciones de productos lácteos Estados Unidos representa alrededor del 83% de las importaciones realizadas por México. Sorprende la aparición en este rubro de Chile.
- En cuanto a quesos se refiere, México tan solo tiene dos proveedores tradicionales, Francia y Estados Unidos, sin embargo este segundo, representa casi el total de las importaciones

5.2.3. Caracterización de la cadena láctea de Argentina

En el proceso de indagación de las condiciones de la cadena láctea en Argentina, se emplearon informes de diagnóstico competitivo (SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL Y ALIMENTACIÓN, 2005) elaborados por el sector lácteo en México respecto a la cadena láctea Argentina, pues el referido estudio cumplió propósitos semejantes a los previstos en el presente estudio, en términos de elaborar un perfil competitivo internacional del sector.

Comportamiento general del sector lácteo de Argentina:

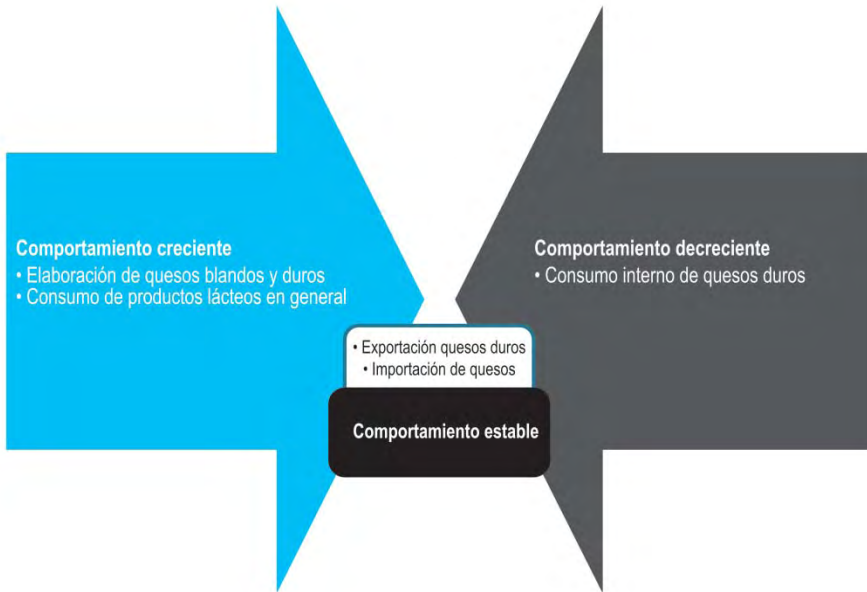
Tabla No.5

Comportamiento general del sector lácteo de Argentina		
Producción de leche		
Litros/año (para 2007)	10.8 millones	Crecimiento sostenible
Vacas lecheras	2.18 millones de cabezas	Comportamiento estable
Leche líquida	4.95 toneladas/cabeza	
Leche descremada en polvo	34 mil toneladas	
Exportación leche descremada en polvo	20 mil toneladas	
Importación leche entera en polvo	310 mil toneladas	
Exportación leche entera en polvo	110 mil toneladas	
Consumo de leche		
Leche fluida (para 2007)	1.96 millones de toneladas	Comportamiento estable
Leche entera en polvo	110 mil toneladas	
Producción de queso		
Toneladas/año (para 2007)	488 mil	
Importaciones (2007)	2 millones de toneladas	
Exportaciones	58 mil toneladas	
Consumo de queso		
Toneladas/año (para 2007)	440 mil	

Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas.

Entre las tendencias que presenta la cadena láctea argentina tenemos las siguientes:

Gráfica No. 3 Tendencias cadena láctea Argentina



Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas.

Además de las cifras y tendencias antes presentadas, a continuación se muestran rasgos distintivos del comportamiento de la cadena láctea Argentina:

- En Argentina, la elaboración de quesos constituye el principal destino industrial de la leche. Argentina se ubicó como el 11° productor mundial, con una fracción del 2,2% del total.
- Como ya es tradicional en el sector lácteo argentino, los quesos blandos ocuparon el primer lugar en el ranking de elaboración durante la década 93-02, con el 54% del total, seguido por los de pasta semidura con el 30%.
- En 2002 la Argentina exportó quesos a 33 países, aunque sólo 8 de ellos tuvieron una participación individual superior al 1% del total. Estados Unidos, México y Brasil, concentraron el 82% del volumen y el 84% del valor total.
- En el rubro quesos blandos, Brasil acaparó el 74% de las toneladas vendidas, seguido de lejos por Chile y Perú, con el 9% y el 7%, respectivamente. El tipo de queso blando más transado con Brasil en 2002 fue la Mozzarella, que se llevó el 94% del volumen.

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

- En quesos semiduros, los embarques a México sumaron el 57% del volumen total, seguido por los efectuados a Brasil (18%) y por Chile (9%). Los dos tipos de quesos semiduros más exportados a México en 2002 fueron el Danbo (93%) y el Gouda (6%).
- El destino casi excluyente de los quesos duros ha sido Estados Unidos, que acapara el 90% del volumen. Los dos tipos de quesos duros más vendidos a este mercado en 2002 fueron el Parmesano (47%) y el Reggianito (37%).
- En 2002, ingresaron a Argentina apenas 963 toneladas de quesos, por un monto de US\$ 2,4 millones FOB, cifras que se ubican aproximadamente un 80% por debajo del promedio de la serie considerada. Las adquisiciones de quesos representaron el 9% en volumen y el 14% en valor de las importaciones totales de lácteos. Alrededor del 87% del volumen importado el año último correspondió a quesos fundidos, seguidos por un 6% de blandos y un 5% de semiduros.
- Finalmente, es importante destacar que la producción de helados, resulta una oportunidad estratégica para la cadena láctea en Argentina, pues para el año 2006 la producción rondó las 160,000 toneladas y el consumo promedio per capita alcanzó 4 Kg./año.
- En 2006, Argentina vendió helados a 17 países, aunque sólo nueve de ellos tuvieron un peso relativo superior al 1% sobre el volumen total exportado, y los cuatro primeros concentraron el 83% de las colocaciones. El principal destino fue Brasil (36%), seguido por Paraguay (21.4%), Chile (19%) y Puerto Rico (6%).

5.2.4. Caracterización de la cadena láctea de Uruguay

En el proceso de indagación de las condiciones de la cadena láctea en Uruguay, se emplearon informes de diagnóstico elaborados por el sector lácteo de este país. Las fuentes consultadas fueron:

- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
- DIEA
- DICOSE

Comportamiento general del sector lácteo de Uruguay:

Tabla 6

Comportamiento general del sector lácteo de Uruguay		
Producción de leche		
Litros/año (para 2007)	2 millones	Aumento sostenible
Vacas lecheras (para 2007)	750 mil cabezas	Comportamiento creciente
Hatos lecheros	4,628 productores	
Leche captada por industria procesadora (para 2007)	1,5 millones de litros	Comportamiento creciente
Consumo de leche		
Leche fluida (para 2007)	La producción abastece 100% el consumo	Comportamiento estable
Producción de queso		
Toneladas/año (para 2007)	La producción abastece 100% el consumo	
Consumo de queso		
Toneladas/año (para 2007)	La producción abastece 100% el consumo	

Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas

Entre las tendencias que presenta la cadena láctea uruguaya tenemos las siguientes:

**Gráfica No.4
Tendencias cadena láctea uruguaya**



Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas

Además de las cifras y tendencias antes presentadas, a continuación se muestran rasgos distintivos del comportamiento de la cadena láctea uruguaya:

- El destino comercial continúa siendo mayoritariamente la remisión a las industrias procesadoras (81%), en tanto hay otros 166 millones de litros (10%) constituido por otros destinos comerciales.
- La eficiencia productiva medida para los principales recursos –tierra y animales lecheros– continúa mejorando, en particular la producción por vaca masa que lo hace en 13% entre los años 2004 y 2005.
- Dado que el mercado interno se manifiesta abastecido y por tanto estable de acuerdo a las cantidades vendidas cada año de leche consumo, sólo resta esperar que su participación frente a un constante aumento, sea cada vez más baja.
- Durante el primer semestre de 2007 se ha registrado un aumento de precio semestral para la leche al productor y para el consumo, significando largas negociaciones entre los diferentes actores del sector lácteo y el gobierno. Finalmente se llegó a un aumento que, teniendo en cuenta el precio de la leche en el mercado internacional, no afectara en igual medida al consumidor final, y por lo tanto tenga menos incidencia en el Índice de Precios al Consumidor (IPC). La leche al consumidor subió 8,1% a partir del 1° de septiembre y al productor 17%.

5.2.5. Circuitos de intercambio del sector lácteo en el entorno internacional

Las principales empresas identificadas en el sector lácteo global, destacan volúmenes de ingresos superiores a los 2.000 millones de euros, tal como se muestra en la tabla No. 16.

Tabla No. 7
Principales 20 compañías por ingresos del sector lácteo global

Empresa	País de origen	Sitio Web	Ingresos 2005 (millones de euros)
Nestlé	Switzerland	http://www.nestle.com/	14300
Dean Foods	E.U	http://www.deanfoods.com/	7200
Lactalis	France	http://www.lactalis.fr/	7200
Danone	France	http://www.danone.com	7200

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Dairy Farmers of America	E.U	http://www.dfamilk.com/	7200
Fonterra	New Zealand's	http://www.fonterra.com/default.jsp	6600
Arla Foods	Scandinavia	http://www.arlafoods.com	6200
Kraft Foods	E.U	http://www.kraft.com/default.aspx	5200
Unilever	Anglo-Dutch	http://www.unilever.com/	5000
Friesland Foods	Netherlands	http://www.fcdf.com	4200
Meiji Dairys	Japon	http://www.meinyu.co.jp/english/	3600
Campina	Netherlands	http://www.campina.com	3600
Parmalat	Italy	http://www.parmalat.com/	3500
Bongrain	France	http://www.bongrain.com	3000
Morinaga Milk Industry	Japón	http://www.morinagamilk.co.jp	3200
Land O'Lakes	E.U	http://www.landolakes.com	3100
Schreiber Foods	E.U	http://www.schreiberfoods.com	2400
Saputo	Canada	http://www.saputo.com/	2400
Dairy Crest	United Kingdom	http://www.dairycrest.co.uk/	2100
Nordmilch		http://www.nordmilch.de	2100

Fuente: Elaboración propia del autor.

Cabe destacar como cuatro de ellas Nestlé, Unilever, Danone y Kraft Foods, con ingresos operacionales de •\$14.300 millones, •\$5.000 millones, •\$7.200 millones y •\$5.200 respectivamente son las de mayor producción en registro y publicación de patentes en el período 2003-2007.

Es importante destacar que salvo en la relación de empresas más importantes en el concierto internacional, donde tan solo una empresa colombiana es destacada, tanto en los demás círculos de referencia comercial como expertos reconocidos, eventos de talla y reconocimiento internacional y organizaciones que puedan mediar en las relaciones de intercambio internacional, no aparecen referencia destacadas de la cadena láctea colombiana, signo de alerta respecto al reconocimiento de esta en el ámbito internacional.

Se incluye como parte de las referencias de los circuitos de intercambio, un catálogo con las 636 empresas más importantes identificadas en el entorno internacional. La clasificación de estas 636 empresas se elaboro a partir del GLOBAL STRATEGIC BUSINESS REPORT, DAIRY PRODUCTS. (2007), tal como se muestra en la tabla No. 17.

Tabla No. 8

Densidad de empresas lácteas más destacadas por país

País	Empresas	Porcentaje
Estados Unidos	193	30,8%
Alemania	65	10,4%
Italia	47	7,5%
Australia	30	4,8%
Reino Unido	25	4,0%
Francia	22	3,5%
Bélgica	19	3,0%
Japón	17	2,7%
Canadá	16	2,6%
Países Bajos	16	2,6%
España	15	2,4%
Nueva Zelanda	14	2,2%
Corea del Sur	13	2,1%
Irlanda	12	1,9%
Tailandia	12	1,9%
India	11	1,8%
Suiza	11	1,8%
China	10	1,6%
México	8	1,3%
Colombia	3	0,5%
Resto países	68	10,8%

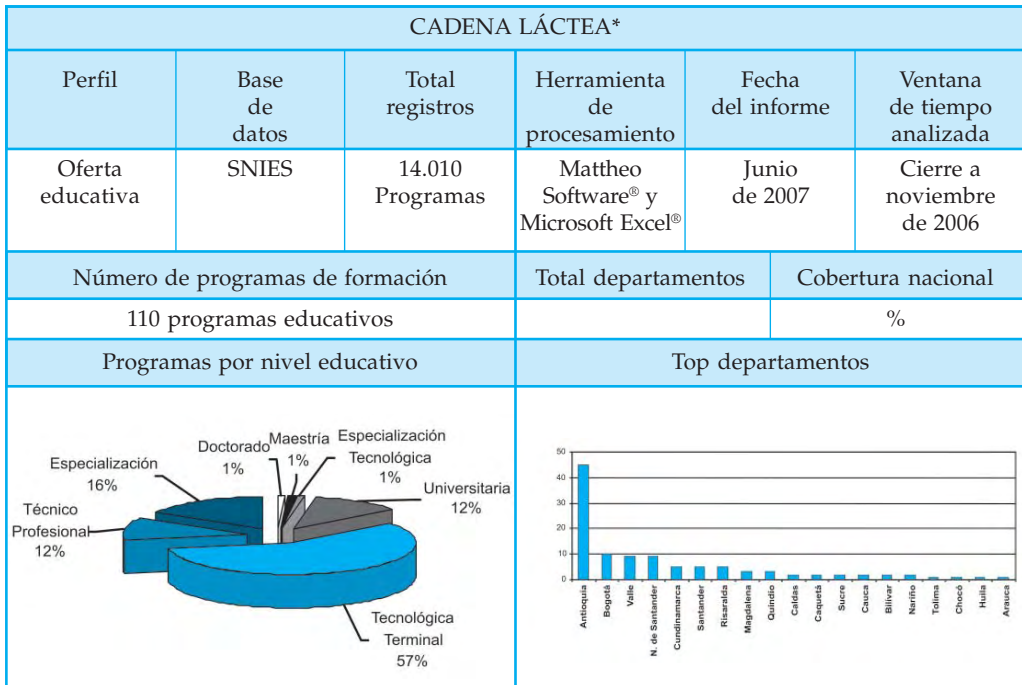
Fuente: CPEP – MADR – COLCIENCIAS. Cálculos basados en información de las base de datos de electrónicas.

6. CAPACIDADES NACIONALES

La identificación de capacidades nacionales fue construida con la colaboración de COLCIENCIAS, en la identificación se tomó como referencia la revisión de los programas de educación superior (oferta educativa) disponible en el país y pertinente a los intereses del estudio de VTelC, y adicionalmente se realizó una revisión de las líneas de investigación reportadas por los grupos de investigación registrados y acreditados por COLCIENCIAS a través del sistema ScienTI.

A continuación se presentan los resultados relativos a la oferta educativa disponible en Colombia, Gráfica 5.

Gráfica 5. Oferta de programas de educación superior relacionados con la cadena láctea



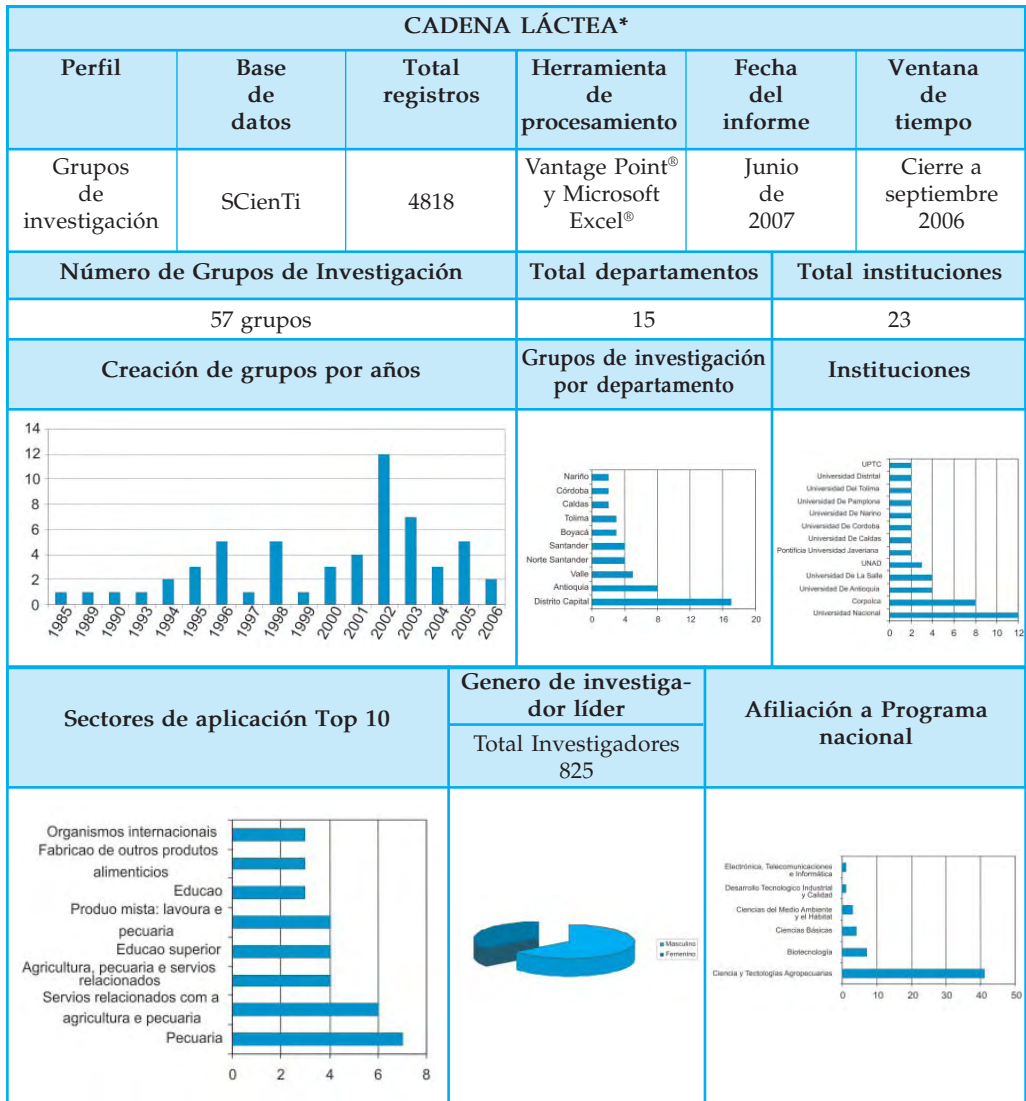
Los resultados permiten identificar una mayor participación de programas educativos constituidos en el departamento de Antioquia, acompañado de dos grupos de departamentos seguidores, que aunque con menor participación, muestran similares volúmenes de oferta de programas aplicables a los intereses del estudio. En el primer grupo de seguidores se destacan Bogotá D.C, Valle del Cauca y Norte de Santander. En el segundo grupo de seguidores aparecen Cundinamarca, Santander y Risaralda. En cuanto a los demás departamentos identificados, se puede considerar que el volumen de la oferta es incipiente.

