

# DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SECTOR FARMACÉUTICO INDUSTRIAL ASOCIADO A PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE MATERIALES

TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF THE INDUSTRIAL-PHARMACEUTICAL  
SECTOR ASSOCIATED TO MATERIAL TRANSFORMATION PROCESSES

Bibiana M. VALLEJO D.<sup>1</sup>, Norma S. TORRES P.<sup>2\*</sup>

Recibido: Enero 26 de 2007 Aceptado: Agosto 28 de 2007

## RESUMEN

El presente artículo reúne los resultados más relevantes del estudio sobre los procesos de transformación de materiales en el Sector Farmacéutico Industrial de la ciudad de Bogotá, que permiten presentar una visión panorámica del estado de desarrollo tecnológico de esa industria. El estudio se realizó en una población de 157 establecimientos fabricantes de productos farmacéuticos de la ciudad, que transforman materiales para los subsectores de medicamentos, fitoterapéuticos, cosméticos y productos de aseo y limpieza. Usando como criterio de clasificación de los productores el tamaño de sus organizaciones en función del número de empleados, fue posible correlacionar este aspecto con descriptores seleccionados por el grupo de investigación para definir indicadores de desarrollo tecnológico en el sector. Estos indicadores fueron: Mercado de los productos, líneas de producción, tipo de planta, capacidad de utilización de planta, certificaciones, identificación del principal problema en el Proceso de Transformación de Materiales, automatización de líneas, ocupación del Químico Farmacéutico.

Palabras clave: Desarrollo tecnológico, medicamentos, cosméticos.

## ABSTRACT

The present article gathers the most relevant results that were found while studying material transformation processes in the pharmaceutical industrial sector in the city of Bogota thus allowing the presentation of a panoramic vision of the state of technological development of this industry. The study was carried out in 157 companies that manufacture pharmaceutical products in the city. These companies transform materials for the sub sectors of medicine, phytotherapeutics, cosmetics and cleaning products. Using the size of the organizations in function of the number of employees as classification criteria, it was possible to correlate this aspect with descriptors selected by the investigating group to define indicators of technological development in the sector. These indicators were: product's market, production lines, type of plant, plant's utilization of its capacity, certifications, identification of the main problem in the Material Transformation Processes, automation of the line and role of the pharmaceuticals.

Keywords: Technological development, drugs, cosmetics.

---

1 Departamento de Farmacia, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. A.A. 14490. Bogotá, Colombia.

2 Instituto de Ciencias Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá. A.A. 14490. Bogotá, Colombia.

\* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: mfguerrero@unal.edu.co

## INTRODUCCIÓN

La industria farmacéutica, caracterizada por la transformación de materiales en productos con valor agregado, hace parte fundamental de la economía del país. Los resultados obtenidos por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en el censo poblacional de 2005, muestran esta industria como la segunda en importancia dentro del contexto nacional, según la Segunda Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (1). Estos resultados, y el evidente cambio en las políticas económicas y de tratados comerciales internacionales que se plantean en el contexto mundial, exigen un proceso de reflexión desde la Academia sobre la situación actual del sector.

Diferentes clases de estudios se han realizado sobre el sector (2-6), todos ellos orientados principalmente por un enfoque económico, y la mayoría concentrados en los medicamentos, con lo que se deja de lado el concepto integral de producto farmacéutico que por legislación se ha adoptado en el país, y en la tabulación del cual se ha reconocido la participación del Químico Farmacéutico. Entre las investigaciones reportadas no existen estudios de tipo académico que hagan un diagnóstico al sector desde la problemática en los Procesos de Transformación de Materiales (PTM) para la obtención de productos farmacéuticos.

Como farmacéutico se considera todo producto destinado al uso humano o animal presentado en su forma farmacéutica, como medicamentos, cosméticos, alimentos que posean acción terapéutica; preparaciones farmacéuticas con base en recursos naturales, productos generados por biotecnología, productos biológicos, productos homeopáticos y demás insumos para la salud (7). Al analizar más detalladamente la definición de producto farmacéutico, se entiende la importancia de estudiar la situación del sector, no solamente en los medicamentos, sino también en otros subsectores donde la profesión se encuentra representada.

En un Proceso de Transformación de Materiales se lleva a cabo una secuencia lógica de operaciones durante las cuales los insumos adquieren un mayor valor agregado frente a su condición inicial (Véase figura 1). Esta serie de transformaciones implica la existencia de elementos tecnológicos, representados en materias primas, materiales de envase, equipos, instalaciones, procedimientos, recurso humano, y de un mecanismo constante de retroalimentación de

la información dentro de los procesos. Este último podría definirse como un sistema de control de lazo cerrado en el cual la información se convierte en la corriente de enlace (Véase figura 2).

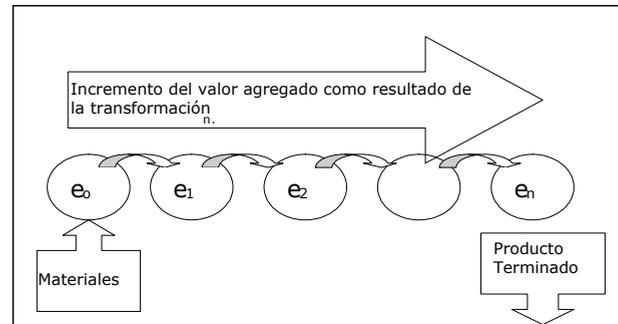


Figura 1. Aumento de valor agregado como resultado de la transformación. Fuente Grupo PTM.

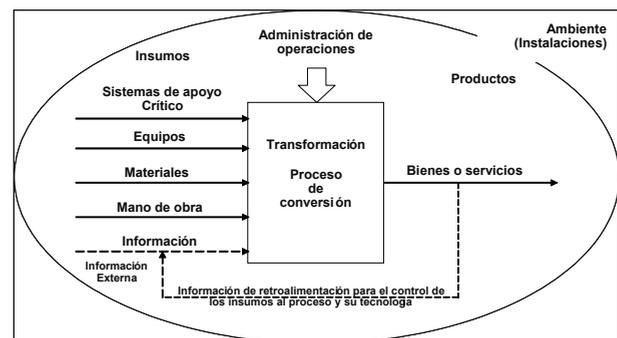


Figura 2. El proceso de transformación de materiales para el Sector Farmacéutico Industrial (SFI) (8).

Objetivo final de todo proceso productivo es el producto, resultado de las actividades preliminares que se adelantaron para su obtención, y los indicadores de productividad representan el manejo adecuado de la tecnología disponible en la organización. En este sentido, el desarrollo tecnológico de una empresa productora puede ser evaluado en función de diferentes capacidades (8, 9): Capacidades de inversión, referidas a las habilidades para identificar, seleccionar y negociar la tecnología necesarias para instalar o expandir una planta; capacidades de producción, que van desde control de calidad, operación y mantenimiento, hasta adaptación, mejoramiento o uso de equipos en otras aplicaciones; y las capacidades de vinculación necesaria, para transmitir y recibir información, habilidades y tecnología de agentes externos, como proveedores.

