

CAPÍTULO 5

METODOLOGÍA: DISEÑO DE INSTRUMENTOS, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LAS VARIABLES

Alexis Mercado
Pablo Testa
María Virginia Najul
Rebeca Sánchez
Griselda Ferrara de Giner
Karenia Córdova
Ivelio Arispe

INTRODUCCIÓN

En el capítulo precedente se señaló que el proyecto «Aprendizaje tecnológico y gestión integral (tecnología, calidad y ambiente) en la industria agroalimentaria venezolana» involucraba un análisis de las capacidades de gestión integral de la industria de los alimentos, haciendo énfasis especial en el aseguramiento de la calidad y la inocuidad, elementos vitales en la dinámica productiva de esta industria. Se colocó, además, que para ello fue necesario conformar una red de investigación con carácter transdisciplinario e interinstitucional.

Cubierto este requerimiento, quedaba por resolver el problema de cómo aproximarse a una industria tan compleja y heterogénea evaluando los elementos tan amplios y diversos que incluye la gestión integral. Se requería contar con instrumentos de análisis que pudieran dar cuenta de una multiplicidad de factores tales como características productivas, infraestructura, actividades innovadoras y capacidades de gestión (variables) en un importante número de empresas (observaciones).

Históricamente, uno de los grandes problemas que se ha confrontado en el país para la realización de estudios sectoriales ha sido la poca disponibilidad de información suficiente y confiable (Mercado y Testa, 2001; Pirela, 1996). Aunque en las últimas

décadas desde algunas instancias del Estado se adelantaron algunos esfuerzos para modificar esta situación, en la generalidad de los casos no se dispone de información generada de manera periódica que permita realizar este tipo de investigaciones. Entre esos esfuerzos destaca la Encuesta de Capacidades Tecnológicas e Innovadoras en la Industria Manufacturera Venezolana, realizada en 1996 con participación de diversas instituciones y actores del país (Testa, 2008) y que incluyó a 512 establecimientos industriales, y la Encuesta Complementaria de Capacidades Tecnológicas e Innovadoras en la Industria de la Encuesta Industrial, realizada en 2004, que abarcó una muestra de 2.256 empresas, representativa del universo empresarial venezolano según tamaño de las firmas, rama de actividad y región geográfica. El levantamiento de los datos fue realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el proyecto fue financiado por el entonces Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT) y el diseño del cuestionario y la metodología de análisis fue responsabilidad de un grupo de investigadores del Cendes que coordina este proyecto sobre la industria alimentaria (Testa, 2008).

Una investigación de alcance sectorial con un manejo simultáneo de un número grande y diverso de variables, aparte de constituir un importante desafío metodológico, es ciertamente un enfoque novedoso, al menos en el ámbito venezolano, e incluso latinoamericano, donde por lo general se tiende a analizar por separado las diferentes aristas de la gestión integral y en muy pocos casos se realizan estudios exhaustivos de alcance sectorial (nivel meso).

En este capítulo se discute, en primer lugar, el problema de la medición de variables muy diversas en el contexto de un estudio de alcance sectorial; se presentan los procedimientos que permitieron la integración de diferentes requerimientos disciplinarios y la estructuración de un cuestionario que diera cuenta de la diversidad citada y de una guía para estudios de caso. Seguidamente se presentan los criterios y mecanismos de recolección de la información, la cual, en la mayoría de los casos, corrió por cuenta de los propios investigadores y de personal profesional especialmente contratado para tal fin.

A continuación se exponen de forma detallada los grupos de variables que resultaron de este esfuerzo (*aspectos tecnoproductivos, calidad e inocuidad, ambiente, seguridad industrial, innovación y aprendizaje tecnológico y uso de la energía*). A partir de los grupos de variables calidad e inocuidad y ambiente, algunos de los investigadores, en función de sus áreas específicas de trabajo, proponen la elaboración de índices que permitan obtener un valor de desempeño integrado de cada empresa, muy útil en términos de clasificación. Sus aplicaciones se presentan y discuten en los capítulos respectivos.¹ Estas herramientas permiten establecer diferencias en el comportamiento de las empresas dentro de la industria.

¹ Cfr. *infra* capítulos 9 y 10.

Una adecuada lectura de los resultados es fundamental para conocer la dinámica productiva y la innovación de la industria. En este sentido, era necesario establecer la importancia que tienen las diferentes variables estudiadas en el desempeño tecnoproductivo. La estimación del coeficiente de correlación dentro de cada grupo, y entre los diferentes grupos de variables, resultó una herramienta auxiliar útil para el logro de este objetivo.

Posteriormente, considerando el peso estadístico de las variables, estimado a partir del número de correlaciones estadísticamente significativas que estas presentan y de su importancia conceptual, se seleccionaron aquellas que se usaron en los análisis multivariantes que permitieron elaborar la clasificación taxonómica de la industria. Los procedimientos estadísticos para el tratamiento de los datos y su interpretación se discuten de manera detallada más adelante.

Finalmente, a objeto de conocer la incidencia espacial de la actividad productiva y las diferencias regionales en la capacidad de gestión integral se describe la metodología de análisis espacial del potencial de impacto y el riesgo en la industria alimentaria.

EL PROBLEMA DE LA MEDICIÓN

En cada uno de los ámbitos de la gestión integral se han desarrollado métodos e indicadores de medición específicos de variables físicas y organizacionales, que en muchos casos requieren de alta especialización. Por ejemplo, en el área ambiental es clave conocer el tipo y la cantidad de las emisiones que genera la actividad industrial, así como la toxicidad de los compuestos que se manejan y de los desechos que se generan. En la industria de alimentos, para garantizar la inocuidad y la calidad son necesarios rigurosos controles microbiológicos, en tanto que la estimación de las propiedades del alimento requiere de mediciones muy precisas de diferentes variables físico-químicas. En el ámbito de la seguridad se han desarrollado técnicas de evaluación de tecnologías que permiten estimar los posibles impactos sobre el ambiente y la salud a fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes.² Más específicamente, en el diseño de las plantas se han desarrollado métodos que permiten estimar los riesgos y la operabilidad de los procesos mediante el análisis crítico y sistemático del diseño de la instalación industrial y la identificación de las fallas potenciales (Barrios y otros, 2001).

El desarrollo y sofisticación de la medición ha sido posible gracias a los avances en la instrumentación científica y el aseguramiento y control de la calidad del proceso, que permiten lecturas cada vez más precisas de las variables físicas (Mole

² La evaluación de tecnologías ha sido muy criticada por partir de una visión reduccionista que históricamente la equiparó a la evaluación de impactos, estimada a través del tratamiento estadístico del riesgo y la evaluación económica en términos de la relación riesgo-costo/beneficio (Medina, 1994).

y otros, 2002), y del refinamiento de los métodos de control.³ Estas mediciones son fundamentales para, entre otras cosas, evaluar el desempeño de las organizaciones a fin de determinar si están cumpliendo con las exigencias de la regulación, siendo esta última un inductor muy importante de la innovación tecnológica y del aprendizaje institucional (Mercado y otros, 2001).

Otro elemento fundamental para estimar desempeño se relaciona con las capacidades que poseen las empresas para el adecuado manejo de estas variables; información que puede obtenerse mediante la evaluación de los recursos y los esfuerzos que dedican para responder a la regulación, en especial en los temas de calidad-inocuidad, seguridad y ambiente, y del nivel de formalización que alcanza su gestión dentro de la organización (existencia o no de gerencias o unidades técnicas dedicadas específicamente a su manejo).

En cuanto a la capacidad tecnológica, clave para responder adecuadamente a los requerimientos de la gestión integral, y en donde hasta hace poco internacionalmente no existían marcos regulatorios sino más bien de estímulo,⁴ se han establecido parámetros de medición de las actividades científicas y técnicas, específicamente de los *inputs* de la I+D (personal, gastos y medios materiales de I+D), que fueron desarrollados por la OCDE y están contenidos en el Manual de Frascati (OCDE/FECT, 2002). Estos parámetros de medición, al ser concebidos para empresas promedio de sectores de base tecnológica de países desarrollados, son de difícil aplicación y poco útiles para medir los esfuerzos que en materia de innovación adelantan las unidades productivas de nuestros países, generalmente mucho más pequeñas y en su mayoría ubicadas en sectores de baja intensidad tecnológica (Testa y Mercado, 2002).

INTERACCIÓN E INTEGRACIÓN DE REQUERIMIENTOS DISCIPLINARIOS

Justamente una cuestión a solventar para elaborar los instrumentos de recolección de información para un estudio exploratorio en el nivel sectorial era cómo transformar algunos de estos requerimientos de información tan específicos en variables que a su vez pudieran traducirse en preguntas discretas que permitieran «medirlas». Debe recordarse que se trata de una investigación en el ámbito de la gestión empresarial que considera una cantidad muy grande de observaciones (unidades productivas).

En términos prácticos esto se resolvió realizando reuniones de trabajo en donde los especialistas de cada una de las áreas que comprende la gestión integral presentaban los tópicos que consideraban debían investigarse y explicaban su importancia

³ *Cfr. supra* capítulo 1.

⁴ En los últimos años en algunos países europeos se han desarrollado mecanismos de certificación de los esfuerzos de I+D que permiten a las empresas sistematizar tales esfuerzos, otorgándoles beneficios como la posibilidad de acceder formalmente a fuentes de financiamiento (AENOR, 2006).

para el estudio. El grupo de investigación en conjunto los analizaba, trataba de establecer posibles relaciones con variables de las otras áreas y se ideaban formas de expresarlas en preguntas discretas para los cuestionarios. Esta fertilización cruzada de ideas permitió a todo el grupo compartir elementos cognitivos básicos de las diferentes disciplinas y visualizar relaciones entre estos. Un ejemplo claro fue el de las existentes entre los temas del manejo de la inocuidad y la calidad con la gestión ambiental, las cuales, como se verá más adelante, fue posible demostrar en el estudio mediante la aplicación de técnicas de correlación.

La integración de los diversos temas de la gestión integral

Un problema derivado de lo anterior era que cada grupo de especialistas proponía incorporar un gran número de elementos a analizar, muchos de ellos de carácter técnico y científico que requerían de mediciones que trascendían con creces los objetivos del estudio sectorial. Esto planteó la necesidad de llegar a «acuerdos» entre la profundidad del análisis –nivel de exhaustividad con el que se evalúa cada variable– y el alcance del estudio que, como se indicó, considera diversos aspectos técnicos y gerenciales de todo un sector industrial.

En forma resumida fue necesario establecer:

1. Qué y cuántas variables incorporar en cada uno de los aspectos (inocuidad-calidad, seguridad, ambiente y tecnología) y las formas de «medirlas».
2. Cómo traducirlas a preguntas tipo cuestionario.
3. Cómo integrar diferentes áreas de conocimiento tratando de superar la visión tradicional, de marcado carácter disciplinario.
4. Cómo leer los resultados.

En segundo lugar se debían establecer estrategias adecuadas de recolección de información. Para conducir al éxito de este esfuerzo, era necesario garantizar al menos las siguientes condiciones:

1. Disponer de un instrumento de recolección de información confiable que diera cuenta de todas las variables a analizar en forma suficiente y adecuada.
2. Contar con un equipo encuestador con buen conocimiento de las variables del estudio. La recolección de información de campo no se reduce apenas a obtener datos de un informante, en este caso actores directamente involucrados en el manejo de la gestión y/o supervisión de las diversas actividades de la empresa, en especial de la producción (gerentes técnicos, directores, supervisores responsables, etc.), sino que aborda también la discusión con estos y la corroboración de algunas respuestas en las instalaciones (planta). En otras palabras, el esfuerzo trasciende con creces la metodología de un estudio de opinión, por lo que es necesario conformar un equipo de encuestadores con alto nivel técnico.

3. Realizar un control estricto del levantamiento de la información sectorial y complementarla con la realización de estudios de caso.