En cuanto al perfil de los programas ofrecidos, los hallazgos indican que tan sólo el 2% de la oferta está dirigida a programas de maestría y doctorado, cuya producción, previsiblemente pueda responder a necesidades de impulsar la innovación en el sector, mientras que los programas de formación especializada y profesional suman alrededor del 28% de la oferta. Los demás programas tienen un perfil dirigido a desarrollar personal calificado para atender las necesidades de los sistemas productivos actuales en el sector lácteo.

* Agropecuaria, Láctea, Agroalimentos.

A continuación se presentan el resultado de los hallazgos respecto a los grupos de investigación de alta calidad identificados en Colombia, a partir de la revisión de sus líneas de investigación, Gráfica 6.

Gráfica 6. Perfil de grupos de investigación relacionados con la cadena láctea



* Agropecuaria, Láctea, Agroalimentos.

Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano

Los resultados permiten identificar como Bogotá D.C., es el ente territorial líder en la constitución de grupos de investigación relevantes a los intereses del presente estudio, con dos grupos de departamentos seguidores. El primer grupo de departamentos seguidores destaca a Antioquia y Valle del Cauca. El segundo grupo de departamentos seguidores destaca a Norte de Santander y Santander. Estos cinco entes territoriales acumulan alrededor del 70% de los 15 departamentos identificados.

Se destacan cinco instituciones líderes a saber: Universidad Nacional de Colombia, Corpoica, Universidad de Antioquia, Universidad de la Salle y la UNAD (Universidad Nacional a Distancia), y se destaca como paralelamente los grupos de investigación identificados además de tener afiliaciones en áreas tradicionales como Ciencias y Tecnologías Agropecuarias, también cuentan con afiliaciones a Biotecnología.

Los resultados sobre capacidades nacionales, muestran grandes brechas entre líderes y seguidores; en función del acceso a capacidades en ciencia y tecnología. Junto a tal panorama se añade el bajo índice de programas de maestría y doctorado que favorezcan la innovación, frente a la tradicional oferta de formación para el trabajo.

La lista detallada de los grupos de investigación registrados en ScienTI se puede consultar en el anexo M del informe de VTelC.

7. BIBLIOGRAFÍA

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL Y ALIMENTACIÓN. (2005). *Situación Actual y Perspectiva de la Producción de Leche de Bóvino en México 2005*. Ciudad de México: Coordinación General de Ganadería.

Colciencias – Medina, J, Sánchez, J.M., Aguilera, A., Landínez, L. y León, A. (2007) APROXIMACIÓN A LAS CAPACIDADES NACIONALES EN INVESTIGACION, EDUCACION E INNOVACIÓN. Documento Interno de trabajo. Bogotá.

Colciencias – TRIZ XXI. Sánchez J.M., Palop, F. y Vicente, J.M. (2007b). Protocolo para la elaboración de ejercicios de vigilancia tecnológica programas de Colciencias.

GLOBAL STRATEGIC BUSINESS REPORT, DAIRY PRODUCTS. (2007). <http://www.researchandmarkets.com/reports/338666> fechado Mayo 11 2007.

SENASA. Dir. de Industria Alimentaria sobre la base de datos de Aduana, SENASA e INDEC. Argentina. 2005.

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

Fundación Tecnos

Juan Gonzalo Castellanos Méndez,
Juan Carlos Rodríguez Cárdenas,
Claudia Liliana Luengas Camelo

Expertos consultados

Enrique Trujillo Navarrete, Gustavo Barbosa Cobos,
Jairo Silva Herrera, Jorge Berrío

1. INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético forestal –MGF– es una de las prácticas silviculturales a tener en cuenta y a aplicar para garantizar, tanto la calidad, como el éxito en las plantaciones y programas de reforestación comercial; argumento que estimula la investigación en los diferentes actores internos y externos de la cadena productiva forestal y que influye en la obtención de semillas forestales de calidad, dado que dicho factor **impulsa o inhibe el nivel de competitividad y productividad**.

Se elige el tema de **Mejoramiento Genético Forestal –MGF–** con base en la etapa preliminar de *diagnóstico* del Estudio Prospectivo para la elaboración de una Agenda de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la cadena productiva forestal; en tanto que las semillas tienen una gran importancia para el abastecimiento en cantidad y calidad de materia prima, para llevar a cabo las operaciones que se realizan antes, durante y después de la etapa de plantación y cosecha. Esto radica en dos importantes razones, la primera el éxito medido en productividad y rentabilidad de las **plantaciones forestales comerciales**, se fundamenta en el material plantado, actividad que exige un material de alta calidad; y en segundo lugar, los planes o proyectos de reforestación a gran escala demandan existencias de este insumo en el país para cumplir con las metas propuestas en ellos.

La fase de definición del tema, inició con enunciar un conjunto de **preguntas tecnológicas y comerciales** relacionadas con los diferentes eslabones y segmentos que conforman la cadena en mención; éstas preguntas se elaboraron a partir de los **cuellos de**

botella que se presentan en cada uno de los componentes de la cadena productiva forestal, con la finalidad de dar respuesta o posibles soluciones ante los problemas y limitaciones. Dada la complejidad de la cadena –es considerada como un **complejo agroindustrial**– el equipo del proyecto se centró para el ejercicio de vigilancia tecnológica en el tema de mejoramiento genético forestal, tema de interés o relación directa para el eslabón de *proveedores de insumos y reforestadores* (sistemas productivos), sin embargo es un tema que tiene implicación a lo largo de toda la cadena

En el marco de la elaboración de la agenda de desarrollo tecnológico de la Cadena Productiva Forestal del Proyecto Agricultura en Transición, al desarrollar este informe de vigilancia tecnológica el **objetivo general** es, obtener información de fuentes académicas y científicas validas y reconocidas mundialmente respecto al tema de investigación y producción de semillas forestales maderables, específicamente en cuanto al mejoramiento genético forestal. También se definieron unos **objetivos específicos** como: a) Identificar tendencias y hechos “portadores de futuro”²⁹ concernientes al mejoramiento genético de especies forestales maderables; b) Determinar actores: países, autores, instituciones líderes en el tema y c) Referenciar las áreas de trabajo para el mejoramiento genético forestal en especies forestales comerciales.

En cuanto a la **Metodología**³⁰ que se utilizó para el desarrollo de este informe de vigilancia sobre MGF se empleó el ciclo de Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva que ha sido adaptado para Colciencias a través de un protocolo establecido por consenso con los Jefes de Programas Nacionales de Ciencia y Tecnología, el cual tiene básicamente, **cuatro grandes fases**: una de definición de la temática, otra de recolección, análisis y validación de la información, otra fase de elaboración de conclusiones con base en los resultados y análisis realizados y una última fase de difusión. La metodología mencionada anteriormente se desarrolló a través del diligenciamiento de la ficha de definición de necesidades³¹ de vigilancia tecnológica, la cual plantea la especificación del tema principal de vigilancia, los subtemas, los objetivos específicos y los **términos clave** para las búsquedas, como son los términos referentes a: huertos semilleros, mejoramiento de semillas forestales, géneros y especies forestales de uso industrial (*Eucalyptus, Pinus, Teca, Acacia*) técnicas y métodos de mejoramiento genético y propiedades de la madera.

El elemento central de la investigación se precisó a partir de la realización de un estado del arte con la búsqueda de *información científica* utilizando bases de datos científicas, como son **Scopus**[®] e **ISI Web of Knowledge**[®] –en el producto Web of Science– y para la búsqueda y análisis de *patentes* se emplearon bases de datos

²⁹ Elementos de información, que indican o alertan un posible cambio en una técnica, tendencia o tecnología.

³⁰ Para mayor detalle consulte el Anexo 1.

³¹ Para ver la ficha de definición de necesidades ver anexo metodológico.

internacionales como USPTO, ESPACENET y WIPO apoyados con el uso del software **Goldfire Researcher**[®] con el fin de conocer las invenciones, los inventores, las empresas patentadoras y la dinámica del tema en cuanto a patentes. Además, se configuró el panorama de *capacidades nacionales* en el tema a través de la descripción de dos elementos: investigación y formación, y centros y empresas especializadas en MGF. Para obtener los grupos de investigación existentes en el país, se consultó principalmente la Plataforma **SCienTI**³²; para obtener los programas de formación se utilizó la base de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior –**SNIES**; y para determinar los centros y empresas se realizó una búsqueda en diferentes documentos y en Internet.

La información obtenida (artículos científicos, patentes y capacidades nacionales) se clasificó de acuerdo a los objetivos del informe. La información relevante obtenida de las bases de datos estructuradas fue incorporada a las herramientas de análisis cuantitativo de programas como **Vantage Point**[®] y **Matheo Analyzer Software**[®] para ser indexada y procesada con el propósito de generar distintas representaciones gráficas de tendencias de evolución, ranking de posición, correlaciones entre palabras clave y entidades, etc.

Con lo anterior se obtuvo un total de **911 artículos científicos** en MGF durante el periodo 1982 a 2007 y **118 patentes** durante 1971 a 2007 donde se revela que los temas de mayor interés en investigación y patentamiento son, los **huertos semilleros** en publicaciones científicas y **fisiología y tecnología de la madera**, en el caso de las patentes.

Es necesario tener en cuenta algunas aclaraciones. Los informes de vigilancia tecnológica son una '**fotografía**' en un cierto momento de una línea de trabajo que se ha desarrollado en el tiempo y que los análisis, resultados y tendencias mostrados corresponden a un *estadio parcial y en constante evolución*. También que se ha priorizado un enfoque internacional que busca situar la posición de nuestro país en el contexto mundial de investigación competitiva con el fin de identificar las mejores prácticas y analizar lo que tiene visibilidad internacional.

Otras aclaraciones pertinentes al estudio y al ejercicio de vigilancia tecnológica sobre MGF, tienen que ver con los límites que se establecieron, toda vez que permitieron la focalización en las búsquedas del ejercicio de vigilancia tecnológica. Los límites se presentan a continuación:

- Las plantaciones a tener sólo en cuenta son de tipo comercial es decir con fines industriales.

³² Red Internacional de Sistemas de Información en Ciencia y Tecnología. Sistema de Información en el cual se registran los grupos y los investigadores nacionales. Esta red es una iniciativa de varios países latinoamericanos.

- Los temas que se derivan de la reforestación como captura de CO₂ y servicios ambientales no entran en el estudio.
- Las especies como Caucho y Guadua se excluyen de este informe de vigilancia tecnológica dado que el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural las consideran como cadenas distintas y aparte de la cadena forestal.

El mejoramiento genético forestal se consolida y se perfila como importante dentro de los aspectos de investigación toda vez que en el ámbito mundial se evidencia el interés en el tema, aunque sea relativamente reciente, dado que sólo se inició a mediados de la década del cincuenta, con los trabajos de Syrach Larsen (1956). Actualmente, el mejoramiento genético constituye una parte operacional de todos los programas de manejo intensivo en el mundo y continuará siendo importante en la industria forestal en el futuro, integrando las herramientas biotecnológicas de reciente descubrimiento a la mejora tradicional, vía pruebas genéticas en terreno.

El documento permite identificar los países que se conocen como **líderes** en el tema, tal es el caso de Estados Unidos, Canadá, Australia aunque otros que se consideraban como líderes no aparecen en el listado. De igual forma los resultados expuestos en el informe permiten descubrir otros países que hacen incursiones importantes en el tema y no eran tenidos en cuenta como países líderes como es el caso de China y otros. De otro lado, se destaca que a escala mundial existe un énfasis en la investigación y desarrollo tecnológico en las siguientes **temáticas** con relación al MGF, como se menciona a continuación:

- Huertos semilleros.
- Temas transversales al MGF.
- Estudios sobre especies definidas (en particular del género *Pinus*).
- Selección de árboles.
- Biotecnología.
- Características a mejorar en el árbol (Caracteres).

2. ESTADO DEL ARTE EN MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL

El rápido cambio en las necesidades y hábitos de consumo en las personas hacia un material tan noble³³ como es la madera, ha sido una de las razones que impulsa a los diferentes actores de la cadena forestal y relacionados a mejorar, fortalecer e investigar las técnicas en la producción de semillas y material de propagación forestal. Cabe entonces recordar que el **comercio mundial de productos forestales**

³³ Se dice que la madera es un “material noble” porque se adecua a muchas de las necesidades del hombre, es un elemento que se deja trabajar y moldear, además es un material de fácil combustión y no transmite electricidad.

es el mayor dentro del sector agropecuario y segundo después del comercio del petróleo, con una tendencia de consumo creciente de alrededor de 4.500 millones de m³ anuales, toda vez que se muestra una relación directamente proporcional entre el consumo de la madera y el crecimiento de la población. Según la FAO (State of the World's Forest, 1997) el consumo mundial de madera ha crecido un 36%, alrededor de 900 millones de m³ en los últimos 25 años. De otro lado Gartland K, Oliver C (2007) precisan que los bosques proporcionan 1,75 millones de m³ de madera cada año.

De acuerdo con Pijut P, Woeste K et.al (2007), la demanda de calidad de las plantaciones de árboles de madera dura seguirán en aumento en todo el mundo en tanto crezca el consumo de los productos forestales. Debido a los **altos niveles de consumo de madera**, queda clara la necesidad de suplir la demanda con plantaciones reforestadas que se ajusten a las exigencias de la industria maderera, además los bosques naturales son cada vez menos utilizados para este propósito dadas las exigencias de sustentabilidad ambiental que comienzan a imponer los consumidores. Surge entonces, como apoyo a esta necesidad de producción, **el mejoramiento genético forestal, cuyo objetivo** consiste en fortalecer cualidades en los árboles para aumentar el rendimiento y la calidad de madera, tanto en el desarrollo como en la resistencia a plagas, enfermedades y factores abióticos como sequías e inundaciones. Según Marcó M. (2006), la finalidad del mejoramiento genético en especies forestales se puede resumir en los siguientes aspectos:

- “Mayor productividad por hectárea.
- Mejor calidad del producto.
- Adaptación a áreas marginales del cultivo.
- Reducción del turno de aprovechamiento y de los costos de establecimiento, cosecha y/o procesos industriales.
- Diversificación en los usos de la madera”.

La **definición del mejoramiento genético de los árboles forestales** según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación –FAO y Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA (2003) “*es la aplicación de los principios de la genética a la producción de árboles de caracteres específicos. En el sentido más estricto, se aplica a la multiplicación por polinización artificial; en el sentido más amplio, se refiere a sistemas de mejoramiento muy variados: desde la recogida de semillas procedentes exclusivamente de los mejores árboles (llamados árboles plus³⁴ y árboles élite³⁵) o de las mejores fuentes de semi-*

³⁴ Árbol evaluado fenotípicamente y ha sido encontrado superior dentro de la población, en uno o más de sus caracteres de importancia pero que no ha sido objeto de un test.

³⁵ Árbol plus que después de haber sido evaluado genotípicamente (pruebas de progenie) ha sido encontrado superior.

llas (selección masiva) hasta los programas muy refinados de polinización regulada de fases múltiples y en generaciones múltiples”.

La **importancia del MGF**, radica en que es una **opción real** para hacer más productivas las plantaciones forestales en cuanto a cantidad y calidad. El MGF, es importante al agilizar y hacer efectivos los procesos de producción, pero no es suficiente aplicarlo sino se apoya y complementa con otros factores; puesto que la **reforestación comercial depende de cuatro factores básicos**: genética de la semilla, procesos de vivero, caracterización del suelo y manejo silvicultural, como lo expresan los expertos consultados Trujillo E. y Barbosa G. (2007). Un **requisito esencial de todo programa de plantación** es asegurar una fuente de suministro de semillas, independientemente de que éstas se recojan en el lugar o se adquieran en otra parte. Su calidad determinará no sólo el número de plántulas sanas obtenidos, sino también su posterior supervivencia y crecimiento.

Las **nuevas técnicas en MGF**, son las **Biotecnologías** aplicadas al MGF. Según, la división de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo (2004), durante los últimos 30 años los avances del **conocimiento celular y molecular** han proporcionado la base de una nueva generación de técnicas que constituyen la **biotecnología forestal**. Este amplio concepto incluye la base teórica y las herramientas metodológicas del cultivo de tejidos vegetales y de su manipulación genética. El campo de acción de la biotecnología forestal se ha expandido con rapidez, sin embargo las **técnicas de cultivo de tejidos y de la manipulación genética** no sustituirán a las técnicas tradicionales de selección, pero pueden considerarse útiles herramientas para incorporarse en el programa de selección establecidos. (Íbid).