Toda organización debería estar en condiciones de desarrollar sus propias capacidades tecnológicas, resultado de un proceso de evolución. A este proceso se le conoce como la escalera tecnológica

(10) (Véase figura 3). En el primer nivel se presenta un desarrollo tecnológico mínimo, producto del proceso de incorporación de tecnologías a partir de los proveedores; el siguiente nivel de complejidad presenta el desarrollo de habilidades de la empresa para adelantar procesos de negociación, no solamente de tecnologías duras (maquinaria, equipos, instalaciones), sino además con el know how que conlleva la transferencia de conocimiento

asociado a éstas, llegando a un nivel de asimilación de la tecnología; a continuación viene el nivel de complejidad avanzada, que da lugar a procesos sistemáticos de innovación, realizada con actividades de Investigación y Desarrollo, llegando al punto de apropiación tecnológica y, finalmente se alcanza el nivel que permite la venta de conocimiento, momento en el cual se puede hablar en términos de difusión de las tecnologías.

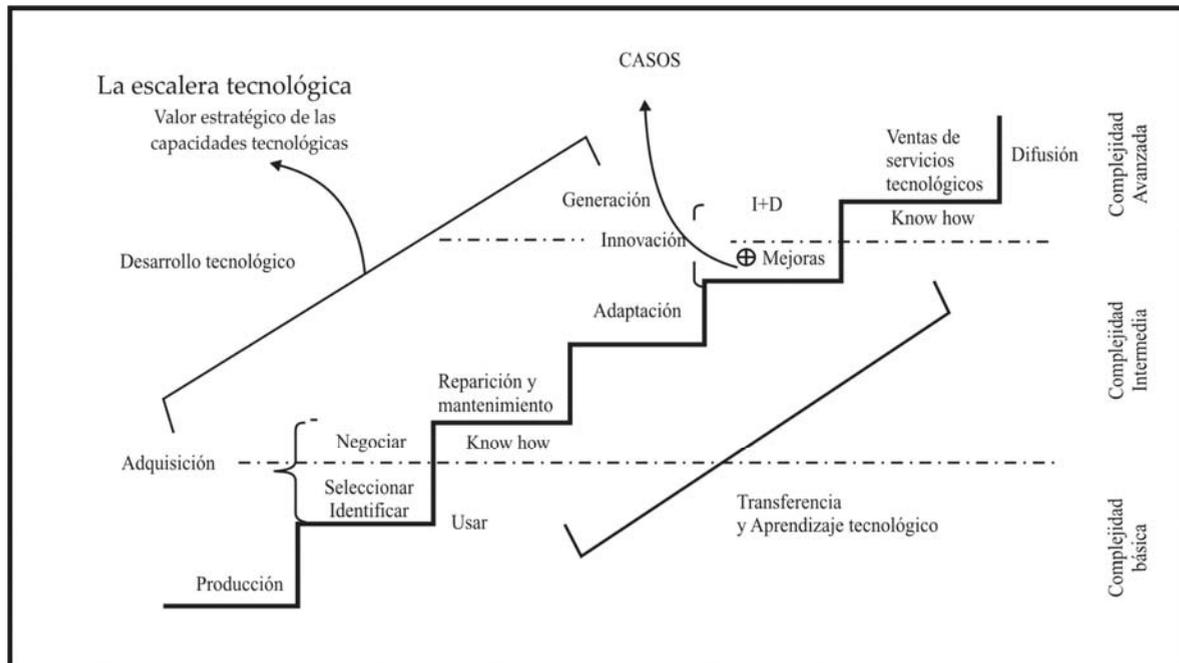


Figura 3. Escalera Tecnológica (10).

En los estudios sobre desarrollo tecnológico se recomienda, para el análisis por sectores, identificar, en primera instancia, los miembros de la población; a partir de este resultado hacer un diagnóstico basado en el análisis del entorno y, finalmente, evaluar la situación de cada subsector en particular (11).

Se han reportado algunos resultados preliminares de análisis del sector (8-10, 13-15); sin embargo, su presentación ha sido aislada y la información obtenida permanece sin correlacionar en términos de indicadores que permitan describir el sector según su desarrollo tecnológico. También se adelantan estudios tendientes a fortalecer aspectos detectados como críticos dentro de los procesos de transformación de materiales (8) y, además, desde la academia se ha pretendido dar respuesta a las necesidades expresadas por el sector, con productos diseñados específicamente para ese fin (8, 17).

En el caso del subsector de medicamentos, el estudio adelantado por la ANDI en 2001 reflejaba la existencia de 91 establecimientos ubicados en Bogotá, correspondientes a productores, importadores y/o comercializadores de medicamentos. La investigación realizada por el grupo de investigación en PTM reveló la existencia, para el segundo semestre de 2004, de 180 establecimientos dedicados a estas actividades. Si bien no se cuenta con información primaria acerca del número de productores para el año 2001, se evidencia un creciente aumento del número de organizaciones que tienen como objetivo el manejo del medicamento.

La situación de los productos fitoterapéuticos refleja la consolidación de un nuevo subsector, que en el momento de la realización del estudio contaba con 29 establecimientos entre productores y comercializadores. En número presentan una baja

participación, pero su potencial de desarrollo frente a tratados de comercio internacional es uno de los más promisorios.

Los productos cosméticos, y de aseo y limpieza, representan dos subsectores que trabajan permanentemente en el mejoramiento de su competitividad y que también podrían ver afectada su estabilidad frente a tratados comerciales (18-20).

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a un análisis correlacional sobre la información estudiada de forma independiente para los subsectores (9, 12). Se utiliza como criterio de análisis la distribución de los subsectores por tamaño. Para ello se tuvo en cuenta la clasificación según el número de empleados, de la siguiente manera: pequeña: menos de 50 trabajadores; mediana: entre 50 y 200 trabajadores; y grande: mayor de 250 trabajadores.