Esto llevó a una selección de encuestadores con formación profesional y conocimientos en los diferentes temas a abordar. En el caso de la región central, tres licenciados en Biología, cursantes de la Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos del Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICTA) de la UCV y un ingeniero químico cursante de la Maestría en Ingeniería Sanitaria de esta misma universidad. Para la región andina, dos estudiantes de Ingeniería Química, mención Alimentos, y en el estado Zulia, una estudiante del postgrado del programa de administración de la Facultad de Agronomía, quienes fueron entrenados en talleres de trabajo con los investigadores del proyecto.

TEMAS ABORDADOS Y FACTORES ESPECÍFICOS DEL SECTOR

Una premisa fundamental del proyecto es la consideración exhaustiva de los patrones productivos de las ramas que integran el sector, para entender sus trayectorias tecnológicas y los factores que condicionan la innovación. Esta fue una de las razones que llevó a incorporar expertos en el área de tecnología de alimentos e ingenieros agrónomos al equipo de investigación. Las discusiones del equipo de trabajo, como ámbito de conversación e intercambio de ideas, permitieron un espacio de aprendizaje que amplió la base de conocimientos técnicos y de gestión, que fue compartida entre profesionales de diversos ámbitos, avanzando hacia el desarrollo de una investigación de carácter transdisciplinario.⁵

Un elemento clave aportado por los profesionales del área de alimentos fue que temas como la inocuidad y el control de procesos son fundamentales para el funcionamiento de este sector, razón por la cual los asuntos de innovación y aprendizaje tecnológico debían ser analizados especialmente en función de estas variables. De hecho, como se mostró en el capítulo 1, la preservación de los alimentos ha constituido un incentivo al desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento y envasado, por lo que gran parte del esfuerzo innovador en esa industria ha estado profundamente ligado a este aspecto.

En el abordaje del tema ambiental, la experiencia del estudio sobre la industria química y petroquímica venezolana (Najul y otros, 2001) evidenció la dificultad de obtener datos cuantitativos detallados de descargas, razón por la cual se procuró obtener información semicuantitativa mediante preguntas accesibles para cualquier tipo de empresa, que permitieran conocer su situación en términos de la incorporación de la gestión ambiental y el beneficio que esta genera. Las variables definidas se discuten ampliamente en el capítulo 10.

⁵ Cfr. *supra* capítulo IV.

La incorporación de los temas de gestión integral

Específicamente en los temas que considera la gestión integral, y como resultado de las discusiones del grupo de investigación, se conformaron seis grandes grupos de variables. El abordaje de los aspectos tecnoproductivos incluye la evaluación de las actividades relacionadas con la producción (desde la recepción de la materia prima hasta la distribución del producto) y el consumo y uso de la energía, permitiendo conocer las principales características de los patrones tecnológicos de las diferentes ramas que componen este heterogéneo complejo industrial y las posibles diferencias intrasectoriales (cuadro 1).

Cuadro 1
Grupos de variables de gestión integral

Aspectos tecnoproductivos	<p>Actividades de recepción y almacenamiento de materia prima.</p> <p>Operaciones unitarias (térmicas, químicas y físicas) que realiza la empresa.</p> <p>Actualización u obsolescencia del equipamiento.</p> <p>Actividades de empaqueo y embalado.</p> <p>Uso y consumo energético.</p> <p>Empleo de tecnologías para mejorar la eficiencia energética.</p>
Calidad e inocuidad	<p>Información sobre cualidades del producto en el etiquetado.</p> <p>Esfuerzos dedicados para garantizar la inocuidad y la calidad de los productos.</p> <p>Capacitación y conocimientos del personal en técnicas de calidad y control de procesos.</p> <p>Indicadores de seguimiento y control.</p> <p>Fuentes de información sobre inocuidad y calidad.</p> <p>Cumplimiento con la regulación y normativas de inocuidad y calidad.</p>
Ambiente	<p>Esfuerzos dedicados a minimizar el impacto ambiental de sus actividades.</p> <p>Capacitación y conocimientos del personal en normas y prácticas tendientes a minimizar el impacto ambiental de sus actividades.</p> <p>Situación de la generación de residuos sólidos y emisiones líquidas y gaseosas.</p> <p>Actividades tendientes a minimizar el impacto de la actividad industrial.</p> <p>Cumplimiento con la regulación y las normativas.</p>
Seguridad industrial	<p>Esfuerzos dedicados por la empresa a garantizar la seguridad industrial.</p> <p>Capacitación y conocimientos del personal en normas y prácticas tendientes a garantizar la seguridad industrial.</p> <p>Ocurrencia de accidentes.</p> <p>Cumplimiento con la regulación y las normativas.</p>
Innovación y aprendizaje tecnológico	<p>Esfuerzos dedicados a actividades de I+D e ingeniería.</p> <p>Experiencias de aprendizaje tecnológico (aprendizaje productivo).*</p>
Uso de la energía	<p>Estructura del consumo energético.</p> <p>Condiciones del uso de la energía.</p>

*Cfr. *infra* capítulo 11.

En temas clave de la gestión integral se consideran aspectos relativos a los esfuerzos de la empresa (capacidades y recursos orientados) para lograr un funcionamiento adecuado al marco normativo y regulatorio nacional e internacional, el desarrollo de actividades de innovación, la capacitación del personal por parte de la empresa y su conocimiento en las diferentes áreas analizadas. En el estudio se evalúan además temas que permiten complementar la visión de la gestión integral, que incluyen aspectos relativos a la formación del personal (niveles de educación) de las empresas, a partir de lo cual se desarrollaron los análisis sobre formación y capacitación en la industria,⁶ información sobre producción en cantidad y valor, número de plantas, manejo de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y las relaciones técnicas externas, las cuales se han identificado como importantes fuentes de acceso a la información tecnológica y científica (Mercado, 1995).

El cuestionario

Como se explicó, el cuestionario es producto de las discusiones entre los miembros del grupo de trabajo. Fue estructurado en ocho grandes bloques de información, a saber:

1. Datos generales de la empresa
2. Aspectos relativos a la producción
3. Prácticas de gestión de la calidad
4. Gestión ambiental
5. Seguridad industrial e higiene
6. Innovación tecnológica
7. Vinculaciones técnicas con el entorno
8. Uso y consumo energético

Está conformado por un total de 123 preguntas –con 1200 ítems de información–, la mayoría de selección simple y algunas de tipo cuantitativo (*e.g.*, consumo de electricidad en Kw/h). En su conjunto, se examinan los diversos aspectos relativos al funcionamiento de las empresas, lo que a juicio del equipo de trabajo permite obtener una visión completa del desempeño de la industria.

EXPLICITACIÓN DE LAS VARIABLES DE LA GESTIÓN INTEGRAL

Considerando la cantidad de elementos a analizar, era necesario definir variables que permitieran caracterizar la situación de la industria y establecer la forma de medirlas, proceso que se describe brevemente a continuación:

⁶ *Cfr. infra* capítulos 7 y 8.

VARIABLES DE CALIDAD E INOCUIDAD

En primer lugar, se requería conocer las capacidades existentes en las empresas para desarrollar las actividades conducentes a garantizar estas dos condiciones esenciales para la industria, por lo que se definieron variables que permitieran evaluar la infraestructura y los esfuerzos dedicados a garantizar la inocuidad de los productos, los criterios con base en los cuales la firma define su gestión en este ámbito, la capacitación dada al personal y los sistemas de calidad y control de procesos implantados (*e.g.*, Buenas Prácticas de Fabricación [BPF], Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control [APPCC]) (cuadro 2).

Cuadro 2
Variables definidas para establecer capacidades que garanticen la calidad e inocuidad

Variable	Ítems
Laboratorio de microbiología	Posee laboratorio. Laboratorio externo. Se realiza en otra unidad.
Infraestructura para el control de calidad	Existe una unidad formal. Se realiza en otra unidad. Se contrata externamente.
Personal que trabaja en calidad	Cantidad, discriminado por nivel de formación.
Inversión en actividades de control de la calidad e inocuidad	Recursos financieros asignados años 2003, 2004, 2005.
Criterios utilizados para definir la gestión de la calidad en la empresa	Estándares de legislación nacionales. Normas internacionales (FDA, etc.). Exigencia de mercados (nacionales y/o internacionales). Criterios corporativos.
Fuentes de acceso a información en normativas de inocuidad-calidad	Organismos públicos, asociaciones, consultoras (nacionales y/o internacionales).
Capacitación del personal y conocimientos sobre calidad y control de procesos	Dictado de cursos al personal (discriminado por nivel del empleo) en: seguridad e higiene, BPF y APPCC.
Sistemas de calidad y control de procesos implantados y/o exigidos a proveedores	Sistemas implantados y/o conocidos por la empresa. Sistemas exigidos a proveedores.

Fuente: datos propios del proyecto.

Las formas de medición de estas variables se redujeron a establecer la existencia o no de las unidades, la cantidad de personas que trabajaban en las mismas, incluyendo

niveles y áreas de formación, y el monto de la inversión estimada en dólares).⁷ Más relacionado con el manejo de la gestión, se propuso evaluar las fuentes de acceso a la información en normativas de inocuidad y calidad indagando sobre los organismos competentes en el área que manejan información o las regulaciones existentes (*e.g.*, Fondonorma, Covenin, MSDS Cavidea, cámaras sectoriales, etc.).

En segundo lugar, debían evaluarse las actividades que permiten garantizar la inocuidad y la calidad en la producción. Para ello se propuso determinar cuáles indicadores de seguimiento y control de procesos se medían en la empresa. En otras palabras, se propuso estimar las variables que miden las empresas del sector –si lo hacen o no–, lo cual permite obtener información muy útil para elaborar indicadores de desempeño. Adicionalmente, se evaluaron las actividades sobre especificaciones del producto terminado, lo cual aporta información clave acerca de la sistematización de estas actividades (cuadro 3).

Cuadro 3
Actividades para el aseguramiento de la calidad y la inocuidad de los productos

Variable	Ítems
Indicadores de seguimiento y control del proceso productivo medidos en el establecimiento	Variables físicas. Variables químicas. Propiedades organolépticas.
Actividades sobre especificaciones y manejo del producto terminado realizadas	Trazabilidad. Código de barra. Servicio postventa.

Fuente: datos propios del proyecto.

Variables de ambiente

Para el tema ambiental, al igual que para las actividades de inocuidad-calidad, era preciso identificar las capacidades de las empresas para desarrollar acciones conducentes a garantizar su adecuado manejo. Se incluyen variables para conocer la infraestructura y los esfuerzos para minimizar el impacto de la actividad de las empresas sobre el ambiente. En forma similar, la medición procura establecer la existencia o no de la unidad, la cantidad de personas que trabajaban en ella y el monto de las inversiones realizadas. Se incluyen también los criterios con base en los cuales la firma define su gestión, prestando atención especial a la legislación nacional y el acatamiento de regulaciones, en especial si la firma cumple con el Registro de Actividades

⁷ Estas mediciones se aplicaron a todos los grupos de variables analizados.

Susceptibles de Degradar el Ambiente (RASDA) y la implantación de otros sistemas de gestión. Adicionalmente se incluyen variables para determinar la capacitación del personal y su conocimiento sobre estos temas (cuadro 4).

En esta materia, clave para el desempeño de la industria, es preciso conocer la situación de las descargas al ambiente. En este caso, una estimación de las cantidades generadas por cada empresa es un indicador apropiado. Sin embargo, la experiencia del estudio sobre tecnología y ambiente en la industria química y petroquímica venezolana (Najul y otros, 2001) evidenció enormes dificultades para obtener esta información. Las respuestas, en un sector donde el imperativo ambiental suele ser muy restrictivo, fueron pocas e imprecisas, en la mayoría de los casos porque las empresas carecían de dicha información o esta no estaba sistematizada.