El desarrollo de la Biotecnología –BT y su incorporación al proceso productivo ha sido muy modesto en países subdesarrollados lo que contrasta con el entorno internacional donde la **tendencia mundial** es definitivamente hacia la expansión de la industria en BT. En USA, la primera potencia mundial en desarrollo biotecnológico, las empresas biotecnológicas crecieron en la última década a tasas promedio entre 15 y 20 por ciento. Del total de inversiones en BT en ese país, la industria farmacéutica o con aplicación médica aporta el 80%; el **sector agrícola**, 15% (que incluye el sector forestal) y el industrial, un 5 %. (Martínez J., Orellana A.,2006). A continuación se presenta un listado de **biotecnologías recientemente elaboradas** que hoy en día podrían aplicarse a los árboles forestales, presentadas por la FAO (2003).

- Biotecnologías basadas en marcadores moleculares.
- Modificación genética de especies arbóreas forestales –OMG.
- Biotecnologías basadas en la propagación vegetativa.

A continuación se presenta, en la Tabla 13, a manera de resumen, los aspectos relevantes en programas y actividades del MGF.

Tabla 11. Aspectos relevantes en programas y actividades de mejoramiento genético forestal

Actividades/ Programas de MGF	Características a tener en cuenta/ Aspectos más estudiados
Investigaciones sobre la calidad de la madera	Densidad básica
	Características en las fibras
	Tensiones de crecimiento
Técnicas de selección	Vigor
	Forma del tronco y calidad de la madera
	Resistencia a plagas y enfermedades
	Factores abióticos negativos
Biotecnología forestal	Cultivo de tejidos vegetales
	Manipulación genética
Marcadores moleculares	Variación genética
	Medir caracteres morfológicos y cuantitativos sobre el terreno
	Estudiar marcadores moleculares en laboratorios
	Sistemas de cruzamiento
	Movimiento de pólenes
Diversidad genética	Dispersión de semillas
	Conservación genética
	Mantener la diversidad genética
Verificación de los genotipos	Obtener poblaciones útiles para la reproducción con fines específicos
	Identificar genotipos
Técnica huella dactilar	Identificación del germoplasma
	Cruzamientos controlados
	Identificación correcta de los clones
Cartografía de genes y selección con ayuda de marcadores	Mapas de ligamiento genético
	Rasgos cuantitativos de importancia económica (rendimiento y calidad de la madera) controlados con los genes LRC.
	Tienden a utilizarse sólo para especies de gran valor económico
Modificación genética de especies arbóreas forestales	Recombinación del ADN
	Rasgos de crecimiento, calidad del tronco y la madera.
Propagación vegetativa	Preservación y difusión de los resultados obtenidos en un programa de MGF
	Rápida distribución de los nuevos materiales
	Adaptación adecuada de los clones a las diferentes condiciones locales

Fuente: Compilado por TECNOS-MADR-COLCIENCIAS, a partir de información de Marcó, M (2007) y FAO (2003).

2.1. ESTADO DEL ARTE EN INVESTIGACIÓN BÁSICA Y APLICADA EN MGF

La producción científica puede ser medida por el **número de publicaciones** de un país, institución o autor; sin embargo, el número de publicaciones no es una medida definitiva de la competitividad de un país en este campo, dado que la calidad de las publicaciones puede variar y así marcar la diferencia entre los países que tienen un número similar de publicaciones (Madrid, 2005).

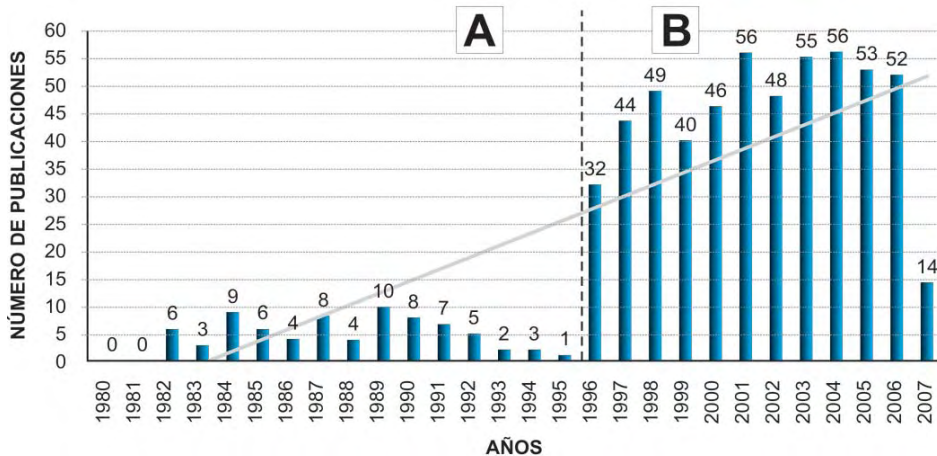
DINÁMICA GENERAL DE PUBLICACIONES

Enfoque temporal. En la ventana de tiempo ofrecida por **Scopus** (1960-2007), se encuentra un total de **681 publicaciones**. Para hacer este análisis se tuvo en cuenta las últimas tres décadas, dado que en años anteriores no se registran publicaciones. De esta forma se logra observar con claridad que es en el año 1982³⁶ cuando se empiezan a registrar las investigaciones sobre el tema en cuestión. En la Gráfica 1, se observa que la dinámica general de publicaciones presenta una tendencia creciente, con dos períodos establecidos:

- Entre 1982 - 1995 (A), inicia la fase de emergencia, con un bajo número de publicaciones toda vez que no supera los diez artículos anuales, el promedio de este período es de cinco artículos anuales.
- Entre los años 1996 a 2007 (B), se presenta una fase de consolidación y desarrollo en el tema dado el incremento en el número de publicaciones, se pasa de cinco a 48 artículos como promedio anual hasta el año 2006; durante el primer semestre del 2007 se registran 14 publicaciones que no se incluyen en el promedio anteriormente descrito. Entre la fase A y B se presenta un crecimiento de un 89% en el número de publicaciones registradas.

³⁶ Se hace la aclaración que países como Estados Unidos, inician investigaciones en MGF, desde la década del cincuenta, solo que aparecen registradas en la base de datos consultada (Scopus) desde 1982.

Gráfica 1. Número de publicaciones en el ámbito mundial por años



Fuente: TECNOS- MADR- COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de la bdd Scopus. Cobertura (1960-2007) Junio de 2007, procesado Vantage Point y Microsoft Excel.

Enfoque temático. Se realizó la clasificación de las palabras claves con asesoría de Silva, J (2007), experto consultado de acuerdo a temas previamente establecidos y que son representativos para el MGF. En el análisis, el tema más representativo es el de los huertos semilleros (HS) con 407 publicaciones, la importancia de este tema radica en que los HS son plantaciones “establecidas especialmente” para la producción de semillas³⁷, de allí se clasifican en huertos semilleros comprobados- HSC, y en huertos semilleros no comprobados- HSNC. Queda por lo tanto en evidencia la necesidad de realizar plantaciones para hacer mejoramiento genético forestal.

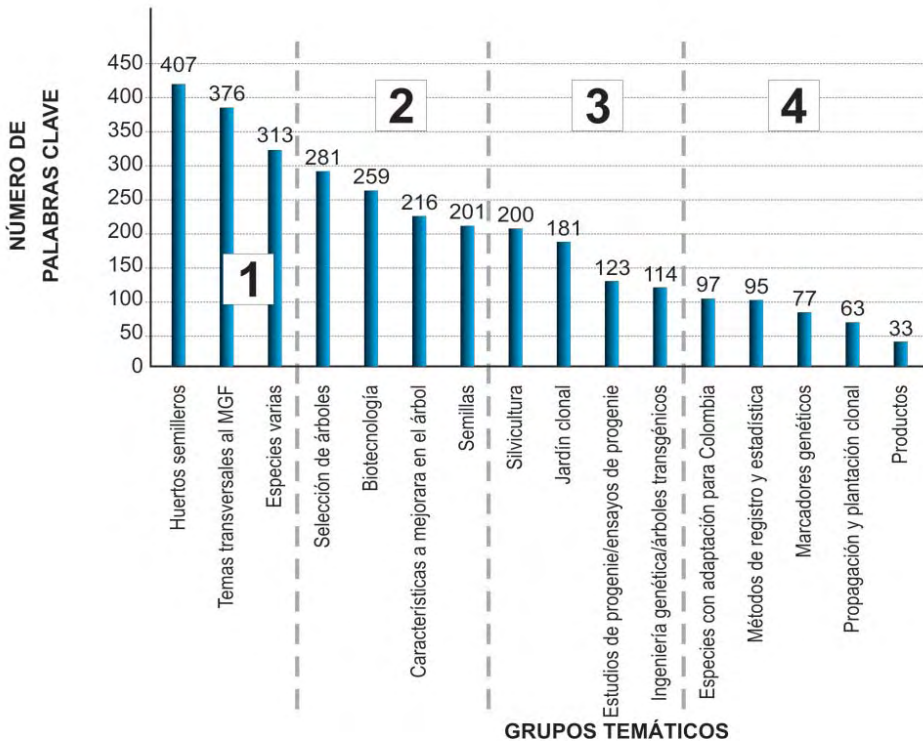
Como se muestra en la Gráfica 2, las temáticas se reúnen en **cuatro conjuntos**, el primer conjunto de temas poseen más de 300 registros y se priorizan temas como los Huertos semilleros, los temas transversales al MGF y estudios de Especies varias, el segundo conjunto está conformado por las temáticas que superan los 200 hasta los 300 registros, incluye: selección de árboles, biotecnología y caracteres. Los siguientes cuatro temas: silvicultura, jardín clonal, estudios/ ensayos de progenie y árboles transgénicos conforman el tercer conjunto entre 114 y 200 registros. Y el último grupo lo conforman temáticas con menos registros (hasta 100) como lo son: especies con adaptación a Colombia, métodos de registro y estadística, marcadores genéticos, propagación y propagación clonal y productos.

Cabe resaltar la importancia de los grupos temáticos para la reforestación a nivel nacional en lo referente a las “**especies con adaptación para Colombia**”, se registran en las publicaciones de Scopus géneros como *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E globulus*,

³⁷ Tomado del glosario de genética forestal, Universidad Autónoma de Chile.

E. nitens, *E. urophylla*) *Pinus* (*P.caribaea*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. tecunumanii*), y otros árboles como *Gmelina arborea* y *Tectona grandis*. Sin embargo en la reforestación en Colombia se están trabajando con otras especies que son importantes porque se siembran en grandes extensiones como *E. pellita* y *A. magium* pero éstas no se registran en las publicaciones que se analizaron.

Gráfica 2. Temáticas más importantes en las publicaciones analizadas



Fuente: TECNOS- MADR- COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de la bdd Scopus. Cobertura (1960-2007) Junio de 2007, procesado Vantage Point y Microsoft Excel.

Para detallar más el panorama internacional, se destacan los **países líderes** considerados así por ser los países que poseen mayor número de publicaciones dentro del conjunto de países registrados. El **total de países** a escala mundial que **publican sobre MGF es de 69**, cabe notar que los países que cuentan con más de 18 artículos registrados por Scopus corresponden al 14% del total de países. De acuerdo con el número de publicaciones de mayor a menor son Estados Unidos, Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Suecia, China, Reino Unido, India, Japón y Brasil. Los anteriores países son líderes no sólo por sus publicaciones sino también por sus adelantos en investigación sobre el tema y sus importantes avances en MGF, por tanto se convierten en guías en el desarrollo para este tema en el país.

El **total de publicaciones** en el ámbito internacional es de **911 artículos** (Scopus 681, ISI WoS 230) y los países líderes participan con el 71% de éstas. El promedio de publicación por país, sin incluir a Estados Unidos y Canadá, debido a la diferencia notoria en publicaciones, es de 30 artículos en el período analizado de 1974 a 2007. El país que sobresale en número de publicaciones es **Estados Unidos** con 192 artículos, con esto se convierte en el país líder con un 25% del total de publicaciones del total de países, le sigue **Canadá** con 104 artículos, lo que equivale a un 13% del grupo de países. Al realizar la **comparación de resultados de publicaciones científicas en Scopus con relación a ISI WoS** –ver Tabla 12–, se encuentra que no hay artículos de Colombia, por lo tanto no está incluida en los datos de ISI WoS (debido a que los países líderes, superan las cinco publicaciones en total y Colombia sólo registra dos), tampoco Nueva Zelanda, Reino Unido y Sur África, además incluye otros países no registrados en Scopus como España, Escocia, Dinamarca y Alemania. Sin embargo cabe resaltar la participación de Colombia en el contexto mundial, publicaciones en cabeza de **Smurfit Kappa Cartón de Colombia, Refocosta y Pizano**. En las Tablas 3 y 4 se presenta un panorama amplio y detallado frente a los actores líderes y continentes, apoyado con datos y gráficas

Tabla 12. Comparación entre las bases de datos de ISI WoS y Scopus frente al tema MGF –Países líderes.

Ranking de Posición	BASE DE DATOS DE ISI		BASE DE DATOS DE SCOPUS	
	# Publicaciones	País	# Publicaciones	País
1	80	Estados Unidos	192	Estados Unidos
2	38	Canadá	104	Canadá
3	26	Australia	59	Australia
4	18	Suecia	31	Nueva Zelanda
5	9	Brasil	31	Suecia
6	8	Japón	30	China
7	7	India	28	Reino Unido
8	7	China	25	India
9	7	España	21	Japón
10	6	Finlandia	18	Brasil
11	6	Francia	17	Sur África
12	6	Escocia	16	Finlandia
13	5	Dinamarca	11	Francia
14	5	Alemania	10	Colombia

Fuente: ISI WoS y Scopus, Junio, (2007)

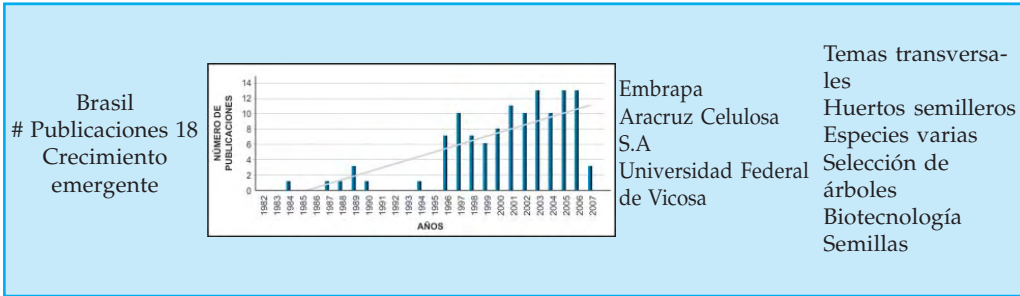
Tabla 13. Dinámica de publicaciones de actores líderes, instituciones y temas relacionados de estudio y publicaciones.

Actores líderes países			
País	Dinámica de publicaciones	Instituciones	Temas
<p>Estados Unidos # Publicaciones 192 71% crecimiento</p>		<p>USDA. Universidad Carolina del Norte. Universidad de Florida. CAMCORE. Universidad del estado de Oregón.</p>	<p>Temas transversales al MGF Huertos semilleros Especies varias Biotecnología Caracteres</p>
<p>Canadá # Publicaciones 104 97% crecimiento</p>		<p>Univ. of Northern British Columbia. Servicio Canadiense del bosque, CFS. B.C. Min. of Forests Research Branch</p>	<p>Huertos semilleros Especies varias Temas transversales Caracteres Selección de árboles</p>
<p>Australia # Publicaciones 59 98% crecimiento</p>		<p>Organización de investigación científica e industrial de la Commonwealth. CSIRO Universidad de Tasmania Departamento de industrias primarias y de industrias pesqueras, ciencia de la horticultura y de la silvicultura Universidad de James Cook Ensis Genetics</p>	<p>Huertos semilleros Temas transversales Caracteres Especies para Colombia Silvicultura</p>
<p>Nueva Zelanda # Publicaciones 31 66% crecimiento</p>		<p>Instituto de Investigación del Bosque de Nueva Zelanda Ensis Genetics PAPRO Nueva Zelanda</p>	<p>Huertos semilleros Especies varias Temas transversales Biotecnología Jardín clonal</p>

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

<p>Suecia # Publicaciones 31 96% crecimiento</p>		<p>Swedish University of Agricultural Sciences. USDA, servicios forestales Universidad Carolina del Norte.</p>	<p>Temas transversales Huertos semilleros Selección de árboles Biotecnología Semillas</p>
<p>China # Publicaciones 30 96% crecimiento</p>		<p>Instituto de investigación de la silvicultura subtropical. Instituto de investigación de la silvicultura, CAF</p>	<p>Especies varias Huertos semilleros Temas transversales Selección de árboles Silvicultura</p>
<p>Reino Unido # Publicaciones 28 95% crecimiento</p>		<p>Universidad de Oxford Centro de Investigación Norteño, Roslin Universidad de Edinburg Instituto de la ecología terrestre.</p>	<p>Temas transversales Huertos semilleros Especies varias Selección de árboles Jardín clonal</p>
<p>India # Publicaciones 25 Crecimiento emergente</p>		<p>Universidad de Garhwal Instituto de investigación del bosque, Dehra Dun Instituto de la genética forestal y de la crianza del árbol,(IFGTB)</p>	<p>Huertos semilleros Biotecnología Temas transversales Selección de árboles Jardín clonal</p>
<p>Japón # Publicaciones 21 94% crecimiento</p>		<p>Instituto de la silvicultura y de investigación de los productos de bosque, FFPRI Universidad de Tokio</p>	<p>Huertos semilleros Especies varias Biotecnología Semillas Selección de árboles</p>

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*



Fuente: TECNOS- MADR- COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de la bdd Scopus. Cobertura (1960-2007) Junio de 2007, procesado Vantage Point y Microsoft Excel.