Los descriptores seleccionados como indicadores de desarrollo tecnológico en PTM fueron: Mercado de los productos, líneas de producción, tipo de planta, capacidad de utilización de planta, certificaciones, identificación del principal problema en PTM, automatización de líneas y ocupación del profesional Químico Farmacéutico. Los resultados de este estudio ofrecen un diagnóstico del estado de desarrollo tecnológico para el Sector Farmacéutico

Industrial de la ciudad de Bogotá, que puede ser profundizado en estudios posteriores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Éste es un estudio no experimental, transeccional, correlacional, de información obtenida en el Sector Farmacéutico Industrial (SFI) de productores de la ciudad de Bogotá, durante el segundo semestre de 2004. Para la recolección de la información primaria sobre el sector, se utilizó el modelo de búsqueda y captura de información (Véase figura 4). El manejo de los datos obtenidos se llevó a cabo mediante el empleo de cuadros de salida y una aplicación diseñada en MS Access®, y las pruebas piloto de desafío de los instrumentos fueron realizadas en un laboratorio perteneciente a cada subsector bajo estudio.

En el censo participaron un total de 157 establecimientos productores, de los subsectores de medicamentos, fitoterapéuticos, cosméticos, productos de aseo y limpieza. Para los datos generales del laboratorio, las encuestas fueron diligenciadas por las directivas de las empresas, y las preguntas sobre los PTM fueron respondidas por el personal profesional técnico de mayor rango en la planta.

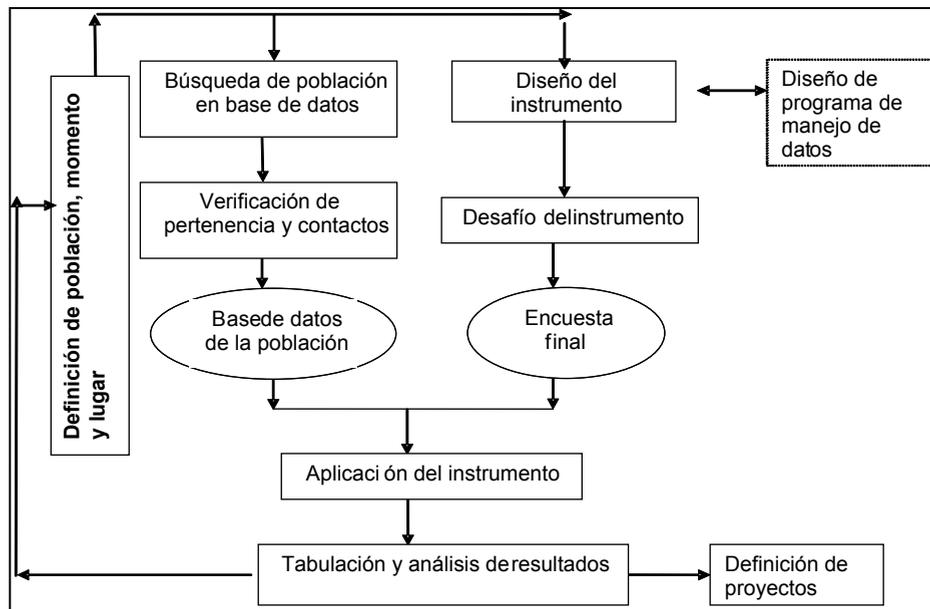


Figura 4. Modelo empleado para la búsqueda y captura de información, en la caracterización del SFI de la ciudad de Bogotá (8).

## RESULTADOS

El número de establecimientos productores por subsector fue: medicamentos 55, fitoterapéuticos 9, cosméticos 55, aseo y limpieza 38.

### Descripción de la población

El porcentaje de participación encontrado por subsector fue: 35.03% medicamentos, 35.03% cosméticos, 24.20% productos de aseo y limpieza y 5.73% fitoterapéuticos. Esta composición refleja la tendencia a la fabricación de medicamentos y cosméticos entre la población y muestra el surgimiento de una industria con oportunidades de crecimiento en los subsectores fitoterapéutico y de aseo y limpieza (Véase figura 5).

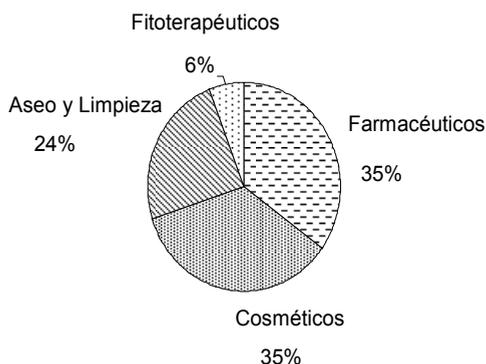


Figura 5. Composición del Sector Farmacéutico Industrial de la ciudad de Bogotá.

La distribución por subsectores refleja el predominio, en todos los casos, de industrias de pequeño tamaño, con el mayor porcentaje en el caso de productores de fitoterapéuticos de aseo y limpieza, lo que se tiene su explicación en el origen de las empresas, en su mayoría de tipo familiar; no obstante, es importante su participación en los subsectores de medicamentos y cosméticos, donde son prácticamente la mitad de los laboratorios encuestados. Esta situación puede interpretarse en términos de industrias nacientes, e interés de pequeños inversionistas por las actividades del sector.

La industria de gran tamaño se encontró en muy baja proporción en los subsectores de cosméticos, aseo y limpieza (en promedio 10%), estuvo ausente en el caso de productos fitoterapéuticos y tuvo una participación importante en medicamentos (23%), lo cual es indicativo de pujanza en el subsector de los medicamentos, que ha realizado inversiones importantes de capital para su subsistencia en el mercado (Véase figura 6).

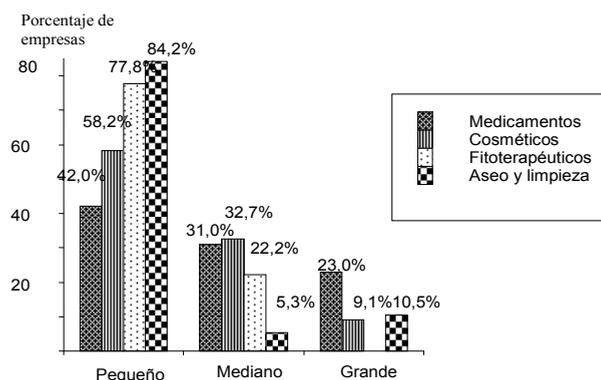


Figura 6. Distribución de laboratorios en función del tamaño de la organización.

El resultado permite suponer la existencia de una estructura organizacional dentro de los laboratorios, en la cual se encuentran identificadas y diferenciadas las actividades de producción de otras actividades de la organización. Esta situación muestra habilidades gerenciales de las directivas de los establecimientos, no cuantificadas en este estudio, que contribuyen a la permanencia y proyección en el crecimiento que se percibe en cada uno de los subsectores.

### Mercado de los productos

Como posibles alternativas de respuesta a la comercialización de productos en el mercado se encontraban: distribución a nivel nacional y exportadores, parámetro, este último, empleado para evaluar la capacidad del sector de ingresar a mercados externos (Véase figura 7). En su interpretación debe entenderse que el porcentaje se refiere a los establecimientos que están atendiendo mercado, sea únicamente a nivel nacional, o simultáneamente mercado nacional y extranjero.