Cuadro 4
Variables definidas para establecer las capacidades de gestión ambiental

Variable	Ítems
Infraestructura para el manejo de asuntos ambientales	Existe una unidad formal. Se realiza en otra unidad. Se contrata externamente.
Personal que trabaja en gestión ambiental	Cantidad, discriminado por nivel de formación.
Inversión en actividades de gestión ambiental	Recursos financieros asignados años 2003, 2004, 2005.
Criterios utilizados para definir la gestión ambiental en la empresa	Estándares de legislación nacionales. Exigencia de mercados (nacionales y/o internacionales). Criterios corporativos. Responder a presiones de la comunidad.
Fuentes de acceso a información en normativas de inocuidad-calidad	Organismos públicos, asociaciones, consultoras (nacionales y/o internacionales).
Capacitación del personal y conocimientos en temas de gestión ambiental	Cursos sobre protección al ambiente dictados al personal (discriminado por nivel del empleo).
Sistemas de gestión ambiental	Inscripción en el Sistema de Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente (RASDA), Sistemas implantados y/o conocidos por la empresa.

Fuente: datos propios del proyecto.

Por esa razón se modificó la estrategia de obtención de los datos, proponiendo variables para conocer la situación de forma más general, las cuales, sin embargo, permitieran obtener información relativa a la generación de residuos sólidos y emisiones líquidas y gaseosas por tipo de descarga, fuentes y su manejo (cuadro 5).⁸ Para

⁸ Cfr. *infra* capítulo 10.

finés de un estudio de corte sectorial, esta información se considera suficiente para caracterizar adecuadamente la situación de la industria.

Cuadro 5
Variables definidas para establecer la situación de las descargas al ambiente

Variable (tipo de descarga)	Ítems (tipo de emisión)	Ítems (manejo)
Generación de efluentes líquidos	Provenientes de: proceso productivo, actividades de lavado, enfriamiento.	Cuantificación. Descarga sin control. Planta de tratamiento (tipo de sistema). Tratamiento por terceros. Reciclaje.
Generación de emisiones atmosféricas	Gaseosas. Partículas en suspensión. De combustión.	Cuantificación. Descarga sin control. Sistema de control (tipo). Tratamiento por terceros. Reciclaje.
Desechos sólidos	Tipo de desechos (asimilables a desechos urbanos).	Desecho sin control. Servicio municipal. Planta de tratamiento (tipo). Tratamiento por terceros. Reciclaje.
Sustancias peligrosas	Manejo sustancias peligrosas. Producción de desechos peligrosos.	Cuantificación. Almacenamiento. Tratamiento (interno o por terceros).

Fuente: datos propios del proyecto.

Igualmente, debían evaluarse las acciones tendientes a aminorar el impacto de la actividad industrial sobre el ambiente. Para ello se definieron variables relacionadas con prácticas tendientes a racionalizar el uso de los recursos (*e.g.*, reducción de consumo de agua), desde acciones relacionadas con el mantenimiento y racionalización de la producción (*e.g.*, control de fugas y derrames), hasta actividades de carácter administrativo (*e.g.*, contabilidad de costos de los desperdicios) (cuadro 6).

Los parámetros de medición considerados son la realización o no de la actividad y en cuál área funcional de la empresa se había realizado (cuadro 6). Adicionalmente se elaboraron preguntas para evaluar cuál había sido el impacto de estas actividades, traducido en mejoras, o no, sobre el ambiente y la productividad de la empresa.

Cuadro 6
Actividades tendientes a aminorar el impacto sobre el ambiente

Variable	Ítems	Área de la empresa donde se realiza la actividad	Impacto sobre la productividad y el ambiente
Actividades para aminorar impacto ambiental	Reducción consumo de agua. Segregación de desechos. Colocación de trampas o tamices. Cambios en métodos de limpieza. Cambios en manejo de desperdicios. Control de fugas y derrames. Contabilidad de costos en manejo de desperdicios.	Producción. Administración. Recepción-despacho. Almacén.	Mejora situación. Igual situación. Peor situación.

Fuente: datos propios del proyecto.

Seguridad industrial

La seguridad industrial es fundamental para el funcionamiento de las empresas, en especial para las que hemos denominado *modernizadas tecnológicamente*. Aparte de proponer variables para conocer las capacidades existentes para realizar las acciones que la garanticen (*e.g.*, infraestructura), el conocimiento y aplicación de técnicas de identificación de riesgos y la capacitación dada al personal (cuadro 7), se incluyen variables que permiten estimar su situación en esta materia y las implicaciones en el funcionamiento de la organización.

Cuadro 7
Variables definidas para establecer las capacidades de gestión de seguridad industrial

Variable	Ítems
Infraestructura para el manejo de la seguridad industrial	Existe una unidad formal. Se realiza en otra unidad. Se contrata externamente.
Personal que trabaja en seguridad industrial	Cantidad, discriminado por nivel de formación.
Inversión en actividades de seguridad industrial	Recursos financieros asignados años 2003, 2004, 2005.
Capacitación del personal y conocimientos en temas de seguridad industrial	Cursos sobre seguridad industrial dictados al personal (discriminado por nivel del empleo).
Conocimiento y empleo de técnicas de identificación de riesgos	Tipo de técnicas existentes (HAZOP, FMEA).

Fuente: datos propios del proyecto.

Específicamente se incluyeron variables para estimar la ocurrencia de accidentes, detalladas por áreas funcionales (*e.g.*, producción, almacén, etc.), y su impacto tanto en la organización (intramuros) como externamente (cuadro 8). La información a obtener en este apartado puede aportar elementos muy útiles para formular políticas y planes de prevención de corte sectorial.

Cuadro 8
VARIABLES PARA ESTIMAR LA SITUACIÓN DE LA SEGURIDAD INDUSTRIAL

Variable	Ítems (área de ocurrencia)	Ítems (causas)	Ítems (impactos)
Ocurrencia de accidentes	Transporte	Causas naturales.	El ambiente.
	Producción	Falla de operación.	Salud de los trabajadores.
	Almacén	Falla humana.	Equipos.
	Laboratorio de prueba	Corrosión de equipos.	Infraestructura de planta.
	Planta piloto		Imagen externa.
	Unidad de I&D		Comunidades aledañas.

Fuente: datos propios del proyecto.

Adicionalmente se incluyeron ítems que permitieran conocer las estrategias de prevención que adoptan las firmas, específicamente la relacionada con riesgos operativos y detección de fallas, y las capacidades de respuesta a las contingencias, medidas a través de la existencia de programas y manuales de procedimiento (cuadro 9).

Cuadro 9
VARIABLES QUE PERMITEN CONOCER LAS ESTRATEGIAS DE PREVENCIÓN (SEGURIDAD INDUSTRIAL)

Variable	Ítems
Medidas para riesgos operativos para detección temprana de fugas y fallas preventivas	Monitoreo Supervisión Puntos de control Mantenimiento
Manuales de procedimiento	En cuáles etapas del proceso
Programas de contingencia para accidentes	Áreas de la empresa: Transporte Producción Almacén Laboratorio de prueba Planta piloto Unidad de I&D

Fuente: datos propios del proyecto.

Innovación y aprendizaje tecnológico

Aunque está claramente determinado que las actividades de innovación y aprendizaje tecnológico se generan desde diversas instancias de la empresa, y con la participación de múltiples actores (Mercado y Arvanitis, 1996), los espacios organizacionales en los que tradicionalmente se realizan son las unidades de investigación y desarrollo e ingeniería, las cuales son fundamentales para la sistematización y preservación de los conocimientos generados en los esfuerzos innovadores, la organización de los proyectos y su ejecución. Esto lleva a prestar especial atención a estos espacios, por lo que se incluyen variables para determinar la existencia o no de estas unidades en la empresa, los espacios alternativos en los cuales se desarrollan actividades innovadoras en caso de no existir y las inversiones realizadas en el periodo 2003-2005 (cuadro 10).

Cuadro 10
Variables definidas para establecer capacidades de innovación y desarrollo tecnológico

Variable	Ítems
Infraestructura de investigación y desarrollo (I+D)	Existe una unidad formal. Se realiza en otra unidad. Se contrata externamente.
Personal que trabaja en I+D	Cantidad, discriminado por nivel de formación.
Inversión en actividades de I+D	Recursos financieros asignados años 2003, 2004, 2005.
Infraestructura de ingeniería y diseño	Existe una unidad formal. Se realiza en otra unidad. Se contrata externamente.
Personal que trabaja en ingeniería y diseño	Cantidad, discriminado por nivel de formación.
Inversión en actividades de ingeniería y diseño	Recursos financieros asignados años 2003, 2004, 2005.

Fuente: datos propios del proyecto.

Se propuso evaluar el aprendizaje tecnológico con las herramientas conceptuales y metodológicas desarrolladas en el programa de investigación sobre cultura empresarial en Venezuela (Pirela y otros, 1991). Básicamente, consiste en analizar las actividades innovadoras estimando la experiencia que poseen las empresas en los diferentes pasos (variables) definidos a partir del trabajo clásico de Rosemberg (1976) (cuadro 11). Sin embargo, la diversidad de prácticas observadas en unidades de producción muy disímiles, en las múltiples ramas de la industria alimentaria, evidencia algunas

limitaciones de esta aproximación para abordar este sector, que son consideradas y discutidas en este estudio.⁹

Cada paso del aprendizaje tecnológico, se desagrega en varias actividades (ítems), algunas de ellas características de la industria alimentaria (*e.g.*, nueva presentación del producto), que permiten estimar la complejidad, la diversidad y la extensión de la actividad innovadora (cuadro 11). Por ejemplo, en el caso de los procesos, se pueden diferenciar los esfuerzos menores de carácter adaptativo, como son las actividades de modificación y mejoras, de los más complejos, como el diseño de procesos completamente nuevos, que implican mayores esfuerzos mediante la asignación de importantes recursos y conocimientos.

Cuadro 11
Experiencias de aprendizaje tecnológico (AT)

Variable (paso de AT)	Ítems (actividades)	Ítems (factor motivador)
Desarrollo de productos	Modificaciones a productos existentes. Nueva presentación de producto (rediseño de empaque). Copia de productos. Desarrollo de nuevos productos. Introducción de nuevas líneas de productos.	Satisfacer demandas de clientes. Reducción en el uso de materias primas. Cambios y adecuación en las materias primas. Explorar nuevos nichos de mercado (local). Explorar nuevos nichos de mercado (exportación). Disminución de subproductos del proceso o reutilización de efluentes. Adecuarse a estándares de calidad.
Diseño de procesos	Modificaciones de procesos existentes. Copia de procesos. Diseño de procesos. completamente nuevos.	Satisfacer demandas de clientes. Reducción en el uso de materias primas. Mejoras en la calidad de los productos. Disminución del consumo de energía. Explorar nuevos nichos de mercado (exportación). Disminución de subproductos o de efluentes. Reutilización de subproductos. Reuso y reciclaje de materiales y desechos. Disminución de la utilización de agua. Incrementar eficiencia en la producción.
Fabricación de piezas y maquinarias	Adaptación de piezas y modificaciones de los equipos. Fabricación de piezas. Fabricación propia de equipos.	Costo de equipos existentes en el mercado. Inexistencia de oferta local de equipos. Existencia de empresas metalmeccánicas que puedan fabricar bajo especificación. Idea novedosa para implantar nuevas líneas de producción.

Fuente: datos propios del proyecto.

⁹ *Cfr. infra* capítulo 11.