Tabla 14. Dinámica de publicaciones por regiones geográficas

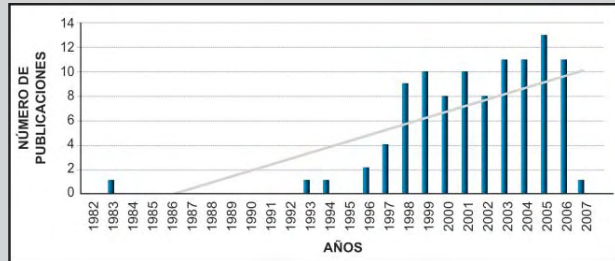
Región	No. Artículos	Dinámica de Publicaciones
AMÉRICA		
Estados Unidos	192	
Canadá	104	
América del Norte	296	
Costa Rica	4	
México	2	
Cuba	1	
América Central	9	
Brasil	18	
Colombia	10	
Argentina	6	
Chile	3	
Venezuela	3	
Perú	1	
América del Sur	41	
TOTAL AMÉRICA	346	
EUROPA		
Suecia	31	
Reino Unido	28	
Finlandia	16	
Francia	11	
Dinamarca	10	
Alemania	10	
España	8	
Polonia	7	
Bélgica	5	

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

Turquía	5
Italia	4
Noruega	4
Otros	21
TOTAL EUROPA	160

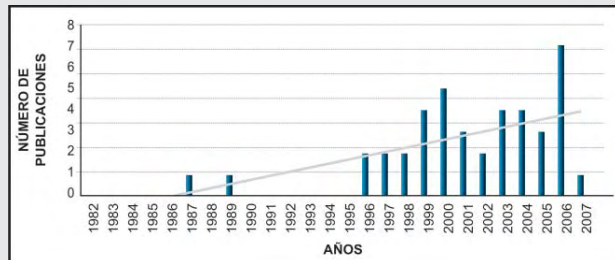
ASIA

China	30
India	25
Japón	21
Indonesia	6
Korea del sur	6
Malasia	5
Tailandia	4
Nepal	3
Otros	6
TOTAL ASIA	106



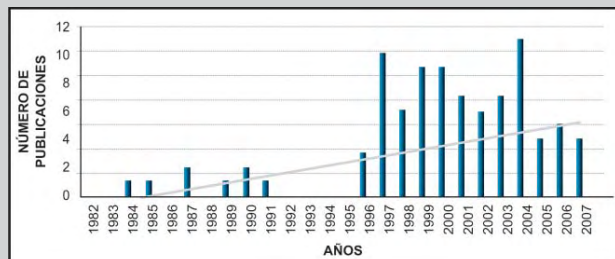
ÁFRICA

Sur Africa	17
Kenia	9
Cameron	3
Etiopia	3
Ghana	3
Nigeria	3
Malawi	2
Namibia	2
Zimbawe	2
Otros	8
TOTAL ÁFRICA	52



OCEANÍA

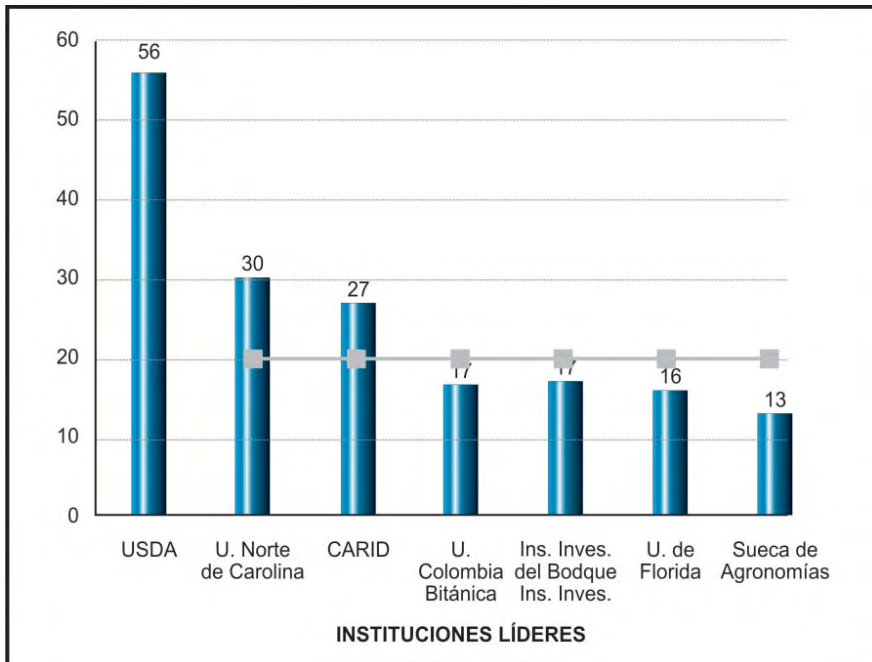
Australia	59
Nueva Zelanda	31
Islas de Salomon	1
TOTAL OCEANÍA	91



Fuente: TECNOS- MADR- COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de la bdd Scopus. Cobertura (1960-2007) Junio de 2007, procesado Vantage Point y Microsoft Excel.

Entre las **instituciones líderes** en el ámbito mundial, se encuentran departamentos/ministerios, institutos, organizaciones y universidades, que se presentan en la Gráfica 3, el grupo es encabezado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – USDA- con 56 publicaciones, se destaca por su promedio frente a las demás instituciones, el cual es de 20 artículos. De las instituciones relacionadas, sobresale Estados Unidos con tres y Oceanía con dos.

Gráfica 3. Instituciones líderes



Fuente: TECNOS- MADR- COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de la bdd Scopus. Cobertura (1960-2007). Junio de 2007, procesado Vantage Point y Microsoft Excel.

Los **autores destacados** en investigación sobre MGF, según la Gráfica No. 3 son Lindgren, D de nacionalidad Sueca, los estadounidenses White, T. L.; Li, B. Dvorak, W.S y el canadiense S. Owens, J. N., se observa la estrecha relación de dichos autores con instituciones educativas principalmente.

Además de los autores ya mencionados, se suman a la lista de autores líderes otros investigadores que arroja ISI, ellos son: Frampton, J.; Huber, D. A.; McKeand, S. E. Y los autores que excluye son Dvorak, W. S. y Owens, J. N. Se destacan las temáticas relacionadas a los huertos semilleros y los temas transversales al MGF, como los temas priorizados por los investigadores líderes.

Tabla 15. Autores líderes asociados con redes de instituciones

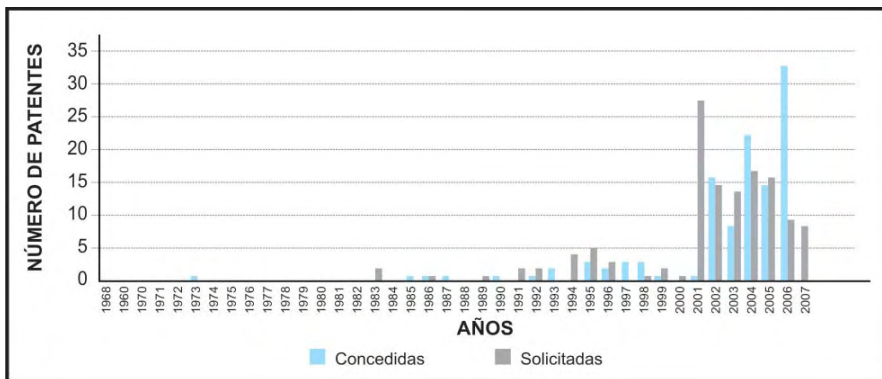
# Total Publicaciones	Investigadores	País	Redes de Instituciones	Temas
15	Lindgren, D.	Suecia	Universidad sueca de las agronomías, Departamento de la genética forestal y fisiología de las plantas. Universidad del estado Norte de Carolina, Departamento de la silvicultura y de los recursos ambientales. USDA, laboratorio de ciencias de la silvicultura. Instituto De Investigación del bosque de Korea	Huertos semilleros Temas transversales Selección de árboles Semillas
13	White, T. L.	Estados Unidos	Universidad de Florida CAMCORE Universidad de Texas A&M, departamento de ciencias del bosque.	Huertos semilleros Temas transversales Est. De progenie Temas estadísticos Especies varias Biotecnología Selección de árboles.
12	Li, B.	Estados Unidos	Universidad del Norte de Carolina, Departamento de la silvicultura y de los recursos ambientales. SkogForsk	Huertos semilleros Temas transversales Especies varias Biotecnología Jardín clonal
11	Dvorak, W. S.	Estados Unidos	CAMCORE Universidad del Norte de Carolina, Departamento de la silvicultura y de los recursos ambientales EMBRAPA. Smurfit Cartón de Colombia	Huertos semilleros Temas transversales Selección de árboles Caracteres
10	Owens, J. N.	Canada	Universidad de Victoria, Centro para la biología del bosque. Universidad de Kasetsart, Facultad de silvicultura.	Huertos semilleros Temas transversales Semillas Especies varias

Fuente: TECNOS- MADR- COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de la bdd Scopus. Cobertura (1960-2007). Junio de 2007, procesado Vantage Point y Microsoft Excel.

2.2. ESTADO DEL ARTE DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN MGF

Dinámica de patentes, de acuerdo con las búsquedas realizadas en las bases internacionales de patentes se identificaron **118 patentes** relacionadas con el tema de mejoramiento genético forestal entre 1962 y Julio de 2007. La actividad de patentes en este campo inicio en el año de **1973**, al parecer este fue un primer esfuerzo aislado toda vez que sólo hasta los años 1985 y 1987 aparecen nuevas patentes en el tema mencionado. La Gráfica 4 muestra una concentración de patentes entre el 2002 y 2006. En estos cinco años se ha registrado el 80% (71 patentes) del total de patentes identificadas en el tema. Sobresale el año 2006 dado que presenta un mayor número de patentes (23 patentes, 26%). Lo anterior diferencia dos períodos de tiempo; el primero, comprendido entre los años 1973 a 2001 con una dinámica de patentamiento a lo sumo de dos patentes y períodos extensos de inactividad. El segundo período comprende entre el 2002 a 2007, período en el cual se demuestra un interés explícito por la innovación en este campo de estudio.

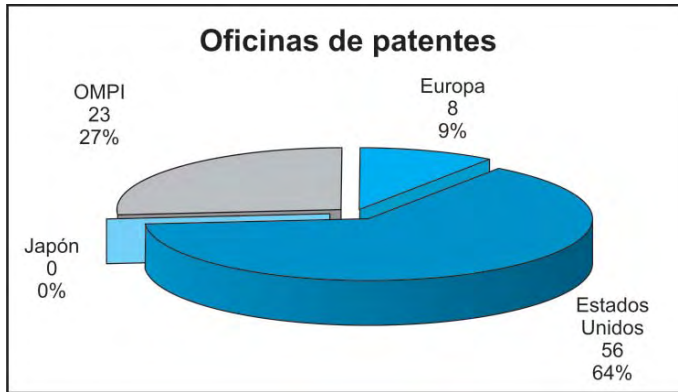
Gráfica 4. Análisis de la dinámica de las patentes en el ámbito mundial.



Fuente: TECNOS -MADR- COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de bdd internacionales de patentes Julio de 2007, procesado en el patentometro.

En cuanto a las **oficinas que registran patentes** se ilustra en la Gráfica 5, que Estados Unidos (USPTO) registra más de la mitad de las patentes (64%), le sigue con una diferencia destacada la oficina mundial de propiedad intelectual (27%), en tercer y último lugar Europa (Espacenet) con un 9% de participación. De lo anterior se deduce que el mercado potencial (oferta de conocimiento a través del licenciamiento de patentes) se encuentra, principalmente, en Estados Unidos.

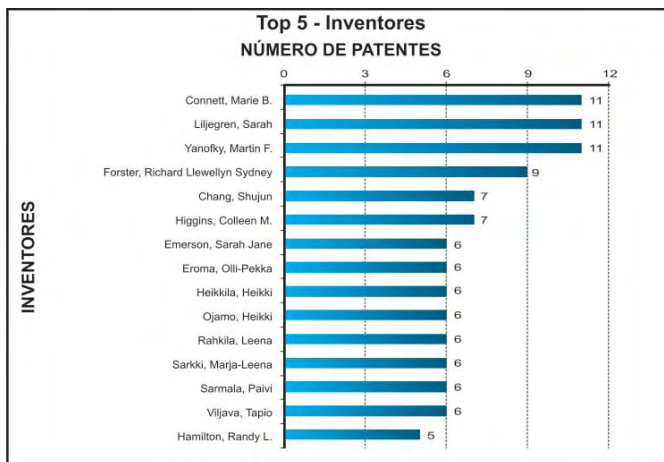
Gráfica 5. Registro de patentes por oficinas.



Fuente: TECNOS-MADR-COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de bdd internacionales de patentes. Julio de 2007, procesado en el patentometro y Microsoft Excel.

La Gráfica 6, muestra los **inventores con mayor número de patentes** relacionadas con mejoramiento genético forestal. Entre los inventores se destacan Connett, Marie B; Liljegren, Sarah y Yanofsky, Martín F., cada uno con 11 patentes. Tales investigadores se relacionan con la Universidad de California institución en la cual se generaron dichas patentes. En cuanto a la relación de otras instituciones para el resto de inventores que se presentan en el gráfico No. 6, se relacionan: ArborGen, LLC y Danisco Sweeteners Oy.

Gráfica 6. Inventores destacados.

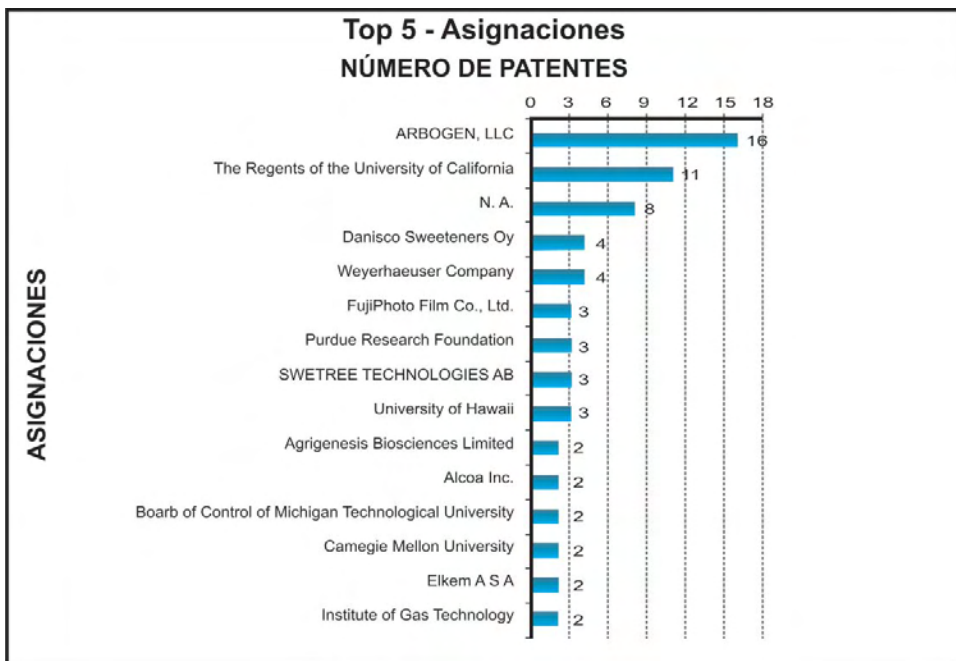


Fuente: TECNOS-MADR-COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de bdd internacionales de patentes. Julio de 2007, procesado en el patentometro.

En la Gráfica 7, se relacionan los **titulares con mayor número de patentes** en el tema, se observa una vez más la fuerte participación de Estados Unidos. Se identifica también que los titulares con mayor número de patentes corresponden a empresas multinacionales con presencia en más de 18 países. De las 15 instituciones presentadas en la Gráfica 7, tres hacen parte de la comunidad académica (universidades) lo que representa un 20% de participación. Las 118 patentes se distribuyen en 22 instituciones otras no están asignadas.

Las **temáticas** que se relacionan en las 118 patentes son **Fisiología** (34 patentes), **Tecnología de la madera** (33 patentes), **Biotechnología** (31 patentes), **Productos secundarios** (17 patentes) y **Varios** (3 patentes). De acuerdo al experto consultado, Trujillo E (2007) se hizo la clasificación de palabras clave con las anteriores temáticas con lo cual se direccionó la agrupación de las patentes.

Gráfica 7. Titulares con mayor número de patentes (instituciones/empresas).



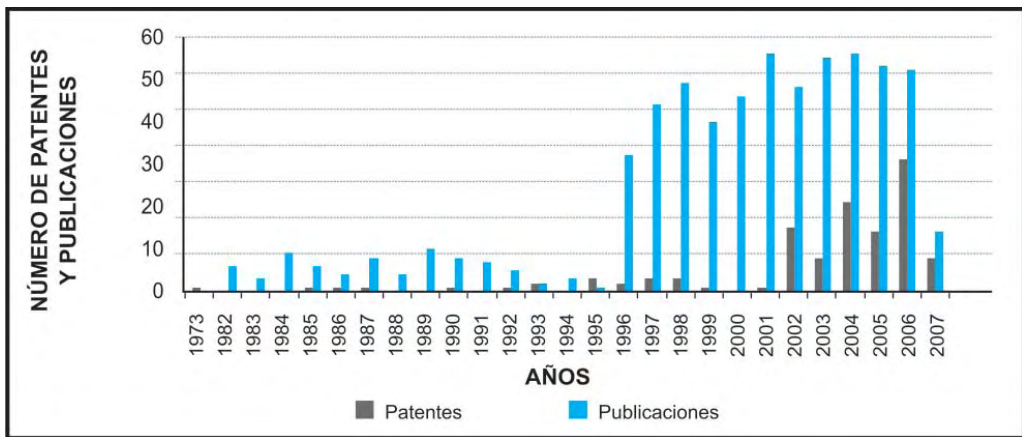
Fuente: TECNOS-MADR-COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de bdd internacionales de patentes. Julio de 2007, procesado en el patentometro. NOTA: Se aclara que NA se refiere a patentes no asignadas hasta el momento.