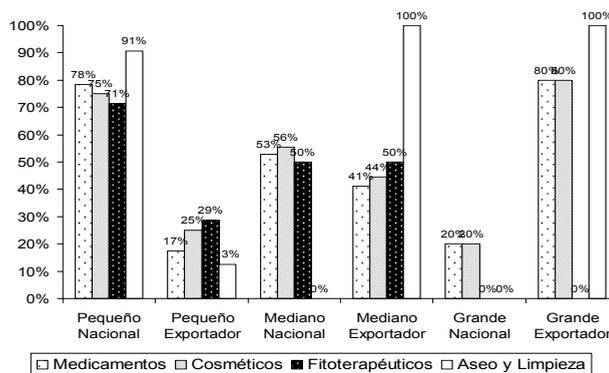


Figura 7. Porcentaje de empresas clasificadas por subsector, en función del tamaño, según mercado objetivo.

Los resultados mostraron que, en el caso de la pequeña empresa, la principal distribución se

da a nivel nacional en todos los subsectores. Llama la atención que en todos ellos, guardadas las proporciones, existen empresas que exportan sus productos. Este resultado es contundente porque demuestra que el tamaño de la organización no es un factor que limite el acceso a nuevos mercados.

La distribución que llevan a cabo a nivel internacional los exportadores, se presenta en los subsectores que cuentan con empresas de gran tamaño, especialmente fabricantes de productos de aseo y limpieza, donde el 100% de la población tiene capacidad de cubrir la demanda de los mercados internacionales sin descuidar la nacional, y aún más importante, cumplen con las exigencias de los países de destino. La mayoría llega a los mercados de Latinoamérica, Centroamérica y el Caribe.

En las organizaciones con capacidad de exportación de producto, son notorios los elementos de innovación, tanto organizacional como comercial: consiguen mejoras significativas en sus procesos de promoción, publicidad, precio y producto y superan barreras comerciales para la penetración en nuevos mercados. Esta situación obedece, presumiblemente, a la capacidad de gestión tecnológica de las organizaciones y es una muestra interesante del potencial del sector para llevar sus productos a otras latitudes, cumpliendo con las exigencias de los países de destino.

#### Tipo de planta

Se pretende evaluar la capacidad de especialización en términos del conocimiento sobre las tecnologías que se emplean en la organización. La clasificación de la planta en cuanto a la relación tipos de proceso/clases de producto, llevó al planteamiento de tres alternativas: uniproceso-uniproducción; uniproceso-multiproducción y multiproceso-multiproducción.

El comportamiento del sector se presenta en la figura 8, y muestra la tendencia a trabajar varias líneas de producción; así, en la pequeña empresa se encuentran, en todos los subsectores, plantas del tipo multiproceso-multiproducción (medicamentos 78.26%, cosméticos 68.75%, fitoterapéuticos 71.43% y aseo y limpieza 71.88%). Se resalta el comportamiento de la mediana y la gran empresa donde es más evidente la existencia de plantas que no disponen de un nivel de especialización en sus procesos.

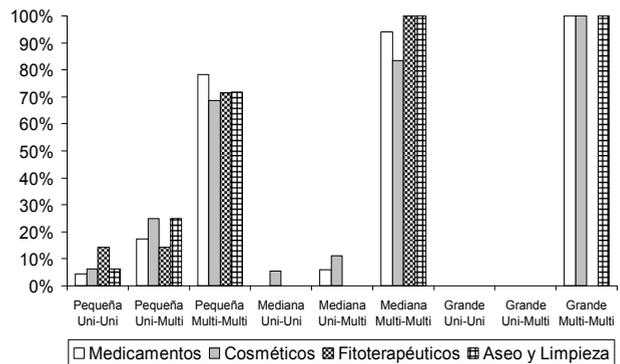


Figura 8. Porcentaje de empresas clasificadas por subsector en función del tamaño, según especialización de las plantas de producción.

Las organizaciones de pequeño tamaño (14.29%), del subsector fitoterapéutico tienen un mayor nivel de especialización, porque disponen de plantas del tipo uniproceso-uniproducción, lo cual es una ventaja, y oportunidad para el desarrollo de sus procesos de transformación de materiales.

La alta diversificación conduce a poca innovación incremental en las empresas, por cuanto no hay departamentos líderes dentro de la producción que generen nuevas ideas para los procesos (11). En el estudio realizado se identificó que muchas de ellas se encuentran adecuadas tecnológicamente para el tipo de proceso que desarrollan, pero no demuestran una capacidad de liderazgo tecnológico dentro del sector que las diferencie de sus similares, debido al estancamiento de los procesos de apropiación y generación de tecnología.

#### Líneas de producción

Muy relacionado con el aspecto anterior está la organización del laboratorio en función del número de líneas que se trabajan. Para este análisis se clasificaron en dos grandes grupos: productos estériles y no estériles, y en cada caso se consideraron como alternativas la fabricación de productos sólidos, líquidos y heterodispersos.

Los resultados (Véase figura 9) muestran, en el caso particular del subsector de medicamentos, la existencia de áreas de producción de formas tanto estériles como no estériles, en todos los tamaños de empresa y en todas las formas farmacéuticas. Este comportamiento refleja la falta de especialización de sus plantas, en contravía de la reconocida tendencia a nivel mundial de sacarle el máximo provecho a los recursos de las diferentes plantas, especializándolas para abastecer mercados globales, racionalizando los canales de logística de captación de insumos y de distribución de producto (14).

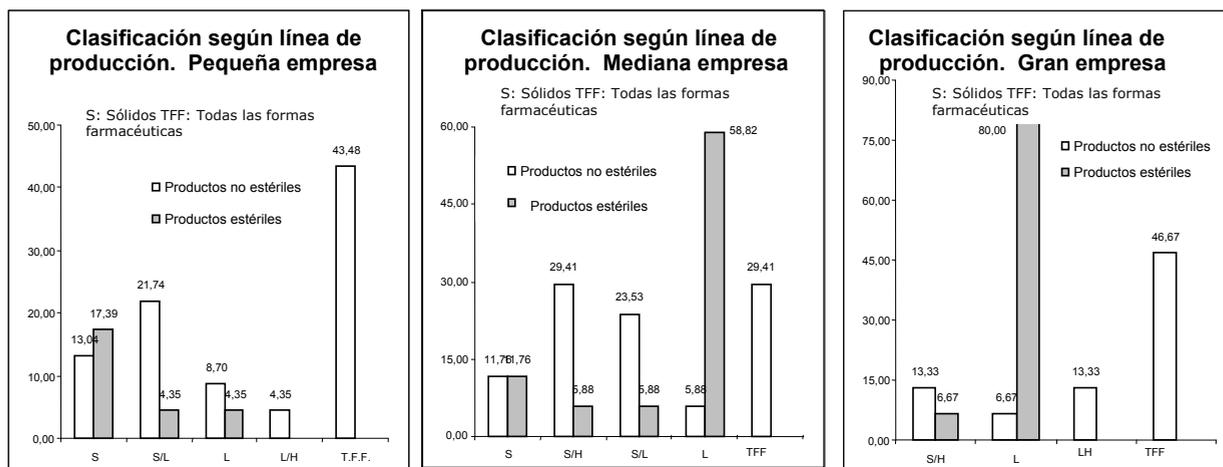


Figura 9. Distribución de líneas de producción en el subsector de medicamentos.