El conocimiento de los factores que inducen las actividades del aprendizaje tecnológico es una variable útil para estimar el alcance del esfuerzo innovador. Este permite visualizar la calidad de la gestión empresarial en este ámbito. En estudios anteriores (Antunes y Mercado, 1998; Mercado, 2004) se estableció que las empresas que desarrollaban mayores aprendizajes tomaban en cuenta factores más diversos para innovar. En un primer nivel, la mayoría de las firmas responde básicamente a requerimientos directos de mercado (*e.g.*, satisfacer demandas de clientes), generando frecuentemente respuestas adaptativas. En un segundo nivel, las que realizan actividades más complejas de AT tienden a tomar en consideración requerimientos técnicos (*e.g.*, reutilización de subproductos) o destinados a reducir el impacto ambiental (*e.g.*, disminución de subproductos del proceso o reutilización de efluentes), dando respuestas innovadoras de mayor envergadura.

Adicionalmente, a fines de ahondar en la calidad de la gestión, se propuso evaluar si las empresas habían considerado premisas de calidad y ambiente (normativas) en la realización de estos esfuerzos innovadores, y más específicamente si habían considerado la realización de estudios de impacto ambiental.

Gestión energética

El ahorro energético es uno de los factores que más induce el esfuerzo innovador en la industria en el nivel mundial (Smulders y Nooij, 2003) y uno de los pilares de la sustentabilidad de la misma. En Venezuela, sólo a partir de la crisis de disponibilidad energética que se registra desde 2010 es que se está abordando el problema como un tema de política pública, desafortunadamente de forma reactiva. Históricamente, los precios de la energía han sido tan bajos que las empresas no han prestado mayor atención a esta variable por su bajo impacto en la estructura de costos.¹⁰ Sin embargo, en anteriores estudios se ha determinado que desde hace bastante tiempo una cantidad importante de ellas sufren problemas con la calidad y regularidad del servicio, razón por la cual algunas optan por montar sistemas alternativos de generación (Córdova y Prato, 2001). Por esta razón se dedicó una parte específica del estudio a conocer el desempeño energético de la industria alimentaria en esta materia. Se definieron variables que permitieran determinar la estructura de uso y consumo energético de las empresas y las posibles respuestas que estas dan en función de incrementar la eficiencia en su uso y consumo.

Se incluyeron variables para identificar, en primer lugar, los tipos de combustibles usados por las firmas, a objeto de estimar la diversificación de la matriz energética, y, en segundo, el consumo en unidades físicas de cada uno de ellos para los tres años

¹⁰ Cfr. *infra* capítulo 12.

precedentes al estudio. La información a obtener es de gran utilidad, pues permite evaluar las variaciones en la demanda de energía en un periodo caracterizado por cambios sociopolíticos importantes (cuadro 12).

Cuadro 12
Variables para estimar la estructura del consumo energético de la industria alimentaria

Variable	Ítems (tipo de energético)	Ítems (actividad y distribución del consumo)
Fuente energética	Destilados de petróleo. Gas natural (M3). Electricidad (MW/h). Residuos orgánicos (ton). Fuentes alternas (solar, eólica) (KW).	Producción Almacenamiento Refrigeración Iluminación Aclimatación Transporte
Consumo (cantidad)	Unidades físicas consumidas (KW, BEP) (años 2003, 2004, 2005).	Distribución porcentual consumo energético por tipo de actividad.

Fuente: datos propios del proyecto.

Sin embargo, era necesario un análisis más detallado en este tema, razón por la que se incluyó la variable *cambios en el consumo energético* (aumento o disminución), proponiendo evaluar además los factores causantes de estas variaciones (positivas y negativas), las cuales pueden tener origen externo (*e.g.*, cambios en la demanda) o interno (*e.g.*, disminución en el rendimiento de la eficiencia de los equipos) (cuadro 13).

Cuadro 13
Variables para estimar variaciones en el consumo energético de la industria alimentaria

Variable	Ítems (variación)	Ítems (causas de la variación)
Cambios en el consumo energético	Aumentó. Se mantuvo igual. Disminuyó.	Cambios en la producción. Variación en la actividad de transporte. Disminución del rendimiento de equipos. Incorporación de nuevos equipos. Reemplazo con equipos más eficientes. Racionalización del uso de la energía.

Fuente: datos propios del proyecto.

Se incluyeron también variables para analizar la condición y el desempeño de los equipos de generación de energía y calor (calderas) y de producción (*e.g.*, hornos,

cocinas industriales), lo cual permite obtener información útil para estimar la calidad de la gestión en esta área. Finalmente, a objeto de identificar comportamientos de carácter sustentable se propuso la variable *uso de tecnologías* para incrementar la eficiencia energética (cuadro 14).

Cuadro 14
Variables para analizar condiciones del uso de la energía

Variable (equipos)	Ítems (cantidad y tipos)	Ítems (características y condición de los equipos)
Calderas	Acuatubulares. Piro tubulares.	Potencia. Edad del equipo. Condiciones físicas del equipo. Tipo de combustible usado. Consumo promedio. Régimen de trabajo (horas).
Equipos de producción	Hornos. Cocinas industriales. Tolvas /ciclones. Congeladores, cavas, túneles de congelación, neveras, refrigeradores industriales, aire acondicionado.	Condiciones físicas del equipo. Tipo de combustible usado. Consumo promedio.
Tecnologías y/o equipamiento para mejorar eficiencia energética	Temporizadores. Controladores numéricos. Intercambiadores de calor.	Áreas donde se han introducido tecnologías y/o equipo.

Fuente: datos propios del proyecto.

Relaciones técnicas externas

Una característica que define a los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación más dinámicos es la intensidad de las relaciones entre sus componentes para el intercambio de información tecnológica y científica (Love y Roper, 1999; Mercado y Testa, 2002). En los diversos estudios desarrollados en la línea de trabajo sobre conducta empresarial en Venezuela desde los años ochenta, el análisis de estos aspectos ha sido de gran utilidad para estimar el comportamiento tecnológico de las empresas y para la clasificación de la industria (Pirela, 1996), e incluso ha permitido determinar diferencias en la naturaleza de los vínculos, como lo demuestra el estudio comparativo entre los complejos industriales químicos y petroquímicos de Brasil y Venezuela, donde se determinó que las relaciones técnicas externas con empresas extranjeras tenían diferentes propósitos. En el caso venezolano se orientaban básicamente a obtener asistencia técnica de los licenciados de la tecnología para garantizar

operatividad de los procesos, en tanto que en el caso de la industria química brasileña resultaban más diversificadas, observándose en muchos casos intercambio de información para llevar adelante actividades de desarrollo tecnológico (Mercado, 2004).

Para la industria alimentaria, en virtud de la diversidad y complejidad de actividades que realiza y de sus implicaciones en términos de calidad e inocuidad para la población, este aspecto es fundamental, razón por la cual se evaluó tomando en consideración el tipo de organismo con el que se establecen los vínculos y la actividad para la cual se establece (cuadro 15).

Cuadro 15
VARIABLES PARA ANALIZAR LAS RELACIONES TÉCNICAS EXTERNAS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Variable	Ítems (con cuál organismo)	Ítems (objeto del vínculo)
Vinculaciones técnicas	Empresas del país Empresas del exterior Universidades Centros de I&D Consultoras privadas Organismos públicos	Desarrollo de productos Diseño de procesos Asistencia técnica Búsqueda de información Cursos de capacitación Ensayos y análisis

Fuente: datos propios del proyecto.

Las respuestas a estos ítems permitirán tener una visión concreta sobre el tipo de información que se intercambia en esta industria, la importancia de cada una de ellas para el desarrollo de capacidades tecnoproductivas, y posibles debilidades existentes en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que deberán corregirse para mejorar el desempeño de la industria en términos de la gestión integral.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE CAPACIDADES TECNOPRODUCTIVAS CLAVE

Las limitaciones de disponibilidad de la información expuestas en la introducción, y el hecho de ser todavía muy pocas las empresas que en Venezuela dedican importantes esfuerzos a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico, y sistematizan el conocimiento generado, hacen necesario un tratamiento de la información que permita obtener indicadores de desempeño «medibles», adaptados a nuestra realidad.

En los diversos estudios desarrollados en la línea de investigación sobre conducta empresarial iniciada en el Cendes en los ochenta, se procuraron formas de medición con las cuales se pudiera estimar los esfuerzos tecnológicos y, de manera más general, los esfuerzos innovadores de las organizaciones.¹¹ Una de las alternativas ha sido

¹¹ Cfr. *supra* capítulo 4.

analizar la existencia o no de unidades funcionales o, en su defecto, áreas y/o personas dedicadas al desarrollo de estas actividades.

En el primer estudio sobre la industria química y petroquímica, realizado a finales de los ochenta, se vio la necesidad de establecer criterios de diferenciación de los esfuerzos tecnológicos, definiéndose los grados de formalización de las actividades de I+D (Pirela, 1996). Centrado el análisis en las áreas funcionales de la empresa, se definieron tres modalidades que permiten tener una visión más clara de las capacidades existentes (cuadro 16). Las variables para construir el indicador de formalización fueron la existencia de una unidad claramente establecida en la estructura organizativa de la empresa, y el número de personas que desempeñan la actividad en la unidad (Mercado, 1995; Testa, 1996). Un aspecto de este estudio que no quedó bien establecido y explicado fue cómo empresas sin unidades formales realizaban actividades innovadoras.

En ese momento, teniendo presente que los pocos estudios realizados sobre el tema daban cuenta de las exiguas capacidades tecnológicas existentes en la industria (Licha, 1982), entre otras cosas debido a los mecanismos de adquisición de tecnología (Avalos y Antonorsi, 1980),¹² se consideraba que una empresa que tuviera más de tres personas dedicadas exclusivamente a esta actividad poseía formalización, en tanto que para aquellas que tuvieran hasta dos personas se estableció la modalidad «Interés por la I+D» (cuadro 16).

En el estudio de la industria de química fina de Brasil, iniciado en 1991 con la metodología desarrollada por el equipo de investigación sobre conducta empresarial, por tratarse de un sector intensivo en conocimiento se modificaron los criterios de medición. En este sector, todas las empresas que fueron estudiadas (35) poseían unidades de I+D con grupos más numerosos (Mercado, 1995). Por esta razón, a fin de obtener una adecuada clasificación del sector, las modalidades consideran un número más elevado de personas (cuadro 16).

Dando continuidad a los estudios sectoriales y a objeto de estimar el impacto de las medidas de ajuste estructural adoptadas a inicio de los noventa, en 1991 se realiza un segundo estudio sectorial sobre la industria química y petroquímica venezolana. En el primero se había establecido el importante papel que jugaban las instancias de ingeniería en el desarrollo de actividades innovadoras en procesos, razón por la cual se aplicaron los criterios de clasificación de capacidades a esta instancia. Por otra parte, la continuidad del trabajo había permitido conocer mejor las dinámicas de la industria. Como se indicó, pudo establecerse que algunas empresas desarrollaban actividades innovadoras de productos y procesos sin contar con unidades de I+D e ingeniería. Estudios de caso mostraron experiencias en las que profesionales y técnicos de otras áreas funcionales (*e.g.*, mantenimiento, calidad y producción) realizaban estas tareas en forma complementaria a su actividad principal.

¹² Apreciaciones reforzadas por los datos obtenidos de la información de campo del estudio.

Cuadro 16
**Criterios de formalización de actividades tecnológicas en los diferentes estudios
 de la industria venezolana y brasileña**

Estudio	Unidad funcional	Modalidades de formalización (personas dedicadas a la actividad)			
		No posee	Interés	Organización	Formalización
Industria química venezolana (1988-1991)	I+D	0	1-2	Más de 3	
Industria química fina de Brasil (1991-1992)		0	1-5	6-10	10 o más
Segundo estudio industria química venezolana (1991-1994)	I+D	0	1-2	3-6	7 o más
		En otra unidad (1-2)	En otra unidad (3-5)	En otra unidad (más de 5)	X
	Ingeniería	0	2-5	6-10	11 o más
		En otra unidad (0-3)	En otra unidad (4-7)	En otra unidad (más de 8)	X
Industria química brasileña (1995-1998)	I+D	0	1-5	6-10	10 o más
Tecnología y ambiente Industria química venezolana (1998-2001)	I+D e ingeniería	Adoptadas las modalidades del segundo estudio de la industria química venezolana.			
	Unidad de gestión ambiental	Número de personas asignadas a la unidad.			