Al realizar un **análisis respecto de la relación entre los autores (publicaciones) e inventores (patentes)**, se tiene que no son los mismos, los autores con

mayor número de artículos, no aparecen en la lista de patentes, tampoco las universidades que más publican. De lo anterior se puede concluir que los actores que más patentan son las empresas y en menor escala las universidades.

Para efectuar la **comparación entre la dinámica de patentes y la dinámica de publicaciones científicas**, en el período de tiempo comprendido entre 1973 y 2007, se presenta en la Gráfica 8, la actividad año tras año. Dicho gráfico exhibe una **mayor actividad de las publicaciones frente a las patentes**, por lo que se presenta una marcada diferencia en los desarrollos de las actividades en mención. Las publicaciones presentan un aumento a partir de 1996 hasta el año en curso, mientras que en patentes se encuentra un registro en 1973, posteriormente se presenta un período de receso hasta 1985, donde nuevamente se registran patentes; para 1995 se encuentran dos y tres registros hasta 1998. Las patentes se concentran y presentan crecimiento a partir del 2002 hasta el año actual. En algunos períodos, como el 2002 a 2007, se demuestra que las publicaciones crecen hasta dos y tres veces más en relación a las patentes.

Gráfica 8. Actividad de patentes vs actividad de publicación científica.



Fuente: TECNOS-MADR-COLCIENCIAS, Cálculos basados en la información de bdd internacionales de patentes y Scopus. Julio de 2007, procesado en Microsoft Excell.

Es importante destacar que la **evolución de la actividad de patentes y la actividad de publicaciones científicas**, han estado marcadas por etapas de desarrollo. Por ejemplo, para la evolución de las publicaciones científicas se identifican dos etapas de desarrollo, la primera comprendida entre 1982 a 1995 con cinco registros en promedio, y la segunda etapa abarca el período entre 1996 al 2007 con un promedio de publicación de 45 registros. Así mismo, es posible identificar dos etapas de desarrollo en la actividad de patentes, la primera de 1973 a 2001, etapa caracte-

rizada por el bajo número de patentes toda vez que no supera los cinco registros, además de presentar años de inactividad, y la segunda etapa, de 2002 a 2007, sobresale por concentrar la mayor dinámica de patentes. En lo trascendido del año 2007 (datos parciales a Julio) se registra un comportamiento similar entre patentes (8 registros) y publicaciones (12 registros), que de acuerdo con las evoluciones históricas del tema (1973 a 2007), es muy probable que se presente una actividad destacada en publicaciones que supera la actividad de patentes.

2.3. TENDENCIAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS EN MGF

Aquí se hace referencia a las formas de propagar los resultados del MGF. En cuanto a las técnicas, la tendencia mundial es definitivamente hacia la expansión de la industria en Biotecnología. (Martínez J., Orellana A., 2006). Las tendencias se presentan a continuación:

TENDENCIAS DE APLICACIÓN.

Dentro de las aplicaciones o resultados del MGF, se encontró que la Silvicultura clonal de acuerdo con White T. (2005), *“está en pleno desarrollo en su aplicación en el mundo y con excelentes resultados en campo”*, El mismo autor comenta que, existe una nueva tecnología que avanza en escala operativa, y se presenta como tendencia la **silvicultura clonal**, la cual se define como el uso de clones probados y validados en campo. De este modo, se facilita el aprovechamiento de las plantaciones y la industrialización de la madera, dado que se obtiene un producto que resulta más homogéneo. Para el especialista norteamericano, White T. (2005), la principal ventaja es que *“se puede obtener más ganancia por medio de ésta práctica porque permite obtener los mejores clones y usarlos en forma operativa; se pueden seleccionar clones específicos para determinados suelos, o depende del clima de las distintas regiones, todo esto se puede controlar con la diversidad genética”*. En ese contexto, se considera que la silvicultura clonal permitirá satisfacer la demanda global dado que se utilizan menores superficies plantadas y libera el uso del bosque nativo.

De otro lado, según Barbosa G. (2007), hoy se habla en el mundo de *“Silvicultura de Precisión”* que es encontrar un clon-sitio, en lugar de tener plantaciones donde deben clasificarse de cuatro o cinco tipos de suelos y hacer los inventarios de cuatro o cinco diferentes rendimientos por Hectárea. Según la FAO (2003), existen actualmente protocolos adecuados para un gran número de especies arbóreas forestales, y está aumentando el número de especies para las cuales se ha notificado la utilización con éxito de la **Embriogénesis somática**³⁸. Por consiguiente, es probable que en el futuro la **Micropropagación** adquiera mayor importancia comer-

³⁸ Es una fase de la micro propagación durante la cual, células somáticas se diferencian en embriones somáticos.

cial en el sector forestal. Las tasas más altas de multiplicación que se consiguen con la micropropagación, en comparación con la propagación vegetativa mediante esquejes, permiten al parecer aprovechar más rápidamente las ganancias genéticas obtenidas en las estrategias de silvicultura clonal.

TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN

Según Pijut P, Woeste K et.al (2007). El desarrollo de los **sistemas de marcadores** casi se ha convertido en un complemento necesario para la cría y mejora clásica de la población de árboles de madera dura de crecimiento superiores, la forma, las características y la madera.

De otro lado, Gartland K. y Oliver C. (2007), comentan que la **biotecnología** puede proporcionar los medios para acelerar la adaptación de las especies forestales en respuesta a la introducción de patógenos, el cambio climático u otras perturbaciones. Sin embargo se está desarrollando el despliegue comercial de los clones a través de la selección y el ensayo.

La **reproducción Clonal**, es de importancia comercial para especies de árboles de madera dura dado que proporciona la mejora de plantas para su uso en las plantas de producción y la silvicultura. La **modificación genética** de especies de árboles de madera dura podría producir árboles con la tolerancia a los herbicidas, la resistencia a las plagas y las enfermedades, la mejora de la calidad de la madera, las manipulaciones y reproducción para plantaciones comerciales.

2.4. DINÁMICA COMERCIAL DE LOS PRODUCTOS FINALES DE LA CADENA PRODUCTIVA FORESTAL

El **mercado mundial de muebles** es un mercado de **tamaño** muy grande. En 2000 el mercado mundial de muebles alcanzó la suma de \$57 mil millones de dólares, creciendo entre 1995 y 2000 un 36%. **Italia** ocupaba en 2003 el primer lugar como exportador mundial de muebles con una cifra de \$3.113 millones de dólares, seguido por **China** con \$ 2.839 millones, superando a Alemania y Canadá. Para el 2005 China sobrepasó a Italia, según reporte de la OIMT. **Estados Unidos, Alemania y Reino Unido** son los mayores importadores mundiales. Las importaciones de los 5 principales importadores del mundo sumaron en 2005, \$31,2 mil millones de dólares (UNECE-FAO, 2006), de los cuales Latinoamérica suministra 3,65% en promedio. Como este mercado es una fuente tradicional de mano de obra, los productores en cada país suelen encontrarse entre grandes compañías productoras y firmas locales de artesanos.

La producción masiva de muebles se alcanzó cuando se mejoró la **tecnología de empaque plano** y el **diseño de muebles** listos para ensamblar RTA (Ready To Assemble) o DIY (Do-It-Yourself). Estas **innovaciones** allanaron el camino para que muchas firmas entraran a competir orientándose a mercados de precios medios y bajos.

Los **productos** se clasifican de manera general en muebles de madera sólida y RTA. El mercado de muebles de madera sólida se enfoca a nichos de mercado donde el **precio** no es importante y si lo es el **diseño**, tienden a consumirse localmente mientras que los RTA producidos masivamente van a mercados locales y de exportación. El mercado del mueble es un mercado muy competitivo con muchos nuevos entrantes, las **características generales** de este mercado internacional son (Kaplinsky, Memedovic, Morris, & Readman, 2003):

- En todos los subsectores o segmentos del mercado del mueble, el precio unitario de las importaciones provenientes de las categorías de países mencionados por el Banco Mundial (de bajo, medio, medio-alto y alto ingreso), tiende a converger, lo cual indica que se está desarrollando un precio mundial.
- En el caso de la Unión Europea, el precio unitario de las importaciones de países de alto ingreso va cayendo mientras que el de las importaciones provenientes de países de bajo y medio ingreso aumenta, lo que sugiere que estos países (de ingreso medio y bajo) se están moviendo a segmentos dominados antes por países de alto ingreso.
- De todas maneras el precio unitario de las importaciones provenientes de países de alto ingreso se mantienen muy por encima de los precios de los países de ingreso medio y bajo.

Del análisis realizado en el diagnóstico (MADR-TECNOS, 2008) sobre el agronegocio de productos forestales en Colombia y en el mundo quedan las siguientes conclusiones:

- Existe un espacio muy amplio en los mercados internacionales, especialmente en los grandes compradores para productos intermedios derivados del bosque.
- Sin embargo la producción nacional de productos intermedios derivados del bosque es muy pequeña para satisfacer grandes demandas, y aunque se tienen ejercicios exportadores, de otro lado se importan estos mismos productos para satisfacer demandas internas.
- La producción nacional de bienes finales que tienen más valor agregado también es escasa y aunque realiza actividades exportadoras el análisis muestra que no debería alejarse del desarrollo de mercados internos.

Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano

- El mercado de Estados Unidos es atractivo para varios tipos de productos intermedios y finales de la cadena, aunque se estima que los productos que no tengan valor agregado desde el punto de vista del cliente, van a sufrir fuerte competencia de proveedores de países de mejor productividad y calidad.
- Los mercados emergentes de Europa Oriental, Latinoamérica resto de Asia y China, que crecen al 4% anual son interesantes, y con excepción de Latinoamérica, debe evaluarse la posibilidad a la luz de los costos de transporte y de las barreras técnicas de entrada.
- Los demás mercados, Estados Unidos, Europa Occidental y Japón maduros crecen al 0,6% año y debe estudiarse con mayor detenimiento en cuáles nichos de mercado y probablemente con que productos de valor agregado se puede competir.

La Agenda Prospectiva de Investigación y Desarrollo Tecnológico toma como referencia inicial los impulsores del mercado mundial de muebles y productos de madera. Intenta con esto orientar su tarea con una “visión desde el mercado” y las exigencias y requisitos que éste tiene hoy, y en el futuro y no tanto a partir de una “visión desde el bosque”.

La reseña de los requisitos del mercado, que se presenta brevemente a continuación está basada en información del UNECE/FAO Forest Products Annual Market Review y otras publicaciones citadas en el texto.

Los requisitos más importantes que están desarrollándose como tendencias del mercado mundial de productos de madera son los siguientes.

MANEJO SOSTENIBLE DEL BOSQUE HÚMEDO

Los gobiernos y entidades no-gubernamentales están impulsando el uso de productos del bosque sostenible o (CFP -Certified Forest Products). Estos productos deben demostrar de una manera verificable por organismos independientes que provienen de bosques que cumplen los estándares de manejo sostenible del bosque. Los consumidores deben encontrar etiquetas en los muebles y productos de madera, mientras que los productores pueden verificar las fuentes a través de un esquema de certificación que asegure su trazabilidad. Entre los CFP no están considerados los productos que sean certificados por organismos no independientes o que tengan esquemas de certificación del tipo ISO 14001.

Las iniciativas gubernamentales son diversas. El gobierno danés por ejemplo ha promulgado unas guías que ayudan a los compradores de madera proveniente del trópico a asegurarse que viene de fuentes que pueden verificarse que son legales y

sostenibles. Aunque actualmente el uso de estas guías es voluntario se dan pasos para aproximarse a esquemas comprometidos con los estándares del Forestry Stewardship Council (FSC). Otros organismos certificadores son por ejemplo la Canadian Standards Association –CSA–, la Sustainable Forest Initiative (SFI) en Norteamérica; el American Tree Farm System (ATFS) en Estados Unidos y el Programme for Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) en Europa.

Sin embargo, algunos distribuidores mayoristas de productos de madera prefieren utilizar únicamente su propia etiqueta para asegurar a sus consumidores la originalidad y sostenibilidad de sus productos, en lugar de alinearse con algún esquema.

El Reino Unido de la Gran Bretaña, ha ido más lejos desarrollando políticas que exigen 100% de legalidad y la demostración de que el 70% de la madera proviene de bosques sostenibles. Actualmente trabaja en ajustar sus políticas de manera que permitan flexibilidad entre los proveedores y esto resulte en mejor competencia y bajos precios. El US Forest Service de Estados Unidos anunció en 2005 que probaría los sistemas de certificación en seis de los bosques del Sistema Nacional de Bosques.

Las reuniones de expertos internacionales sobre el tema han recomendado que, además de la certificación de bosques, deben impulsarse políticas de compra estatales para que exijan pruebas de la legalidad de la madera. Gobiernos nacionales en los mercados europeos como Reino Unido, Holanda, Dinamarca, Francia y Alemania han comunicado políticas de compra que favorecen a los Productos de Bosque Certificado (CFP Certified Forest Products) especialmente de países tropicales.

Para la primera mitad de 2006, el área total de bosques certificados alcanzó el 7% del área forestal global, pero este esfuerzo se hace en los bosques boreales y de latitud media, con una pequeña porción en los bosques tropicales que es donde se espera que haya más aplicación en el futuro (UNECE-FAO 2006).

Iniciativas no-gubernamentales que impulsan el uso de productos de bosque sostenible son por ejemplo el LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) del Green Building Council (USGBC) de Estados Unidos que desarrolla estándares para edificios nuevos, existentes, interiores comerciales y para casas residenciales. Ha registrado y certificado proyectos en una docena de países incluyendo a Canadá, China e India; su esquema da puntos en diferentes categorías que incluyen madera y productos de madera que a su vez deben estar certificados FSC. Este tipo de organizaciones se han expandido a otros países fuera de Estados Unidos, y el WorldGBC ha sostenido sus reuniones en Australia, España, Canadá, Japón, India y México. Canadá y México tienen sus propios programas GBC.

En el futuro estas iniciativas de “construcción verde” (green building) se ampliarán en Europa por las directivas de la Unión Europea en este sentido, y porque se está promoviendo en esos países el uso de la madera como material de construcción y

como productor de bioenergía. Todo esto en el marco del cumplimiento de compromisos con el Protocolo de Kyoto y la reducción de emisiones de carbón.

RESPONSABILIDAD SOCIAL

La responsabilidad social de una empresa va más allá de sus obligaciones legales y abarca aspectos como el desarrollo del talento humano, y las expectativas que sobre la empresa tengan los interesados (stakeholders) entre los que se cita a la sociedad en general. Entre estas responsabilidades más amplias se encuentran la responsabilidad con el ambiente y con la comunidad en la que la empresa opera. Involucra la integración de aspectos sociales y ambientales en las operaciones de la empresa y en la interacción con los actores sociales e interesados. Se realiza entre otros, a través del buen gobierno corporativo y la aplicación de valores éticos.

Esta tendencia del mercado, establece que las compañías productoras de bienes de primera y segunda transformación en el sector forestal³⁹, deben declarar los principios de responsabilidad social que les asisten. Estos incluyen el compromiso con el desarrollo sostenible en los aspectos sociales, ambientales y económicos; la forma como estos principios se aplican en la práctica de los negocios con los interesados (stakeholders) y con la competencia; las formas en que se aplica la transparencia en los negocios.

Otros compromisos expresados en la responsabilidad social de las empresas están relacionados con la comunicación responsable, confiable, proactiva e interactiva con los interesados. La manera como involucran a la comunidad o comunidades en las que operan, la manera como manejan la fuerza laboral, su desarrollo y los aumentos o reducciones de personal; los principios relacionados con los derechos humanos y laborales, las condiciones de trabajo, la diversidad social, la libertad de asociación; el trabajo de los niños, la remuneración y el horario de trabajo.

Algunos de estos compromisos, como los relacionados con el trabajo, pueden certificarse con organismos independientes y por lo tanto ser exigidos por el mercado y los consumidores en el futuro mediato.

CONSUMO DE MODA

La necesidad de agregar valor a los productos y la competencia intensa entre productores y entre distribuidores internacionales, ha llevado a intentar adaptaciones al mercado masivo de muebles. La tendencia de mass-customizing (exclusividad-

³⁹ Ver la declaración de tales principios y formas de proceder de Stora Enzo fabricante mundial de papel, empaques y productos forestales con inversiones y manejo de bosques en: <http://www.storaenso.com/CDAvgn/showDocument/0,,1031,00.pdf> de octubre de 2007.

masiva) por la cual se trata de dar al cliente lo que quiere segmentando los mercados al máximo, implica diseño según sus satisfactores y producción de pequeños lotes.

El consumo se convierte en moda, dado que se modifican las propuestas al cliente sobre la base del reconocimiento de lo que le gusta y la estrategia del productor de “volver obsoletos” sus propios productos en cortos períodos de tiempo a fin de mostrarle novedad.

En este sentido deben estudiarse permanentemente las tendencias de mercado internacional y la creación de tendencias en mercados locales. Colores de la madera, texturas, estilos de mueble, cambian periódicamente impulsados por las casas de diseño y por las tendencias en otros sectores como el de la construcción de vivienda y el comercial.

Las maderas de colores claros han dominado el mercado por un periodo largo de tiempo; y con relación al estilo lo que se prevé para la primera década de 2000 es una tendencia compartida entre un estilo de vida que desea vivir en armonía con los elementos naturales por lo que los diseñadores combinan madera con metal, vidrio y piedra, y una tendencia opuesta de diseñadores que ven resurgir la formalidad y la opulencia representados en muebles tapizados que utilizan telas de lujo como seda y damasco. (Wong 2007). La primera tendencia mencionada ha estado en el mercado desde hace 10 años ya, pero puede definirse como el estilo de vida casual, confortable, e informal con colores ligeramente claros en la madera. En Norteamérica se han preferido en esta década colores brillantes y multicolores, según la Color Associatiobn of the United States y la tendencia a partir de 2008 hacia “brillantes refinados que juegan con neutros complejos” (RTO on line 2006). Se recomienda pensar en el color y la textura de la madera, contrastes y mosaicos y no solo en el material.