En los otros subsectores no se reporta la producción de formas estériles, y los tipos de producto que fabrican evidencian poca especialización. Independientemente del tamaño de las instalaciones, es

notoria, en un alto porcentaje de ellas, la tendencia a fabricar todas las formas farmacéuticas, seguida de la tendencia de algunos establecimientos a la fabricación de formas líquidas y heterodispersas (Véase tabla 1).

Tabla 1. Líneas de producción que se trabajan en el SFI.

C O S M É T I C O S	FORMAS FARMACEUTICAS	PEQUEÑA EMPRESA	MEDIANA EMPRESA	GRAN EMPRESA
		PORCENTAJE	PORCENTAJE	PORCENTAJE
	Sólidos	3,13	-	-
	Heterodispersos	3,13	11,11	-
	Sólidos y Líquidos	15,63	11,11	20
	Líquidos y Heterodispersos	21,88	16,67	40
	Heterodispersos y Sólidos	3,13	5,56	-
	Todas las Formas Farmacéuticas	53,13	55,56	40
L I M P E I O E Z Y A	Sólidos	6,25	-	-
	Heterodispersos	18,75	-	-
	Sólidos y Líquidos	9,38	-	50
	Líquidos y Heterodispersos	25	-	-
	Heterodispersos y Sólidos	-	-	50
	Todas las Formas Farmacéuticas	40,63	100	25
T E R A P É U T I C O	Sólidos	-	-	-
	Heterodispersos	-	-	-
	Sólidos y Líquidos	57,14	50	-
	Líquidos y Heterodispersos	28,57	-	-
	Heterodispersos y Sólidos	-	-	-
	Todas las Formas Farmacéuticas	14,28	50	-

La meta de las empresas en el sector farmacéutico, en lo relativo a sus procesos de transformación de materiales, debería ser lograr ser clasificadas al menos como innovadoras incrementales. El conocimiento perfecto de una línea específica de producción les permitiría obtener productos mejorados, al concertar sus esfuerzos en las capacidades tecnológicas identificadas en la planta. La poca capacidad para generar nueva tecnología es el resultado de los procesos de apropiación, y conduce a las empresas al estancamiento en los más bajos niveles de la escalera tecnológica, lo que las relega a la condición de simples usuarios de tecnología (10).

### Capacidad de utilización de la planta

Con este descriptor se pretende evaluar el aprovechamiento de las instalaciones del área de transformación de materiales. Esta información fue complementada con el dato sobre el número de turnos que trabaja la organización. Los resultados (Véase figura 10), muestran que en la pequeña industria predomina el empleo de un turno de producción, modo que exhibe los valores máximos en los subsectores de cosméticos, fitoterapéuticos y aseo y limpieza.

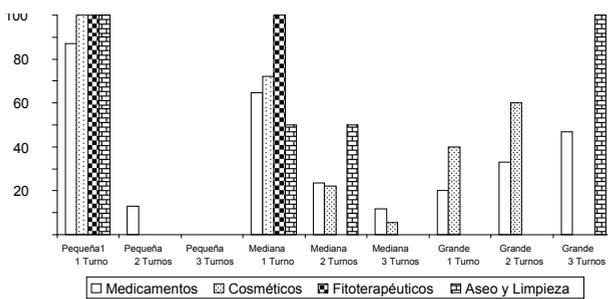


Figura 10. Porcentaje de empresas clasificadas por subsector, en función del tamaño, según el número de turnos.

En cuanto a la mediana empresa, el comportamiento de medicamentos y cosméticos está distribuido entre uno y tres turnos; predomina un turno de producción y ninguna empresa mediana de fitoterapéuticos ni de aseo y limpieza, dispone de tres turnos de producción.

Es interesante observar cómo las grandes empresas tienen un comportamiento completamente diferente a las medianas y pequeñas. Los productores de medicamentos manejan principalmente tres turnos de producción; en las empresas de cosméticos predomina el empleo de dos y en el 100% de las empresas de aseo y limpieza se dispone de tres turnos de producción.

Como criterio para evaluar la capacidad aprovechada de las instalaciones, por su experiencia, el grupo de investigación definió como indicador el uso de más del 90% de la capacidad instalada, asociado al aprovechamiento de los tres turnos posibles de producción. Para este fin se cuantificaron aquellas organizaciones que cumplieron con esta condición.

En cuanto a capacidad instalada (Véase figura 11), el subsector que presenta el mejor valor para el descriptor en análisis, es el de Aseo y Limpieza, por cuanto el 50% de los laboratorios pertenecientes a las empresas de gran tamaño, aprovechan al máximo su capacidad instalada. En segundo lugar aparece el subsector de medicamentos, con el 27% de los encuestados. Es interesante la situación de empresas de mediano tamaño de los subsectores de medicamentos y cosméticos, que aún con bajos porcentajes (11.8% y 5.6% respectivamente), presentan un buen indicador de aprovechamiento de sus instalaciones.

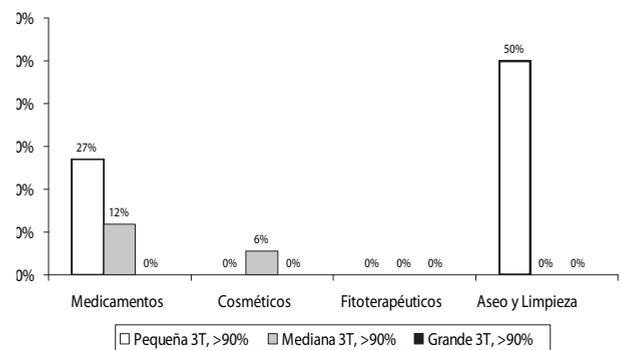


Figura 11. Aprovechamiento de instalaciones.

Los resultados obtenidos con estos descriptores se pueden relacionar con las capacidades gerenciales para el manejo de la producción, la logística de producción, e incluso con las actividades de diseño y puesta en marcha de una planta de producción, y reflejan los criterios para seleccionar tecnología en una empresa. El sobredimensionamiento de una línea resulta de estudios de mercado erráticos y una vez puesta en marcha una planta de producción, denota letargo organizacional para alcanzar innovaciones tanto organizacionales y comerciales en una empresa del sector productivo (10,11).