Fuente: datos propios del proyecto.

Esto llevó a modificar los criterios de medición de las capacidades de ingeniería e I+D, incluyendo además a personal que, desde otras áreas, se dediquen a la actividad. En el caso de la unidad de I+D se estableció que si la empresa tenía entre 3 y 5 personas de otras unidades desarrollando actividades de innovación poseía interés, en tanto que si tenía más de cinco podía asociarse la existencia de organización de la I+D. En el caso de ingeniería, los valores son más altos: entre 4 y 7 en el primer caso y mayor que 8 en el segundo.

El estudio sobre la industria de química fina de Brasil captó el interés de asociaciones profesionales y empresariales de ese país, que promovieron la realización del estudio sobre todo el complejo industrial. Este se realizó en el período 1995-1998, y en función de haberse identificado una actividad tecnológica mucho más organizada se decidió mantener los criterios de formalización en las unidades específicas del primer estudio.

El proyecto «Aprendizaje tecnológico y desarrollo sustentable: la industria química y petroquímica venezolana», iniciado en 1998, amplía el ámbito de análisis de

la gestión empresarial más allá de lo tecnológico. Aunque el tema ambiental ya había sido brevemente abordado en los estudios anteriores, en este proyecto es analizado *in extenso*, correlacionándolo con las actividades y esfuerzos tecnológicos. Por esta razón, en el caso de la infraestructura para el desarrollo de las actividades en esta área se aplican criterios de formalización similares a los definidos para las unidades de I+D e ingeniería (existencia o no de la unidad, y número de personas dedicadas a la actividad).

Criterios de formalización de la gestión integral en la industria alimentaria

El imperativo de conocer las capacidades de manejo de la gestión integral, hizo extensivos los criterios de formalización desarrollados para la actividad tecnológica a las diferentes áreas funcionales de la empresa que esta involucra (cuadro 17). En este caso, procurando hacer un levantamiento exhaustivo de la información no sólo se indaga sobre la existencia o no de la unidad, o si las actividades se realizan en otra instancia de la firma, sino que además se evalúa si las actividades respectivas se contratan externamente.¹³

Cuadro 17
Variables consideradas con criterios de formalización

Variable	Modalidades de evaluación general
Laboratorio de Microbiología	• Existe unidad formal.
Unidad de Control de Calidad	• Se realiza en otra unidad.
Unidad de Asuntos Ambientales	• Se contrata externamente.
Unidad de Seguridad Industrial	• No se realiza.
Unidad de Investigación y Desarrollo	
Unidad de Ingeniería	

Fuente: datos propios del proyecto.

Sorpresivamente en el estudio se consiguió un grupo importante de empresas modernizadas tecnológicamente que poseían unidades funcionales bien establecidas con importante número de personas. Esto hizo necesario desagregar los niveles más altos, por lo que se introduce la modalidad formalización de alto nivel (cuadro 18). Esto es particularmente aplicable a las unidades de I+D, en las que, en algunos casos, estaban incorporados los laboratorios de microbiología y las unidades de ingeniería.

¹³ Este criterio se definió en las reuniones de trabajo, ya que los especialistas de las áreas de alimentos y ambiente señalaban que esta es una práctica frecuente en la industria de los alimentos.

Cuadro 18

Criterios de formalización adoptados para el estudio de la industria alimentaria venezolana

	Cantidad de personas	Modalidad de formalización
Personas en la unidad específica	1-2	Interés
	3-6	Organización
	7-12	Formalización
	13 o más	Formalización (alto nivel)
Personas que trabajan en el tema en otra unidad	1 o 2	No posee
	3-6	Interés
	7-12	Organización
	13 o más	

Fuente: datos propios del proyecto.

Con esta clasificación es posible diferenciar la multiplicidad de comportamientos y esfuerzos presentes en las empresas de este heterogéneo sector industrial, discusión que se retoma en los capítulos donde se presentan el análisis taxonómico y el aprendizaje tecnológico.¹⁴

Se evidencia el esfuerzo metodológico que ha significado integrar demandas de diversas áreas de conocimiento, para lo cual fue preciso concebir variables y modalidades diversas de medición. Se podrá cuestionar la forma heterodoxa de tratar de integrar la medición de conocimientos de naturaleza fáctica, inherente a las ciencias exactas y la tecnología, y herramientas de medición de carácter cualitativo, provenientes de las ciencias sociales propias del ámbito de la gestión. El manejo de esta disyuntiva y la creación de un espacio de convergencia transdisciplinario es justamente lo que está inmerso en las nuevas formas de generación de conocimiento.¹⁵

BASES CONCEPTUALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS ÍNDICES DE DESEMPEÑO EN LAS ÁREAS DE INOCUIDAD-CALIDAD Y AMBIENTE

La construcción de índices que permitan cuantificar el desempeño de las industrias en cualquiera de las áreas involucradas en el concepto de gestión integral, donde las variables descritas, aparte de numerosas, inciden simultáneamente en cada uno de ellas, puede apoyarse en los principios de la teoría de toma de decisiones multicriterio, la cual ayuda a establecer objetivos y relaciones de orden entre múltiples atributos (variables).

¹⁴ Cfr. *infra* capítulos 11 y 13.

¹⁵ Cfr. *supra* capítulo 4.

Carrasquero, Sánchez y Najul (2004) desarrollaron una metodología basada en estos principios que ha sido aplicada en situaciones previas de corte ambiental, entre las cuales destaca la construcción de un evaluador (índice) de calidad del agua para consumo humano (Sottolano y colaboradores, 2004), partiendo del desarrollo de una estructura jerárquica de los objetivos propuestos para resolver el problema y la elaboración de una expresión aditiva ponderada para el índice global e índices parciales. Otra aplicación fue la elaboración de un índice para evaluar la calidad del agua para riego (Ramos y colaboradores, 2004), donde se logró una expresión matemática que resume en un número el valor del índice global.

Las bases conceptuales y operativas del método utilizado contemplan aspectos tales como: orientación por objetivos; consideración de la decisión como un proceso; identificación de actores; identificación de la problemática de decisión tratada; aplicación de un modelo de racionalidad basado en un paradigma de comparación; establecimiento de una jerarquía de objetivos, desglosados en sub-objetivos; selección y síntesis de atributos que describen los objetivos; cuantificación de las preferencias entre criterios, y definición de los modelos de preferencia intercriterios.

En el área multicriterio, un indicador corresponde, por lo general, a un atributo de último nivel, en tanto que un índice corresponde a un objetivo o sub-objetivo deseado, constituyéndose así el objetivo focal en el índice agregado que se busca diseñar.

Esta metodología está conformada por ocho etapas, las cuales se describen brevemente en el cuadro 19.

Cuadro 19
Metodología con base en enfoque multicriterio

Etapas	
1. Constitución del grupo de trabajo	Personas involucradas en alguna actividad del objeto del estudio, preferiblemente extraídas de las entidades bajo estudio.
2. Descripción del sistema bajo estudio	Permite identificar las variables endógenas y exógenas, así como las fronteras de los subsistemas que integran la globalidad. Permite identificar expertos en áreas específicas que potencialmente puedan participar en evaluaciones puntuales.
3. Establecimiento de la jerarquía	Requiere del establecimiento del objetivo focal de aquello cuya evaluación se emprende, el cual constituye el primer hito del proceso y debe ser debidamente documentado. Luego, mediante diagramas causa-efecto o cualquier otra técnica de representación que se considere adecuada, se procede a establecer una jerarquía, determinando los sub-objetivos que pueden derivar en el objetivo focal. Se debe asegurar el logro de una estructura jerárquica de consenso que sea entendida por todos. La figura 1 muestra el esquema de una estructura jerárquica típica.
4. Selección y síntesis de atributos	Partiendo de documentación, referencias, criterio de expertos, etc., se obtiene una lista de los atributos que influyen directamente en cada sub-objetivo. Deben resaltarse aquellos que influyen en más de un sub-objetivo y tratar de simplificar, identificando atributos indirectos, en caso de no ser posible la reducción del número de atributos. Los atributos deben ser medibles para hacer operativa la evaluación.

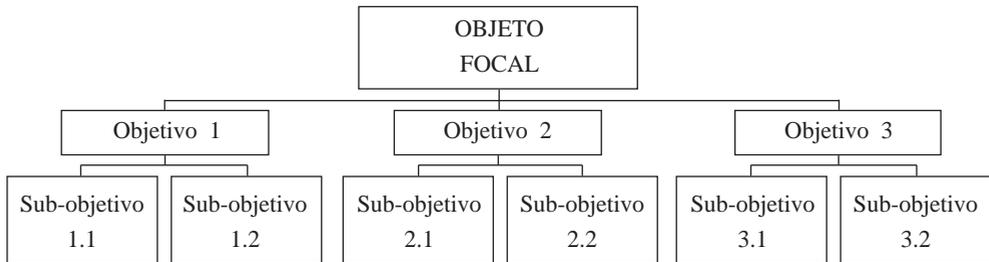
Cuadro 19 (continuación)
Metodología con base en enfoque multicriterio

Etapa	
5. Establecimiento de la ponderación	Se requiere identificar la importancia relativa de un objetivo respecto a los otros. Para ello puede utilizarse un esquema sencillo de ponderación, como el que brinda el proceso analítico jerárquico (PAJ) de Saaty (1980), quien propone que, a partir de una jerarquía dada, por medio de comparaciones pareadas, se obtenga la importancia de un objetivo respecto al otro. Luego, mediante operaciones matriciales elementales, se extraen los pesos relativos y, en consecuencia, un modelo lineal de preferencias para objetivos ubicados en cada nivel jerárquico, similar al presentado en la figura 1.
6. Establecimiento de los modelos de preferencia sobre los atributos	Se acoplan los sub-objetivos del último nivel de la jerarquía, con las consecuencias de los atributos retenidos, para lo cual se utilizan modelos de preferencias, como las curvas de valoración, similares a la presentada en la figura 2 (Carrasquero y colaboradores, 1997). Consiste en que, una vez establecido el rango lógico de variación de un atributo, se selecciona un valor prototipo que representa la máxima satisfacción. Se procede a comparar una muestra de valores en ese rango contra ese prototipo siguiendo un esquema de calificación similar al del PAJ, repitiéndose este proceso hasta que las diferencias en la calificación puedan ser ignoradas.
7. Integración del modelo	Si la jerarquía consta de n niveles, el modelo de evaluación se integra en forma regresiva. Para el nivel focal denotado $E_{0,0}$ se tiene: $E_{0,0} = \sum_{k=1}^{l_1} w_k E_{1,k}$ y para cada uno de los sub-objetivos del primer nivel, $E_{1,k} = \sum_{k=1}^{l_2} w_k E_{2,k}$ finalmente, para el nivel n: $E_{n,j} = \sum_{q=1}^m \alpha_q P(a_q)$ Todo lo cual indica una integración ascendente en lo numérico para obtener un valor del índice de evaluación, contraria al enfoque descendente empleado en su diseño.
8. Implantación del modelo evaluativo	La metodología es aplicable en casos donde existan limitaciones cuantitativas y/o cualitativas para obtener información y donde prevalezcan condiciones de incertidumbre y complejidad entre las causas y consecuencias de las variaciones del objeto de la evaluación.

Fuente: adaptado de Carrasquero y otros, 2004.

La figura 1 muestra una estructura jerárquica típica, con un modelo aditivo de ponderación, descrita en la etapa 5, donde se establece la ponderación.