Atender las ferias de muebles, analizar las tendencias de los colores, consultar a los diseñadores de interiores y viajar alrededor del mundo son unas de las acciones que deben tomar las compañías para mantenerse en contacto con las tendencias del mercado.

SUSTITUTOS SINTÉTICOS (ALUMINIO, ACERO, PVC)

De otro lado, pero no menos importante, como factor del mercado es la actividad para promover el uso de la madera como material de construcción y los desarrollos sobre las políticas de los estados para responder a obligaciones para el secuestro de carbono y la mitigación del cambio climático. En este último sentido el uso de la madera para reemplazar combustibles fósiles en la calefacción, en la producción de electricidad y posiblemente en el futuro, como almacén de carbón en productos

forestales y el reemplazo de materias primas no renovables e intensivas en energía, aparte de los valores no comerciales del bosque, muestra que aparecerán usos competidores para la madera como materia prima para muebles y otros productos, y que ésta se utilizará mezclada con otros componentes; los impactos finales son complejos pero pueden enfocarse sobre el precio y la disponibilidad para su transformación en bienes de mayor valor agregado.

Un ejemplo de material compuesto, es la combinación de madera de especies exóticas con plástico reciclable⁴⁰, conforma un WPC (Wood Plastic Composite) que tiene mejores especificaciones que la madera sólida en aplicaciones a la intemperie, menor mantenimiento y costos de reemplazo más bajos. Otras ventajas son: más estable a la alta humedad que la madera sólida; libre de corrosión; resistente a hongos, termitas, otros insectos, roedores y parásitos; resiste ciclos de congelamiento; más resistente a la sal y a los ácidos; no tóxica para humanos y animales, libre de químicos que van al suelo (Tangram Technology s.f.). Puede reemplazar en el futuro a la madera tratada con preservantes químicos en gran parte de sus aplicaciones (Oregon State University 2006).

SUSTITUTOS NATURALES: FIBRAS VEGETALES Y RESIDUOS AGRÍCOLAS

Los residuos de la agricultura son una alternativa prometedora a la obtención de fibra de madera. La producción de paneles estructurales con base en desechos de trigo y arroz estruido bajo calor y presión ya es comercial. El residuo se refina para obtener las propiedades de tamaño en la partícula, se le añade resina libre de formaldehído, para colocarlo luego bajo presión, cortarlo y empacarlo. Se utiliza en aplicaciones de mueblería, puertas, ventanas, gabinetes; compite con los aglomerados y con el MDF (Woodconsumption-org s.f.).

SUSTITUCIÓN ENTRE ESPECIES MADERABLES: MADERAS SEMI-DURAS, PLANTACIONES DE RÁPIDO CRECIMIENTO, MADERAS BLANDAS, USO DE ESPECIES NO TRADICIONALES PARA PRODUCIR MADERA DE ALTO VALOR

Siendo que la industria forestal comercial y el mercado han sido conservadores en el número de especies que utilizan, (se pueden identificar cinco especies de mayor uso como las especies plantadas en el mundo), se han ido incorporando especies maderables que se denominan secundarias o no tradicionales. Para algunas de estas especies nuevas, se han desarrollado estudios sobre su uso para la obtención de productos de valor agregado como el mueble fino y pisos (Gomez, 2004). Para otras se estudian las posibilidades de su producción como maderas de alto valor.

⁴⁰ Ventaja adicional de utilizar residuos sólidos.

De otro lado y dado que la oferta de maderas blandas (coníferas) se concentra en el hemisferio norte y se destina principalmente a productos commodities⁴¹, existe una demanda no satisfecha de maderas duras y semiduras (latifoliadas) para la fabricación de muebles finos y decoración, con precios crecientes en mercados de países desarrollados. Lo anterior ha llevado a que se promueva en Europa la industria forestal en terrenos agrícolas mediante subsidios importantes para disminuir excedentes agrícolas y reducir el déficit de madera de calidad; las especies que se cultivan (nogal común, cerezo americano, fresno, arce) sustituyen a las maderas tropicales (Loewe, 2003).

Muchos productos se fabrican tradicionalmente con especies de madera cuyas características se acomodan a las especificaciones requeridas, sin embargo esas especies tradicionales son cada vez más difíciles de conseguir (Taylor, 2005); en la medida que el mercado se globaliza, especies exóticas o menos utilizadas en el pasado sustituyen a las más tradicionales en cada lugar de producción. En Estados Unidos esto ha representado que maderas provenientes del extranjero como el cerezo brasilero, el roble chino o el arce asiático, sustituyan a las especies domésticas en un gran número de productos.

CONSOLIDACIÓN Y GLOBALIZACIÓN DE LA INDUSTRIA ENTRE LOS PRODUCTORES Y DISTRIBUIDORES DEL NORTE

La tendencia a que cada vez exista menor número de distribuidores (mayoristas y minoristas) en un mercado dado porque se desarrollan adquisiciones y uniones entre compañías, aumenta el poder de negociación de éstos frente a los productores al convertirse en grandes barreras para que el productor pueda llegar al cliente final. A eso se suma su poder para establecer a su vez normas técnicas, diseños y valores agregados que no están al alcance del productor. Se establece como reacción a la acción de los productores de integrarse hacia adelante, hacia la distribución apoyándose en sus propias marcas, como forma de luchar con los costos altos en sus insumos industriales.

Lo anterior se está desarrollando porque la distribución y la producción de muebles en Estados Unidos y Europa han estado fragmentadas. El 45% de las ventas en los primeros 100 distribuidores de EE.UU. y los 10 mas grandes distribuidores representan solo el 16% del mercado (Bryson y otros, 2003).

La consolidación que se presenta tanto en distribuidores como entre productores, ayuda de otro lado a reducir costos indirectos en un mercado en el que estas reduc-

⁴¹ Productos no diferenciados, fabricados masivamente en grandes volúmenes que compiten principalmente con precios. Para el caso de los muebles pueden citarse los muebles RTA (Ready To Assemble), fabricados con tableros aglomerados y contrachapados, que recibirán en el futuro fuerte competencia de la China y de maquilas alrededor del mundo impulsadas por los distribuidores mayoristas.

ciones deben transferirse a los precios para competir mejor. Una industria fragmentada tiene muchos departamentos duplicados y triplicados (contabilidad, logística), además la consolidación o integración entre un distribuidor y un productor puede reducir pasos en la cadena de suministro con lo que puede competir mejor contra los productos importados de bajo costo.

LA EMERGENCIA DE CHINA COMO JUGADOR IMPORTANTE EN EL MERCADO DE MADERA Y PRODUCTOS DE MADERA

La visión futuro de China en el mercado de muebles indica que en 2010 “la industria de muebles de China será la número uno en el mundo entre las industrias del mueble y lo hará pasando de ser la más grande a ser la más fuerte” (Meiqi, 2006)⁴². China posee más de 50.000 empresas fabricantes de muebles en su mayoría pequeñas y medianas empresas que emplean a 5 millones de personas.

La industria del mueble en China se orienta a mercados de rango medio y bajo, pero en el mercado de alto rango, este país consume productos importados o fabricados por joint-ventures o por compañías extranjeras que operan en allí. Produce todo tipo de muebles la industria mueblera China, pero el mueble de madera es el producto predominante con el 80% del total de productos que incluye además muebles de vidrio, bambú, rattan, metal y tapizados.

Para 2015 las ventas totales alcanzarán \$40.000 millones de dólares de las cuales \$30.000 millones serán en el mercado interno y \$ 10.000 millones de las exportaciones. Dado que el costo de los materiales alcanzan el 30% de los costos totales y que los materiales de madera son el 80% entre otros tipos de material, la demanda por materiales de madera será de \$90.000 millones de yuans (Meiqi, 2006). La demanda por madera sólida, paneles de madera cualificados y enchapes decorativos será alta, y las fuentes de compra están diversificándose hacia el exterior, estimándose que la demanda insatisfecha en 2010 será de entre 120 y 160 millones de metros cúbicos, que deben satisfacerse con madera sólida importada. Esta madera podría importarse en su mayoría de Rusia (madera dura), pero también de Estados Unidos, de países africanos, de Suramérica y de otros países asiáticos.

La anterior situación y sus proyecciones al futuro, puede derivar para Colombia en exportaciones de madera como materia prima o como producto de transformación primaria (paneles) hacia China, haciendo más escasa la madera sólida para aplicaciones y productos de valor agregado en la transformación secundaria (muebles y otros productos)⁴³.

⁴² Vice-director Shanghai Furniture Research Institute (CHINA).

⁴³ Para una visión sobre el impacto que el desarrollo de la industria china del mueble ya está teniendo en Estados Unidos, ver <http://www.manufacturingnews.com/news/03/0703/art1.html>

EN RESUMEN...

Como puede apreciarse, en el futuro mediato el mercado de muebles y productos de madera será fieramente competido. Jugadores muy importantes como China y otros países en desarrollo tanto de África, como de América y de Asia, quieren entrar en la competencia. Las exigencias de los distribuidores y de los consumidores, sumadas a las reacciones de los productores en países desarrollados que tienen gran parte del mercado, pondrán resistencia a los intentos y dureza a la competencia.

Los materiales sustitutos, la sustitución entre especies, los desarrollos tecnológicos que permiten fabricar productos de valor agregado con madera de menor valor (Shield 2005), los certificados de bosque sostenible y de responsabilidad social se suman a las necesidades y tendencias de diseño, marca y otros valores agregados en servicio que requieren los muebles y los productos de madera para poder ganar una porción de un gran mercado futuro, que además está ampliándose por la promoción del uso de la madera como almacén de carbono.

CAPACIDADES NACIONALES

Grupos de investigación en el área Forestal-MGF

En el ámbito nacional se encuentran registrados un total de **4.818 grupos de investigación**, 266 pertenecen a Ciencias y Tecnologías Agropecuarias y 108 a Biotecnología. De los cuales se encuentran según ScienTI 19 grupos en el área de conocimiento en Ciencias Agrarias, Recursos forestales e Ingeniería forestal. Para uso práctico de este ejercicio se tuvieron en cuenta solo los grupos de investigación que incluyeran en sus líneas de investigación temas relacionados con MGF. Por lo tanto se incorporaron otros grupos que pertenecen al área de conocimiento en Ciencias Biológicas en los ítems de Biología general, Botánica-Ecología y Uso y conservación de la diversidad forestal. De esta manera se tuvo finalmente un conjunto de siete grupos de investigación, lo que corresponde al 6,48% y 2,63 % de participación en Ciencias y Tecnologías Agropecuarias y Biotecnología respectivamente. Los grupos de investigación están ubicados por departamento, que en su orden son Cundinamarca (3), Antioquia (2), Santander (1) y Sucre (1). Los nombres de estos grupos son:

- Grupo de investigación en biotecnología vegetal de la Universidad de Sucre.
- Grupo de Investigación en Ciencias Forestales (Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín).

Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano

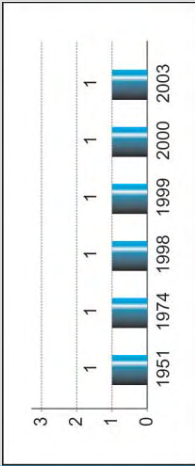
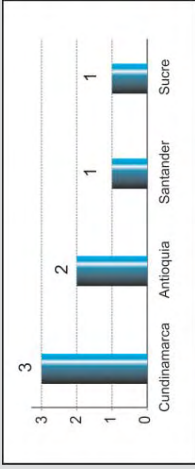
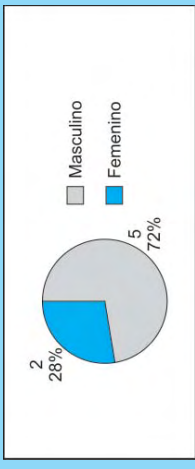
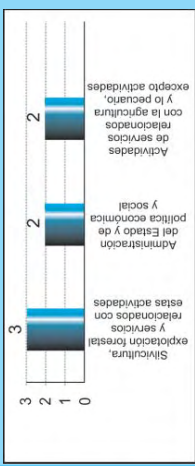
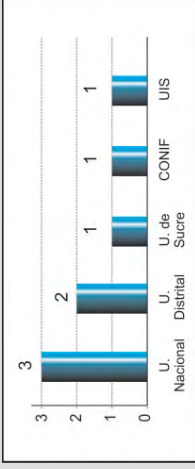
- Grupo de Investigación en Ecología y Silvicultura de especies forestales tropicales (Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín).
- Grupo de Investigación Forestal CONIF (CONIF, Bogotá).
- Grupo Nacional de Investigación en Eco fisiología & Metabolismo Vegetal Tropical-GIEFIVET (Universidad Industrial de Santander-UIS.).
- PROPROBOS (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.).
- Uso y conservación de la diversidad forestal (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C.).

Oferta educativa en Colombia

Los Programas por nivel de formación, para el área Forestal, son un bajo número de programas por nivel educativo, dado que no supera los diez, se hace evidente la ausencia de programas avanzados como maestría y doctorado **específicos** para el área forestal, sin embargo se identificaron dos maestrías en el país que hacen relación al tema, una es la maestría en Ciencias agrarias con énfasis en genética y fitomejoramiento (Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá) y la maestría en Ciencias agrarias con énfasis en recursos fitogenéticos neotropicales (Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira).

Se observa que el nivel educativo tecnológico (10 programas) cuenta con un 36% del total de programas ofrecidos, el nivel universitario cuenta con el 32%, (9 programas); aquí se aclara que cuatro carreras hacen parte del programa de Ingeniería Agroforestal y cinco a Ingeniería forestal, 6 y 3 programas para la técnica profesional y especialización respectivamente. Cabe recordar que sólo son tenidos en cuenta los programas activos registrados en SNIES.

Tabla 16. Ficha de capacidades en SCienTI – Grupos de investigación.

CADENA FORESTAL – MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL ⁴⁴			
Perfil	Base de datos	Total registros	Ventana de tiempo analizada
Grupos de Investigación	SCienTi	266 Ciencia y Tecnologías Agropecuarias 108 Biotecnología	Cierre a septiembre 2006
Número de Grupos de Investigación		7 Grupos	Total de instituciones
Creación de grupos por años		4	5
			
Sectores de aplicación Top 10			
			
Total Investigadores 111 (7 Líderes)		Afluencia a Programa Nacional	

Fuente: Programa Nacional de Prospectiva - Colciencias. Base de datos SCienTI, septiembre 2006, procesado en Vantage Point y Microsoft Excel.

⁴⁴ Forestal, madera, mejoramiento 45 Forestal, genético

Tabla 17. Ficha de capacidades en SNIES – Programas de formación en educación superior.

CADENA FORESTAL- MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL ⁴⁵																											
Perfil	Base de datos	Total registros	Herramienta de Procesamiento	Fecha del Informe	Ventana de tiempo analizada																						
Oferta Educativa	SNIES	14010 Programas	Mattheo Software® y Microsoft Excel®	Julio de 2007	Cierre a Noviembre de 2006																						
Número de Programas de Formación				Total de departamentos	Cobertura Nacional																						
28 Programas Educativos				10	32%																						
Programas Por Nivel Educativo																											
<table border="1"> <caption>Distribución de Programas por Nivel Educativo</caption> <thead> <tr> <th>Nivel Educativo</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tecnológico</td> <td>36%</td> </tr> <tr> <td>Universitario</td> <td>32%</td> </tr> <tr> <td>Técnico profesional</td> <td>21%</td> </tr> <tr> <td>Especialización</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Maestría</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Doctorado</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>						Nivel Educativo	Porcentaje	Tecnológico	36%	Universitario	32%	Técnico profesional	21%	Especialización	11%	Maestría	0%	Doctorado	0%								
Nivel Educativo	Porcentaje																										
Tecnológico	36%																										
Universitario	32%																										
Técnico profesional	21%																										
Especialización	11%																										
Maestría	0%																										
Doctorado	0%																										
<table border="1"> <caption>Top de Departamentos</caption> <thead> <tr> <th>Departamento</th> <th>Número de Programas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Caldas</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Antioquia</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Bogotá</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Santander</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Narino</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Valle del Cauca</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Tolima</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Casanare</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Cauca</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Norte de Santander</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>						Departamento	Número de Programas	Caldas	5	Antioquia	4	Bogotá	4	Santander	3	Narino	2	Valle del Cauca	2	Tolima	2	Casanare	1	Cauca	1	Norte de Santander	1
Departamento	Número de Programas																										
Caldas	5																										
Antioquia	4																										
Bogotá	4																										
Santander	3																										
Narino	2																										
Valle del Cauca	2																										
Tolima	2																										
Casanare	1																										
Cauca	1																										
Norte de Santander	1																										

Fuente: Programa Nacional de Prospectiva - Colciencias. Base de datos SNIES, Junio 2006, procesado en Vantage Point y Microsoft Excel.