### Certificaciones

Por su naturaleza, el producto farmacéutico exige para su fabricación un certificado de capacidad, expedido por la entidad reguladora nacional. Para el caso de medicamentos, es de obligatorio cumplimiento la

certificación en Buenas Prácticas de Manufactura; no así para los demás subsectores. En la encuesta se encontró que, en el subsector de medicamentos, el 17.4% de las empresas de pequeño tamaño cuentan

con certificaciones como ISO, entre las empresas de mediano tamaño, el 23.52% tienen certificaciones adicionales; y en el caso de las de gran tamaño el 80% tienen otras certificaciones (Véase figura 12).

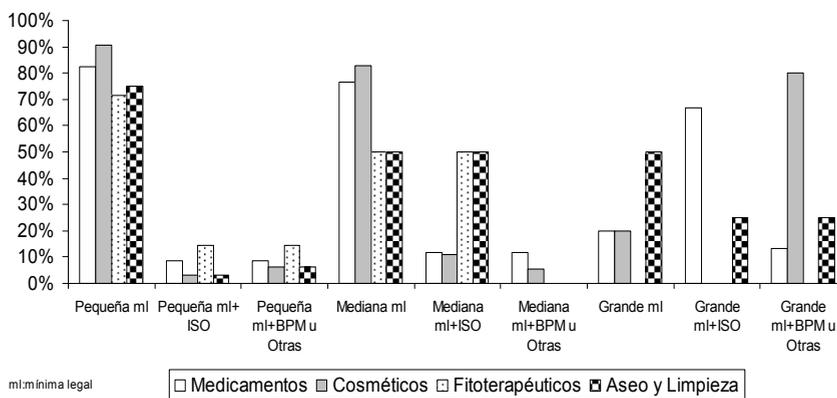


Figura 12. Porcentaje de empresas certificadas por subsector en función de su tamaño y el tipo de certificación.

El subsector de cosméticos presenta porcentajes más bajos de certificación con respecto al subsector anterior; así, el 9.38% de los laboratorios de pequeño tamaño cuentan con algún tipo de certificación diferente a la capacidad de fabricación, frente al 16.67% de las empresas de mediano tamaño. Es interesante observar cómo el 80% de las de gran tamaño del subsector, cuentan ya con certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), no obligatoria. Ésta es una evidencia del compromiso del subsector para acceder a nuevos mercados.

En el caso de los fitoterapéuticos se presentan valores del orden de 50% para empresas medianas certificadas con ISO, y 28.56% para las de pequeño tamaño. Entre las de aseo y limpieza, las de gran tamaño tienen certificaciones ISO (25%) y BPM (25%) y entre las medianas, el 100% tienen su certificado ISO; en el caso de la pequeña empresa, los porcentajes de certificación adicional son más bajos, 3.13% ISO y 6.26% BPM.

Estos porcentajes marcan la diferencia entre los subsectores y se asocian con los resultados analizados sobre el mercado de los productos de estas empresas. No cabe duda de que la existencia de una certificación de calidad para una organización, es reflejo de innovación incremental, la cual implica capacidad de inversión en tecnologías de gestión de calidad, gestión ambiental y capacitación tecnológica, principalmente.

#### Problemas asociados con la transformación de materiales

Este descriptor pretende identificar la capacidad del laboratorio de reconocer los problemas de su organización frente a las variables que afectan los PTM. Aunque en la mayoría de los casos estos laboratorios se pueden considerar adecuados tecnológicamente, en ellos no se dan procesos de innovación, en muchas ocasiones porque sus directrices no son conscientes de los problemas que deben afrontar, lo cual resulta bastante contradictorio en una empresa con metas de desarrollo tecnológico.

De estos resultados se encuentra que, independientemente del tamaño de la organización y del subsector al que pertenezca, no existe diferencia significativa en cuanto al comportamiento de este descriptor. Los encuestados reconocieron tener problemas en el manejo de los materiales. Así se muestra la consolidación de la información recopilada por cada uno de los subsectores (Véase tabla 2).

Ratificando este hallazgo aparece la marcada dependencia tecnológica del sector en lo relativo a la adquisición de materias primas, así como en el análisis y manejo de proveedores. El segundo problema en frecuencia, relacionado con los equipos, son las fallas en los procesos de adquisición de tecnología acorde con las necesidades de la planta, y se asocia a los resultados del análisis en cuanto a capacidades de utilización de ésta.

Tabla 2. Problemas relacionados con la transformación de materiales del SFI de la ciudad de Bogotá.

PROBLEMA	MEDICAMENTOS		FITOTERAPIA		COSMÉTICOS		ASEO Y LIMPIEZA		INSUMOS/SALUD	
PROBLEMAS MÁS FRECUENTES	* MATERIAS PRIMAS Y M.	57%	* MATERIAS PRIMAS Y M.	36%	* MATERIAS PRIMAS Y M.	49%	* MATERIAS PRIMAS Y M.	51%	* MATERIAS PRIMAS Y M.	67%
	* EQUIPOS	23%	* INSTALAC.	29%	* INSTALAC.	21%	* INSTALAC.	15%	* EQUIPOS	25%
	* PERSONAL	12%	* EQUIPOS	14%	* PERSONAL	13%	* PERSONAL	8%		
MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES	* PROVEED.	63%	* PROVEED.	50%	* PROVEED.	53%	* PROVEED.	46%	* PROVEED.	67%
	* T PROC. IMPORTACIÓN	10%	* CARACTERÍS. PARTICULAR	14%	* T PROC. IMPORTACIÓN	17%	* ANÁLISIS	15%	* CARACTERÍS. PARTICULAR	17%
PROVEEDORES	* INCUMPLIM.	29%	* INCUMPLIM.	36%	* INCUMPLIM.	36%	* INCUMPLIM.	36%	* INCUMPLIM.	42%
	* FLUCTUACIONES DE CALIDAD	19%	* FLUCTUACIONES DE CALIDAD	22%	* FLUCTUACIONES DE CALIDAD	21%	* FLUCTUACIONES DE CALIDAD	28%	* FLUCTUACIONES DE CALIDAD	25%
ANÁLISIS DE M.P. Y MATERIALES	ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS	35%	ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS	29%	ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS	44%	ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS	44%	ADAPTACIÓN DE TÉCNICAS	50%
INSTALACIONES	DIFICULTADES DE EXPANSIÓN	38%	DIFICULTADES DE EXPANSIÓN	50%	DIFICULTADES DE EXPANSIÓN	47%	DIFICULTADES DE EXPANSIÓN	57%	DIFICULTADES DE EXPANSIÓN	33%
EQUIPOS	MANTENIM.	48%	MANTENIM.	29%	MANTENIM.	38%	MANTENIM.	33%	MANTENIM.	83%
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS	PIEZAS DESCONTINUADAS	23%	PIEZAS DESCONTINUADAS	29%	PIEZAS DESCONTINUADAS	21%	PIEZAS DESCONTINUADAS	23%	FALTA SOPORTE TÉCNICO	25%
SELECCIÓN DE EQUIPOS	LIMITACIONES PRESUPUESTO	60%	LIMITACIONES PRESUPUESTO	57%	LIMITACIONES PRESUPUESTO	64%	LIMITACIONES PRESUPUESTO	64%	LIMITACIONES PRESUPUESTO	75%
USO DE EQUIPOS	SUBUTILIZACIÓN	35%	FALTA DE EQUIPOS	35%	SUBUTILIZACIÓN	34%	FALTA DE EQUIPOS	35%	CUELLOS DE BOTELLA	25%
PERSONAL	NO EXISTE OFERTA DE PERSONAL CALIFICADO	26%	NO EXISTE OFERTA DE PERSONAL CALIFICADO	43%	NO EXISTE OFERTA DE PERSONAL CALIFICADO	23%	NO EXISTE OFERTA DE PERSONAL CALIFICADO	23%	NO EXISTE OFERTA DE PERSONAL CALIFICADO	66%