Figura 1
Representación de una estructura jerárquica típica y modelo aditivo de ponderación



$$E_{i,j} = \sum_{k=1}^l w_k E_{i+1,k}$$

Donde:

$E_{i,j}$: evaluación global resultante para el objetivo j del nivel i

l : cantidad de objetivos existentes en el nivel $i+1$

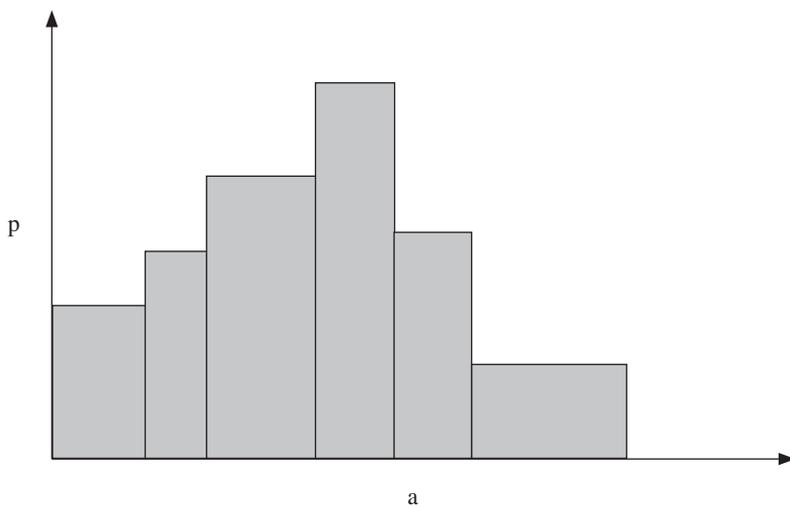
$E_{i+1,k}$: evaluación del k -ésimo objetivo del nivel $i+1$

w_k : peso del k -ésimo objetivo

Fuente: adaptado de Carrasquero y otros, 2004.

El gráfico 1 representa una curva de valoración, descrita en la etapa 6, donde se establecen los modelos de preferencia sobre los atributos.

Gráfico 1
Representación de una curva de valoración $P = f(a)$



Fuente: adaptado de Carrasquero y otros, 2004.

Sobre esta base se construyeron índices agregando y ponderando las variables, para calificar el desempeño en calidad-inocuidad y ambiente, en el marco de la gestión integral; estos índices se presentan y discuten en los capítulos 9 y 10 respectivamente.

LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El levantamiento de la información requería de un equipo encuestador con amplio conocimiento técnico para garantizar su calidad. Sin embargo, un factor determinante en el éxito de esta etapa es garantizar el acceso a las empresas. Históricamente, factores de desconfianza entre los ámbitos académico y productivo han obstaculizado el desarrollo de investigaciones en esta área. Las experiencias previas evidencian que la incorporación de gremios profesionales y empresariales al proyecto, bien como copatrocinantes, asesores, socios y/o usuarios del conocimiento generado, contribuye a generar confianza, a crear canales de comunicación con las empresas para que entren en conocimiento del proyecto y a la difusión de los resultados.

Para este estudio la participación de la Cámara Venezolana de la Industria de los Alimentos (Cavidea) fue crucial para garantizar la participación de un grupo importante de empresas. En un primer momento, mediante comunicaciones escritas y contactos telefónicos, esta asociación contactó tanto a las cámaras por rama como a las empresas afiliadas, informándoles sobre el estudio, explicándoles su naturaleza y objetivos, así como la conveniencia de participar en el mismo. Un análisis de las empresas participantes en función del tamaño evidencia que la incorporación de las grandes empresas fue posible gracias a la intermediación de esta asociación (cuadro 20).

Cuadro 20
Distribución de la muestra (empresas por tamaño y afiliación a cámaras empresariales)

Afiliación	Tamaño					
	1 a 20	21 a 50	51 a 100	101 a 250	251 a 500	> 500
Afiliada a Cavidea	3	32	3	7	6	10
Afiliada a otra(s) cámara(s)	9	18	13	11	6	3
No afiliada a ninguna cámara	26	2	5	4	0	0
Total	38	52	21	22	12	13

Fuente: datos del proyecto.

Diez de las trece empresas con empleo superior a 500 personas están afiliadas a Cavidea, mientras que las otras tres estaban afiliadas a cámaras sectoriales. Todas las empresas con empleo superior a 250 personas pertenecen a alguna entidad empresarial.

MANEJO Y PROCESAMIENTO DE LOS DATOS

Diseño, elaboración y cargado de la base de datos

Se diseñó la estructura de la base de datos compuesta por ocho secciones correspondientes a cada uno de los apartes del cuestionario. La base se elaboró empleando el programa Access 2003. Progresivamente se cargó la información de las empresas, actividad que se concluyó en septiembre de 2006.¹⁶

La información de la base de datos fue migrada al programa Excel con la finalidad de realizar los análisis de frecuencias y cruces entre variables y generar los gráficos correspondientes. Todas las variables fueron contrastadas contra cinco grupos de variables clave para el desarrollo tecnológico e industrial de cualquier sector industrial. A saber:

- Tamaño de la empresa
- Origen del capital
- Región geográfica
- Calificación de los recursos humanos
- Calidad

Se generó un importante número de cruces que se incluyeron en tablas tanto en valores discretos como porcentuales. Estas quedaron a disposición de todos los investigadores para realizar los análisis respectivos.

Selección de las variables para el desarrollo de la clasificación (taxonomía) de la industria

Posteriormente se procedió a seleccionar los métodos para realizar la clasificación de la muestra, escogiéndose programas estadísticos multivariantes. Estos han sido empleados desde el estudio inicial sobre la industria química y petroquímica venezolana a finales de los ochenta. En este, y en el de la industria de química fina de Brasil a inicios de la década siguiente, se empleó el análisis factorial de correspondencias (AFC), método que permitía obtener la distribución de las variables y las observaciones (empresas) sobre planos factoriales a partir de los cuales se identificaban gráficamente los perfiles de empresas (Testa, 1994).

En los estudios posteriores el especialista en estadística del grupo de investigación determinó que para el tipo de clasificación procurado era más conveniente utilizar el análisis de componentes principales y la clasificación ascendente jerárquica (Testa

¹⁶ La estructura de la base de datos considera opciones de entrada para el manejador de la misma que le permiten hacer modificaciones (posteriores ingresos y cambios en cada uno de los registros, y una para los usuarios, exclusivamente para consultas).

y Mercado, 2001) mediante esta última técnica, como se verá, es posible lograr los perfiles de clasificación de manera automática.

Las variables a utilizar para el análisis multivariable se seleccionaron tomando en cuenta dos criterios:

1. Valoración de la importancia de las mismas por parte de expertos de cada una de las áreas, y discusión de su importancia en términos de la gestión integral.
2. En función de su peso estadístico, inferido a partir de la estimación de coeficientes de correlación.

Se seleccionaron 66 variables con las que se realizaron corridas que produjeron la clasificación taxonómica sobre una muestra de 129 empresas, distribuidas en cuatro perfiles de gestión integral que son ampliamente descritos en el capítulo 13.

Métodos de correlación para establecer la importancia de las variables en los procesos innovadores y la gestión integral

Un estudio de corte sectorial sobre el tema de la gestión integral que maneje un número grande de variables en los ámbitos de tecnología, calidad-inocuidad, seguridad y ambiente ofrece la posibilidad de hacer gran cantidad de inferencias sobre el comportamiento de la industria. De allí surgen interrogantes clave: ¿cuáles son las variables más importantes en términos de y para la gestión integral en la industria agroalimentaria venezolana? ¿Cómo son las interrelaciones entre estas variables? ¿Cuáles son las determinaciones entre las mismas? ¿Es posible establecerlas? ¿Cuáles variables determinan un mejor desempeño desde el punto de vista competitivo? ¿Sobre cuáles habría que actuar para mejorar la productividad y la calidad de esta industria?

Una herramienta estadística útil para responder a estas interrogantes es el análisis de correlación, de gran eficacia cuando se evalúan más de dos variables dentro de una muestra, mucho más si esta es grande. Este método permite establecer el grado de asociación entre dos variables, aunque sin establecer determinación entre ellas. Pero también es útil para «medir la importancia» de una variable observando del número de correlaciones estadísticamente significativas que tenga respecto a las otras variables. Estos resultados, aunados a la importancia conceptual y metodológica de la variable, definirán su «peso» en el estudio sectorial y auxilian en el proceso de selección de las variables para realizar los análisis multivariados.¹⁷

Se empleó la prueba de significación de nulidad de Fisher (Thorndike, 1979) para correlaciones lineales simples (mide la relación exclusiva entre dos variables).

¹⁷ La combinación del resultado estadístico y el análisis cualitativo es necesaria para una correcta interpretación de las correlaciones entre las variables, pues de esta forma es posible evitar la consideración de correlaciones espurias; es decir, aquellas que ocurren por simple coincidencia estadística.

La escala de correlación va de 0 a 1. Para una muestra de 129 observaciones (en este caso las 129 empresas) una correlación con significación al 95 por ciento, es decir que haya una probabilidad de que el 5 por ciento de las variables *no estén relacionadas*, debe presentar valores superiores a 0,260, en tanto que para una significación del 99 por ciento (establece que sólo haya una probabilidad del 1 por ciento de que no estén relacionadas) deberán estar por encima de 0,290.¹⁸

Una forma adecuada de visualizar estos valores para su análisis e interpretación es a través de la construcción de matrices de correlación, ya que permiten ver la existencia de relación entre las variables y tener una panorámica en cuanto a las cantidades de relaciones que se establecen entre los grupos de variables. En este caso, se analizan matrices cuadradas que incluyen las mismas variables en filas y columnas, a fin de analizar las interacciones internamente dentro de un mismo grupo (*e.g.*, variables de calidad), y matrices que correlacionan variables de grupos diferentes (*e.g.*, calidad vs. innovación tecnológica), que permiten analizar las interacciones e inferir las determinaciones entre ambos grupos.

GESTIÓN INTEGRAL: LAS VARIABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA TAXONOMÍA

Para construir una taxonomía que permita evaluar capacidades de gestión integral en la industria de alimentos se toma como punto de partida el concepto de aprendizaje tecnológico. Dos definiciones desarrolladas en el curso de este programa de investigación pueden ser de utilidad. Conforme a la primera se trata de «un conjunto de tareas de diversa índole que se van acumulando y produciendo habilidades, destrezas y conocimientos; esas tareas podrán o no concluir en un desarrollo innovador exitoso, pero lo importante es que ese acervo tecnológico vive en la empresa y no es nada deleznable y que, de ser estimulado adecuadamente, puede llevar a acometer labores de mayor envergadura» (Rengifo, 1987). La segunda lo puntualiza como «las experiencias tecnoproductivas que desarrolla y acumula la empresa durante su existencia y la constitución de su acervo de conocimientos en la materia. Este proceso puede tener un carácter formal si se logra su sistematización en las instancias organizativas de la empresa, o circunstancial si se incorpora a través de la experiencia del personal» (Mercado, 2004).

Un aspecto clave para el desarrollo de actividades de aprendizaje tecnológico en la empresa es el establecimiento de vinculaciones técnicas con diversas instituciones y actores del entorno, por lo que en los análisis multivariados¹⁹ se incluyen variables

¹⁸ Para una explicación del uso de las correlaciones para estos estudios ver Mercado, 1995.

¹⁹ Consideran las relaciones que se establecen con entes públicos y privados nacionales e internacionales para la realización de actividades de desarrollo de productos, diseño de procesos y capacitación.

de este grupo. Por su parte, las características del sector industrial estudiado y sus implicaciones directas en la seguridad alimentaria y la salud de la población requieren prestar atención especial al aseguramiento de la calidad, con particular énfasis en la inocuidad. Asimismo, se debe considerar la variable ambiental, ya que este sector genera un importante impacto al aportar la mitad de los desechos orgánicos vertidos en agua en el país (World Bank, 2005). Estas consideraciones orientaron la elaboración del cuestionario, adecuado a las características de la industria de alimentos, que, como se indicó, consta de más de 1.200 ítems de información.