3. CONCLUSIONES

- Los **temas destacados y priorizados** con el mayor número de publicaciones son: huertos semilleros (407 publicaciones); temas transversales al MGF (376 publicaciones); estudios de especies definidas (313 publicaciones); lo que corresponde a un 13%, 12% y 10% respectivamente del total de publicaciones. Dentro de los huertos semilleros, los subtemas principales son las semillas, los clones, la heredabilidad, la ganancia genética y la ingeniería genética. Se perfilan como temas emergentes, la silvicultura clonal y la variación genética pues están dentro de la lista de temas estudiados e investigados con mayor frecuencia.
- Hay **temas que se destacan para la reforestación nacional**, en especial para especies adaptables a las condiciones nacionales, como se registra para *Acacia*, *Eucalyptus*, *Pinus*, *Gmelina*, y *Tectona*. Entre los temas están Biotecnología; Características a mejorar en el árbol (carácter); Especies con adaptación para Colombia; Especies variadas; Estudios de progenie / ensayos de progenie; Huertos semilleros; Temas relacionados con MGF; Ingeniería genética/ árboles transgénicos; Jardín clonal; Marcadores genéticos; Métodos de registro y estadística; Productos; Propagación y plantación clonal; Selección de árboles, Semillas; Silvicultura; y Temas transversales al MGF.
- Respecto a los **temas estudiados e investigados por los países de referencia** para Colombia, por ser posibles competidores en los mercados internacionales (Principalmente Estados Unidos, Canadá, Suecia, Brasil, Finlandia, Colombia, Dinamarca, Alemania, Argentina, Costa Rica, Noruega y Chile) están en primer lugar los relacionados con *huertos semilleros* (167 registros); también presentan interés los temas transversales en MGF (147 registros); sin pasar por alto los estudios con especies forestales definidas en el grupo temático de *especies variadas* (122 registros); dentro de las cuales predomina el género *Pinus*.
- China, India, Japón y Reino Unido aparecen como **países líderes**, lo que se constituye en una revelación en la medida en que se desconocían o no eran tenidos en cuenta. De igual modo, países como Brasil e India, empiezan a registrar publicaciones en el 2000 y 2002 respectivamente, sumándose a la lista de países líderes. Por tanto se muestra la generación de investigación en el MGF reciente en estos países.
- Se registran las **primeras publicaciones científicas** en el año 1982 mientras que la **dinámica de patentes** inicia en 1971. Aunque las patentes se registran con más de diez años de anterioridad, frente a las publicaciones, éstas últimas presentan un rápido avance y consolidación en el período comprendido entre 1996 a 2007 mientras que las patentes se consolidan y crecen en número en los años de 2002 a 2007.

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

- **Colombia** aparece como un país, que aunque tiene pocos reportes en publicaciones científicas en MGF, es superior en número de artículos a otros países como Chile y Costa Rica, teniendo en cuenta que los países mencionados son activamente reforestadores. Brasil es quien lidera este proceso en Latinoamérica, puesto que posee el mayor número de publicaciones científicas en MGF.
- El presente documento es un **insumo de información** para entidades como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, COLCIENCIAS, CONIF, CORPOICA y Universidades relacionadas con la formación en el sector forestal para toma de decisiones, priorizar políticas y líneas de investigación.
- Con base en la información recopilada internacionalmente se observan importantes esfuerzos técnicos, científicos y aún más económicos por parte de los países, instituciones universitarias y otras entidades. Además de la maduración en el tiempo de estas iniciativas, de sus impactos productivos y financieros (de acuerdo con el comercio de patentes). Esto, si realmente se desea tener impacto en el concierto Latinoamericano, debe servir al país, a las entidades participantes y demás actores de la cadena productiva forestal para **priorizar** sus esfuerzos en dos o tres especies sobre las cuales tenga que concentrar su accionar.
- Se hace necesario **fomentar las relaciones entre los grupos y actores de investigación** encontrados en el país, quienes manejan líneas de investigación comunes al área de aplicación. Dicha acción es un primer paso para concretar proyectos de investigación comunes originados a partir de las necesidades de los reforestadores, de la industria y empresa forestal Colombiana. Además de consolidar las redes nacionales debe propiciarse en la medida en que sea posible intercambios con las redes internacionales que trabajan en MGF.
- A partir del año 1996 se percibe un incremento fuerte en el número de publicaciones científicas, que tienen que ver con MGF. Colombia no ha sido ajeno a este proceso, lo cual es un indicador de la importancia que tiene el tema en tiempos recientes con miras a mejorar las condiciones de la reforestación comercial. Sin embargo, se observa el bajo número en publicaciones científicas relacionadas con el tema en el país. Según las bases de datos consultadas (Scopus e ISI WoS) en 17 años únicamente se reportan doce publicaciones especializadas en revistas reconocidas. Se podría aumentar el número de publicaciones científicas al llevar las investigaciones en curso a un **nivel superior en lo referente a requisitos y trámites de publicación e indexación**. En otras palabras la estrategia debe ser mejorar y no disminuir los estándares de exigencia.

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

- Las **publicaciones registradas para Colombia** tienen relación expresa con muy pocas especies, las cuales son: *Gmelina arborea*, *Bombacopsis quinata*, *Pinus maximinii*, *Pinus chapensis* y *Pinus patula*.
- En el grupo de investigaciones de alto nivel las **entidades colombianas** que se registran son: Smurfift Cartón de Colombia, Pizano y Monterrey Forestal. Una sugerencia es hacer alianzas entre dichas empresas para **unir recursos económicos**, humanos, físicos entre otros, en temas y proyectos comunes para así hacer más destacada en la producción intelectual, pero principalmente mejorar los impactos económicos.
- Llama la atención la **ausencia de programas de maestrías y doctorados en Colombia** en temas forestales. La educación superior es uno de los soportes para la competitividad del sector forestal. Se hace necesario establecer alianzas nacionales entre el sector productivo, el gobierno y las universidades que tienen programas de pregrado para configurar un programa de alto nivel, fundamentalmente de doctorado.
- Para generar confianza entre los actores se requiere formar una **alianza** en la que todos los participantes se beneficien porque obtendrán créditos. Debe adecuarse un fondo que sirva para financiar y cofinanciar iniciativas comunes y que tenga un impacto relevante y aceptado por los participantes. Este fondo debe operar con un direccionamiento estratégico enmarcado en las dos o tres especies seleccionadas y en temas o subtemas a partir de los *cuellos de botella* comunes al sector productivo, a la academia, a la sociedad y al gobierno.
- Para **fortalecer la investigación y desarrollo del tema** en el país se pueden hacer relaciones con otros países como Brasil pues cuenta con una reconocida comunidad investigativa. Costa Rica, Ecuador y Venezuela son países que se encuentran en una posición similar a la de Colombia, por lo tanto, pueden ser opciones para hacer contactos y aprovechar sus redes, instituciones, laboratorios y actores de las cadenas productivas forestales. De otro lado, Chile, aunque no se encuentra en una latitud similar, trabaja especies en común con Colombia, motivo para interactuar entre si.
- Es necesario que en el Plan Nacional de Investigaciones Forestales se redacte un capítulo especial para el tema de MGF.

4. BIBLIOGRAFÍA

- BARBOSA, C. G. (2007). Documento interno de trabajo, 14 de Junio, 27 de Noviembre.
- BERRIO, J. (2007). Documento interno de trabajo, 13 de Septiembre.
- CELESTINO C, HERNÁNDEZ I, et al (2005). "La embriogénesis somática como elemento central de la biotecnología forestal". Instituto Madrileño de Investigación y Desarrollo Rural, Agrario y Alimentario". IMIDRA. Madrid, España. Disponible en [http://www.inia.es/gcontrec/pub/CELESTINO-HERNANDEZ-CARNEROS_\(y_otros\)_\(SRF14-3\)_1162282779875.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/CELESTINO-HERNANDEZ-CARNEROS_(y_otros)_(SRF14-3)_1162282779875.pdf).
- COLCIENCIAS (2007). Instituto para el Desarrollo de La Ciencia y la Tecnología "Francisco José De Caldas" MEDINA, J; SÁNCHEZ-TORRES, J.M; AGUILERA, A; LANDINEZ L.M; LEÓN, A. Aproximación Al Análisis de Capacidades Nacionales en Investigación, Educación E Innovación. Documento Interno de trabajo.
- COLCIENCIAS-TRIZ XXI (2006). "Protocolo general para ejercicios de vigilancia tecnológica para Colciencias". Bogotá: Programa Nacional de Prospectiva Tecnológica e Industrial.
- CONIF, (1998) "Mejoramiento Genético Forestal", serie técnica No. 42, CONIF-3417000. Bogotá.
- EMBRAPA, Prociotropicos, Foragro, IICA (2006) El estado del arte de los recursos genéticos en las Américas: conservación, caracterización y utilización. Pág 2. Brasilia, Brasil.
- FAO (1997), State of the World's Forest. Roma, Italia.
- FAO (2007) La biotecnología en el sector forestal. Disponible en <http://www.fao.org/biotech/sector5.asp?lang=es>
- FAO, (2003) Biotecnología agrícola para países en desarrollo. Capitulo tres " Conferencia sobre el sector forestal"
- FAO-Forest Resources Division, Forestry Department, (2003). "Forest Genetic Resources Working Papers". Roma, Italia.
- GARTLAND, K.M., OLIVER, C.D.(2007). "Growing trees: risks and rewards for society". Trees genetics and genomes 3 (2), pp 169-172.

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

- GOGGANS (1961), HATTEMER (1964) y ZOBEL (1961 y 1964). Tomado de ZAMUDIO, F. Opcit.
- GOMEZ, A y VALLE LIMA, S. (2006), Consultores Brasileños “Taller sobre cadenas productivas” Bogotá, Septiembre.
- GRATTAPAGLIA, D. (2000). Molecular breeding of Eucalyptus: Stage of the Art, operational applications and technical challenges. In Molecular markers and genome mapping in woody plants. Jain, S. M. Minocha, S.C (Editors), pp 451-474.
- HARRIS (1965) y ZOBEL (1965a) y SMITH (1965). Tomado de ZAMUDIO, F. Opcit.
- JARA, L. (2001). “Identificación y selección de fuentes semilleras”. “Producción y rendimientos de semillas de especies forestales tropicales” en Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Serie Técnica No. 32. Bogotá.
- MAGNI, C. (2002). “Apuntes de Genética Forestal”. Pág. 50. Universidad de Chile. Disponible en <http://146.83.41.79/profesor/mejoragen/apuntes.htm>
- MARCÓ, M. (2006) “Conceptos generales del mejoramiento genético forestal y su aplicación a los bosques cultivados de la Argentina”, disponible en <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/indiproj/marco.pdf>.
- MARTÍNEZ J., ORELLANA, A. (2007). “La industria de la biotecnología aplicada a los sectores hortofrutícola y forestal” Ministerio de Economía, Programa de Prospectiva Tecnológica. Chile. Disponible en http://www.ppt.cl/archivos/Diagnostico_BT_aplicada_a_IHF_e_IF.PDF.
- MAYNARD, C. (1996), Ipinza R. (1997), Glosario de Genética Forestal, Apuntes curso Mejora Genética Forestal Operativa. Universidad Austral de Chile. Disponible en <http://www-genfys.slu.se/staff/dagl/Glossaries/Glosario.doc>
- MESÉN, F. (2001). “Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales”. En: Identificación, selección y manejo de fuentes semilleras. Serie Técnica No. 42. Bogotá.
- PIJUT, P.M., WOESTE, K.E.(2007). “Technological advances in temperate hardwood tree improvement including breeding and molecular marker applications”. In Vitro cellular and developmental biology- plant 43 (4), pp 283- 303.
- SILVA, H.J. (2007). Entrevistas y documentos internos de trabajo, 19,22 Junio; 3, 15,24 Agosto; 10,20 Septiembre, 19 Noviembre.

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

- TRUJILLO, N.E (2007). Entrevistas y documentos internos de trabajo, 2, 6,15 de Junio, 9,30 de Agosto, 22 de octubre, 7,28 de Noviembre.
 - UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO (2004). Biotecnología forestal, disponible en www.chapingo.mx/dicifo/irf/BIOTECNOLOGIA%20FORESTAL.pdf.
 - VAN BUIJTENEN (1965) y ZOBEL (1965a). Tomado de Zamudio, F. Opcit.
 - ZAMUDIO, F. (2006) Conceptos generales del mejoramiento genético forestal, disponible en http://ftp.utralca.cl/otros/mgforestal/Manual_Adobe/apunte001.pdf.
 - ZOBEL (1965b). Tomado de Zamudio, F. Opcit.
 - Unasylyvia N 97-98. Revista Internacional de silvicultura e industrias forestales, FAO. “Genética forestal y mejora del árbol”, disponible en <http://www.fao.org/docrep/a2173s00.htm#contents>.
 - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, www.fao.org/FORESTRY/FOR/FORM/FOGENRES/GENRESBU/125/125s/arts15.stm.
 - REBIOFOR, Red de Biotecnología Forestal, disponible en www.rebiofor.org
 - Instituto para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas”- COLCIENCIAS. Base de datos Plataforma ScienTI. [Base de datos en línea] [Consultado Julio 2007]. Disponible en <http://pamponita.colciencias.gov.co:808/scienti/>
 - Ministerio de Educación Nacional. Base de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Nacional, SNIES. [Base de datos descargada en internet]. [Consultado en Julio de 2007].
 - Thompson Corporation. Base de datos ISI of Knowledge – Web of Science. [Base de datos en línea] [Consultado en el período Junio – Julio de 2007]. Disponible en <http://portal.isiknowledge.com/>
- Elsevier B.V. Base de datos Scopus. [Base de datos disponible en línea][Consultado en el período Junio- Agosto de 2007]. Disponible en <http://www.scopus.com/home.url>

ANEXO 1. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este informe de vigilancia sobre MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL se utilizó el protocolo establecido por consenso con los Jefes de Programas de Colciencias. La Gráfica 9 muestra las etapas para elaborar el informe de vigilancia tecnológica.

DEFINICIÓN DE NECESIDADES. La primera fase del protocolo establece la definición del alcance del ejercicio, es decir, el tema principal, los respectivos subtemas, los objetivos de vigilancia, las palabras claves, y las fuentes a consultar, para la documentación de esta tarea se utilizó la Ficha de Definición de Necesidades. Para el caso concreto del ejercicio de la cadena productiva forestal en el tema en cuestión, en la Tabla 8 se presenta la ficha.

Gráfica 9. Proceso de Elaboración de un Informe de Vigilancia.

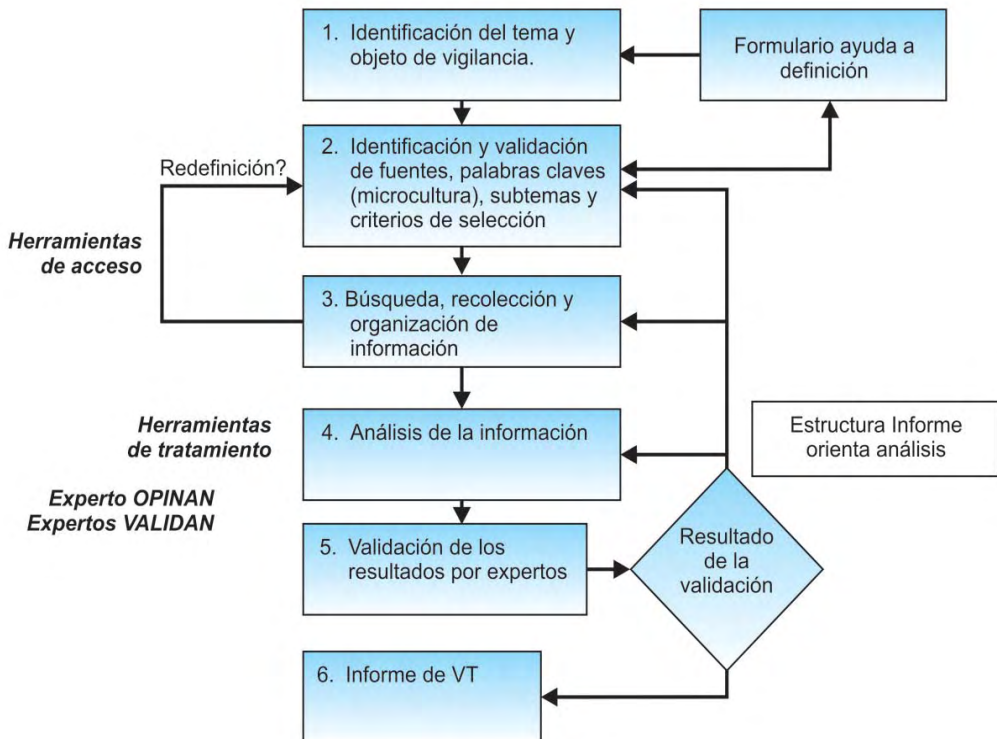


Tabla 8. Ficha de definición de necesidades para MGF.

Área	Programa	Fecha de solicitud
Recursos forestales e Ingeniería Forestal.	Cadena Productiva Forestal- Proyecto Transición de la Agricultura- MADR y TECNOS	01/06/2007
<p>Objetivo: Obtener información de fuentes académicas y científicas validas y reconocidas mundialmente respecto al tema de investigación y producción de semillas forestales maderables o propagación clonal, específicamente en cuanto al mejoramiento genético forestal.</p>		
<p>Factor crítico: Mejoramiento genético forestal. El mejoramiento de semillas forestales como factor de aumento de la productividad y rentabilidad de las plantaciones comerciales.</p>		
<p>Cuestión crítica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar tendencias y hechos “portadores de futuro” concernientes al mejoramiento genético de especies forestales maderables. • Determinar actores: países, autores, instituciones líderes en el tema. • Referenciar las áreas de trabajo para el mejoramiento genético forestal en especies forestales comerciales. 		
<p>KW español: semillas forestales –mejoramiento de semillas – mejoramiento genético – mejora genética – huertos semilleros</p>		
<p>KW ingles: forest seeds – seeds improvement- genetic improvement- tropical woods- tree improvement, seed orchard, wood properties.</p>		
<p>Fuentes ISI WoS , SCOPUS, GOLDFIRE, metabuscadores (Kartoo, Google)</p>		
<p>Expertos Consultados: Enrique Trujillo Navarrete, Gustavo Barbosa Cobos, Jairo Silva Herrera y Jorge Berrío.</p>		

Fuente: Elaboración propia, Colciencias -Triz XXI.