Interrelacionando equipos y planta, es evidente el retraso tecnológico y la baja inversión en tecnología dura. Los principales problemas en equipos tienen que ver con el uso de maquinaria obsoleta, y en cuanto a instalaciones, se observa un crecimiento que no obedece a un proyecto de expansión, sino que, por el contrario, evidencia modificaciones que apenas responden a las necesidades inmediatas de la organización.

#### Automatización de líneas

Se ha demostrado que la industria farmacéutica, por la exigencia de los procesos que en ella se adelantan, requiere una mínima intervención de mano de obra en la realización de los procesos de transformación (14). Estos resultados muestran, en primer lugar (Véase figura 13), desconocimiento de algunos laboratorios sobre automatización.

El comportamiento general de todos los subsectores presenta los mayores porcentajes en procesos semiautomáticos; independientemente de su tamaño se encuentran valores superiores al 50%.

En la pequeña empresa se encuentra entre 10 y 50% de procesos manuales. Cuando se indagó sobre las líneas en las que se adelantan esta clase de transformaciones, la mayoría señaló las etapas de acondicionamiento. En el caso del subsector de los fitoterapéuticos, en ninguno de los laboratorios se hizo mención de líneas automatizadas.

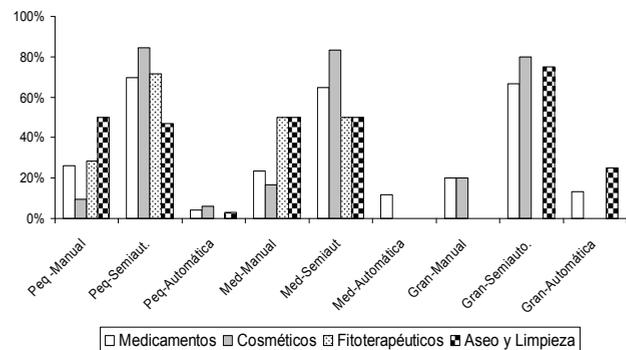


Figura 13. Porcentaje de empresas, por subsector, en función de su tamaño y grado de automatización.

El mayor porcentaje de referencia a líneas automatizadas lo hizo el subsector de aseo y limpieza en las empresas de gran tamaño, resultado coherente con los análisis que se realizaron sobre la capacidad de utilización de la planta.

Se halló que existe un porcentaje importante de laboratorios productores que pueden ser clasificados como no innovadores. Una de las causas podría ser que los profesionales que hacen parte de las organizaciones deben convencer a sus directivos de la necesidad de actualizar tecnológicamente sus procesos, para constituirse en líderes del desarrollo tecnológico. La industria farmacéutica está catalogada como intensiva en tecnología, no solamente en utilización sino en generación, y ésta es una característica que no puede ser descuidada por aquellos profesionales que se desempeñan en este sector productivo (14).

## Ocupación del Químico Farmacéutico (QF)

Diferentes intentos se han realizado por cuantificar la participación del QF en el sector industrial. En el presente estudio se indagó sobre el número de estos profesionales que participan en los procesos de transformación de materiales.

El estudio reveló que se puede hablar de aproximadamente 550 de estos profesionales, egresados de las distintas escuelas de Farmacia del país, que se desempeñan laboralmente en el campo de los PTM. Se encontró que la mayor proporción está en el subsector de medicamentos, en empresas de gran tamaño, en promedio 20 profesionales en cada planta, seguida por las de mediano tamaño, en promedio con 4 QF en planta, y en el caso de las de menor tamaño, hay un promedio de 2 en las actividades de transformación (Véanse figuras 14 y 15).

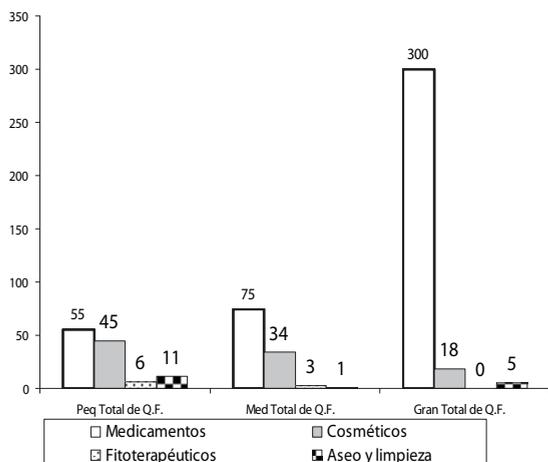


Figura 14. Número de QF totales ocupados en función del subsector y tamaño de empresa.

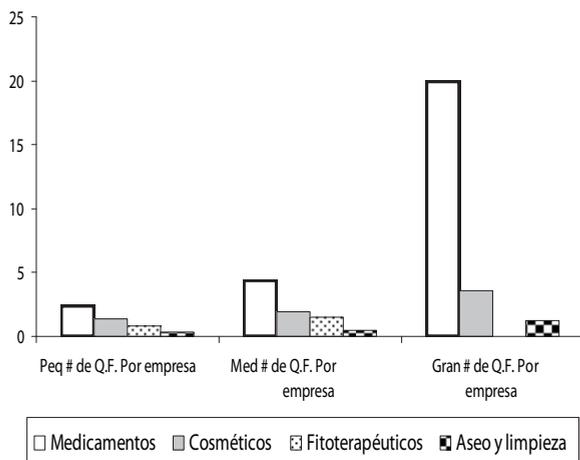


Figura 15. Número de QF promedio por empresa en función del subsector y tamaño de ésta.