El análisis de correspondencias múltiples (ACM)

Una caracterización de las capacidades de gestión integral resulta útil para contribuir a elaborar la política industrial y tecnológica. Avanzar en esa tarea pasa por la elaboración de instrumentos y técnicas de análisis que permitan, en primer lugar, considerar el carácter complejo –la inclusión simultánea de un gran número de variables– y poco estructurado –las relaciones entre las variables no se puedan expresar a través de un modelo funcional preciso– del fenómeno en estudio. En segundo lugar, enfrentar las limitaciones que presenta la información disponible, que en el caso venezolano son sumamente importantes, tanto por el carácter cualitativo de la mayoría de las variables, como por el hecho de trabajar con datos «que sin ser falsos son imprecisos» (Benzecri, 1972). En estas condiciones, la construcción de una taxonomía estadística, a partir de técnicas de análisis de datos como el análisis de correspondencias múltiples (ACM) y la clasificación ascendente jerárquica (CAJ), ha demostrado que puede ser una poderosa herramienta para el estudio de la conducta tecnológica y la cultura empresarial.

El ACM es una técnica de análisis factorial que sintetiza y reduce un conjunto de características, o variables cualitativas, a un conjunto menor de variables cuantitativas, denominadas factores, capaces de resumir la información y mantener la misma estructura de relaciones que tenían las variables originales (Escofier y Pagés, 1990). Desde un punto de vista metodológico, el análisis de correspondencias múltiples tiene los siguientes objetivos:

1. facilitar la construcción de tipologías de individuos (que en nuestro caso son empresas), mediante la comparación de las unidades a través de las características de las modalidades observadas;
2. resumir el conjunto de características observadas en un pequeño número de variables cuantitativas relacionadas con el conjunto de variables cualitativas estudiado;
3. estudiar la relación existente entre las modalidades de las características observadas (Crivisqui, 1993).

En este caso, el análisis de correspondencias múltiples se efectuó a partir de una tabla de datos, conformada por las 129 firmas de la muestra y 66 variables activas (las que se emplean en la construcción de los factores) con 149 modalidades seleccionadas de los grupos de capacidad productiva y gestión integral (inocuidad-calidad, ambiente, innovación y aprendizaje tecnológico, seguridad industrial y gestión energética). Como se indicó, fueron seleccionadas a partir de los criterios conceptuales expuestos previamente y del análisis de correlación de todas las variables del cuestionario, eligiendo aquellas que tuvieran el mayor número de correlaciones significativas con otras variables, tanto de su grupo como de los restantes.

En el análisis e interpretación de los resultados también se consideraron cinco variables suplementarias. Estas, si bien no contribuyen a la conformación de los ejes factoriales, juegan un papel fundamental en el análisis ya que permiten estudiar la relación que existe entre los factores y un conjunto de variables «exógenas». En nuestro caso se utilizaron como variables suplementarias aquellas referidas a las características generales de las empresas y distribución de la industria (estrato de ocupación, rama de actividad, región geográfica, composición de capital y fecha de fundación).

Cuadro 21
Variables seleccionadas para el análisis de datos

N°	Variable	Descripción
1	AP	Automatización de control del proceso con mejora de la productividad
2	CV	Control de inventarios con mejora de la productividad
3	PP	Programación de la producción con mejora de la productividad
4	CP	Cambios en el proceso de producción con mejora de la productividad
5	CT	Contabilidad de costos con mejora de la productividad
6	IE0	La etiqueta no tiene información sobre propiedades nutricionales, composición físico-química y condiciones de uso y almacenamiento
	IE1	La etiqueta tiene alguna información sobre propiedades nutricionales, composición físico-química y condiciones de uso y almacenamiento
	IE2	La etiqueta tiene información sobre propiedades nutricionales y composición físico-química
7	RS	Registro sanitario
8	LM0	No tiene infraestructura interna para análisis microbiológico ni contrata un laboratorio externo
	LM1	Contrata un laboratorio externo para análisis microbiológico
	LM2	Tiene laboratorio propio de microbiología o se realiza en otra unidad y contrata laboratorio externo
	LM3	Tiene laboratorio propio de microbiología y contrata un laboratorio externo
9	UC	Unidad de control de calidad

Cuadro 21 (continuación)
VARIABLES SELECCIONADAS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

N°	Variable	Descripción
	PC0	Ninguna persona trabaja en control de calidad
10	PC1	Entre una (1) y seis (6) personas trabajan en control de calidad
	PC2	Siete (7) o más personas trabajan en control de calidad
	CS0	Sin cursos y personal sin conocimiento de seguridad e higiene
11	CS1	Con cursos y personal con poco conocimiento de seguridad e higiene
	CS2	Con cursos y personal con conocimiento de seguridad e higiene
	BP0	No ha implantado Buenas Prácticas de Fabricación (BPF)
12	BP1	Ha implantado BPF y el nivel de conocimiento de gerentes, técnicos u obreros es medio o más
	BP2	Ha Implantado BPF, el nivel de conocimiento de gerentes y técnicos es alto y el de obreros medio
	HA0	No ha implantado Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC)
13	HA1	Implantando APPCC
	HA2	Implantó APPCC
	TR0	Los productos no tienen trazabilidad ni código de barra
14	TR1	Los productos tienen trazabilidad o código de barra
	TR2	Los productos tienen trazabilidad y código de barra
	IS0	No ha implantado ni está en proceso de implantación de ISO 9.000
15	IS1	Está en proceso de implantación de ISO 9.000
	IS2	Ha implantado ISO 9.000 o está en proceso de implantación de ISO 15.161
16	UA	Tiene una infraestructura propia para asuntos ambientales
17	PA	Una (1) persona o más trabaja en asuntos ambientales
18	CA	Cursos de protección al ambiente
	IA0	No tiene conocimiento de ISO 14.000
19	IA1	Tiene conocimiento de ISO 14.000
	IA2	Está en proceso de implantación de ISO 14.000
20	RA	Está inscrita en el Registro de Actividades Susceptibles de Degradar el Ambiente (RASDA)
21	RC	Reducción del consumo de agua
22	SD	Segregación de desechos
23	TT	Trampas o tamices
24	FD	Control de fugas y derrames
25	MD	Cambios en el manejo de desperdicios
26	CD	Contabilidad de costos en el manejo de desperdicios

Cuadro 21 (continuación)
Variables seleccionadas para el análisis de datos

N°	Variable	Descripción
	EL0	Genera efluentes líquidos en el proceso productivo y los descarga sin control
27	EL1	Genera efluentes líquidos en el proceso productivo y los procesa
	EL2	Genera efluentes líquidos en el proceso productivo y los procesa o reutiliza
	EG0	Genera emisiones gaseosas, no las cuantifica ni controla
28	EG1	Genera emisiones gaseosas, las cuantifica no las controla
	EG2	Genera emisiones gaseosas, las cuantifica y las controla
29	DS	Generación y manejo de desechos sólidos
30	GA	Inversiones en mejoras ambientales
31	US	Infraestructura de seguridad industrial
32	CI	Cursos de seguridad industrial
33	CR	Cursos de evaluación de riesgos
34	MO	Monitoreo como medida de prevención de riesgos
35	PU	Puntos de control como medida de prevención de riesgos
	MA0	No posee manuales de procedimiento del proceso productivo
36	MA1	Posee manuales de procedimiento de algunas etapas el proceso productivo
	MA2	Posee manuales de procedimiento de todas las etapas el proceso productivo
	UI0	Sin infraestructura de I+D ni se contrata externamente
37	UI1	La I+D se realiza en otra unidad y/o se contrata externamente
	UI2	Posee una unidad formal de I+D
	PI0	Ninguna persona trabaja en I+D
38	PI1	Entre 1 y 3 personas trabajan en I+D
	PI2	4 o más personas trabajan en I+D
	IN0	Sin infraestructura de ingeniería y diseño ni se contrata externamente
39	IN1	Actividad de ingeniería y diseño se realiza en otra unidad y/o se contrata externamente
	IN2	Posee una unidad formal de ingeniería y diseño
40	GI	Inversión en activos intangibles
41	MP	Modificaciones a productos existentes
42	NP	Nueva presentación de producto (rediseño de empaque)
43	DP	Desarrollo de nuevos productos
44	NL	Introducción de nuevas líneas de productos
45	PR	Consideración de premisas de calidad y ambiente para el desarrollo de productos

Cuadro 21 (continuación)
VARIABLES SELECCIONADAS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

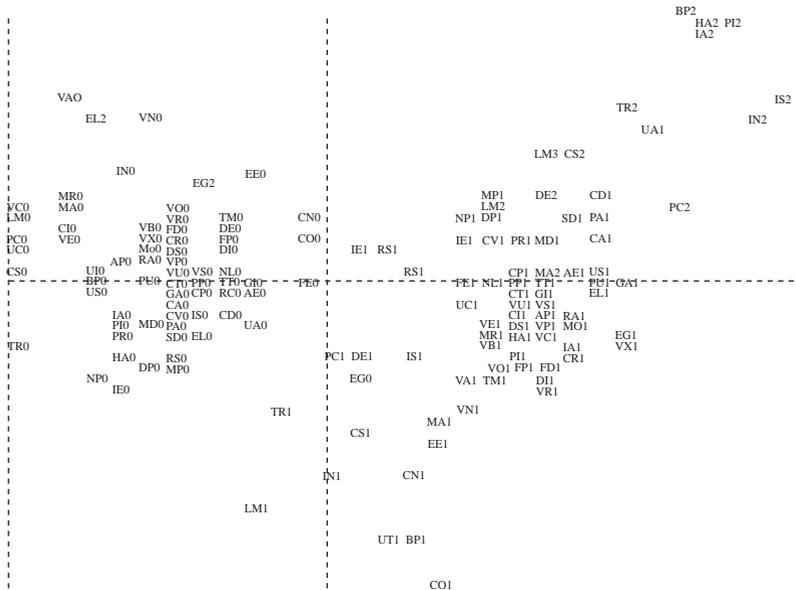
N°	Variable	Descripción
46	MR	Modificaciones a procesos existentes
47	DI	Diseño de procesos completamente nuevos
48	CO	Copia de procesos
49	AE	Adaptación de piezas y modificaciones a los equipos
50	FP	Fabricación de piezas
51	FE	Fabricación propia de equipos
52	VP	Vinculaciones para desarrollo de productos
53	VR	Vinculaciones para diseño de procesos
54	VA	Vinculaciones para asistencia técnica
55	VB	Vinculaciones para búsqueda de información
56	VC	Vinculaciones para cursos de capacitación
57	VE	Vinculaciones para ensayos y análisis
58	VN	Vinculaciones con empresas del país
59	VX	Vinculaciones con empresas del exterior
60	VU	Vinculaciones con universidades y centros de I+D
61	VS	Vinculaciones con consultoras privadas
62	VO	Vinculaciones con organismos públicos
	DE0	Utiliza un solo energético en los procesos productivos
63	DE1	Utiliza 2 o 3 energéticos en los procesos productivos
	DE2	Utiliza 4 o más energéticos en los procesos productivos
64	EE	Emplea tecnologías para mejorar la eficiencia energética
65	TM	Utiliza temporizadores para mejorar la eficiencia energética
66	CN	Utiliza controladores numéricos para mejorar la eficiencia energética

Fuente: elaboración propia.