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN. El desarrollo del informe contempla la consulta de información tanto no estructurada (motores de búsqueda) como información estructurada (bases de datos científicas). Así pues, la información no estructurada se obtuvo a través de motores de búsqueda en Internet. Particular interés se ha puesto en identificar trabajos realizados sobre el tema en otros países con objetivos similares al presente Informe. La búsqueda de información que se realizó para este ejercicio con el fin de conformar los resultados para el informe presenta resultados relacionados con los programas de formación; fuentes importantes de consulta; información de publicaciones científicas para identificar países

* Elementos de información, que indican o alertan un posible cambio en una técnica, tendencia, ó tecnología.

líderes, instituciones, investigadores, dinámicas de publicaciones y revistas especializadas en mejoramiento genético forestal.

BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA EN LAS BASES DE DATOS CIENTÍFICAS. De tal forma que dentro de la base de datos **Scopus**, la ecuación de búsqueda en esta base consultó el período comprendido entre 1965 hasta el 2007 y se obtuvieron **681 registros**. A continuación se reseña la ecuación de búsqueda más pertinente.

(TITLE-ABS-KEY ("tree improvement")) OR (TITLE-ABS-KEY(tree seed orchard*) OR
TITLE-ABS-KEY("clonal forestry")) AND (forest*)

Ahora bien, dentro de la base de datos **ISI WoS**, la ecuación de búsqueda en esta base consultó el período comprendido entre 2000 hasta el 2007 y se obtuvieron **230 registros**. A continuación se reseña la ecuación de búsqueda más pertinente.

TS= ("tree improvement") OR TS=(tree seed orchard*) OR
TS=("clonal forestry") AND TS=(forest*)

BÚSQUEDA DE PATENTES. Para la búsqueda de patentes en MGF, se utilizó el programa **Goldfire** con licencia para el Programa Nacional de Prospectiva. La búsqueda de patentes en este campo se concentró principalmente, en "Patent Search", búsqueda en lenguaje natural, la búsqueda se focalizó con la ecuación de búsqueda. La ecuación de búsqueda es la siguiente, la cual arrojó **118 resultados**.

(Pinus <in> FTXT <Or> Eucalyptus <in> FTXT <Or> Tectona <in> FTXT <Or>
Acacia <in> FTXT <Or> Gmelina <in> FTXT) <And>
(genetically modified <in> FTXT <And> hardwoods<in> FTXT<And>
commercial forestry <in> FTXT)

CAPACIDADES NACIONALES. Además, se configuró el panorama de capacidades nacionales en el tema a través de varios elementos, conforme a la metodología utilizada en el documento sobre aproximación al análisis de capacidades nacionales (Colciencias et al, 2007). Estos elementos son capacidad de investigación; capacidad de formación. Para obtener los grupos de investigación se consultó principalmente la Plataforma **ScienTI**; para obtener los programas de formación se consultó la base de datos del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior-**SNIES**; y para determinar los centros e institutos en MGF, se consultaron a través de diferentes documentos y consultas en Internet.

De lo anterior se deriva que para obtener los grupos de investigación se consultó, principalmente, la Plataforma ScienTI de la cual se obtienen **4818 registros** en el período cierre a septiembre de 2006; las **palabras claves** que se utilizaron para

encontrar los seis grupos de investigación son las siguientes: *Forestal, madera, mejoramiento*. Entre tanto, para configurar la oferta educativa en relación a mejoramiento genético forestal se consultó la información del SNIES de la cual se obtienen **14010 registros** a noviembre de 2006; Las **palabras claves** utilizadas para encontrar los programas de formación fueron las siguientes: *Forestal, genético*.

ANÁLISIS DE INFORMACIÓN. La información obtenida se clasificó de acuerdo a los objetivos del informe. La información relevante obtenida de las bases de datos estructuradas fue incorporada al programa especializado **Vantage Point®** para ser indexada y procesada y generar distintas representaciones gráficas de tendencias de evolución, ranking de posición, correlaciones entre palabras clave y entidades, etc. Con la fase de análisis se extraen conclusiones pertinentes para proporcionarle **valor agregado al informe** y que este sirva como elemento de juicio para decisiones estratégicas a futuro en la cadena productiva forestal. La información de la Plataforma ScienTI y SNIES fue procesada con las herramientas de análisis cuantitativo **Matheo Analyzer Software®** y **Vantage Point®** para presentar resultados estructurados y consolidados que permitan configurar y determinar las capacidades nacionales con relación a mejoramiento genético forestal.

CONSIDERACIONES ADICIONALES. Es muy importante resaltar que la validación de los registros obtenidos tanto en la Información estructurada como en la no estructurada, estuvo a cargo del equipo asignado del Programa Nacional de Prospectiva y la opinión de los expertos consultados. Es importante señalar algunos obstáculos presentados para el desarrollo del informe. Se destacan diferencias entre los motores de búsqueda de información científica, toda vez que **Scopus e ISI WoS consultan fuentes y revistas distintas y los períodos de tiempo son limitados** especialmente en la base de datos de ISI WoS, debido a que la ventana de tiempo de consulta va desde el 2000 hasta el 2007, mientras que en Scopus es más extendida (1960-2007).

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA DE HERRAMIENTAS DE BÚSQUEDA Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

A continuación se presenta la ficha técnica -Tabla 9- de las herramientas que se utilizaron tanto para realizar las búsquedas de información, como para el procesamiento de la misma.

Tabla 9. Ficha técnica de herramientas.

BUSCADORES Y METABUSCADORES (Información no estructurada)	
Google	
Interfaz:	Web – On line
Funciones:	Motor de búsqueda de información general y específica. Su alcance permite profundizar en bases especializadas tales como Google Académico, Centros de Noticias, Libros, Mapas, entre otros. Su última actualización plantea la intención de incorporar algoritmos semánticos a su motor de búsqueda.
Página Web:	www.google.com
Kartoo	
Interfaz:	Web – On line
Funciones:	Es un meta-buscador de Información Web que presenta sus resultados en forma de mapas. Los sitios encontrados son representados por esferas más o menos grandes según su pertinencia. Su búsqueda puede ser afinada con los temas y expresiones propuestos.
Página Web:	www.Kartoo.com
PLATAFORMAS DE BUSQUEDA CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA (Información Estructurada)	
ISI Web of Knowledge (Thomson)	
Compañía:	The Thomson Corporation
Producto:	Web of Science
Características:	Plataforma integrada accesible vía Web y diseñada para brindar apoyo a todos los niveles de investigación científica y académica. En la actualidad cubre: Más de 22,000 revistas, 23 millones de patentes, 192,000 conferencias, 5,500 Sitios Web, 5,000 libros, 2 millones de estructuras químicas, etc.
Interfaz:	Plataforma Web con Acceso Restringido.
Funciones:	Combina contenidos de calidad evaluados con herramientas diversas herramientas que permiten usar, analizar y gestionar dichos contenidos.
Página Web:	http://portal.isiknowledge.com/

*Estudios de Vigilancia Tecnológica aplicados
a Cadenas Productivas del sector agropecuario colombiano*

SCOPUS	
Compañía:	Elsevier B.V.
Características:	Base de Datos de citas y abstracts, Ventana de tiempo consultada: a partir de 1960, Ediciones internacionales, 15.000 revisiones, 125 colecciones de libros, 700 relaciones de conferencias, 500 accesos a publicaciones abiertas, 29 millones de registros de abstracts, 265 millones de referencias agregadas a todos los abstracts, Incluye más de 265 millones de fuentes confiables en Internet, 18 millones de patentes.
Interfaz:	Web – On line. Acceso Restringido.
Utilidad:	Combina contenidos de calidad evaluados con herramientas diversas herramientas que permiten usar, analizar y gestionar dichos contenidos.
Página Web:	www.scopus.com
HERRAMIENTAS DE APLICACIÓN Y TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN (Herramientas de análisis cuantitativo de información estructurada)	
Vantage Point ®	
Interfaz:	Web – On line. Acceso Restringido.
Características:	Es una herramienta que hace posible la minería de datos y análisis cuantitativos sobre gran volumen de información extraída de bases de información estructurada, con el objeto de identificar patrones y relaciones.
Funciones:	Entre las funcionalidades se encuentra: Depuración y clasificación de la información, Análisis y Tratamiento de la información, Extracción de estadísticas básicas de actividad, Análisis estadísticas relacionales, Representación gráfica de la información
Licencia:	Programa Nacional de Prospectiva – Colciencias. Acceso Restringido
Página Web:	http://www.thevantagepoint.com/
Utilidad para el Informe:	Permite otorgar respuestas de manera precisa a algunos de los objetivos específicos del informe tales como dinámicas de publicación científica, asociatividad entre autores, relaciones entre temáticas, entre otros.
Mattheo Software ®	
Interfaz	Web- On line. Acceso restringido.
Funciones	Depura y procesa la información importada de las herramientas de búsqueda y tratamiento de información.
Licencia	Programa Nacional de Prospectiva- Colciencias. Acceso restringido.
Página web	http://www.mattheo-software.com/
Goldfire Researcher ®	
Herramienta:	Búsqueda de Patentes
Interfaz:	Web – On line. Acceso Restringido.
Características:	Software que permite analizar a través de algoritmos semánticos información estructurada y no estructurada tales como páginas web, docu-

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

	mentos, reportajes, web oculta, artículos científicos estructurados (suscripciones), patentes (oficinas internacionales), etc.
Funciones:	Búsqueda y recuperación de información a través del uso de estrategias puntuales tanto en lenguaje natural como en lenguaje booleano, Identificación de los documentos más relevantes que dan solución a la ecuación de búsqueda, Clasificación semántica de documentos en categorías y subcategorías, Análisis comparativos entre empresas y tecnologías.
Licencia:	Programa Nacional de Prospectiva - Colciencias. Acceso Restringido
Página Web:	www.goldfire.com
Microsoft Excel ®	
Herramienta:	Procesamiento de información.
Interfaz:	Aplicación PC
Utilidad para el Informe:	Procesamiento de datos alfanuméricos, gráficas resultados sobre dinámicas de producción científica por países, autores, Institutos, etc.

Fuente: Recopilado por PNP, 2007

ANEXO 3. ESPECIES FORESTALES MEJORADAS DISPONIBLES EN COLOMBIA

Tabla 10. Especies forestales comerciales con opción de semilla mejorada genéticamente para Colombia

Especie	Altura, Temperatura media, Rango lluvias	Limitantes principales	RODAL SEMILLERO	HUERTO SEMILLERO	HS GENÉTICAMENTE COMPROBADO	LUGAR DE CONSECUCCIÓN
Acacia mangium	0 a 1.100 msnm. 22-26°C. 650 a 4.300 mm.	Los períodos secos mayores de cuatro meses o vientos fuertes.	SI	SI	NO	3F- kanguroid, El Semillero
Ceiba roja, Cedro macho (Pochota quinata)	0 a 900 msnm. 25°C. 800 a 3.000 mm.	La falta de humedad en el suelo. La falta de luz a partir de los dos años de edad. Susceptible al viento e intolerante al fuego.		SI	SI	Monterrey Forestal HSC, CATIE Costa Rica HS (Representante El Semillero)
Eucalypto (Eucalyptus globulus)	1.600 a 2.900 msnm. 14 a 19°C. 700 a 1.800 mm.	Alta salinidad. Volcamiento en suelos poco profundos a causa de vientos fuertes, especialmente entre los 4 y 6 años. Susceptible a las sequías prolongadas y al fuego.		SI		Rodal de propiedad del Instituto Distrital para la recreación y el deporte - Bogotá
Eucalyptus pellita			SI			Refocosta
Eucalypto rojo (Eucalyptus grandis)	100 a 2.200 msnm. 21°C. 900 a 4.000 mm.	Suelos compactos, impermeables, inundables permanentemente y superficiales. Es muy sensible a deficiencias de boro y al fuego.		SI		Smurfit Cartón De Colombia
Melina (Gmelina arborea)	0 a 1.000 metros sobre el nivel del mar. 24 a 35°C. 700 a 4.500 mm.	Suelos superficiales, pobres, con capas endurecidas, impermeables y pedregosas, arenas secas, ácidos muy lixiviados, pantanosos. Intolerante a la sombra y susceptible a la competencia de malezas	SI	SI	SI	Monterrey Forestal HSC, CATIE Costa Rica HS (Representante El Semillero)
Nogal de cafetales (Cordia alliodora)	0 a 1.900 msnm. 18 a 25°C. 1.000 a 4.000 mm.	Suelos muy ácidos y pobres con bajo contenido de calcio, drenaje interno pobre, el encharcamiento y suelos compactados.	SI	SI		Fedecafé

*Cuatro Ejercicios Piloto
para la Definición de Agendas de Investigación*

Especie	Altura, Temperatura media, Rango Iluvias	Limitantes principales	RODAL SEMILLERO	HUERTO SEMILLERO	HS GENÉTICAMENTE COMPROBADO	LUGAR DE CONSECUCCIÓN
Pinus oocarpa	600 a 2.100 msnm. 13 a 23°C. 750 a 2.400 mm.	Suelos inundables. Poco resistente a vientos fuertes, susceptible a deficiencias nutricionales y enfermedades en las acículas. Susceptible a incendios.	SI	NO	NO	Smurfit Cartón de Colombia, Agroselva de Guatemala, representada por El Semillero.
Pinus patula	1.400 a 3.300 msnm. 12 a 18°C. 750 a 2.000 mm.	Deficiencias de boro y fósforo. Sensible al fuego, a los vientos fuertes, los cuales causan daños mecánicos e inducen una excesiva transpiración por las acículas. Requiere adecuada disponibilidad de agua en el suelo todo el año.	SI	SI	SI	Smurfit Cartón de Colombia, Sur Africa, Simbawe
Pinus caribaea	0 a 1.000 msnm. 20 a 27°C. 660 a 4.000 mm.	Demanda alta luminosidad. Los árboles jóvenes son muy susceptibles al fuego.	SI	NO	NO	El semillero. Semicol, Geoambiente
Pinus tecunumanii	450 a 2.400 msnm. 14 a 22°C. 1.000 a 2.400 mm.	Es susceptible al daño por vientos y al fuego.	SI	NO	NO	Nicaragua (Procedencia Yucul) El Semillero, Semicol, Geoambiente
Teca (Tectona grandis)	0 a 1.100 msnm. 22 a 27°C. 1.000 a más de 2.000 mm.	Suelos pantanosos, muy pedregosos o compactados, o en cimas. Pendientes mayores al 25%. No tolera sombra. No se conviene plantar en suelos con menos de 8 me/ml de calcio o muy ácidos con alto contenido de hierro.	SI	SI A PARTIR DE 2009	NO	Rodal semillero de CATE Costa Rica, representado por El Semillero, Huerto semillero de Refocosta disponible a partir 2009

Fuente: Trujillo E (2007)

ANEXO 4. PRINCIPALES EMPRESAS EN COLOMBIA QUE PROVEEN MATERIAL VEGETAL CON MGF

Tabla 11. Principales empresas en Colombia que proveen material vegetal con MGF.







Imagen Corporativa	Nombre de la empresa	Sede principal	Actividades de la empresa	Contacto
	El semillero	Bogotá D.C	El portafolio de productos y servicios está orientado a cubrir tres aspectos de la producción forestal: semillas, viveros y plantaciones. El semillero es representante exclusivo del Banco de Semillas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza- CATIE, obteniendo semilla mejorada calificada.	www.elsemillero.net elsemillero@elsemillero.net
	Monterrey Forestal LTDA	Zambrano, Córdoba (Bolívar)	PIZANO S.A dio inicio a un extenso proyecto de reforestación, el cual se desarrolla a través de la compañía MONTERREY FORESTAL LTDA, El programa de reforestación ha basado su estrategia de desarrollo en: la selección de especies, el establecimiento de técnicas silviculturales y el mejoramiento genético, con el objetivo de generar razas locales, altamente adaptadas a las condiciones ambientales del bosque seco tropical.	www.pizano.com.co
	Refocosta Reforestadora de la Costa S.A	Bogotá, D.C	En el ámbito forestal, Refocosta ha realizado grandes esfuerzos de investigación en el mejoramiento genético y las diferentes técnicas de cultivo de las especies que trabaja, para obtener mejores árboles y posteriormente madera de más calidad en cuanto a presentación, color y propiedades. Es por esto que en la actualidad se tiene un laboratorio de características especiales para el trabajo de cultivo de tejidos y reproducción in-vitro. Así mismo, se tienen resultados específicos de mejoramiento con el trabajo de progenies (hijos de árboles superiores) y los respectivos clones (árboles idénticos).	www.refocosta.com info@refocosta.com
	Smurfit Kappa Carton De Colombia S.A	Cali, Bogotá D.C	La Compañía combina la creatividad, innovación y avanza- da tecnología para ofrecer correctas y oportunas soluciones a reforestadores.	www.smurfitkappa.com.co

Imagen Corporativa	Nombre de la empresa	Sede principal	Actividades de la empresa	Contacto
	Semicol LTDA. Semillas Colombianas Limitada	Bogotá DC	En Semicol Ltda se ofrece todo tipo de semillas para el sector agroforestal de alta calidad y productos relacionados el agro. En semilla forestal, es preciso considerar otras variables para la determinación de su valor: calidad genética y física, almacenamiento, análisis, diagnóstico de plagas y enfermedades que se pueden transmitir en semillas y/o material reproductivo asexual.	www.semicol.com.co
	3F- kanguroid Bosques del Futuro	Urrá Tierra Alta, (Córdoba), Cartagena.	3F es un Proyecto Forestal que promueve la reforestación. El proyecto desarrolla toda la tecnología que permite el aseguramiento de un proyecto forestal de maderas de alta calidad para los mercados internacionales. El material vegetal a plantar serán árboles producidos a través de una tecnología silvícola producida en la biofábrica establecida en el sitio de siembra, manejado por la Empresa 3F Kanguroid.	www.3fkanguroid.com

Fuente: TECNOS- MADR- COLCIENCIAS, información obtenida a partir de páginas web de las entidades aquí mencionadas. 2007