Los resultados de los demás subsectores reflejan una menor proporción en participación del profesional. Es claro para muchas de estas organizaciones que por no ser exigida legalmente la presencia de QF en sus procesos productivos, los cargos pueden estar ocupados por otros profesionales, especialmente ingenieros. En el subsector de cosméticos, para empresas de gran tamaño el promedio de ocupación es de 4 QF, y en el caso de aseo y limpieza es de 1.

En algunas de las pequeñas empresas de los subsectores de fitoterapéuticos y aseo y limpieza, se encontró que no hay ningún QF en las plantas de producción.

Este aspecto permitió evidenciar el desarrollo tecnológico de un sector en términos del know how, por cuanto es de suponer que el profesional que se forma en las instituciones académicas superiores es idóneo para el ejercicio de su profesión y se encuentra en capacidad de contribuir al desarrollo tecnológico interno de su planta de producción, lo que, a su vez, se refleja en el subsector al cual pertenece.

Se halló que el estado de desarrollo tecnológico que actualmente caracteriza al SFI, es producto de la forma en que se dio la transferencia tecnológica durante el período de industrialización del país, con la presencia de firmas multinacionales en el territorio, que facilitaron el crecimiento del sector. Infortunadamente, la falta de políticas de apropiación y estímulo a la generación de tecnologías en su momento, llevó a la situación de dependencia tecnológica que claramente se evidencia en los problemas en el manejo de materiales y equipos.

## CONCLUSIONES

Los productores en el SFI, en los subsectores trabajados, tienen un comportamiento que refleja la incidencia del tamaño de la organización productora en indicadores de desarrollo tecnológico como: Mercado de los productos, líneas de producción, tipo de planta, capacidad de utilización de planta, certificaciones, identificación del principal problema en PTM, automatización de líneas, ocupación del QF.

El estudio es pionero en la formulación de un diagnóstico sobre el grado de desarrollo tecnológico en SFI de la ciudad de Bogotá, a partir del análisis de los PTM, y permite hacer una descripción en términos de tecnologías blandas y duras.

El desarrollo de este sector demanda un profesional QF, líder en el manejo integral de un proceso

de transformación de materiales. Por su formación, es el llamado a realizar estas actividades dentro de una planta; sin embargo, no se encontró una representación significativa del gremio, que permita aprovechar su competencia técnica, situación que merecerá ser analizada cuidadosamente en las escuelas responsables de su preparación académica.

## AGRADECIMIENTOS

El grupo de investigación en Procesos de Transformación de Materiales, de la Universidad Nacional de Colombia, agradece formalmente a la Dirección de Investigación de la Sede, por la financiación otorgada para la realización del proyecto.

Al Departamento de Farmacia, por su colaboración para la logística de contacto en la realización de las encuestas.

A la profesora Ana Milena Salamanca, del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional, por su orientación para el diseño de los instrumentos de captura de información

A los estudiantes Diana Bolívar, María Fernanda Carvajal, David Duarte y Oscar Tuta, quienes participaron como investigadores en formación dentro del proyecto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Colombia. Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Innovación y Desarrollo Tecnológico en la Industria Manufacturera. 2003-2004. Bogotá: DANE; 2005.
- Fuentes JE, Bernal LE. Indicadores de competitividad para la industria farmacéutica en Colombia. [Tesis doctoral]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 1995.
- Asociación Nacional de Industriales ANDI. La Industria Farmacéutica en Colombia. 1991-2000. Bogotá: Cámara de la Industria Farmacéutica; 2001.
- Mora CE. Interrelaciones entre las empresas multinacionales y las firmas locales farmacéuticas. Impacto en el desarrollo industrial de este sector en Colombia. [Tesis Maestría]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2003.
- PROEXPORT. Estudio de oferta y demanda del sector farmacéutico. Colombia, Latinpharma 2003. Bogotá; 2002.
- Fedesarrollo. Estudio sobre la propiedad intelectual en el sector farmacéutico colombiano. Bogotá: Fundación Santa fé de Bogotá; 2005.
- Colombia. Ministerio de Salud. Decreto No. 677 de 1995. Bogotá 1995.
- Grupo de Investigación Procesos de Transformación de Materiales. Evaluación del impacto de la logística de materiales del Sector Farmacéutico Industrial Productivo (SFIP) de la ciudad capital, asociada al desarrollo tecnológico de sus actuales procesos de transformación. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2006.
- Carvajal MF, Bolívar DC. Caracterización de las necesidades de apoyo tecnológico en los procesos de transformación de materiales en la industria de medicamentos de la Ciudad de Bogotá. [Trabajo de Grado]. Bogotá: Departamento de Farmacia Universidad Nacional de Colombia; 2005.
- Vargas M, Malaver F, Zerda A. La innovación tecnológica en la industria colombiana. Un estudio en dos cadenas industriales. Bogotá: Centro Editorial Javeriano; 2003.
- Zerda A, Rincón N. La pequeña y mediana industria en la encrucijada. Bogotá: Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Colombia; 1998.
- Duarte DL. Caracterización de las necesidades de apoyo tecnológico en los procesos de transformación de materiales en la industria de productos de aseo y limpieza, cosméticos y otros insumos para la salud, de la ciudad de Bogotá. [Tesis doctoral]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2005.
- Torres NS, Vallejo BM, Duarte DL. Estudio descriptivo del sector productor y comercializador de cosméticos en Bogotá, D.C., Colombia., Rev. Col. Quím. Farm. 2005; 34(2): 172-180.
- Vallejo BM, Vallejo SB. Aspectos generales de la automatización industrial del sector farmacéutico. Rev. Col. Quím. Farm. 2006; 35(1), 47-63.
- Grupo de Investigación PTM. Base de datos consolidada de establecimientos pertenecientes al Sector Farmacéutico Industrial de la ciudad de Bogotá. Datos Segundo Semestre. Bogotá; 2004.
- Gaynor GH. Manual de Gestión en Tecnología. Bogotá: Mc Graw Hill; 1999.
- Grupo de Investigación Procesos de Transformación de Materiales. CD Interactivo: Portafolio Especializado de Servicios para el Sector Farmacéutico Industrial. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2006.
- Moreno CE. Encrucijadas y Posibles Salidas del Sector Cosmético. Revista Arte y Ciencia Cosmética 2003; 24, 31-39.
- Moya M. Actualidad del Sector. Revista Arte y Ciencia Cosmética 2004, 30, 6-8.
- Asociación Nacional de Industriales ANDI. Documento Cámara de Cosméticos y Productos de Aseo. Bogotá; 2004.