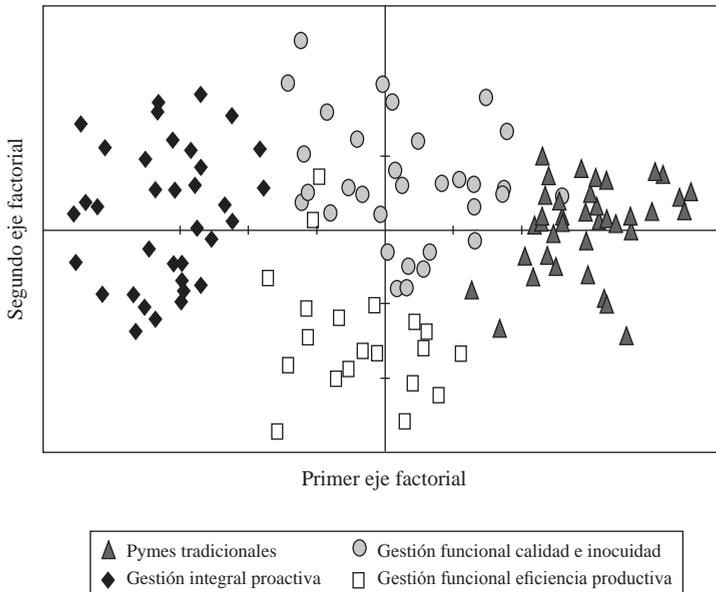
Los resultados básicos del ACM son las coordenadas resultantes de la proyección de los datos originales sobre los primeros factores, tanto para las modalidades de las variables como para las observaciones (empresas). Gráficamente, las «salidas» presentan las variables y las empresas sobre planos factoriales como el observado en el gráfico 2, permitiendo observar la distribución de las modalidades sobre los diferentes cuadrantes.

Gráfico 2
Resultados básicos del ACM proyectado sobre un plano factorial

Modalidades en el primer plano factorial



Las empresas en el primer plano factorial



Fuente: elaboración propia.

La clasificación ascendente jerárquica (CAJ)

A los resultados del análisis de correspondencias múltiples se les aplica una técnica estadística complementaria de «clasificación automática» que posibilita obtener una tipología de empresas en cuatro perfiles (y nueve subclases). Esta técnica se denomina «clasificación ascendente jerárquica» ya que comienza por los elementos separados en clases distintas (en nuestro caso cada una de las empresas) y el algoritmo de construcción los va agrupando (o va ascendiendo) hasta constituir una única clase. La CAJ es una técnica de clasificación automática mediante la cual es posible agrupar el conjunto de elementos en subconjuntos que tengan dos propiedades: 1) homogeneidad, es decir que los elementos de cada subconjunto sean semejantes; 2) separabilidad, esto es que cada uno de los subconjuntos sea diferentes de los demás. El índice de nivel de la jerarquía proporciona una medida que haga mínimo el aumento de la varianza dentro de cada clase, y que maximice la varianza entre clases diferentes, en cada etapa del proceso de agregación (Jambu, 1978).

Interpretación de los resultados

Como se indicó, las «salidas» presentan agrupaciones de variables y empresas en planos factoriales. Ello permite observar la distribución de las modalidades (atributos y/o cualidades positivas o negativas) en los diferentes cuadrantes. El método generalmente distribuye las modalidades positivas y negativas de las variables oponiéndolas, estableciéndose que mientras más alejadas aparezcan contribuirán a una mejor definición de los perfiles.

La proximidad entre una modalidad y una empresa indica que esta última es bien caracterizada por la primera. De esta manera, mediante las asociaciones entre grupos de variables y empresas se podrá inferir comportamientos comunes (las empresas que comparten los mismos rasgos y comportamientos). Esta asociación es la que realiza de manera automática la clasificación ascendente jerárquica.

Obtenidos estos datos, es posible dibujar las nubes de los perfiles, lo que permite ver su distribución en el plano factorial. En este caso, los resultados generalmente tenderán a oponer a las agrupaciones que presenten las mayores diferencias en cuanto a cualidades y desempeño.

Hasta aquí se ha descrito un proceso meramente instrumental. Estos resultados deben, no obstante, ser interpretados a la luz de los procesos de innovación y gestión tecnológica en los otros temas de la gestión integral, a fin de conocer las especificidades de cada perfil y el significado y peso de las variables en los mismos. La construcción de tablas de frecuencia de los grupos de variables para cada perfil permite observar claramente su desempeño en los ámbitos analizados, ofreciendo una panorámica

precisa de los diferentes comportamientos del sector bajo estudio.²⁰ Estos resultados estadísticos, sin embargo, no aportan suficiente información para entender la naturaleza y dinámica de la innovación y, de modo más general, la gestión tecnoproductiva de la industria. Es aquí donde los resultados de los estudios de caso (micro) apoyan la interpretación de la taxonomía.

Los estudios de caso se realizan tomando en cuenta criterios de rama y tamaño. La evaluación sociotécnica permite conocer la naturaleza de los procesos de innovación y aprendizaje tecnológico, estimando además las influencias que ejercen sobre estos los factores internos y externos. De esta manera, aportan sustento empírico a las variables que en el estudio sectorial son resultados estadísticos. Esta aproximación metodológica comenzó a desarrollarse en el estudio de la química fina de Brasil, donde se encontró que las variables *copia de productos* y *relaciones técnicas con las universidades para diseño de procesos* tenían un peso estadístico muy importante y contribuían a la definición de los perfiles taxonómicos, razón por la que se infería que eran muy importantes dentro del proceso de aprendizaje.

Pero estos resultados no decían mucho acerca de estos procesos. La realización de estudios de caso hizo posible identificar un interesante esfuerzo innovador realizado de manera conjunta entre empresas, universidades y centros de investigación y desarrollo tecnológico, producto de una política del Estado brasileño para el desarrollo del sector farmoquímico. De esta manera, los resultados obtenidos en la taxonomía podían ser explicados en gran medida como una consecuencia de estos arreglos socioinstitucionales, que se reflejaban en aprendizajes con alcance sectorial.²¹

Este proceso se ha esquematizado en la figura 2.

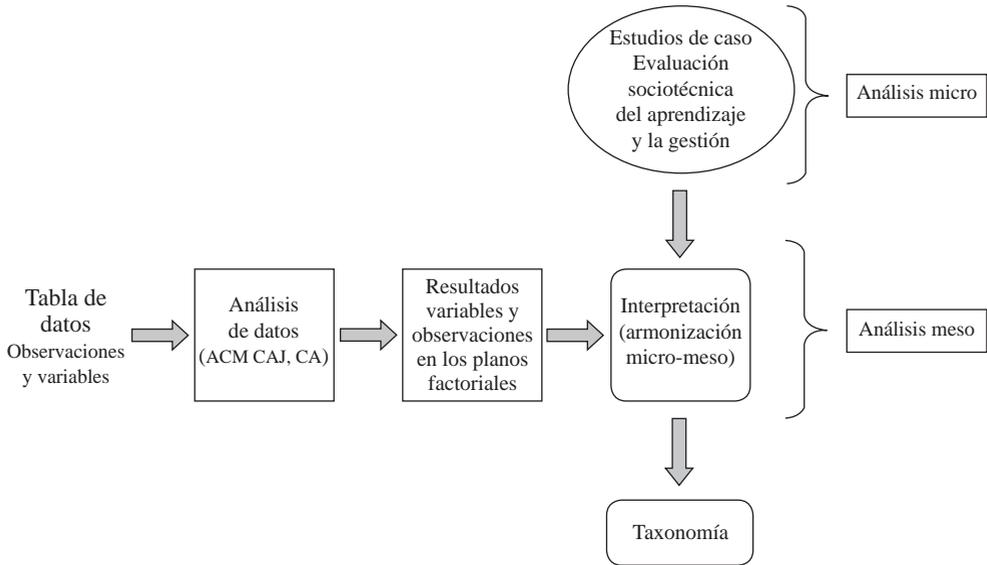
1. Los resultados del análisis de datos (variables y empresas en los planos factoriales) permiten obtener una clasificación por perfiles a partir de los cuales se elaboran tablas de frecuencia de los diferentes grupos de variables. En términos de interpretación, se pueden describir los comportamientos en función de frecuencias.
2. Los estudios de caso aportan información sobre el significado de las variables en los procesos sociotécnicos.
3. Se cotejan los resultados de los estudios meso y micro (armonización), lográndose una interpretación más completa de los resultados de los métodos multivariados.
4. Se hace una descripción de los perfiles de la taxonomía.

²⁰ Cfr. *infra* capítulo 13.

²¹ Esta aproximación metodológica permitió incluso proponer la existencia de una secuencia incremental de capacitación tecnológica en la industria química y petroquímica (Mercado, 2004).

Figura 2

Integración del análisis de datos y estudios de caso para la construcción de la taxonomía



Fuente: elaboración propia.

ANÁLISIS ESPACIAL DE LA GESTIÓN INTEGRAL

Otro elemento substancial del estudio para la comprensión de la dinámica tecnoproductiva de esta industria es el análisis espacial. La elaboración de mapas sobre los que se proyectan las empresas y diversos indicadores de desempeño de la gestión integral permiten obtener un resultado territorial muy útil para visualizar la situación y comportamiento de la industria en las diferentes regiones. A continuación se describe de manera resumida la metodología desarrollada para elaborar la cartografía e incorporar los resultados.

Georreferenciación de los datos

Se elaboró una base de datos geocodificada de las empresas presentes en la muestra clasificada por regiones, en la cual se incluyeron como descriptores básicos las variables *rama productiva*, *tamaño* (estrato) y *origen de capital*, que son fundamentales para el desarrollo de estudios de alcance sectorial. Para efectos de la base de datos geográfica estas se reconocen como atributos.

Con estos atributos se desarrollaron mapas temáticos para observar y analizar las especificidades regionales y locales de la muestra. En segundo lugar, se incorporaron

indicadores de desempeño en las áreas de tecnología, inocuidad-calidad y ambiente, así como también los datos de los perfiles obtenidos de la clasificación taxonómica, con lo que fue posible analizar comparativamente su comportamiento en las diferentes regiones.²²

El procedimiento para geocodificar la base de datos incluyó en primer lugar la migración de la base de las 129 empresas desde Excel, incorporándola en un sistema de información geográfica (SIG), utilizando los programas ArcGis 9.1 y Map Info 7.5.

Con esta plataforma de análisis geográfica se elaboró la cartografía básica a escala 1:100 000 y 1:250.000, contentiva de los parámetros:

- físico-naturales (relieve, cursos y cuerpos de agua),
- centros poblados,
- vialidad.

Posteriormente, para conocer la dinámica territorial en términos de conformación y distribución de la industria, se analizó la distribución espacial en términos de las variables:

- rama productiva,
- estrato.

Una vez establecida la distribución espacial de la muestra y a fin de estimar el comportamiento de la industria en las diferentes regiones en función de la gestión integral, se incorporó y analizó:

- el índice de desempeño integral de calidad e inocuidad,
- el índice global de desempeño ambiental,
- los perfiles taxonómicos.

En total se elaboraron 24 mapas que se analizan y discuten en detalle en el capítulo 14.

COMENTARIOS

Uno de los principales problemas de los estudios industriales de alcance sectorial se relaciona con la medición de un amplio número de variables, como es el caso del análisis de la gestión integral en la industria de los alimentos. En el proyecto «Aprendizaje tecnológico y gestión integral (tecnología, calidad y ambiente) en la industria agroalimentaria venezolana» se conformó un equipo multidisciplinario que desarrolló una propuesta de investigación que incluyó el estudio de la base técnica de la industria y los elementos regulatorios que definen y condicionan su funcionamiento, construyendo un lenguaje básico común a partir del cual se definen una serie de variables para la realización del estudio.

²² Cfr. *infra* capítulo 14.

La participación de investigadores no sólo de diferentes áreas disciplinarias, sino de diversas instituciones a nivel nacional, permitió una aproximación bastante completa a la dinámica de la industria que, apoyada en un exhaustivo análisis estadístico y el análisis de casos de las diferentes materias abordadas, logra ofrecer una panorámica muy precisa del comportamiento de este extenso y complejo sector industrial clave para el desarrollo de la sociedad en Venezuela.